MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

PESQUISA, REFLEXÕES E DIÁLOGOS EMERGENTES

VOLUME II

ORGANIZADORES
HIGOR COSTA DE BRITO
MANOEL MARIANO NETO DA SILVA
YÁSCARA MAIA ARAÚJO DE BRITO
LINDON JOHNSON PONTES PORTELA
JESSICA KAORI SASAKI

EDITORA AMPLLA

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

PESQUISA, REFLEXÕES E DIÁLOGOS EMERGENTES

VOLUME II

ORGANIZADORES
HIGOR COSTA DE BRITO
MANOEL MARIANO NETO DA SILVA
YÁSCARA MAIA ARAÚJO DE BRITO
LINDON JOHNSON PONTES PORTELA
JESSICA KAORI SASAKI

EDITORA AMPLLA

2021 - Editora Amplla
Copyright © Editora Amplla
Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares
Design da Capa: Editora Amplla
Projeto Gráfico: Editora Amplla
Diagramação: Higor Costa de Brito

Meio ambiente e sustentabilidade: pesquisa, reflexões e diálogos emergentes está licenciado sob CC BY 4.0.

Esta licença exige que as reutilizações deem crédito ao criador. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Amplla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Amplla.

ISBN: 978-65-88332-49-8
DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-0

Editora Amplla
Campina Grande – PB – Brasil
contato@ampllaeditora.com.br
www.ampllaeditora.com.br

2021

CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Italan Carneiro Bezerra – Instituto Federal da Paraíba
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário
Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande
Marcelo Alves Pereira Eufrasio – Centro Universitário Unifacisa
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia
Marina Magalhães de Morais – Universidade Federal de Campina Grande
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande
Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia
Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca
Tatiana Paschoalette Rodrigues Bachur – Universidade Estadual do Ceará
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

2021 - Editora Amplla
Copyright © Editora Amplla
Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares
Design da Capa: Editora Amplla
Projeto Gráfico: Editora Amplla
Diagramação: Higor Costa de Brito

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sueli Costa CRB-8/5213

Meio ambiente e sustentabilidade [livro eletrônico]: pesquisa, reflexões e diálogos emergentes / organização Higor Costa de Brito...[et al.] - Campina Grande : Editora Amplla, 2021.
2 v.

Formato: PDF
ISBN: 978-65-88332-48-1 (vol.1)
ISBN: 978-65-88332-49-8 (vol.2)

1. Recursos naturais 2. Poluição ambiental 3. Ecossistemas 4. Educação ambiental 5. Planejamento urbano I. Brito, Higor Costa de II. Título.

CDD-577

Índices para catálogo sistemático:

1. Meio ambiente 577

Editora Amplla
Campina Grande – PB – Brasil
contato@ampllaeditora.com.br
www.ampllaeditora.com.br

2021

PREFÁCIO

Devido às modificações no comportamento humano, em especial na maneira de produzir e consumir bens, nota-se uma série de modificações ambientais, das quais se destacam a intensificação da poluição ambiental, o esgotamento dos recursos naturais e consequente degradação dos ecossistemas, a ampliação dos conflitos e da desigualdade social, e o aumento progressivo das temperaturas do planeta.

Ao tratar do Brasil, esta crise sanitária, deflagrada globalmente, é impulsionada pela crise política. Desta maneira, as políticas ambientais e sociais são gradualmente corroídas, culminando em graves retrocessos. Dentre os fatores mais relevantes, pode-se citar a invasão de terras indígenas, a expansão das atividades de mineração desenvolvidas de ilegalmente, violações às leis ambientais e aos direitos humanos, perdas da qualidade de vida e o aumento do desmatamento.

Tais questões, por sua vez, exigem da sociedade, em especial daqueles que desenvolvem a ciência, críticas e soluções para o enfrentamento desse quadro de irregularidades. Assim, o livro "Meio ambiente e sustentabilidade: pesquisa, reflexões e diálogos emergentes" contempla dois volumes que reúnem uma coletânea de 73 capítulos que permitem aos leitores o encadeamento de ideias e reflexões sobre o meio ambiente, abordando meios de convivência sustentável face ao uso dos mais diversos recursos naturais existentes. São elencadas as problemáticas já instauradas como também soluções resolutivas e mitigadoras.

O primeiro volume trata das leis ambientais associadas à sustentabilidade, destacando a necessidade da educação ambiental e os riscos atrelados à sua ausência. Conta também com a temática do uso de fertilizantes, que impulsionam a produtividade agrícola, com destaque para a cultura de soja. Esse uso tem como impacto a poluição do solo e da água, sendo necessário o tratamento de efluentes provenientes dessa produção, assunto também abordado ao longo dos capítulos.

Já o segundo volume, dá espaço ao estudo das áreas verdes e do conforto ambiental que estas proporcionam, com enfoque ao planejamento urbano. Por conseguinte, são abordadas as fontes de energias renováveis, a produção de alimentos, a ecologia e suas diversas paisagens, as mudanças climáticas e os impactos a elas

associados. Os trabalhos apresentados denotam revisões bibliográficas e estudos empíricos sobre os temas citados.

Os organizadores do livro, assim como os autores dos capítulos, esperam que os trabalhos aqui apresentados possam contribuir para a construção de novas reflexões e pesquisas orientadas à sustentabilidade ambiental.

Desejamos a todos uma boa leitura!

Yáscara Maia Araújo de Brito
Engenheira Civil
Doutoranda em Engenharia de Recursos Naturais

Manoel Mariano Neto
Engenheiro Ambiental e Sanitarista
Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental

Higor Costa de Brito
Engenheiro Civil
Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS VERDES EM CIDADES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CASO DE CAICÓ/RN 10

CAPÍTULO II - CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS VERDES URBANAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS PUBLICAÇÕES ENTRE OS ANOS 2000-2020 20

CAPÍTULO III - OS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NO CLIMA: CIDADES E CONFORTO TÉRMICO COMO BENS COMUNS ... 34

CAPÍTULO IV - COMPREENSÃO, USO E CULTIVO DE PLANTAS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS URBANOS 53

CAPÍTULO V - REDES DE INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E *CECROPIA PACHYSTACHYA* TRÉCUL (URTICACEAE) SÃO INFLUENCIADAS PELA URBANIZAÇÃO? 61

CAPÍTULO VI - CONHECIMENTO DO SOLO E PLANEJAMENTO URBANO 71

CAPÍTULO VII - PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL 88

CAPÍTULO VIII - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO NO ESTADO DO PARÁ-BRASIL 96

CAPÍTULO IX - CONFLITOS TERRITORIAIS NA GESTÃO DE PARQUES URBANOS NA AMAZÔNIA: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA – BELÉM/PA 113

CAPÍTULO X - GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E NOVAS PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO: O CASO DE JOÃO CÂMARA, RIO GRANDE DO NORTE 134

CAPÍTULO XI - PRODUÇÃO DE H_2 POR CORROSÃO ELETROQUÍMICA UTILIZANDO O ÁCIDO HEXAFLUOSSILÍCICO 151

CAPÍTULO XII - ADMINISTRAÇÃO CONSCIENTE NA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA PARA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO DE ESTUFAS DAS PEQUENAS PROPRIEDADES 168

CAPÍTULO XIII - DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS POR COMUNIDADES TRADICIONAIS DO ESTADO DA BAHIA 188

CAPÍTULO XIV - PANORAMA DE GERENCIAMENTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE MAXIXE MOÇAMBIQUE: REALIDADE E DESAFIOS 205

CAPÍTULO XV - ESTRATÉGIAS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO GRANDE DO NORTE: REGIONALIZAÇÃO E OPERAÇÃO CONSORCIADA 217

CAPÍTULO XVI - IMPLICAÇÕES E ALTERNATIVAS PARA A BANANICULTURA NA SERRA DE MARANGUAPE, ESTADO DO CEARÁ 233

CAPÍTULO XVII - PRODUÇÃO ESTIMADA DE LEITE EM BOVINOS ATRAVÉS DA ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE HIBRIDOS DE MILHO PARA SILAGEM 245

CAPÍTULO XVIII - ASPECTOS DA PRODUÇÃO DO MILHO E SUAS CULTIVARES NO ESTADO DO PARÁ 262

CAPÍTULO XIX - FENOLOGIA, BROMATOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE CICLOS DE HÍBRIDOS PARA MILHO SILAGEM 270

CAPÍTULO XX - ANÁLISE SEMINAL E PÓS-SEMINAL DO PAU-PRETINHO (*CENOSTIGMA TOCANTINUM DUCKE.*) EM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 287

CAPÍTULO XXI - FIBRA ALIMENTAR: FONTES, CLASSIFICAÇÃO E EFEITOS 295

CAPÍTULO XXII - ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA EM GELÉIAS COM ADIÇÃO DE FRUTAS EM SUA COMPOSIÇÃO 303

CAPÍTULO XXIII - PRINCIPAS CARACTERÍSTICAS DOS TOCOFERÓIS 315

CAPÍTULO XXIV - CAROTENÓIDES: SÍNTESE, ESTRUTURA, FUNÇÕES E ESTABILDADE 323

CAPÍTULO XXV - PLANTAS MEDICINAIS COMERCIALIZADAS EM MARIZÓPOLIS PB: COMPREENDENDO AS FORMAS DE UTILIZAÇÃO E CONSUMO DA POPULAÇÃO 332

CAPÍTULO XXVI - POTENCIAL USO DE ASTAXANTINA OBTIDA DA MICROALGA *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS* NA INDÚSTRIA COSMÉTICA 348

CAPÍTULO XXVII - ECOLOGIA DE PAISAGENS: CONCEITOS E APLICAÇÕES 358

CAPÍTULO XXVIII - LEVANTAMENTO DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHO DE PEQUENA ORDEM 372

CAPÍTULO XXIX - SOLOS DE MANGUEZAIS 387

CAPÍTULO XXX - A ETNOECOLOGIA E A PECUÁRIA FAMILIAR: CAMINHOS PARA A CONSERVAÇÃO DO BIOMA PAMPA[1] 405

CAPÍTULO XXXI - AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA NO BIOMA CAATINGA LOCALIZADA NA BACIA DO RIO PIRANHAS-AÇÚ, ESTADO DA PARAÍBA 422

CAPÍTULO XXXII - MUDANÇAS CLIMÁTICAS MEDIADAS POR AÇÕES ANTROPOGÊNICAS 437

CAPÍTULO XXXIII - IMPACTOS AMBIENTAIS MEDIADOS PELOS TRANSPORTES 454

CAPÍTULO XXXIV - COMPORTAMENTO DO ESTADO DA PARAÍBA DIANTE DA EXPOSIÇÃO A ANOS SECOS E NÃO SECOS 467

CAPÍTULO 1

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS VERDES EM CIDADES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CASO DE CAICÓ/RN

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-1

Higor Costa de Brito [1]
Jessica Kaori Sasaki [2]
Yáscara Maia Araújo de Brito [3]
Manoel Mariano Neto [1]

[1] Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – UFCG
[2] Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – UFCG
[3] Doutoranda em Engenharia de Recursos Naturais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – UFCG

RESUMO

O desenvolvimento de estratégias de infraestrutura verde oferece um novo quadro de ação, que possibilita a criação de cidades sustentáveis no futuro. O objetivo deste capítulo é verificar distribuição espacial de áreas verdes na cidade de Caicó, localizada no Semiárido Brasileiro, com o intuito de buscar relações que atendam recomendações de convivência e protocolos de uso adequados para a utilização das áreas verdes durante e após o período de pandemia ocasionado pelo SARS-CoV-2. O percurso metodológico iniciou-se com coleta de dados populacionais e levantamentos censitários, seguido pela identificação das áreas verdes localizadas dentro da zona urbana do município, que possibilitou o cálculo do Índice de Verde (IV). Entre os 66 setores censitários urbanos mapeados, apenas 34 apresentaram IV superior a 16 m², evidenciando a má distribuição espacial dos espaços verdes na zona urbana, onde locais com infraestrutura urbana consolidada apresentam carências de áreas verdes, registrando valores de IV inferiores a 1 m². Com base nos resultados obtidos, a pesquisa possibilita o desenvolvimento de um procedimento científico capaz de avaliar o potencial de alocação de espaços verdes em cidades semiáridas. Os procedimentos seguidos neste capítulo são de fácil replicação, que pode auxiliar principalmente a futura alocação de espaços verdes em outros municípios.

Palavras-chave: Infraestrutura verde. Distribuição espacial. Índice de Verde. Pandemia.

1. INTRODUÇÃO

O acesso a áreas verdes representa um aspecto fundamental para condições de vida adequadas e um ambiente saudável em áreas urbanas. Os espaços verdes urbanos

fornecem vários serviços ecossistêmicos – provisórios, regulamentares e culturais (UCHIYAMA; KOHSAKA, 2020). Diversos estudos sugerem que o verde urbano contribui para a regulação do clima, melhora a qualidade do ar e proporciona efeitos positivos para a saúde mental e física, bem como bem-estar residencial (BOWLER et al., 2010; KROEGER et al., 2014; WÜSTEMANN; KALISCH; KOLBE, 2017).

Nesse sentido, o desenvolvimento de Estratégias de Infraestrutura Verde (EIV) oferece um novo quadro de ação, que segundo Gavrilidis et al. (2019) possibilita a criação de cidades sustentáveis no futuro. As EIV podem ser compreendidas como uma ferramenta de implementação capaz de conectar as áreas urbanas com seus ambientes naturais: rede de áreas verdes na cidade, parques e jardins, hortas comunitárias e pequenos espaços verdes na cidade (VERDÚ-VÁZQUEZ et al., 2021).

A partir da propagação do novo coronavírus SARS-CoV-2 em dezembro de 2019, as cidades adotaram novas medidas sanitárias para combater a proliferação do vírus. Entre as medidas adotadas destacam-se a redução de atividades sociais, como comércio, lazer, cultura e serviços, assim como o fechamento de parques e praças para evitar aglomerações (XIMENES et al., 2020).

Dessa forma, as tendências de acesso e uso de áreas verdes mudaram globalmente a partir do ano de 2020 (DERKS; GIESSEN; WINKEL, 2020; HONEY-ROSÉS et al., 2020). Devido as restrições municipais para controlar a propagação do vírus, os moradores tendem a evitar espaços públicos, e o distanciamento social é necessário em áreas verdes, especialmente parques e praças públicas (UCHIYAMA; KOHSAKA, 2020).

No entanto, as restrições impostas durante a pandemia COVID-19 não resultaram exclusivamente em impactos negativos para a população. Por exemplo, os cidadãos podem visitar áreas verdes para reduzir os problemas de estresse relacionados ao COVID-19 (XIE et al., 2020). Assim, as circunstâncias criadas pela COVID-19 impulsionam e possibilitam a compreensão, reexploração e redescoberta do significado e valor das áreas verdes.

Nesse contexto, o Semiárido Brasileiro (SAB) não foi uma exceção das demais regiões do mundo em relação as medidas de restrição para conter a disseminação do vírus. O SAB é marcado pelo crescimento acelerado, desordenado e descontextualizado com as condições ambientais, que refletem na paisagem urbana, onde a população

convive com o intenso calor e à forte insolação, além de as ruas e avenidas extremamente carentes de arborização. Tal fato faz com que a paisagem urbana não ofereça conforto ambiental à população, pelo contrário, o microclima se torna mais quente, árido e desconfortável aos seus habitantes.

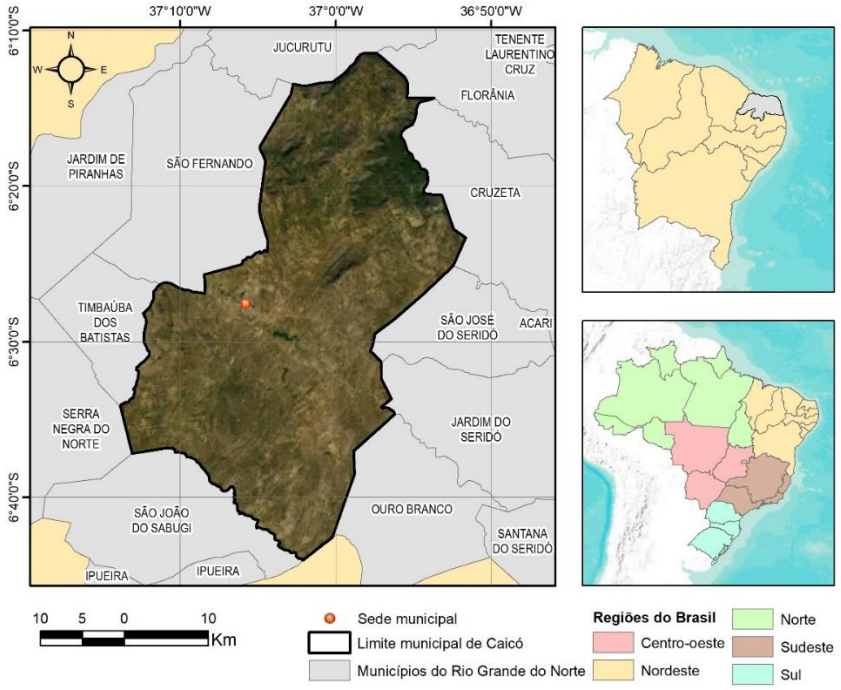
Assim, o objetivo deste capítulo é verificar distribuição espacial de áreas verdes em uma cidade do SAB e buscar relações que atendam recomendações de convivência e protocolos de uso adequados para a utilização das áreas verdes durante e após o período de pandemia.

2. METODOLOGIA

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O município de Caicó está localizado no estado do Rio Grande do Norte. É considerada a principal cidade da região do Seridó, localiza-se na porção centro-sul do estado (Figura 1). Seu território ocupa uma área de aproximadamente 1.228 km². Sua população, de acordo com estimativas IBGE de 2020, era de 68.343 habitantes, classificando a cidade como a sétima mais populosa do estado (IBGE, 2020).

Figura 1 – Localização do Município de Caicó



Fonte: Autoria própria.

O clima semiárido da região é caracterizado por temperaturas elevadas, altos índices de radiação solar, elevadas taxas de evapotranspiração e baixos registros pluviométricos. As chuvas são escassas e mal distribuídas durante o ano, sendo influenciadas, principalmente pela Zona de Convergência Intertropical (GOMES; MARTIN; AMORIM, 2016). A vegetação predominante do município é formada por Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta antropizada, geralmente encontrada em nas áreas de difícil acesso e Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada (SANTOS et al., 2016).

2.2. PROCESSAMENTO DOS DADOS

O percurso metodológico da pesquisa ocorreu em três etapas: i) coleta dos dados populacionais e levantamentos referentes aos setores censitários do município; ii) identificação das áreas verdes localizadas dentro da zona urbana do município; iii) relação entre as áreas verdes e a quantidade de habitantes por setor censitário.

Os arquivos referentes ao levantamento censitário do município foram obtidos por meio dos dados do Censo Demográfico 2010, onde foram filtradas apenas os setores classificados como “urbano”. Embora o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) já possua a delimitação censitária de 2020, com o atraso da realização do Censo Demográfico de 2020 em virtude da pandemia, optou-se por utilizar os dados de 2010 pela disponibilidade da quantificação de residentes por setor.

A análise espacial e todo o geoprocessamento ocorreu no software QGIS 3.16. A partir da estimativa populacional de 2020 para o município de Caicó, pode-se constatar um crescimento populacional de aproximadamente 9% em relação a 2010 (IBGE, 2020b). Sendo assim, foram acrescidos 9% a população residente de cada setor, para que o levantamento fosse mais coerente com a situação atual da cidade.

As áreas verdes foram identificadas através de classificação supervisionada sobre imagens do satélite Sentinel 2A para o mês de julho de 2020 no Google Earth Engine, por meio de técnicas de algoritmos de *random forest* propostos por Tassi e Vizzari (2020). Foram utilizados 70 pontos de treinamento para diferenciar as áreas verdes das demais classes de ocupação da cidade.

Por fim, foi feita a estatística zonal entre a quantidade de pixels classificados como área verde e os setores censitários urbanos, tornando possível calcular o Índice de Verde (IV) proposto por Anguluri e Narayanan (2017), através da Equação 1.

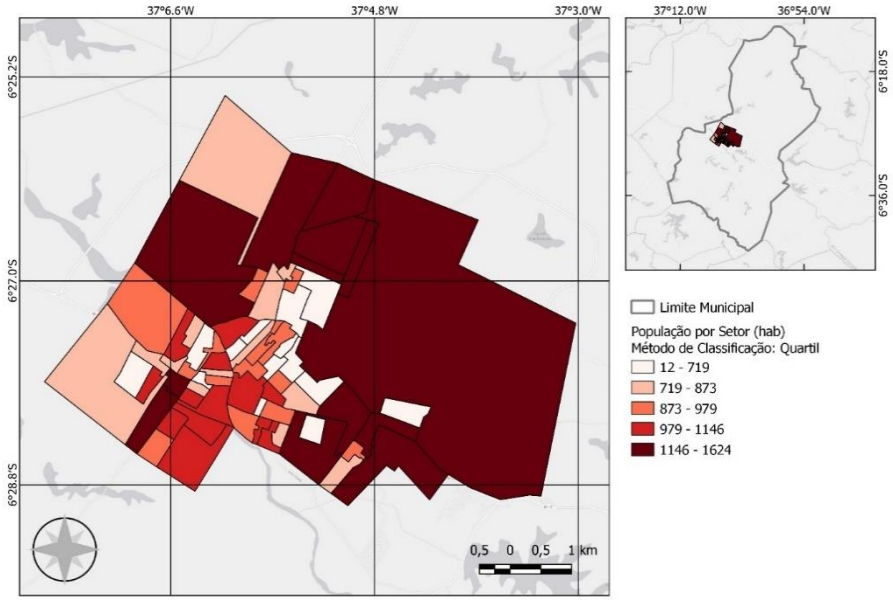
$$IV = \sum_{i=1}^{n} AV \div \sum_{i=1}^{n} PS \qquad (1)$$

Onde AV corresponde ao espaço verde em metros quadrados do setor censitário e PS corresponde a população residente no setor censitário. Dessa forma, o IV indica a quantidade de verde disponível no setor para cada habitante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população residente estimada para o ano de 2020 em cada setor censitário está ilustrada na Figura 2. É possível constatar que os setores localizados na zona leste da cidade são mais populosos, entretanto, também possuem uma maior área, possuindo densidades demográficas próximas e em alguns casos, inferiores aos setores mais centrais da cidade.

Figura 2 – Estimativa populacional da cidade para o ano de 2020



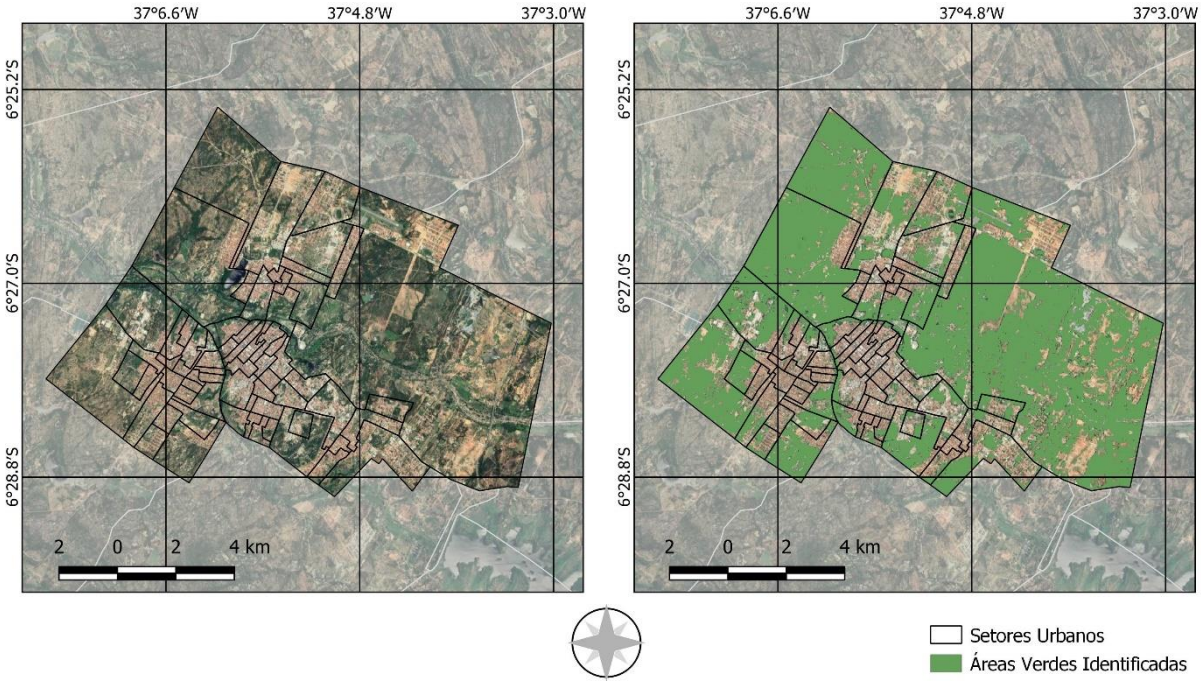
Fonte: Autoria própria.

A partir da identificação das áreas verdes na zona urbana da cidade (Figura 3), foi possível constatar que aproximadamente 56,6% da cobertura do solo nos setores

urbanos do município correspondem a áreas verdes. Entretanto, cabe salientar que a maioria dessas áreas são localizadas em locais periféricos e distantes do centro da cidade. Tal distribuição pode ser justificada por novos loteamentos, que acarretam na mudança do uso da terra rural nas franjas urbanas para uso residencial.

À medida em que as migrações rural-urbanas ocorrem, alinhadas com o processo de industrialização, ocorre a expansão urbana por loteamentos irregulares. Assim, justifica-se o crescimento extensivo das cidades com a expansão mais acentuada em zonas periféricas (SANTOS, 2020). Os espaços verdes na periferia da cidade encontram-se sob pressão dos vetores de expansão urbana, mas também estão presentes em menor dimensão e de forma fragmentária nos espaços mais centrais da cidade e em bairros já consolidados.

Figura 3 – Identificação das áreas verdes nos setores urbanos da cidade

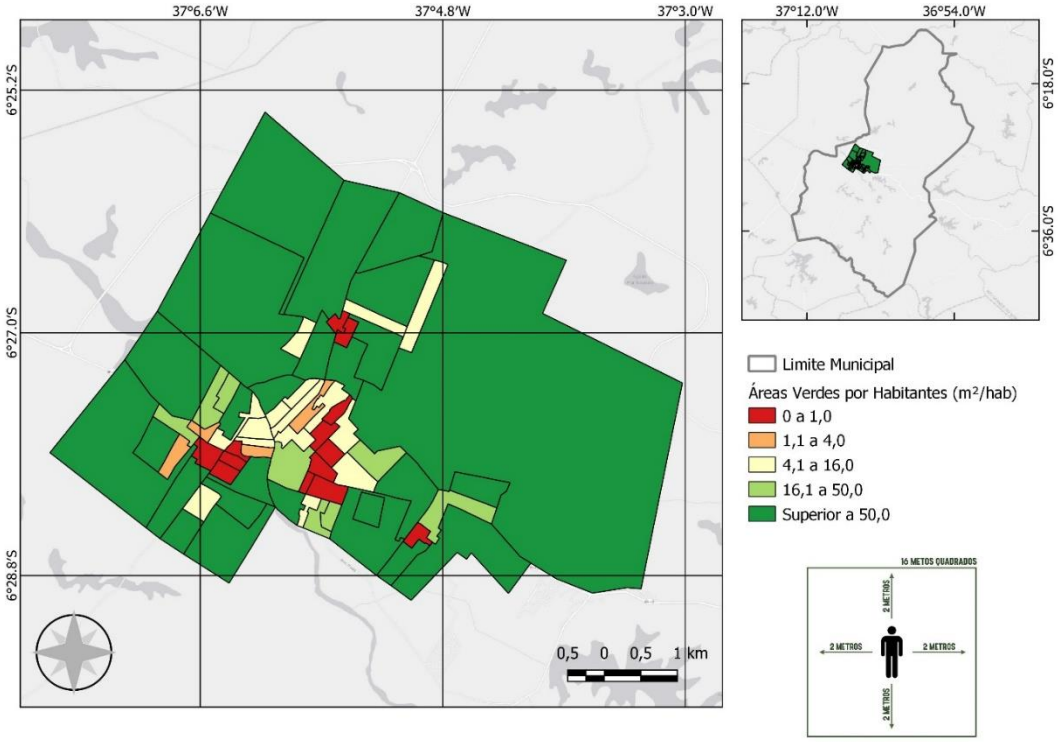


Fonte: Autoria própria.

Para avaliar as possibilidades da população caicoense usufruir das áreas verdes e dos seus benefícios durante e após a pandemia, realizou-se a análise da relação de área verde per capita. O IV é retratado na Figura 4 e foi analisado a partir das recomendações de Centros de Controle e Prevenção de Doenças ao redor do mundo,

que recomendam um distanciamento mínimo de 2 metros entre pessoas (BOUROUIBA, 2020). Sendo assim, cada indivíduo necessita de uma área de aproximadamente 16 m² para conseguir manter o distanciamento social recomendado.

Figura 4 – Índice de Verde nos setores censitários urbanos de Caicó



Fonte: Autoria própria.

Entre os 66 setores censitários urbanos mapeados, apenas 34 apresentaram IV superior a 16 m². Ou seja, 32 setores não conseguem comportar toda a população residente em áreas verdes respeitando o distanciamento social recomendado. Assim, é notória a má distribuição espacial dos espaços verdes na zona urbana do município, onde locais com infraestrutura urbana consolidada apresentam carências de áreas verdes, registrando valores de IV inferiores a 1 m².

A Organização Mundial da Saúde considera que o valor de áreas verdes para uma vida saudável é de 9,5m² per capita (ANGULURI; NARAYANAN, 2017). Usando esses padrões, a zona urbana de Caicó registra 280m² de área verde por habitante, esse valor é substancialmente elevado ao considerar os padrões estudados por Senanayake, Welivitiya e Nadeeka (2013). O alto valor registrado pode ser explicado por setores

majoritariamente compostos por coberturas vegetais (5 setores registram IV superiores a 1.500 m²). Ou seja, o município possui condições favoráveis para implementação de espaços públicos dedicados, como jardins, praças e parques em alguns setores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa fornece incentivos para cidades semiáridas em crescimento, como Caicó, para reservar terras suficientes para espaços verdes ecológicos. O paisagismo urbano deve selecionar de forma adequada espécies de árvores que possuem uma copa densa e que se adequam aos extremos climáticos locais. A cidade possui diversos locais não ocupados propícios para a implementação de parques compostos por espécies vegetais resistentes à seca, já que a região é afetada pela seca.

O principal objetivo alcançado neste capítulo é desenvolver um procedimento científico que possa avaliar o potencial de alocação de espaços verdes em cidades com clima semiárido. Os procedimentos seguidos nesta pesquisa são de fácil replicação e podem auxiliar principalmente a futura alocação de espaços verdes. O desenvolvimento de parques deve ser uma das preocupações das autoridades administrativas municipais locais, e a distribuição espacial estratégica desses espaços deve ser inserida no plano diretor da cidade.

Desse modo, quando dotados de infraestrutura adequada, segurança e equipamentos, os espaços verdes poderão ser atrativos para a população, que passará a frequentá-los, para a realização de atividades físicas, passeios, descanso e relaxamento; práticas importantes na restauração da saúde física e mental da população, principalmente em um período de pandemia.

REFERÊNCIAS

ANGULURI, R.; NARAYANAN, P. Role of green space in urban planning: Outlook towards smart cities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 25, p. 58–65, jul. 2017.

BOUROUIBA, L. Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions. **JAMA**, 26 mar. 2020.

BOWLER, D. E.; BUYUNG-ALI, L.; KNIGHT, T. M.; PULLIN, A. S. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. **Landscape and Urban Planning**, v. 97, n. 3, p. 147–155, set. 2010.

DERKS, J.; GIESSEN, L.; WINKEL, G. COVID-19-induced visitor boom reveals the importance of forests as critical infrastructure. **Forest Policy and Economics**, v. 118, p. 102253, set. 2020.

GAVRILIDIS, A. A.; NIȚĂ, M. R.; ONOSE, D. A.; BADIU, D. L.; NĂSTASE, I. I. Methodological framework for urban sprawl control through sustainable planning of urban green infrastructure. **Ecological Indicators**, v. 96, p. 67–78, jan. 2019.

GOMES, M. R.; MARTIN, E. S.; AMORIM, M. C. DE C. T. DISTRIBUIÇÃO DAS TEMPERATURAS SUPERFICIAIS INTRAURBANA EM CAICÓ/RN. **Formação**, v. 3, n. 23, p. 286–300, 2016.

HONEY-ROSÉS, J.; ANGUELOVSKI, I.; CHIREH, V. K.; DAHER, C.; KONIJNENDIJK VAN DEN BOSCH, C.; LITT, J. S.; MAWANI, V.; MCCALL, M. K.; ORELLANA, A.; OSCILOWICZ, E.; SÁNCHEZ, U.; SENBEL, M.; TAN, X.; VILLAGOMEZ, E.; ZAPATA, O.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions – design, perceptions and inequities. **Cities & Health**, p. 1–17, 31 jul. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>. Acesso em: 10 mar. 2021a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 mar. 2021b.

KROEGER, T.; ESCOBEDO, F. J.; HERNANDEZ, J. L.; VARELA, S.; DELPHIN, S.; FISHER, J. R. B.; WALDRON, J. Reforestation as a novel abatement and compliance measure for ground-level ozone. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 40, p. E4204–E4213, 7 out. 2014.

SANTOS, A. M. S. P. POLÍTICA URBANA NO BRASIL: A DIFÍCIL REGULAÇÃO DE UMA URBANIZAÇÃO PERIFÉRICA. **Geo UERJ**, n. 36, p. e47269, 14 fev. 2020.

SANTOS, R. C. DOS; CASTRO, R. V. O.; CARNEIRO, A. D. C. O.; CASTRO, A. F. N. M.; PIMENTA, A. S.; PINTO, E. M.; MARINHO, I. V. Estoques de volume, biomassa e carbono na madeira de espécies da Caatinga em Caicó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 1, 31 mar. 2016.

SENANAYAKE, I. P.; WELIVITIYA, W. D. D. P.; NADEEKA, P. M. Urban green spaces analysis for development planning in Colombo, Sri Lanka, utilizing THEOS satellite imagery – A remote sensing and GIS approach. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 12, n. 3, p. 307–314, jan. 2013.

TASSI, A.; VIZZARI, M. Object-Oriented LULC Classification in Google Earth Engine Combining SNIC, GLCM, and Machine Learning Algorithms. **Remote Sensing**, v. 12, n. 22, p. 3776, 17 nov. 2020.

UCHIYAMA, Y.; KOHSAKA, R. Access and Use of Green Areas during the COVID-19 Pandemic: Green Infrastructure Management in the "New Normal". **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 9842, 25 nov. 2020.

VERDÚ-VÁZQUEZ, A.; FERNÁNDEZ-PABLOS, E.; LOZANO-DIEZ, R. V.; LÓPEZ-ZALDÍVAR, Ó. Green space networks as natural infrastructures in PERI-URBAN areas. **Urban Ecosystems**, v. 24, n. 1, p. 187–204, 1 fev. 2021.

WÜSTEMANN, H.; KALISCH, D.; KOLBE, J. Access to urban green space and environmental inequalities in Germany. **Landscape and Urban Planning**, v. 164, p. 124–131, ago. 2017.

XIE, J.; LUO, S.; FURUYA, K.; SUN, D. Urban Parks as Green Buffers During the COVID-19 Pandemic. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 6751, 20 ago. 2020.

XIMENES, D. S. S.; DA SILVA, G. M. N.; MAGLIO, I. C.; CHIQUETTO, J. B.; AMATO-LOURENÇO, L. F.; VASCONCELLOS, M. DA P.; JACOBI, P. R.; COUTINHO, S. M. V.; CÉSAR, V. A. B. S. S. A importância dos espaços públicos e áreas verdes pós-pandemia na cidade de São Paulo (SP). **Revista LABVERDE**, v. 10, n. 1, 24 dez. 2020.

CAPÍTULO II

CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS VERDES URBANAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS PUBLICAÇÕES ENTRE OS ANOS 2000-2020

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-2

Mauricio de Oliveira Silva [1]
Najla Evangelista Sales [2]
Thomas Leonardo Marques de Castro Leal [3]
Sônia Martins Teodoro [4]

[1] Mestre em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UESB
[2] Mestre em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UESB
[3] Mestre em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UESB
[4] Professora Doutora pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

RESUMO

A presença de áreas verdes na zona urbana proporciona qualidade ambiental e microclimas mais amenos, colaborando para a amenização das consequências negativas de um processo de urbanização desenfreado. O objetivo deste trabalho foi avaliar artigos que relacionassem conforto térmico e áreas verdes, evidenciando a relação entre estas. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica, na qual avaliou-se 15 trabalhos. As pesquisas e estudos evidenciaram o papel fundamental da vegetação no conforto térmico, seu potencial regulador e de controle das variáveis ambientais, na incidência de radiação solar e do ganho de calor, além de proporcionar uma umidificação e depuração do ar. A vegetação nesses ambientes proporciona temperaturas mais amenas e maior umidade relativa, se comparado a ambientes desprovidos ou com vegetação menos densa. Além disso, a disposição de áreas verdes ao longo da malha urbana proporcionaria uma sensação térmica mais confortável, e um microclima mais ameno, fato que merece maior destaque e investimento em um planejamento urbano.

Palavras-chave: Bem-estar. Microclima. Parques Florestais.

1. INTRODUÇÃO

O homem (*Homo sapiens*) diferente da maioria dos outros animais consegue manipular recursos ambientais para satisfazer seu conforto no habitat onde vive, dentre os aspectos encontra-se a zona de conforto térmico. Esta zona representa um ponto no qual a pessoa necessita consumir a menor quantidade de energia para se adaptar ao ambiente. (OLYGAY, 1973 *apud* SILVA *et al*., 2015). A análise do conceito entorno do

conforto térmico é também subjetivo, visto que varia de cada pessoa e depende de fatores quantificáveis e não quantificáveis, tais como a temperatura e hábitos, por exemplo, e não significa, necessariamente não sentir calor ou frio (SILVA *et al.,* 2015).

Lois e Labaki (2001) apresentaram uma revisão bibliográfica sobre o conforto térmico em espaços externos, mostrando alguns índices que levam em consideração fatores como a taxa de metabolismo, a vestimenta e a radiação solar incidente. A presença de áreas verdes em localidades urbanas, além de outros fatores, é justificada pelo seu potencial em melhorar a qualidade ambiental, colaborando para a amenização das consequências negativas de um processo de urbanização acelerado (BARGOS; MATIAS, 2012).

A maior parte dos modelos para conforto térmico foi realizado em climas frios, havendo a necessidade de avanços em estudos voltados para ambientes tropicais, a fim de contribuir com o planejamento urbano, de modo a desenvolver espaços externos com maior qualidade ambiental e conforto, tanto para as pessoas em lazer, quanto para quem trabalha nessas condições (VIEIRA *et al*, 2018). A Temperatura Fisiológica Equivalente (PET), por exemplo, estima o conforto térmico considerando a temperatura radiante média, além de ser baseada na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade (KRUGER *et al*, 2018).

O planejamento urbano utiliza a implantação de áreas verdes a fim de proporcionar um clima ameno nessas regiões, contribuindo para o bem-estar, ou conforto térmico da população (MARTELLI; SANTOS JR, 2015). O balanço de energia de uma cidade pode ser alterado com o acréscimo de superfícies evaporativas, radiação absorvida e ainda redução da temperatura urbana. Assim, se a vegetação é distribuída ao longo de uma cidade em forma de reservas naturais, parques, praças e jardins, além da arborização de vias públicas, um nível maior de conforto térmico é proporcionado à população (YU; HIEN, 2006).

Dessa forma, as áreas verdes em cidades desempenham papel de saúde e qualidade de vida a população humana. Porém, os parques urbanos, são ainda em número e área reduzidos, alguns em total abandono e muitos deles não cumprem uma função ambiental tais como: conservação de espécies de fauna e flora nativa, produção de água, controle de erosão, entre outras (RAIMUNDO; SARTIS, 2016).

A redução e alteração da cobertura vegetal primitiva podem gerar outros problemas socioambientais, como uma carência psicológica em seus habitantes, *exempli grati*, existem estudos que debatem os efeitos das cores nas pessoas, sendo o verde considerado uma cor tranquilizadora e que a sua deficiência (o verde da arborização) pode provocar distúrbios psicológicos (TISI-FRANCKWIAK, 1991). Outro fator importante referente à vegetação é a arborização das vias públicas que serve como um filtro para atenuar ruídos, retenção de pó, reoxigenação do ar, além de oferecer sombra e a sensação de frescor (LIMA; AMORIM, 2006). A existência de vegetação urbana é responsável pela melhoria microclimática e do conforto térmico mediante fatores como o aumento da umidade e sombreamento, redução da temperatura e proteção contraventos.

Diante estes aspectos supracitados, as áreas verdes em ambientes urbanos são necessárias no bem-estar da população, com a finalidade de garantir locais de lazer, esporte, beleza natural e contato com a natureza. Dentre estas funções, o conforto é uma característica importante na implementação e manutenção destas áreas em cidades.

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre estudos relacionados ao conforto térmico e áreas verdes no Brasil entre os anos 2000 e 2020, buscando discutir o os aspectos em comum nestes estudos e quais as particularidades os autores perceberam sobre as áreas de estudo.

2. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta o levantamento de informações bibliográficas de publicações relativas ao conforto térmico em ambientes de áreas verdes urbanas brasileiras, publicadas no período de 2000 a 2020. O Levantamento Bibliográfico caracteriza-se como um mapeamento que tem como propósito reunir todas as referências sobre um tema em específico, tendo como base de dados jornais, sites, vídeos, revistas e livros (UNESP, 2015).

A pesquisa foi realizada no Google acadêmico a fim de encontrar os principais resultados das pesquisas no Brasil. Todos os registros de artigos publicados que continham qualquer uma dessas palavras-chave a seguir em qualquer um dos campos

da base de dados (Ex.: título, resumo ou palavras-chave), foram identificados, armazenados e tratados. Utilizou-se as palavras-chave:

1. "conforto térmico" *AND* "áreas verdes"
2. "conforto térmico" *AND* "parques urbanos"
3. "conforto térmico" *AND* "Fragmentos florestais"

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 60 artigos que relacionavam áreas verdes e conforto térmico entre os anos de 2000 e 2020. Após uma leitura dos textos, selecionou-se 15 trabalhos, tendo como critério de seleção a discussão que envolve áreas verdes e conforto térmico e/ou microclima local. Com os artigos reunidos, identificou-se a região do país, o periódico e a tipologia de área verde em que a pesquisa foi realizada (Quadro I), e se houve alguma ligação entre as áreas verdes e o conforto térmico. Diante disso, os trabalhos foram agrupados e discutidos em dois tópicos: Parques e Praças e Fragmentos Florestais e Unidades de Conservação.

Quadro 1 - Descrição dos trabalhos avaliados

Autores	Título	Região	Ano	Editora/Período	Área
Gomes e Amorim	Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente	SE	2003	Revista Caminhos de Geografia	Parques e Praças
Fialho e Imbroisi	A influência dos fragmentos verdes intra-urbanos no campo térmico no Alto Rio Joana – RJ	SE	2005	Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina	Parques e Praças
Lima, Nunes e Soares	Avaliação da influência da vegetação no conforto térmico em espaços livres.	SE	2009	SIMPGEU – Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana	Parques e Praças
Abreu e Labaki	Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto	SU	2010	Ambiente construído	Parques e Praças
Dacanal, Labaki e Silva	Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos	SU	2010	Ambiente construído	Fragmento Florestal

Lóis, Labaki e Santos	Efeitos de diferentes estruturas de vegetação ciliar sobre as variáveis de microclima e a sensação de conforto térmico	SE	2011	Revista do Instituto Florestal	Fragmento Florestal
Bargos e Matias	Áreas verdes urbanas: Um estudo de revisão e proposta conceitual.	SE	2011	Brasileira de Arborização Urbana	Parques e Praças
Labaki et al	Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos	SE	2011	Fórum Patrimônio	Fragmento Florestal
Monteiro e Alucci	Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos	SU	2012	Ambiente construído	Parques e Praças
Soldera, Biondi e Martini	Microclima e conforto térmico na trilha do Capão do Tigre – Espaço com atividades de educação ambiental	SU	2014	Enciclopédia Biosfera	Fragmento Florestal
Silva, Xavier e Alvarez	A Influência Da Vegetação No Conforto Térmico Para A Condição Microclimática De Vitória (ES)	SE	2015	Periódico Térmico e Científico Cidades Verdes	Parques e Praças
Martini e Biondi	Microclima e Conforto Térmico de um Fragmento de Floresta Urbana em Curitiba, PR	SU	2015	Floresta e Ambiente	Fragmento Florestal
Silva, Oliveira e Carvalho	Direito e Educação Ambiental: (Re) Conhecendo As Reservas Naturais De Vitória Da Conquista - BA	NE	2017	Revista CONEDU	Unidade de Conservação
Melo e Dias	Microclima e Conforto Térmico de remanescentes florestais no município de Jataí-GO	CO	2019	Revista SBAU	Fragmento Florestal
Gomes	Parques urbanos e a problemática dos espaços de lazer não implantados em Uberaba-MG	SE	2020	Revista Caminhos de Geografia	Parques e Praças

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Com base nos trabalhos encontrados, a maioria (53,3%) foi realizada na região Sudeste, conforme demonstra a Tabela 1, respectivamente. Pela tabela também é possível observar que praças e parques são mais estudados do que fragmentos florestais e Unidades de Conservação em áreas urbanas.

Tabela 1 – Considerações sobre região do Brasil e áreas verdes estudadas

Região do País	Percentual	Área de Estudo	Percentual
Sudeste	53,3%	Praças e Parque	53,3%
Sul	33,3%	Fragmentos Florestais	40,0%
Nordeste	6,7%	Unidade de Conservação	6,7%
Centro-Oeste	6,7%		
Total	100%	Total	100%

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

3.1. ÁREAS VERDES E CONFORTO TÉRMICO

Quando se fala de planejamento urbano, o aproveitamento das características termorreguladoras das árvores pode ser otimizado quando há um conhecimento sobre o conforto térmico proporcionado por elas, ou seja, uma unidade arbórea isolada em seu raio de influência (ABREU; LABAKI, 2010). A vegetação exerce um papel fundamental no conforto térmico em espaços externos, estando relacionada ao controle da incidência de radiação solar e do ganho de calor, a umidificação e depuração do ar, que torna evidente seus efeitos benéficos ao microclima urbano e à qualidade do ambiente construído (LABAKI *et al.*, 2011).

Além de beneficiar no conforto térmico da vizinhança, as áreas verdes proporcionam alguns benefícios psicológicos, tais como sentimentos de saúde, paz e serenidade, elevação da autoestima, saúde física e mental, promove a socialização, solidariedade, além de auxiliar no processo de aprendizagem e desenvolvimento das crianças, valores pessoais e sociais, liberdade e espiritualidade (DACANAL *et al.*, 2010).

Bargos e Matias (2011) evidenciaram o questionamento de diversos pesquisadores sobre o conceito de áreas verdes. Por exemplo, Toledo e Santos (2008) consideram que áreas verdes são espaços para preservação ou implantação de vegetação ou ao lazer público. Para Hard (1994) são áreas livres, predominantemente naturais, independente do porte da vegetação. Nucci (2001) acrescenta que essas áreas são subsistemas desses espaços livres e que devem proporcionar lazer à comunidade.

Silva, Lopes e Matos (2007) realizaram uma pesquisa em áreas verdes de Teresina e perceberam que “locais cujo entorno apresentam maior arborização, maior área permeável, apresentaram valores de temperatura do ar sempre menores do que

em pontos com grandes áreas impermeáveis e poucas áreas verdes" o que demonstra a contribuição da vegetação na melhoria do conforto térmico no espaço urbano.

Para Lima *et al*. (1994) para classificar a vegetação urbana é necessário entender que o termo espaço livre é mais abrangente que áreas verdes, sendo que tais áreas há o predomínio de vegetação arbórea, podendo ser divididas em praças, jardins públicos e parques urbanos, por exemplo. Ressaltando que para eles as árvores plantadas em calçadas fazem parte da Arborização Urbana, mas não integram o Sistema de Áreas Verdes.

3.2. PARQUES E PRAÇAS

A presença de áreas verdes, como parques e praças públicas, proporcionam uma qualidade ambiental à população urbana. Além disso, a manutenção e implantação de áreas verdes têm sido amplamente discutidas, principalmente por influenciar na qualidade de vida dos seres humanos e cumprir funções sociais, ecológicas, estéticas e educativas, que colaboram para amenização das consequências negativas da urbanização (BARGOS; MATIAS, 2011).

Nos últimos anos, inúmeras pesquisas foram desenvolvidas considerando o conforto térmico em ambientes externos, principalmente em parques e praças públicas. No período desta revisão, diversos autores avaliaram o efeito da vegetação no controle e regulação de variáveis climáticas nesses espaços, e ainda, efeitos proporcionados ao seu entorno.

Dentre estas pesquisas, Gomes e Amorim (2003,) avaliaram o conforto térmico, em determinadas condições atmosféricas, na cidade de Presidente Prudente, São Paulo. O objetivo da pesquisa foi verificar as diferenças térmicas e higrométricas entre duas praças distintas, consistindo em três locais de coleta, a Praça dos Imigrantes caracterizada como um ambiente muito bem arborizado (arvores de vários portes, flores, arbustos e gramado), a Praça do Ana Jacinta que é pouco arborizada, e a Estação Meteorológica da FCT-UNESP, considerada a base de dados meteorológicos referencial da cidade. As condições térmicas verificadas mostraram a praça mais arborizada apresentou melhores índices de conforto em relação aos outros dois pontos. Nas situações de desconforto os índices de Temperatura Efetiva na Praça Ana Jacinta e na

FCT-UNESP foram mais elevados, agravando as sensações térmicas de estresse ao calor no organismo humano (GOMES; AMORIM, 2003).

Fialho e Imbrois (2005), realizaram levantamentos térmicos em 16 pontos permeando dois bairros: Grajaú e Andaraí - RJ. Os dados foram coletados ao longo de um percurso de 8km, com seu início no Parque Estadual do Grajaú até o Shopping Iguatemi (Andaraí). Os dois bairros apresentaram climas urbanos diferentes, o Grajaú é caracterizado como um bairro muito arborizado, diferente do Andaraí, que apresentou um desconforto térmico em relação ao Grajaú, sendo observadas ilhas de calor mais quentes. Como a arborização do bairro Grajaú regula as altas temperaturas em seu entorno, gera uma percepção térmica de amenidade climática, além de uma taxa de resfriamento evidenciou a importância da vegetação no controle climático do ambiente urbano, uma vez que ela foi maior nos pontos do Grajaú (FIALHO; IMBROIS, 2005).

Justificados pela atual falta de atenção relacionada às praças e pela sua funcionalidade como proporcionar lazer e condições de bem-estar para quem as frequenta, Lima, Nunes e Soares (2009) avaliaram a influência da vegetação no desempenho do conforto térmico de duas praças no centro de Maringá - PR. As duas praças avaliadas apresentam características distintas no que diz respeito à densidade de vegetação e tipologia de pavimentação, entretanto estão localizadas em uma área densamente edificada e devido à proximidade entre os dois locais, compartilham de uma influência climática semelhante. Além da coleta de dados climáticos como temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e temperatura de globo nas duas praças, houve uma segunda etapa para avaliar o conforto térmico, com a aplicação de questionários de percepção climática aos usuários das praças. Ao utilizar o método PMV (Voto Médio Estimado) e PPD (Porcentagem de Insatisfeitos), a menor porcentagem de pessoas insatisfeitas ocorreu na praça com vegetação mais densa, havendo também mais manifestações de conforto térmico constatado pelos questionários aplicados (LIMA; NUNES; SOARES, 2009).

Com uma proposta diferente, Monteiro e Alucci (2012) buscaram verificar possíveis meios de adaptação térmica, para propor ajustes na Temperatura Equivalente de Globo, que é geralmente utilizada na avaliação de espaços abertos. O levantamento de dados ocorreu em via pública, praças e parques no Bairro da Luz, em São Paulo, em

observância o uso predominante do local, seja ele de permanência ou passagem. Para verificar a adaptação térmica foram observadas variáveis ambientais microclimáticas (temperatura, umidade e velocidade do ar, e temperatura radiante média), variáveis individuais (taxa metabólica e resistência térmica da roupa) e variáveis subjetivas (percepção de sensação térmica e conforto térmico). Ao analisar os resultados relacionados às atividades, levando em consideração as taxas metabólicas, verificou-se que a variação na sensação térmica é consideravelmente menor do que o previsto nas simulações. A relação entre as vestimentas, que consideram o isolamento térmico, houve uma pequena adaptação da possível variação do isolamento térmico da roupa ao longo do dia, entretanto, observou-se uma variação significativa nas diferentes tipologias (MONTEIRO; ALUCCI, 2012).

Em um estudo realizado por Silva, Xavier e Alvarez (2015) no Parque da Pedra da Cebola, em Vitória (ES), avaliou-se o impacto de diversas distribuições de vegetação inseridos no meio urbano em relação ao conforto térmico, podendo afirmar que nos espaços onde a concentração de vegetação é maior há um elevado nível de conforto térmico. Nesses locais a temperatura permanece mais amena ao longo do dia, e a umidade atinge valores mais altos, interferindo no microclima, e consequente conforto térmico, do entorno imediato, entretanto, a distribuição da vegetação na malha urbana tende a trazer resultados mais satisfatórios. Estes estudos apontam a necessidade de investimentos em arborização, paisagismo e construção de parques, praças e outras áreas verdes nas regiões urbanizadas em busca de melhoria no conforto térmico.

Um outro fator associado aos parques e praças é falta de investimento e manutenção dos espaços. Gomes (2020), ao avaliar os parques urbanos da cidade de Uberaba, estes apresentam infraestruturas precárias, intervenções públicas paliativas e incompatíveis com as necessidades destas áreas. Ainda segundo o auto, apesar dos espaços serem relevantes na dinâmica socioambiental urbana, há uma a degradação proveniente da ausência de podas e qualquer trato paisagístico, depósito de lixos, ausência de estruturas esportivas, medidas de segurança etc., o que leva às áreas verdes perderem sua função (GOMES, 2020).

3.3. FRAGMENTOS FLORESTAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Com base no levantamento bibliográfico há um número reduzido de pesquisas relacionadas ao conforto térmico em fragmentos florestais e Unidades de Conservação, se comparado ao número de pesquisas em parques e praças urbanas publicadas no período de estudo, entretanto algumas pesquisas se destacaram. Lóis *et al*. (2011) desenvolveu um estudo das variáveis climáticas relacionadas ao conforto térmico em três diferentes estruturas de vegetação ao longo do Ribeirão Cachoeira, em Campinas, São Paulo. As áreas de coleta de dados foram classificadas como área de mata densa, degradada e de campo (vegetação herbácea) sendo observada a atenuação da radiação solar, temperatura ambiente e de globo, umidade relativa e velocidade do vento. Os resultados indicaram a importância da vegetação em conjunto com os cursos d'água, tornando o ambiente mais ameno, e favorecendo o conforto térmico. Além disso, foram observadas que as estruturas de mata densa apresentaram uma atenuação de radiação solar de até 97,2%, enquanto as áreas de vegetação degradada mostraram uma atenuação de 72,5% no verão. Quanto à umidade relativa, foram observados menores valores nas áreas degradas, apresentando uma grande diferença ao longo do dia, para as diferentes estruturas de vegetação, refletindo a importância da vegetação no controle deste fator climático.

Soldera, Biondi e Martini (2014) desenvolveram um estudo de conforto térmico em uma trilha, de aproximadamente 750 m² de extensão, inserida em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Capão do Tigre, em Curitiba - PR. O estudo objetivou estimar o conforto térmico dentro e fora do remanescente observando as variáveis: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s) e temperatura do globo (°C) e ainda aplicando questionário para as crianças que participavam do projeto de educação ambiental. Além de observar que a diferença média de temperatura de 3,9°C e de 19,48% na umidade relativa entre a área externa e interna do remanescente, o conforto térmico no interior da floresta foi constatado mais agradável por 100% dos estudantes e 40% afirmaram sentir desconforto fora da floresta.

Com uma proposta diferente, Martini e Biondi (2015) compararam o microclima e o conforto térmico de um fragmento de floresta, contido no Campus III da UFPR, com outros tipos de vegetação (gramado e bosque de pinus) e estacionamento. O fragmento

florestal analisado no campus proporcionou microclimas mais confortáveis termicamente que os demais ambientes, apresentando temperaturas mais baixas e maior umidade relativa. Observou-se que o ambiente que proporcionou maior desconforto térmico comparado ao fragmento florestal foi o estacionamento, seguido do gramado. Enquanto isso, o bosque apresentou a mesma classe de conforto térmico que o fragmento florestal, demonstrando que a cobertura arbórea proporciona microclimas mais agradáveis e confortáveis termicamente que ambientes com menor cobertura vegetal como o gramado e estacionamento.

Em um trabalho realizado por Silva, Oliveira e Carvalho (2017) em Unidade de Conservação urbana na cidade de Vitória da Conquista, Bahia, a grande concentração de árvores de grande porte propicia um microclima bem mais ameno. Isso corrobora com o que foi percebido por Melo e Dias (2019), no qual um dos fragmentos florestais avaliados proporciona um microclima mais confortável do que as outras áreas florestais avaliadas, sobretudo devido a presença de cursos d'água, arquitetura das copas e poucas clareiras.

4. CONCLUSÃO

No Brasil ainda faltam estudos mais detalhados na área de conforto térmico, sendo mais escassos no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, as regiões com médias anuais de temperatura maiores. A questão apresentada, que relaciona conforto térmico e áreas verdes, foi possível perceber o efeito da vegetação e suas características termorreguladoras no ambiente urbano, não só na unidade imediata, mas também ao seu entorno, sejam fragmentos florestais, parques ou praças.

As pesquisas e estudos evidenciaram o papel fundamental da vegetação no conforto térmico em espaços livres e seu potencial regulador e de controle das variáveis ambientais, na incidência de radiação solar e do ganho de calor, além de proporcionar uma umidificação e depuração do ar. A presença de vegetação nesses ambientes proporciona temperaturas mais amenas e umidade relativa mais alta, se comparado a ambientes desprovidos ou com vegetação menos densa.

A disposição de vegetação e áreas verdes ao longo da malha urbana parece proporcionar uma sensação térmica mais confortável, e um microclima mais ameno,

fato que justifica um maior destaque no planejamento urbano e maiores estudos relacionados ao tema. Para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento da análise do conforto térmico em áreas verdes nas regiões que apresentaram poucos estudos, especialmente na porção semiárida do nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117. 2010.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: Um estudo de revisão e proposta conceitual. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com aplicação de geotecnologias. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.24, n.1, p. 143-156, 2012.

BRANCO, A. J. K.; VIANA, I. S. **Estudo termo comparativo do Parque Tupã - MBAE no gradiente urbano do município de Medianeira - PR**. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, 2010.

FIALHO, E. S.; IMBROISI, E. G. A influência dos fragmentos verdes intra-urbanos no campo térmico no Alto Rio Joana – RJ. **Anais** do X Encontro de Geógrafos da América Latina – Universidade de São Paulo. 2005.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente – SP. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 4 n. 10, p. 94-106, 2003.

GOMES, M. A. S. Parques Urbanos e a problemática dos espaços de lazer não implantados em Uberaba-MG. **Revista Caminhos de Geografia,** v. 21, n. 78, p. 237-252, 2020.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. S.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum** Patrimônio, Mudanças climáticas e o impacto das cidades. Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LIMA, L. C. **Conforto térmico em espaços abertos:** estudo de caso em um Parque Urbano na cidade de João Pessoa-PB. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A Importância Das Áreas Verdes Para A Qualidade Ambiental Das Cidades∗. **Revista Formação**. São Paulo, n.13, p. 139 – 165, 2006.

LIMA, D. C. R.; NUNES, L. A.; SOARES, P. F. Avaliação da influência da vegetação no conforto térmico em espaços livres. **Anais** SIMPGEU – Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá – PR. 2009.

LIMA, A. M. L.P; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUSA, M.A.L.B.; FIALHO, N. DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: **Anais** II Congresso de Arborização Urbana. São Luis, MA, p. 539-553, 1994.

LOIS, E.; LABAKI, L. C.; SANTOS; R. F. Efeitos de diferentes estruturas de vegetação ciliar sobre as variáveis de microclima e a sensação de conforto térmico. **Revista do Instituto Florestal**. v. 23, n. 1, p. 117-136, jun. 2011.

LOIS, R.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em espaços externos: Uma revisão. **Anais** do VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro, SP, 2001.

KRUGER, E. L.; ROSSI, F. A.; CRISTELI, P. S.; SOUZA, H. A. de. Calibração do índice de conforto para espaços externos Physiological Equivalent Temperature (PET) para Curitiba. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 3, p. 135-148, 2018.

MARTELLI, A.; SANTOS JR, A. R. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1018-1031, 2015.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e Conforto Térmico de um Fragmento de Floresta Urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente,** v. 22, n. 2, p. 182-19, 2015

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 61-79, 2012.

NUCCI, J.C. Qualidade ambiental e adensamento urbano. São Paulo, SP: Humanitas, 2001. Apud: BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: Um estudo de revisão e proposta conceitual. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

RAIMUNDO, S.; SARTIS, A. C. Parques urbanos e seu papel no ambiente, no turismo e no lazer da cidade. **Revista Iberoamericana de Turismo – RITUR**, Penedo, vol. 6, n.2, p. 3-24, 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufal.br/index.php/ritur> Acesso em: 09 maio 2018.

SILVA, A.; FIRMINO, M.; BASTOS, J.; PIMENTA, A. I.; CAMPOS, J.; PEREIRA, R.; OLIVEIRA, B,; JOÃO-NETO, M. **Conceito de Conforto Térmico humano**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2015.

SILVA, B. A.; XAVIER, T. C.; ALVAREZ, C. E. A Influência Da Vegetação No Conforto Térmico Para A Condição Microclimática De Vitória (ES). **Periódico Térmico e Científico Cidades Verdes**, v.03, n.08, p. 01-15, 2015.

SILVA, C. F.; LOPES, W. G. R.; MATOS, K. C. Contribuição Das Áreas Verdes Para O Conforto Térmico De Espaços Livres Da Universidade Federal Do Piauí. **Anais** IV Encontro Nacional e II Encontro Latino Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Curitiba, Paraná. 2007.

SILVA, M. O.; OLIVEIRA, Q. B.; CARVALHO, C. O. Direito e Educação Ambiental: (Re) Conhecendo as Reservas Naturais de Vitória da Conquista - BA. Anais do Congresso Nacional de Educação CONEDU. **Revista CONEDU**. Editora Realize. João Pessoa. 2017.

SOLDERA, C.; BATISTA, D. B.; MARTINI, A. Microclima e conforto térmico na trilha do Capão do Tigre – Espaço com atividades de educação ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2348, 2014.

TISI-FRANCKWIAK, I. **Homem, comunicação e cor**, São Paulo, Ícone, 1991.

TOLEDO, F.S; SANTOS, D.G. Espaços Livres de Construção. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, SP, v.3, n.1, p. 73-91, mar. 2008. Apud: BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: Um estudo de revisão e proposta conceitual. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

UNESP. **Tipos de Revisão de Literatura. Biblioteca Professor Paulo de Carvalho Mattos**. Botucatu. 2015. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf> Acesso em: 03 jul. 2018.

VIEIRA, E. M. A. et al. Comportamento de modelos adaptativos de conforto térmico frente ao modelo de Fanger em intensivistas adaptados ao clima tropical. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 479-490, 2018.

YU, C.; HIEN, W. N. **Thermal benefits of city parks**. Energy and Buildings, Lausanne, v.38, p.105-120. 2006.

CAPÍTULO III

OS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NO CLIMA: CIDADES E CONFORTO TÉRMICO COMO BENS COMUNS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-3

Jaqueline Nichi [1]
Caroline Malagutti Fassina [2]
Marcelo Soeira [3]

[1] Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade do IFCH/Unicamp.
[2] Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade do IFCH/Unicamp
[3] Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade do IFCH/Unicamp.

RESUMO

O processo de urbanização traz à tona o uso dos espaços compartilhados e recursos coletivos nas cidades, os denominados bens comuns urbanos, como ruas, edifícios, parques, transporte público, energia e água. A ideia do comum urbano tem sido apropriada por movimentos, cientistas e gestores públicos para agir contra privatizações de recursos de uso comum, mas o conceito ainda é pouco compreendido quando tratamos de um clima adequado também como um bem comum. O objetivo deste artigo é discutir a literatura mais recente sobre o comum urbano associado à problemática das mudanças climáticas nas cidades e, portanto, do conceito de conforto térmico (*cooling the commons*) para aproximá-los das reivindicações do "direito à cidade", de Lefebvre. A partir de uma revisão crítica, o conceito de "*urban commons*" é revisto a fim de repensar o uso dos recursos naturais nas metrópoles e os limites da teoria dos *commons* quando aplicada à urbe. Com o objetivo de ir além da antítese público-privado, Estado-mercado, é possível repensar práticas e alternativas compartilhadas e sustentáveis de produção social para que o espaço urbano, onde reside mais da metade da população mundial (56,2%) se torne mais resiliente e socioambientalmente justo para todos.

Palavras-chave: recursos comuns urbanos, direito à cidade, clima urbano, conforto térmico

1. INTRODUÇÃO

A perspectiva teórica sobre a cidade como um bem busca debater a dicotomia entre público e privado em relação aos recursos naturais localizados nas cidades e de

uso compartilhado. A noção do comum tem sido apropriada por movimentos sociais que reivindicam o direito à cidade em oposição ao jugo das esferas da sociedade e da natureza pela lógica do mercado e da propriedade (Dardot & Laval, 2015).

Para Dardot e Laval (2015), o comum representa um princípio de ação contra a razão neoliberal do mundo, uma nova racionalidade em que a competição do mercado se expande para todas as esferas da vida. Assim, se trata não de apenas um conceito, mas de um discurso que nasce das lutas contrárias a esse movimento mercadológico. O comum configuraria, portanto, uma terceira via que se interpõe entre o Estado e o mercado. Ao referir-se ao comum como um princípio político, os autores explicam a necessidade de aplicação desse conceito para além de sua instituição:

> "O ponto essencial é que os comuns não são produzidos ou instituídos. É por isso que somos muito relutantes em aceitar a noção de bens comuns. Parece-nos que o raciocínio deveria ser o inverso: todo comum que é instituído é um bem, mas nenhum bem é por si comum. É preciso cuidar para não confundirmos um bem no sentido ético e político [...] e um bem no sentido de uma aquisição que pode ser trocada e vendida [...]. Todo comum é um bem no sentido ético e político, mas apenas na medida em que não é uma aquisição. Uma vez instituído, um comum não é alienável, a partir de então ele se instala na esfera de coisas que não podem ser apropriadas." (DARDOT & LAVAL, 2015)

A difusão desse discurso do comum é oriunda do movimento ambientalista iniciado na década de 1990, que questionava a hegemonia das instituições neoliberais e a apropriação da natureza como bem privado. Desde então, os comuns são reconhecidos como espaços e recursos compartilhados por cidadãos, que ultrapassam esferas estatais e mercantis para um campo de práticas e alternativas autônomas e coletivas de produção e reprodução social (HARDT; NEGRI, 2009).

O debate acadêmico e político sobre os *commons* envolve uma complexidade epistemológica multidisciplinar que requer conexões entre disciplinas como ecologia, geografia, antropologia, história, direito e economia para abordar também a subjetividade dos bens imateriais, como cultura e informação (WALL, 2014), incorporados igualmente pela produção de diferenças (LEFEBVRE, 1999).

Segundo Ostrom (1990), os recursos naturais que não se enquadram em um sistema tradicional de propriedade integram um conjunto de recursos comuns (*common pool resources*) complementados por Hardt e Negri (2009) com princípios políticos em

duas categorias: o comum material, que inclui os recursos naturais, de acesso limitado; e o comum artificial, que incorpora a subjetividade cognitiva, linguística e afetiva das interações sociais.

Com isso, a produção de conhecimentos, códigos e imagens constituem recursos comuns da humanidade que vão ao encontro de novas formas de produção capitalista. Neste entendimento de comum, Hardin (2009) cunhou o termo "tragédia do comum" onde os bens comuns seriam a causa da degradação ambiental já que, sem "donos", estariam desprotegidos e sujeitos à superexploração. Uma dessas tragédias, segundo Harvey (2012), seria a gentrificação, no qual bairros são apropriados por interesses econômicos.

De acordo com Oliveira, Pavanelli & Igari (2020), o dilema da responsabilidade dos bens comuns é objeto de discussão que varia desde a apropriação pelo Estado até a exclusão do mesmo nas abordagens neoliberais. Para explicar esses diferentes modelos, os autores comparam a referência popularizada pelo economista britânico Arthur Pigou no início do século XX, em que o Estado teria papel central no dilema dos bens comuns, com a diferença de que os bens seriam apropriados pela iniciativa privada. Este paradigma aposta na legitimidade estatal e na tecnocracia para monitorar e gerenciar os bens comuns. Uma segunda vertente, baseada nos estudos de outro economista britânico, Ronald Coase, assume que o Estado tem papel central na discussão, no entanto, os bens comuns seriam apropriados pelos agentes privados, sujeitos a taxas pelo uso desses recursos ou subsídios por sua conservação. Coase aponta a incapacidade de o Estado alocar os bens comuns de forma economicamente eficiente, cabendo a este apenas estabelecer a alocação inicial e garantir os direitos de propriedade com a livre transação por meio de usos alternativos.

Um caso concreto deste tipo de concertação é o da concessão de parques no Município de São Paulo. A partir da licitação - Concorrência Internacional 001/SVMA/2018[1] - para a concessão da prestação dos serviços de gestão, operação, manutenção e execução de obras e serviços de engenharia nos Parques Ibirapuera,

[1] Edital disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/governo/desestatizacao_projetos/parques/edital_parques/. Acesso em: 26/05/2021.

Jacintho Alberto, Eucaliptos, Tenente Brigadeiro Faria Lima, Lajeado e Jardim Felicidade, bem como para a execução de obras e serviços de engenharia. A remuneração do concessionário é feita pela exploração de fontes de receitas na área da concessão por um período de 35 anos, e este se compromete a cumprir um programa de intervenções como reformas e melhorias em serviços.

Para aprofundar essa discussão, este artigo se divide em quatro partes. Na primeira seção, são apresentadas as principais abordagens teóricas sobre os recursos comuns. Na segunda, há uma contextualização do surgimento recente na literatura sobre o comum urbano e de conforto térmico. Para tratar da problemática do clima urbano, são abordados os aspectos que caracterizam as ilhas de calor e porque as cidades requerem uma compreensão de suas especificidades resultantes de sua própria constituição para compreender os efeitos das mudanças climáticas. Em seguida, é feita uma discussão sobre essas duas perspectivas associadas à ideia de direito à cidade para exemplificar como os bens, recursos e espaços comuns na pólis se enquadram ao acesso de bens urbanos compartilhados. Por fim, discute-se os avanços e limitações dessas abordagens para o campo dos estudos urbanos. Na conclusão, são levantadas as lacunas deste debate.

1.1. O URBANO COMO BEM COMUM

O desafio de transpor a abordagem de Ostrom para o contexto urbano engendra uma complexidade dada a densidade e diversidade dos habitantes em espaços transformados pelo processo de urbanização (LEFEBVRE, 1999). Parques, praças, ruas, lotes, hortas comunitárias, meios de transporte, água, energia e ar integram essa experiência coletiva e compartilhada de uso de bens comuns (DELLENBAUGH et al., 2015).

A heterogeneidade de interesses, disputas e reivindicações pela propriedade e uso desses locais geram conflitos em torno do desenvolvimento de espaços urbanos, influenciando significados, comportamentos e moralidades que desafiam as categorias clássicas de propriedade (BLOMLEY, 2004). Modelos híbridos entre público e privado como cooperativas, condomínios, arrendamentos e associações são exemplos dessa evolução, assim como a linguagem, também impactada por essa lógica, com novas

palavras surgidas no vocabulário urbano como *coliving*, *coworking*, *cohousing* e *bikesharing*.

Tonucci Filho (2017) observou que na década de 1980, houve uma profusão de condomínios e complexos residenciais que incorporaram serviços e espaços de uso coletivo intramuros, como quadras, parquinhos, cozinhas e piscinas, tipicamente urbanos, que poderiam conformar espaços públicos na cidade. "O efeito cumulativo dessa tendência é a progressiva deterioração do espaço público e da vida urbana na rua, como efeito do abandono de bens comuns de uso livre (praças, parques, equipamentos públicos), ou mesmo de bens comuns de uso restrito, como clubes, e espaços privados que atendem o público, como bares e restaurantes, considerados bens "coletivos" de uso restrito aos moradores dos condomínios, mas que não passam de uma forma coletiva de propriedade privada." (TONUCCI FILHO, 2017, pg. 115).

Esse tipo de cercamento e privatização de bens comuns de uso público seria responsável pelo afastamento ou fuga, por parte dos habitantes das cidades, do espaço público em detrimento dessas "fortalezas". Um exemplo emblemático são os *shopping centers*, que costumam concentrar esse tipo de serviço, enfraquecendo o convívio e a coparticipação dos bens comuns pelos habitantes nas cidades.

Dellenbaugh et al. (2015) contraria a concepção de Ostrom (1990) de que os comuns precisam de fronteiras bem demarcadas, dada a inviabilidade de qualquer tipo de cercamento em cenários urbanos. Já Harvey (2012) evidencia que tanto Ostrom quanto a maior parte da esquerda hoje são reticentes sobre a ampliação da ideia do comum, o que implicaria hierarquia, na contramão de uma política horizontal e não-estatal. Como proposta, Ostrom defende que escalas pouco localizadas como os centros urbanos requerem uma estrutura múltipla de tomada de decisões, mas que isso, ainda assim, não resolveria proporcionalmente a questão qualitativa. A autora equacionou os elementos de exaustão, apropriação e justiça sob uma forma de governança alternativa tanto ao domínio do Estado quando dos mercados para mostrar que em escala local, em pequenas e médias comunidades, e onde há relações de confiança historicamente construídas entre as pessoas, as ações coletivas voltadas à autogestão dos bens comuns é mais eficaz para garantir a preservação dos bens comuns naturais do que o controle estatal ou privado (OSTROM, 1990). Sua tese reconhece a importância da regulação

estatal, mas defende que a governança deve ocorrer "de baixo para cima", definida pelas próprias comunidades e gerida publicamente a partir do controle social comunitário (OLIVEIRA, PAVANELLI & IGARI, 2020).

Quando se trata de temas amplos e complexos, como as mudanças climáticas, Harvey (2012) sugere que diferentemente de uma governança local descentralizada, deve haver uma combinação de formas de organização híbridas, entre verticalidade e horizontalidade, ou uma governança que considere a descentralização com algum tipo de hierarquia. Essas formas de cercamento (*enclosures*) seriam necessárias para garantir a preservação de determinados bens comuns (a floresta amazônica é citada como exemplo), já que alguns precisariam ter limites e regras de uso, como ruas ou parques. Além disso, o autor reitera a importância de que essas práticas, ou regras comunitárias de compartilhamento de recursos, sejam monitoradas a fim de serem efetivamente aplicadas. Diante de um contexto de apropriação privada de bens públicos para fins de acumulação, o discurso do comum configura-se como uma forma de resistência anticapitalista e de alternativas de transição para uma sociedade mais democrática (HARVEY, 2012).

1.2. COMUNS URBANOS E DIREITO À CIDADE COMO AÇÃO POLÍTICA

A ideia do comum urbano se soma às lutas pelo direito à cidade e tem sido invocada por movimentos, manifestações, coletivos, ativismos e mesmo gestores públicos para reivindicar que recursos e espaços urbanos sejam compartilhados entre seus habitantes, potencializando aspectos comunais e cooperativos da sociedade. Essa analogia ao "direito" à cidade tem conexão direta com o exercício da democracia sobre esse ambiente e que perpassa a tomada de decisão governamental. No entanto, não se restringe à atuação estatal, mas ao fenômeno de maior participação social como resultado do entendimento de que o bem comum nas cidades, sejam eles físicos ou imateriais, deve passar ao largo da mercantilização das relações sociais.

Determinados movimentos como coletivos de hortas urbanas, cultivados em terrenos públicos ou privados subutilizados, com ou sem autorização dos proprietários, também são incluídos nesse debate. Afinal, essas intervenções coletivas são defendidas com base em um discurso no qual estariam produzindo espaços centrados na comunidade. Ou os grafites que ocupam espaços nas paredes e empenas das cidades e

que geram uma discussão sobre seu propósito como arte ou degradação do espaço público.

O ideário do direito à cidade se consolidou no Brasil com o Estatuto da Cidade (Lei Federal n. 10.257/2001), que trouxe diretrizes e instrumentos para garantir a função social da cidade e da propriedade urbana. Com o objetivo público de regular o uso do solo e dirimir as distorções do crescimento urbano, a nova lei reconhece o direito à cidade a partir de uma ação política e contribuiu para o debate internacional sobre o tema. A Carta Mundial pelo Direito à Cidade[1], de 2005, foi a materialização dessa iniciativa global.

Paralelamente, houve um gradativo aumento da renda das classes sociais de menor poder aquisitivo, com consequente acesso ao consumo. Porém, o direito à cidade e aos seus serviços (moradia, saneamento, mobilidade, infraestrutura e serviços urbanos) não foram garantidos para todos. Uma vez que a hegemonia do individualismo tende a determinar quais relações de propriedade são asseguradas pelo Estado, o direito à cidade emerge como política reivindicatória no qual a propriedade não somente é negada como torna-se uma plataforma de pertencimento e afirmação de alternativas de uso coletivo e apropriação do espaço urbano.

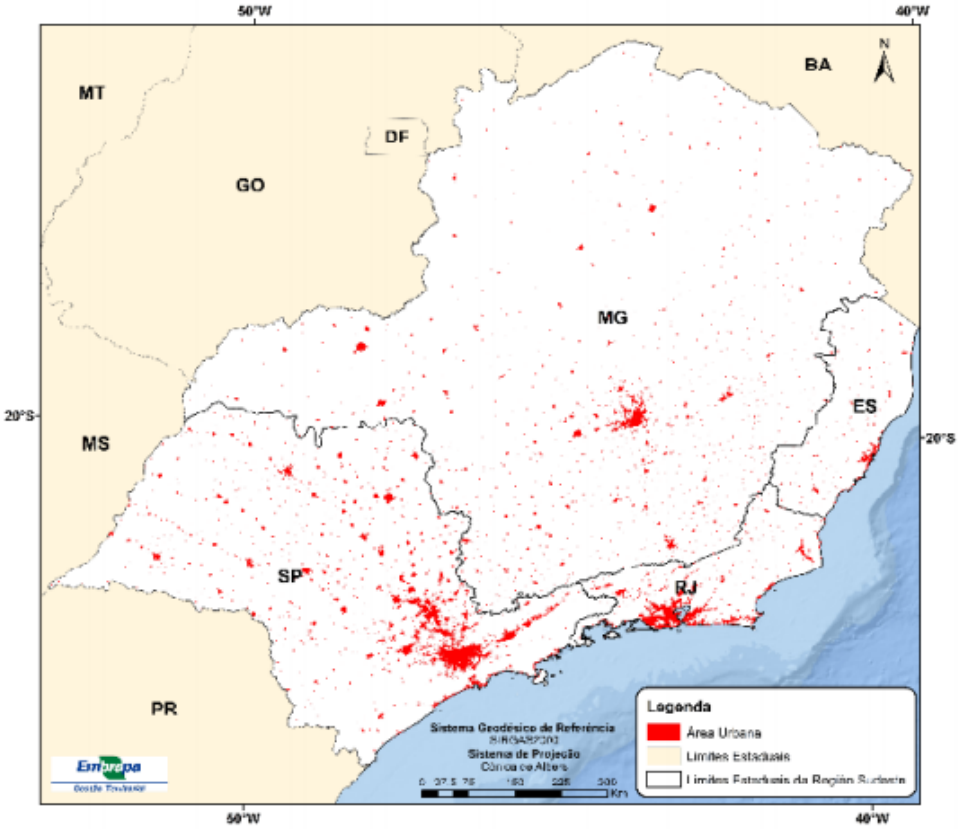
2. A PROBLEMÁTICA DO CLIMA NAS CIDADES BRASILEIRAS

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2015), a maior parte da população brasileira (84,72%) vive em áreas urbanas, enquanto 15,28% habitam as áreas rurais. A região com maior percentual de população urbana é o Sudeste (93,14%). Em contraposição, o Nordeste conta com o maior percentual de habitantes vivendo em áreas rurais (26,88%). Essa desigualdade na ocupação do solo fica mais evidente nos resultados do estudo da Embrapa Gestão Territorial, que identificou e mapeou as áreas urbanas do Brasil e conclui que as áreas consideradas

[1] A Carta Mundial pelo Direito à Cidade é um documento produzido no Fórum Social Mundial Policêntrico de 2006. Ela foi construída a partir da deliberação de movimentos sociais, organizações não governamentais, associações profissionais e outras entidades que buscam construir cidades democráticas e sustentáveis. O documento estabelece compromissos a serem adotados pela sociedade, governos, poder legislativo e organismos internacionais. Está estruturada em três eixos: o exercício pleno da cidadania; a gestão democrática da cidade, e a observância às funções sociais da cidade e da propriedade. Disponível em: https://www.right2city.org/pt/document/carta-mundial-do-direito-a-cidade/. Acesso em 31/05/2021.

urbanas no país representam menos de 1% do território nacional (0,63%) e concentram 160 milhões de pessoas (FARIAS, 2017).

Figura 1 - Áreas urbanas mapeadas na região Sudeste do Brasil, a mais populosa.



Fonte: (FARIAS, 2017)

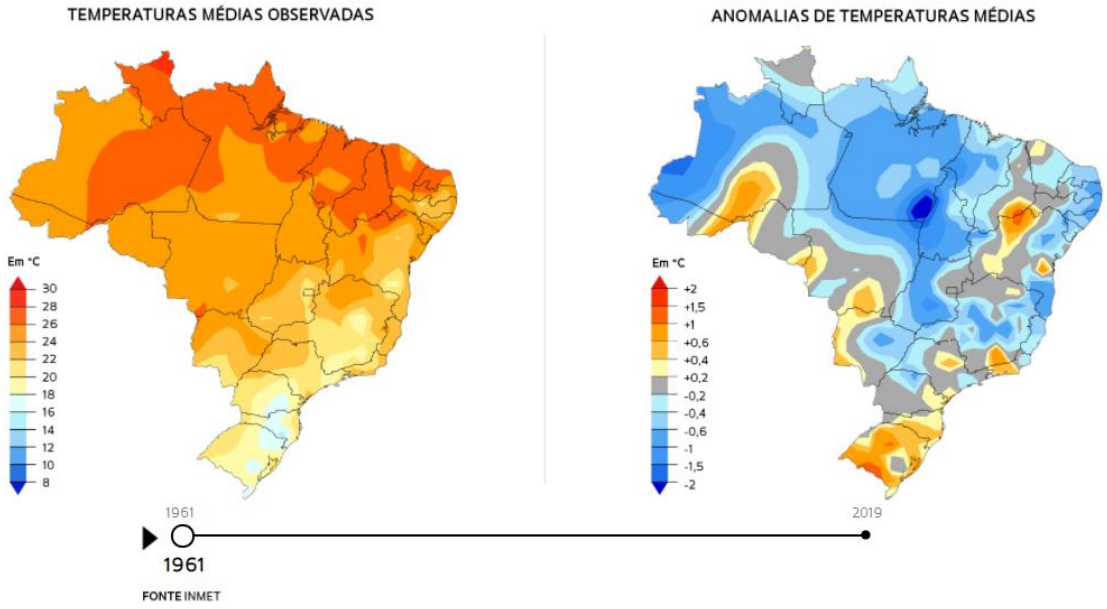
De 1940 a 2010, a proporção da população brasileira vivendo nas cidades passou de 31% a 84%, resultando em um expressivo deslocamento de população das zonas rurais. Um processo de urbanização baseado na imigração, baixos salários, áreas industrializadas e na relação informal e pouco organizada em termos de planejamento urbanístico. O resultado são edificações e casas construídas sem planejamento ou ocupações em áreas inadequadas e insalubres.

Apesar da histórica ocupação desordenada da terra, a falta de controle sobre o uso e a ocupação do solo e a especulação imobiliária que potencializam a segregação urbana, o crescimento de favelas e os desastres naturais, o país conta com bons modelos

de planejamento urbano. Após 2005, os Planos Diretores[1] participativos se expandiram nos 1.526 municípios brasileiros, além das leis urbanísticas que fazem frente à modernização das cidades brasileiras, como o Estatuto da Cidade[2], criado em 2001.

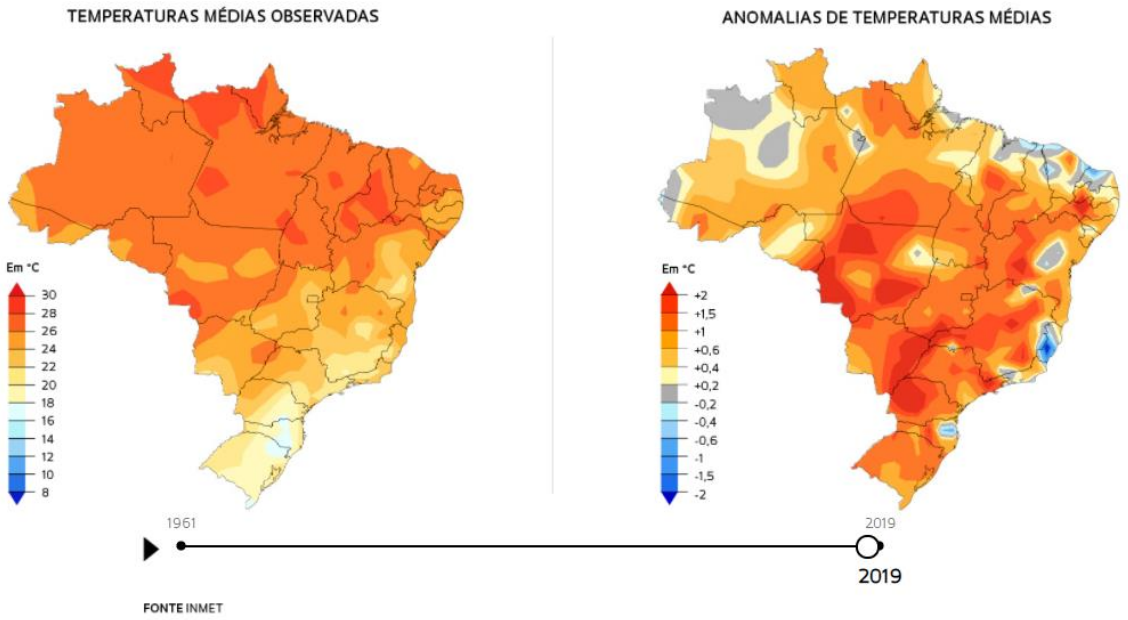
Os centros urbanos, no entanto, continuam a enfrentar crises hídricas, explosão da violência, enchentes, falta de mobilidade, deslizamentos, ausência de moradia digna para todos e de saneamento básico, problemas socioambientais cotidianos. Mas o fenômeno natural do aquecimento climático tem se configurado como um dos mais preocupantes. Seguindo uma tendência mundial, ano de 2019 foi o mais quente já registrado no Brasil, com uma média de temperatura máxima de 31,05ºC (INMET, 2020). O ano anterior mais quente foi 2015, com 31,02ºC. A Organização Meteorológica Mundial (WMO) confirmou que 2016 foi o ano mais quente da média global e 2019 foi o segundo mais quente desde 1850, ano de início da medição, com aumento registrado ano a ano.

Figura 2 - mapas de temperatura média do Brasil, em 1961 e em 2019, com as temperaturas mais altas em vermelho, em expansão, e as mais baixas em azul, em retração.



[1] Plano Diretor Municipal é o mecanismo legal que visa orientar a ocupação do solo urbano, tomando por base um lado de interesses coletivos e difusos tais como a preservação da natureza e da memória, e de outro interesses particulares de seus moradores. Disponível em: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/. Acesso em 31/05/2021.

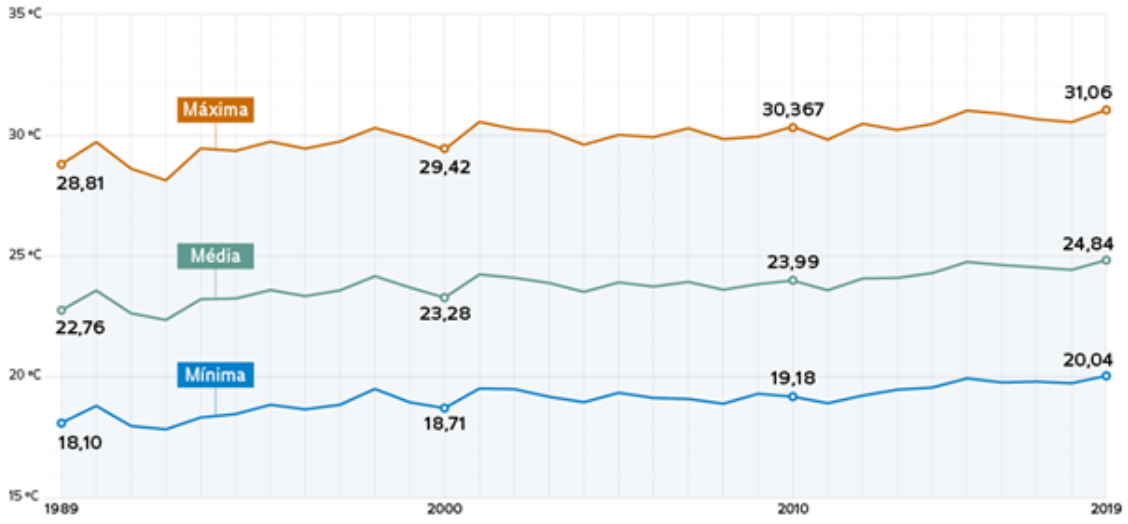
[2] O Estatuto da Cidade é a denominação da lei 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta o capítulo "Política urbana" da atual Constituição brasileira. Seus princípios básicos são o planejamento participativo e a função social da propriedade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em 31/05/2021.



Fonte: INMET (2020).

Um efeito significativo da urbanização é a modificação das superfícies naturais e conforto térmico ao cobrir a superfície do solo com infraestruturas projetadas para acomodar o rápido crescimento populacional. Nos centros urbanos, a cidade de São Paulo se destacou ao registrar o ano de 2019 como o segundo mais quente (27ºC), assim como a média de temperatura mínima (17,4ºC). Os efeitos da urbanização e a variação da temperatura da superfície do mar também são responsáveis pelas mudanças extremas nos índices pluviométricos, alterando os índices de chuvas na cidade. Já os gases de efeito estufa (GEE) contribuíram para elevar de 0,19ºC a 0,30ºC, por década, a temperatura entre 1955 e 2004 na região Sudeste (DE ABREU, 2019).

Figura 3 - Modelo climático indica a tendência de aumento da temperatura e baixa umidade com impactos como o desconforto térmico



Fonte: Inpe (2020)

Entre as consequências dessas mudanças climáticas, as de saúde pública são as mais prementes, com clima mais quente e seco, há um aumento de doenças respiratórias influenciadas pela poluição atmosférica. Também se destacam as ondas de calor[1], que impactam a saúde de crianças e idosos de forma mais acentuada. Outro efeito é a redução de produção de energia elétrica, já que a água tende a evaporar mais rapidamente. Na agricultura, áreas de plantio tendem a se deslocar para o sul à medida que o calor aumenta. (DE ABREU, 2019).

Para exemplificar esse fenômeno, em São Paulo, os períodos de calor extremo não chegavam a 15 dias por ano entre as décadas de 1960 e 1970, porém, em 2010, saltaram para 40 dias e, em 2014, para cerca de 50 dias, indicando o aumento exponencial de temperaturas mais quentes. Nos centros urbanos, a construção de prédios e a pavimentação das ruas absorvem mais radiação solar do que o solo e a vegetação e a escassez de áreas verdes bloqueiam a liberação do calor por evaporação e transpiração das árvores (GUEIRINHAS et al., 2017).

Esse fenômeno climático deve se intensificar em todo o mundo, de acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), aumentando o desconforto

[1] Fenômeno climático em áreas urbanas constituído por uma sequência de ao menos três dias consecutivos com temperaturas máximas ou mínimas mais altas do que as esperadas para a mesma região e para a mesma época do ano (FIORAVANTI, 2006).

físico das pessoas e o risco de mortalidade. As ondas de calor vitimaram 70 mil europeus em 2003, 10 mil russos em 2010, e cerca de 2,3 mil indianos em 2015 (GUO, Y. et al. 2017). Em um estudo comparativo de Guo, Y. et al. (2017) sobre mortalidade e ondas de calor entre 400 cidades de 18 países, o Brasil aparece entre os países com um aumento do risco de mortalidade proporcional à onda de calor. Brasil e Austrália apresentaram um risco de morte entre 5% e 10% maior, dependendo da intensidade do calor.

2.1. ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS AO CLIMA NAS CIDADES

A preocupação com o clima urbano[1] tem gerado uma agenda política e científica de abordagens variadas. O processo de crescimento urbano interfere nas condições atmosféricas na camada de ar inferior da atmosfera (microclima), mais próxima do solo, e desta com a camada limite (mesoclima), de distintas formas. As principais interferências decorrem da ação humana, como ruas asfaltadas, densas estruturas prediais, uso de transporte individual e emissão de aerossóis (OKE, 1978).

Os estudos climatológicos que tratam do espaço urbano identificam os principais elementos da morfologia das cidades que influenciam na distribuição de energia e nos aspectos hidrológicos e climáticos. Entre os principais efeitos, destacam-se, além do aumento da temperatura, a redução da umidade relativa do ar, maior precipitação e nebulosidade e diminuição da velocidade do vento. Entretanto, estas modificações não são homogêneas, já que a ocupação do solo nas cidades, em geral, ocorre de forma desordenada.

Por exemplo, a poluição do ar afeta a distribuição da radiação e condensa o ar, aumentando a incidência de chuvas. As edificações, que aglutinam carros e pessoas, impedem o fluxo natural do ar e a disseminação do calor. O cimento das edificações e a pavimentação das ruas impermeabilizam as vias potencializando enchentes em períodos de forte chuva, além disso, aumentam o estoque de calor, gerando o que é denominado clima urbano (MENDONÇA & MONTEIRO, 2003).

[1] Modificação do clima local resultante de condições específicas do meio ambiente urbano, seja pela rugosidade do tecido urbano, ocupação, permeabilidade ou propriedades térmicas dos materiais presentes (OKE, 1978).

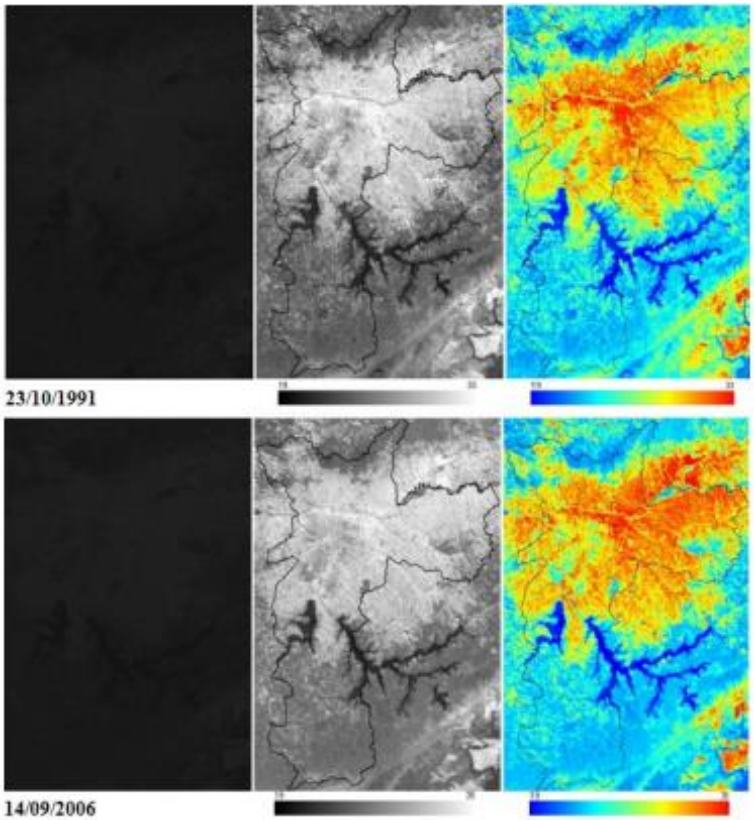
Ao analisar as ilhas de calor[1] no município de São Paulo, Lombardo (1985) apontou a relação entre os tipos de uso do solo e a variação de temperatura. Temperaturas mais altas são detectadas em áreas onde o crescimento vertical é maior, onde há alta densidade demográfica e pouca vegetação, em especial, em áreas industriais e residenciais. Foi observado, no entanto, que regiões com maior concentração de vegetação - que absorvem a radiação solar - e espaço livre, ou próximas a reservatórios - por sua capacidade de evaporação do calor - registram queda de temperatura.

É possível avaliar essa tendência na cidade de São Paulo com base em análise de imagem de satélite termal. O município apresenta temperatura da superfície (*skin temperature*) no centro da conurbação urbana de até 10°C maior que temperaturas registradas em lugares arborizados. Fatigati (2006) conclui que as regiões mais carentes da cidade são também as de temperaturas mais elevadas e, por conseguinte, microclimas de menor conforto térmico[2] para seus habitantes.

[1] Ilhas de Calor Urbanas (ICU) são caracterizadas pela distribuição espacial e temporal de temperatura sobre a cidade, definindo uma distribuição de isotermas que lembram as curvas de nível da topografia de uma ilha, que dá origem a esse termo.

[2] De acordo com Romero (1988), o conforto humano depende da ventilação natural e da não incidência de radiação solar direta nas pessoas ou em materiais impermeabilizantes. O ser humano possui dois mecanismos de regulação térmica que determina como ele se adapta ao clima: fisiológico, como batidas cardíacas, suor, dilatação dos vasos, variações de fluxo sanguíneo, contração dos músculos, arrepios e ereção dos pelos, e; comportamental, com efeitos como a redução da capacidade de trabalho, prostração e sono.

Figura 4 - Imagens normais e contrastadas da temperatura da superfície em 1991 e 2006 com os valores mínimo e máximo em graus Celsius da cidade de São Paulo



Fonte: FATIGATI (2006)

Entre as consequências das ilhas de calor, além de implicações no bem-estar e saúde da população, devido à má qualidade do ar, há mudanças meteorológicas, já que elas modificam as correntes de vento, já que os edifícios atuam como um escudo, aumentando a precipitação de chuvas e a concentração de poluentes nas áreas urbanas (LOMBARDO, 1985).

A arquitetura urbana é propícia para os efeitos das ilhas de calor, que aumentam a necessidade de ar condicionado, elevando o consumo de energia, devido à alta intensidade da radiação solar durante o dia, ampliando o desconforto térmico. Como já mencionado, as principais causas são as maiores concentrações de poluição, automóveis, indústrias e impermeabilidade do solo, além de pouca presença de plantas

e vegetais, que ajudaria no resfriamento do ar pela evapotranspiração[1] (AKBARI et al., 1992).

É importante pontuar que a vegetação exerce funções essenciais para a manutenção da vida no ambiente urbano ao absorver gás carbônico e liberar oxigênio. Além de ser um efetivo componente regulador da temperatura urbana, promove a melhoria da qualidade do ar, gera sombra e atenua ruídos (OKE, 1978). Seu efeito estético tem ressonância direta no bem-estar humano, pois propicia contemplação e lazer, estimulando a sociabilidade no uso do espaço comum, como parques e praças públicos. Notoriamente, árvores e vegetação são elementos naturais que podem ser amplamente utilizados para bloquear a incidência de radiação e contribuir no balanço de energia e redução da poluição do ar nas municipalidades.

3. *COOLING THE COMMONS*: POR UMA CIDADE MAIS FRESCA E CONFORTÁVEL

Fundamentado na concepção de cidades mais acessíveis e seguras para pedestres, a estratégia de resfriamento das cidades, ou "*cool commons*", surge para reforçar a necessidade de políticas públicas e governança participativa para aumentar os espaços verdes urbanos de maneira mais justa e democrática (MELLICK et al., 2020). Cunhado por pesquisadores australianos, a proposta de "*cooling the commons*" propõe estratégias que tornem as metrópoles climaticamente mais amenas e confortáveis.

O termo é uma representação de como a cidade não é apenas uma gama de espaços privados, mas também ambientais, e que devem ser voltados ao convívio social. O principal desafio é mitigar as altas temperaturas criando ilhas de frescor, em contraposição às ilhas de calor, que geram conforto térmico em espaços públicos abertos e acessíveis a todos, em especial, durante os meses mais quentes do ano.

Essas qualidades de arrefecimento climático seriam resultado tanto de infraestrutura física quanto de construções sociais. Por isso, essa tarefa requer a participação de governos locais, sociedade civil e empresas que integram o mosaico

[1] Processo natural em que uma planta absorve água e nutrientes por meio de suas raízes. A água não absorvida pela planta é convertida em vapor e transpiração e expelidos ao ar circundante (AKBARI et al. 1992).

social urbano. Segundo Gibson-Graham et al. apud Mellick et al. (2020) os princípios para avaliar os espaços *cool common* mesclam o uso de espaços, recursos, práticas e conhecimentos acessíveis a todos, negociados e disponibilizados com a comunidade e outros públicos de interesse, além do cuidado e responsabilidade por esses espaços de forma igualmente compartilhada.

Os cidadãos mais vulneráveis são destacados, por exemplo, em se tratando de locais privados, como shoppings e restaurantes, que podem excluir pessoas ao condicionar o uso de seu ar fresco ao consumo. Ou o uso de veículos particulares que tendem a reduzir espaços para pedestres em favor da construção de vias e estacionamentos, desestimulando formas ativas de deslocamento, como caminhar ou usar a bicicleta, além de intensificar o calor e a poluição.

O conforto térmico, neste sentido, ainda está relacionado à morfologia urbana que ignora o vento e a incidência solar, concentrando radiação e contribuindo para amplificar os efeitos de ilhas de calor. Novamente, o senso de comunidade e o papel da governança participativa é citado como primordial, combinados com um planejamento urbano que equilibre desenvolvimento e preservação ambiental como mecanismos para ampliar o acesso à democracia climática (MELLICK et al., 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como o capital sem regulação é sujeito à corrosão, a urbanização sob o capital destrói a cidade como bem comum. Como apontou Harvey (2012), a urbanização capitalista se realiza com a degradação e expropriação dos recursos comuns pela ação predatória do capital e do Estado sem reconhecer práticas cooperativas. Destarte, essa visão ignora que o urbano, tal qual conceituado por Lefebvre (1999), não pode ser reduzido a um processo dominado pela lógica de acumulação do capital, mas requer uma gestão e governança participativa.

A dimensão humana requer um olhar aprofundado para as questões raciais, de gênero e de justiça social e ambiental para que os “invisíveis” do comum urbano, localizados na franja periférica das metrópoles, participem ativamente dessa agenda e não fiquem sujeitos aos cerceamentos do capital industrial e do estatismo burocrático (LEFEBVRE, 1999).

As cidades do Sul global são compostas de realidades urbanas comumente ignoradas, como as favelas, grupos minoritários, comunidades tradicionais e pessoas em condições socioeconômicas vulneráveis. Dessa maneira, para aproximar o comum e o urbano, a ocupação do solo, cujo processo de desenvolvimento é desigual, deve contemplar os invisibilizados de forma teórica e prática, na medida em que a construção social é mantida por relações informais de cooperação e trocas as quais todos os habitantes de uma metrópole conformam.

A síntese sobre a questão do comum urbano e do aspecto do clima nessa problemática apresentada neste trabalho indica que o processo de urbanização por meio da ótica dos comuns pode contribuir para soluções coletivas mais igualitárias e democráticas para atender os interesses da maioria e não de pequenos grupos movidos por interesses mercadológicos.

Para fazer frente aos desafios teóricos de se conceber o comum em sua dimensão urbana, o pensamento de Henri Lefebvre pode ser um caminho possível de mediação, no qual o comum urbano é calcado na vida cotidiana, sendo produto de práticas do fazer comum baseadas na apropriação, no uso e na autogestão da cidade e do espaço. A própria produção do espaço, central no mundo contemporâneo para a reprodução do modelo capitalista, implica em luta pela apropriação do espaço urbano como comum, assim como as lutas pelo direito à cidade (TONUCCI FILHO, 2017). Além disso, é preciso aprofundar a relação entre os discursos sobre o comum e a crítica da propriedade privada da terra no urbano contemporâneo para compreender outros tipos de arranjos e direitos de propriedade que não estão enquadrados no espectro público-privado, mesmo que, como Lefebvre (1999) enfatizou, represente uma utopia: uma "sociedade urbana comum liberta dos constrangimentos do capitalismo industrial e do estatismo burocrático."

Por um bom tempo, os bens comuns foram percebidos como algo de pequenas comunidades. Mas cada vez mais os bens comuns se tornam pertencentes ao perímetro urbano, complementando e integrando o papel do Estado e do mercado, em vez de relegá-los. Esses bens comuns urbanos, fortemente atrelados ao construto social, têm a capacidade de gerar valores compartilhados e fortalecer sociedades mais diversas e inclusivas.

Para corrigir as distorções do crescimento urbano a fim de que as cidadee possam cumprir sua função social, a participação da população na construção de políticas públicas voltadas à efetivação do direito à cidade é essencial. Adicionalmente, políticas que possibilitem a adaptação ao calor extremo e promovam conforto térmico são fundamentais para responder aos efeitos causados pelas ondas de calor, assim como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN), como o plantio de árvores e construção de parques, que podem minimizar as ilhas de calor e o desconforto térmico nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

AKBARI, H. et al. The urban heat island: Causes and impacts. Cooling our communities, p. 5-25, 1992.

BLOMLEY, Nicholas K. Unsettling the city: Urban land and the politics of property. Psychology Press, 2004.

BOLLIER, David. Think like a commoner: A short introduction to the life of the commons. New Society Publishers, 2014.

DE ABREU, R. C. et al. Attribution of detected temperature trends in Southeast Brazil. Geophysical Research Letters, v. 46, n. 14, p. 8407-8414, 2019.

DELLENBAUGH, Mary et al. (Ed.). Bem comuns urbanos: indo além do estado e do mercado . Birkhäuser, 2015.

FARIAS, André Rodrigo et al. Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. Embrapa Gestão Territorial-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2017.

FATIGATI, Flavio Laurenza. Estudo da variação da temperatura da superfície do município de São Paulo no período 1991-2006 com a utilização de imagens termais do satélite LANDSAT-5 TM. Anais do XIV Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto. Natal: INPE, p. 25-30, 2009.

FIORAVANTI, Carlos et al. Um Brasil mais quente. Pesquisa Fapesp, São Paulo, n. 130, 2006.

GEIRINHAS, João L. et al. Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. International Journal of Climatology, v. 38, n. 4, p. 1760-1776, 2018.

GUO, Yuming et al. Heat wave and mortality: a multicountry, multicommunity study. Environmental health perspectives, v. 125, n. 8, p. 087006, 2017.

HARDIN, Garrett. The tragedy of the commons. Journal of Natural Resources Policy Research, v. 1, n. 3, p. 243-253, 2009.

HARDT, Michael; NEGRI, Antonio. Commonwealth. Harvard University Press, 2009.

HARVEY, David. Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution. Verso books, 2012.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20 de maio de 2021.

LEFEBVRE, Henri. A revolução urbana. Belo Horizonte. Humanitas, 1999.

_____. LEFEBVRE, Henri; À CIDADE, O. Direito. tradução Rubens Eduardo Frias. O direito à cidade. São Paulo: Centauro, 2001.

LOMBARDO, Magda Adelaide. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. Editora Hucitec com apoio de Lalekla SA Comércio e Indústria, 1985.

MELLICK LOPES, Abby et al. Cooling Common Spaces in Densifying Urban Environments: A Review of Best Practice and Guide for Western Sydney Renewal. 2020.

MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, CA de F. Clima urbano. São Paulo: Contexto, v. 2, 2003.

OKE, T. R. Boundary layer climates, London: Methuem & Co. LTD.,, 1978.

DE OLIVEIRA, Camila Espezio; PAVANELLI, João Marcos Mott; IGARI, Alexandre Toshiro. Serviços ecossistêmicos e bens comuns: uma breve conceitualização. Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista, v. 3, n. 07, p. 24-26, 2020.

OSTROM, Elinor. Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. Cambridge university press, 1990.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. SciELO-Editora UnB, 2013.

TONUCCI FILHO, Joao Bosco Moura. Comum urbano: a cidade além do público e do privado. 2017.

WALL, Derek. The commons in history: culture, conflict, and ecology. MIT Press, 2014.

CAPÍTULO IV

COMPREENSÃO, USO E CULTIVO DE PLANTAS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS URBANOS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-4

João Manoel da Silva [1]
Paula Cibelly Vilela da Silva [2]
Jakes Halan de Queiroz Costa [3]
Tania Marta Carvalho dos Santos [3]
Sheylla Patrícia Gomes do Nascimento [4]

[1] Graduado em Agronomia e Ciências Biológicas, Mestre em Ciências (Agricultura e Biodiversidade), Doutorando em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Renorbio-UFAL
[2] Zootecnista, Mestre em Produção Animal, Universidade Federal de Alagoas, UFAL
[3] Professor(a) Doutor(a) do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Universidade Federal de Alagoas, UFAL
[4] Geógrafa, Mestre em geografia, Doutoranda em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, UFS

RESUMO

Desde épocas muito remotas, as plantas fazem parte da vida e cotidiano das pessoas em vários aspectos, desde ao consumo, até a saberes e valores relacionados à religião. Por meio do presente estudo objetivou-se dialogar acerca da a compreensão, uso e formas de cultivo de plantas em espaços residenciais urbanos. Para tanto, foi utilizada uma imersão bibliográfica, a qual proporcionou a redação discursiva acerca do tema proposto. Assim, foi possível compreender que o cultivo de plantas em espaços residenciais domésticos está relacionado a fatores como facilidade de acesso, facilidade de manutenção, fatores relacionados à saúde e estética pessoal e residencial, bem como valores místicos e espirituais que possam ser exercidos por elas. Desse modo, a prática de cultivo de plantas notavelmente vem crescendo e se tornando amplamente difundida e divulgada, devendo assim ser estimulada como ferramente de manutenção da biodiversidade como também meio de asseguração de soberania e segurança alimentar em determinadas condições.

Palavras-chave: Canteiros urbanos. Plantas medicinais. Soberania alimentar. Hortaliças.

1. INTRODUÇÃO

A relação dos seres humanos com as plantas remota do início do estabelecimento dos mesmos na terra. São relações que envolvem vários aspectos e que ao longo to tempo ganha (re)significações de acordo com as dinâmicas sociais do meio. Essas dinâmicas estabelecem os modos como as plantas são usadas e quais plantas usar,

para quê usar e como usar. Umas são destinadas à alimentação humana ou animal, outras tratadas como ornamentais pelas suas riquezas de cores e formas, além de possuírem valores místicos – este teve por muito tempo emprego estimado entre comunidades pagãs – e também aplicadas na medicina e estéticas de formas indiretas através dos moléculas por elas produzidas. Enfim, seus usos são imensos.

Com isso, as áreas verdes urbanas são se extrema importância para a qualidade da vida urbana. Elas agem simultaneamente sobre o lado físico e mental do Homem, absorvendo ruídos, atenuando o calor do sol; no plano psicológico, atenua o sentimento de opressão do Homem com relação às grandes edificações; constitui-se em eficaz filtro das partículas sólidas em suspensão no ar, contribui para a formação e o aprimoramento do senso estético, entre tantos outros benefícios. Para desempenhar plenamente seu papel, a arborização urbana precisa ser aprimorada a partir de um melhor planejamento (LOBODA; ANGELIS, 2005).

Ademais, as plantas possuem uma extrema importância ecossistêmica e de manutenção da biodiversidade por meio do fornecimento de alimento a animais silvestres herbívoros, como também a manutenção da biodiversidade do solo, sendo este um ambiente que abriga uma infinidade de organismos invisíveis a olho nu.

A diversidade vegetal que vem sendo levantada no Brasil na perspectiva da etnobotânica é imensa (VENDRUSCCOLO; MENTZ, 2006). Resultados dessa magnitude norteiam para a importância de pesquisas nesta área e sugerem que futuros estudos envolvam além do conhecimento etnobotânico, a coleta de plantas cultivadas para análises laboratoriais que visem à avaliação científica das plantas citadas (QUEIROZ; LAMANO-FERREIRA, 2014). Isto pode contribuir para o resgate do saber popular, intensificando sua disseminação entre a população estudada. Esses saberes são de grande estima, pois retratam a vivência de populações com as plantas em função de condicionantes ambientais e ancestrais.

O Brasil é um país que detém uma grande diversidade biológica e cultural, mas esta diversidade está ameaçada e deve ser preservada. De acordo com Hedberg (1987), a cada curandeiro tradicional que morre, perde-se o correspondente a uma biblioteca incendiada. Esses curandeiros, atualmente, têm vivido em bairros periféricos, comunidades indígenas e quilombolas, e muitos têm sofrido assédios dos discursos

cristãos protestantes, os quais invadem e se instalam nessas comunidades, pagando identidades e ocultando ancestralidades.

Resgatar o conhecimento e o fornecimento de bases para a conservação das espécies utilizadas por populações tradicionais são objetivos dos levantamentos etnobotânicos, além de constituírem uma ligação das Universidades com populações locais, gerando trocas de diferentes conhecimentos (VENDRUSCOLO; MENTZ, 2006). Essa conservação vai além da importância científica apenas, mas da conservação de recursos por meio dos saberes trocados, bem como proporcionar o diálogo entre Academia e Comunidade.

Desse modo, compreender a forma com que o uso dessas plantas tem sido aplicado é subsídio para esboçar um quadro social e também perceber que o uso dos recursos naturais pelo homem vai além do modo exploratório, se estabelece por meio das relações de produção e reprodução do espaço ao longo do tempo. Assim, essa compreensão pode partir também ao encontro das concepções relação Homem-Natureza.

O homem depende da existência de uma natureza rica, complexa e equilibrada em torno de si. Ainda que ele se mantenha isolado em prédios de apartamentos, os ecossistemas naturais continuam constituindo o seu meio ambiente. A morte desses ecossistemas representará a morte do planeta (Branco, 1997). Por esse motivo, mesmo com todos os processos de globalização e o distanciamento do homem com o campo a partir do êxodo rural, as populações ainda buscam manter uma proximidade com a natureza, sendo o cultivo de plantas em ambientes domésticos/residenciais uma dessas aproximações.

A relação homem-natureza é algo complexo, visto que existem diversas formas de interação que surgem a partir da própria construção social, de cada indivíduo e localidade, assim como as diferentes visões acerca da percepção da natureza, necessitando assim de avaliações interdisciplinares que contemplem diferentes interfaces (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017). Do mesmo modo em que se necessita de uma junção das ciências humana e da natureza para um melhor entendimento das dinâmicas ambientais, não se pode excluir o social da análise ambiental,

compreendendo assim uma maior parcela da complexidade ambiental (GONÇALVES, 2006).

Segundo Naves e Bernardes (2014) a junção entre a história natural e social, pode-se obter o entendimento do modo como a sociedade se relaciona com a natureza, correlacionando os problemas ambientais com fatores antrópicos. Como forma de prevenir e de debater essas problemáticas, surgem diversos novos conceitos como o ecodesenvolvimento, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade econômica, entre outras vertentes que ao longo do tempo podem ir sendo agregadas ou substituídas (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017).

Nessa perspectiva, uso espaços residenciais urbanos para o cultivo de plantas pode contribuir também para o orçamento familiar, uma vez que representam uma forma alternativa de renda, pois o cultivo de alimentos pode minimizar os gastos de 60 a 80% do orçamento mensal com alimentação (AMARAL; GUARIM NETO, 2008; SIVIERO et al., 2011; CUNHA; BORTOLO, 2011), isso pode ser por meio da venda de hortaliças produzidas nos quintais ou pela redução da compra em mercados e feiras, uma vez que se tem tais produtos em casa. Além disso, há a constante preocupação com a saúde e o consumo de alimentos livres de agrotóxicos.

Estudos etnobotânicos em quintais têm revelado altos níveis de diversidade genética de plantas e variedades de culturas que estão sendo conservadas (SEVERO et al., 2011; QUEIROZ; LAMANO-FERREIRA, 2014). A maioria das pessoas com conhecimento sobre plantas são migrantes viveu metade da vida em meio rural, ou as pessoas casadas mostram mais conhecimento pelas plantas, por as usarem como tratamento de doenças em seus filhos (CARNIELLO et al., 2010; MAIA; AZEVEDO, 2012).

Dada a importância do cultivo de plantas em ambientes residenciais urbanos, esse estudo discursivo tem por objetivo discorrer acerca dos elementos que condicionam o cultivo de plantas ornamentais, alimentícias convencionais ou não em ambientes urbanos, bem como destacar sua importância socioeconômica e ambiental.

2. DESENVOLVIMENTO

Com base na relação homem-natureza, pode-se concernir que o cultivo de plantas nos espaços residenciais (quintais produtivos) está intimamente relacionado

com a necessidade e preocupação do 'homem' em estar em intimidade com o meio ambiente, sendo esta uma das motivações de proximidade para com as plantas. Ademais, é importante também compreender os modos de como o homem vem percebendo o espaço, não sendo apenas concreto e asfalto, mas visualizando, mesmo nos pequenos espaços, a oportunidade de cultivo. Salienta-se aqui também que estas práticas estão relacionadas às hereditariedades, onde tais práticas e saberes são passadas entre as gerações.

Esses fatores também estão relacionados com as dificuldades relatadas especialmente para com o tempo (podendo ser relacionado com a vida corrida das cidades) e espaço para cultivo, uma vez que muitos habitam em apartamentos, e mesmo quando vivem em casas, possuem poucos espaços que podem ser aptos para o cultivo de plantas. Logo, os hábitos relacionados às competências do cotidiano acelerado fazem com que muitas pessoas não iniciem esse hábito de canteiros residenciais.

Assim, frisa-se aqui quais os motivos que levam as populações ao cultivo de plantas em espaços residenciais, onde foi percebido que a maioria relata que o uso dessas plantas está relacionado primordialmente à saúde e alimentação, o que pode ser um ato decorrente do crescente ensejo de as pessoas buscarem maior qualidade de vida por meio da alimentação mais saudável. Também foi observado que o uso das plantas também está ligado a fatores estéticos como uso para beleza e ornamentação de ambientes, além de motivos religiosos/espirituais.

As características dos quintais produtivos são a produção de alimentos para o consumo familiar, criação de pequenos animais, local para adaptação de diferentes espécies de plantas, produção de matéria-prima para artesanato, produção de plantas medicinais e ornamentais, local de beneficiamento de produtos agrícolas produzidos em outras áreas da propriedade, além de proporcionar um local agradável para lazer e recreação, garantindo a segurança alimentar da família (COSTANTIN; VIEIRA, 2004; SAVI et al., 2019).

Em residências localizadas nos ambientes urbanos, que em geral são áreas com pouca vegetação e grandes aglomerados urbanos, observa-se um microclima muito alterado (SAVI et al., 2019). Hewega et al. (2011) afirmam que em áreas abertas, as plantas usam a energia solar para controlar a temperatura, liberando vapor e

contribuindo para o ciclo da água, enquanto nas zonas urbanas não há vegetação suficiente para arrefecer o ambiente. Entretanto, as plantas cultivadas no interior das residências favorecem condições de microclimas que contribuem par ao bem-estar e saúde dos residentes.

Esses aspectos fomentam e justificam a utilização de plantas ornamentais ou não em ambientes residenciais mesmo que em cômodos fechados como banheiros e quartos, por exemplo. Ainda essa prática tem se intensificado desde o início da pandemia CIVID-19, onde muitas pessoas iniciaram esse hábito de cultivo de plantas em suas residências ou aquelas pessoas que intensificaram esse cultivo, principalmente como atividade que proporciona uma determinada terapia.

De acordo com Souza e Scudeller (2011) pesquisando em Manaus, AM, foi observado que as famílias botânicas mais representadas foram Araceae e Arecaceae, sendo estas bem expressivas nos cultivos domésticos, o que se dá pela certa facilidade em se cultivar essas famílias botânicas. Ainda, há a estética dessas plantas, o que as tornam atrativas para seu cultivo.

A experiência de contato com esse tipo de cultivo de plantas se mostra excepcionalmente rico, porém, ainda se observa pouca visibilidade e valorização desses ambientes como importantes para a sustentabilidade agroalimentar (MENDONÇA; LEVY; FIRMINO, 2018). Nessa perspectiva, ainda é necessário que se estimule o plantio não somente de plantas ornamentais para fins meramente estéticos, mas fomentar o uso de plantas alimentícias convencionais ou não, sendo um modo de asseguração de soberania e segurança alimentar, como também um modo de manutenção da biodiversidade.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de plantas em ambientes domésticos é uma prática que remota há séculos e que está relacionada a vários aspectos, podendo ser místico/espiritual, alimentar, estético, dentre outros que podem estar relacionados aos condicionantes socio-históricos e que tem perdurado pelas gerações.

Assim, vale ressaltar a importância que essa prática tem para com a manutenção e conservação da biodiversidade, podendo ser aplicada como ferramenta também para

desenvolvimento de soberania e segurança alimentar, posto que há o cultivo também de plantas alimentícias nos canteiros urbanos, onde, por meio de uma prática terapêutica e de lazer, o indivíduo consegue também produzir seu próprio alimento, bem como reaproveitar resíduos orgânicos que iriam para o lixo comum.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. N.; GUARIM NETO, G. Os quintais como espaços de conservação e cultivo de alimentos: um estudo na cidade de Rosário Oeste (Mato Grosso, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Série Zoologia**, v. 3, n. 3, p. 329-41, 2008.

BRANCO, S. M. **O meio ambiente em debate**. São Paulo: Moderna, 1997.

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; RODRIGUES, G. G. Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento Sustentável. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 6, n. 2, p. 142-156, 2017.

COSTANTIN, A. M.; VIEIRA, A. R. R. Quintais agroflorestais: uma perspectiva para a segurança alimentar de uma comunidade do município de Imaruí-SC. *In*: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS**, 5., Curitiba. Anais... Curitiba: Embrapa Florestas: SBSAF, 2004, p. 395-397.

CUNHA, S. A.; BORTOLLO, I. M. Etnobotânica de plantas medicinais no Assentamento Monjolinho, Município de Anastácio, Mato Grosso do Sul. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 685-98, 2011.

GONÇALVES, M. C. F. **Filosofia da Natureza**. São Paulo: Zahar, 2006.

HEDBERG, I. Research on medicinal and poisonous plants of the tropics – past, present and future. *In:* **INTERNATIONAL BOTANICA CONGRESS**. Berlin. Berlin. 1987, p. 5-35.

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e Funções. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125-139, 2005.

MENDONÇA, M. A. F. C.; LEVY, R.; FIRMINO, F. Os quintais produtivos urbanos e periurbanos em Três Corações, MG. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2018.

NAVES, J. G. P.; BERNARDES, M. B. J. A Relação Histórica Homem/Natureza e sua Importância no Enfrentamento da Questão Ambiental. **Geosul**, v. 29, n. 57, p. 7-26, 2014.

QUEIROZ, D. P. N.; LAMANO-FERREIRA, A. P. N. Diversidade e Uso de Plantas Cultivadas em Quintais Residenciais Urbanos Localizados na Região da Vila Maria, Zona

Norte de São Paulo, SP, Brasil. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e Saúde**, v. 16, n. 4, p. 299-305, 2014.

SANTOS, S. R.; FRANCOS, M. S.; LAMANO-FERREIRA, A. P. N. Perfil socioambiental de moradores que cultivam recursos vegetais em espaços residenciais no município de Guarulhos, SP. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 2, n. 3, p. 1-11, 2014.

SAVI, A. C.; HUTNER JUNIOR, O. L.; FARIA, F. C.; UHMANN, I. M. S. Práticas de agricultura urbana: uma análise do cultivo de hortaliças em telhados verdes. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 20746-20749, 2019.

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T. A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L. C.; MENDONÇA, A. M. S. Cultivo de Espécies Alimentares em Quintais Urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 549-56, 2011.

SOUZA, C. C. V.; SCUDELLER, V. V. Diversidade vegetal nos quintais do baixo Rio Negro – Manaus (AM). **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

VENDRUSCOLO, G. S.; MENTZ, L. A. Levantamento etnobotânico das plantas utilizadas como medicinais por moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botanica**, v. 61, n. 1, p. 83-103, 2006.

CAPÍTULO V

REDES DE INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E CECROPIA PACHYSTACHYA TRÉCUL (URTICACEAE) SÃO INFLUENCIADAS PELA URBANIZAÇÃO?

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-5

Eduardo Hiroshi Haibara [1]
Aurélio Miguel dos Santos Alviço [2]
Camila Aoki [3]

[1] Graduando em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.
[2] Graduando em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.
[3] Bióloga, mestre e Doutora em Ecologia e Conservação. Professora Adjunta. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS.

RESUMO

Compreender como a urbanização afeta a biodiversidade, interações ecológicas e serviços ecossistêmicos é premente frente ao processo acelerado de crescimento das cidades. O objetivo deste estudo é verificar se a urbanização afeta interações entre *Cecropia pachystachya* e formigas associadas. Essas interações são importantes para estabelecimento de colônias e alimentação de formigas e podem afetar a taxa de herbivoria e sucesso reprodutivo das plantas. Desenvolvemos este estudo em área de ecótono Cerrado-Pantanal, em novembro de 2017, incluindo um total de 30 indivíduos amostrados em área urbanizada e de vegetação nativa. Apenas *Azteca alfari,* espécie comumente associada a embaúbas, foi registrada nos dois ambientes. Observamos uma substituição de espécies de formigas associadas à planta em função do ambiente, o que resultou em diferença na estrutura da rede em função da urbanização. Os fatores que afetam comunidades e interações em ambiente urbano ainda são mal compreendidos e uma grande variedade deles pode atuar simultaneamente e sinergicamente. Deste modo é necessária uma análise abrangente das respostas das espécies à urbanização e a investigação das variáveis que afetam as diferentes comunidades.

Palavras-chave: *Azteca alfari.* Embaúbas. Interações inseto-plantas. Mirmecófitas.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil abriga uma elevada biodiversidade e apresenta uma das maiores taxas de urbanização do mundo (SETO et al., 2013). Muitos de seus centros urbanos estão localizados em *hotspots*, regiões de elevada importância para a conservação da

biodiversidade, por apresentarem elevada riqueza de espécies e estarem sob forte pressão antrópica (MYERS et al., 2000). Isso é particularmente verdadeiro para a região Centro-Oeste brasileira, que inclui dois hotspots entre os mais ameaçados do mundo, Cerrado e Mata Atlântica (MYERS et al., 2000).

No Centro-Oeste brasileiro quase 90% da população vive nas cidades (IBGE, 2010), as quais foram se expandindo, na maioria das vezes, de forma muito rápida e desordenada, sem planejamento, promovendo alteração e degradação de habitats com impactos diretos e indiretos sobre a biodiversidade, processos, interações e serviços ecossistêmicos. Dentre as alterações geradas em ambientes urbanos estão a impermeabilização das superfícies (AMUNDSON et al., 2015; MACH et al., 2015), fragmentação de hábitats (LIU et al., 2016), diminuição dos recursos de alimentação e eliminação da disponibilidade de locais de formação de ninhos ou de locais de reprodução para algumas espécies (HERNANDEZ et al., 2009), elevação de temperatura (formação de ilhas de calor) (GRIMM et al., 2008; GAGO et al., 2013; HUA et al., 2020), emissão de poluentes e ruídos (STEELE et al., 2010; FORMAN, 2014), entre outros efeitos.

O processo de urbanização tende a favorecer espécies generalistas (KÜHN; KLOTZ, 2006; MCKINNEY, 2006; HERNANDEZ et al., 2009), que se adaptam a qualquer tipo de ambiente, e isso pode levar a uma homogeneização biótica (MCKINNEY, 2006; LOSOSOVÁ et al., 2012; DAR; RESHI, 2014). A perda ou alteração da abundância e distribuição das espécies altera os processos ecossistêmicos, as interações ecológicas, a resiliência do ecossistema às mudanças e, consequentemente, os serviços ambientais (CHAPIN et al., 2000). No entanto, temos pouco entendimento sobre como a urbanização modifica os padrões de interação entre espécies (ROCHA; FELLOWES, 2018).

Algumas dessas interações são complexas e envolvem diferentes níveis tróficos. Há espécies de plantas, por exemplo, que fornecem alimento ou abrigo para as formigas como recompensa pela proteção contra herbívoros (DEL-CLARO; BERTO; RÉU, 1996; ROSUMEK et al., 2009). Várias espécies de plantas têm adaptações para promover essa interação com formigas, como corpos alimentares, nectários extraflorais e domácias (WEBBER et al., 2007). Na presença de formigas, essas plantas podem ter uma redução

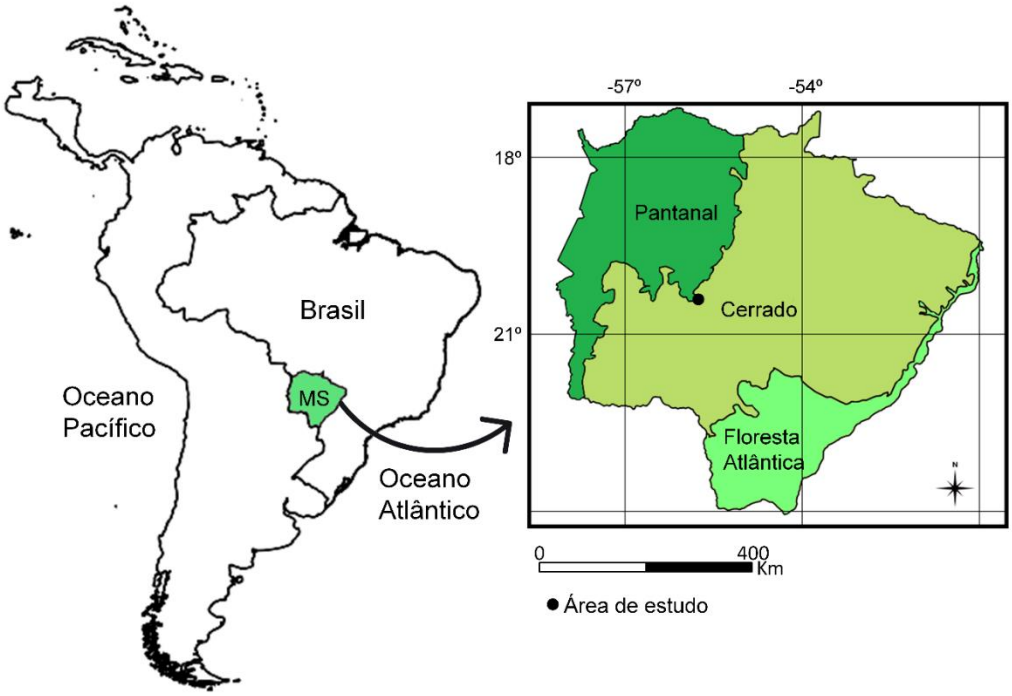
na herbivoria e aumento do sucesso reprodutivo (RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007; ROSUMEK et al., 2009).

Dentre as espécies que apresentam essas adaptações estão as embaúbas (*Cecropia* spp.), plantas que costumam ser muito abundantes em clareiras e bordas de mata de florestas neotropicais (BROKAW, 1987; ALVAREZ-BUYLLA; MARTINEZ-RAMOS, 1992). Várias espécies deste gênero apresentam domácias ao longo do eixo do caule, as quais são utilizadas como abrigo e local para nidificação (HARADA; BENSON, 1988). É comum ainda a presença de corpos müllerianos, que armazenam glicogênio, lipídios e proteínas que podem ser utilizados na alimentação de formigas (RICKSON, 1976). Há espécies deste gênero (p.ex. *Cecropia pachystachya*) que apresentam corpos alimentares nas folhas jovens, com lipídios e açúcares, os quais são coletados e imediatamente consumidos pelas formigas após a ruptura da estípula (GONÇALVES-SOUZA; PAIVA, 2016). Embora várias espécies de formigas possam estabelecer essas relações com *Cecropia*, há um predomínio de interações com o gênero *Azteca* (VIEIRA et al., 2010). Nesse estudo, pretendemos verificar se e como as redes de interação entre formigas e *C. pachystachya* são influenciadas pela urbanização.

2. METODOLOGIA

A coleta dos dados foi realizada no município de Aquidauana (20°28'2" S, 55°47'13" W), localizado na porção central do estado de Mato Grosso do Sul, no ecótono entre Cerrado e Pantanal (Figura 1). O clima da região apresenta duas estações bem definidas, com verão quente e úmido (outubro a abril) e inverno seco (maio a setembro), sendo classificado como tropical tipo AW (PEEL et al., 2007). As coletas foram realizadas em período chuvoso, em novembro de 2017. A precipitação média anual é de 1.200 mm e as temperaturas máximas e mínimas de 33 e 19 °C, respectivamente (SCHIAVO et al., 2010).

Figura 2 – Localização da área de estudo, município de Aquidauana (MS, Brasil)



Fonte: Autoria própria.

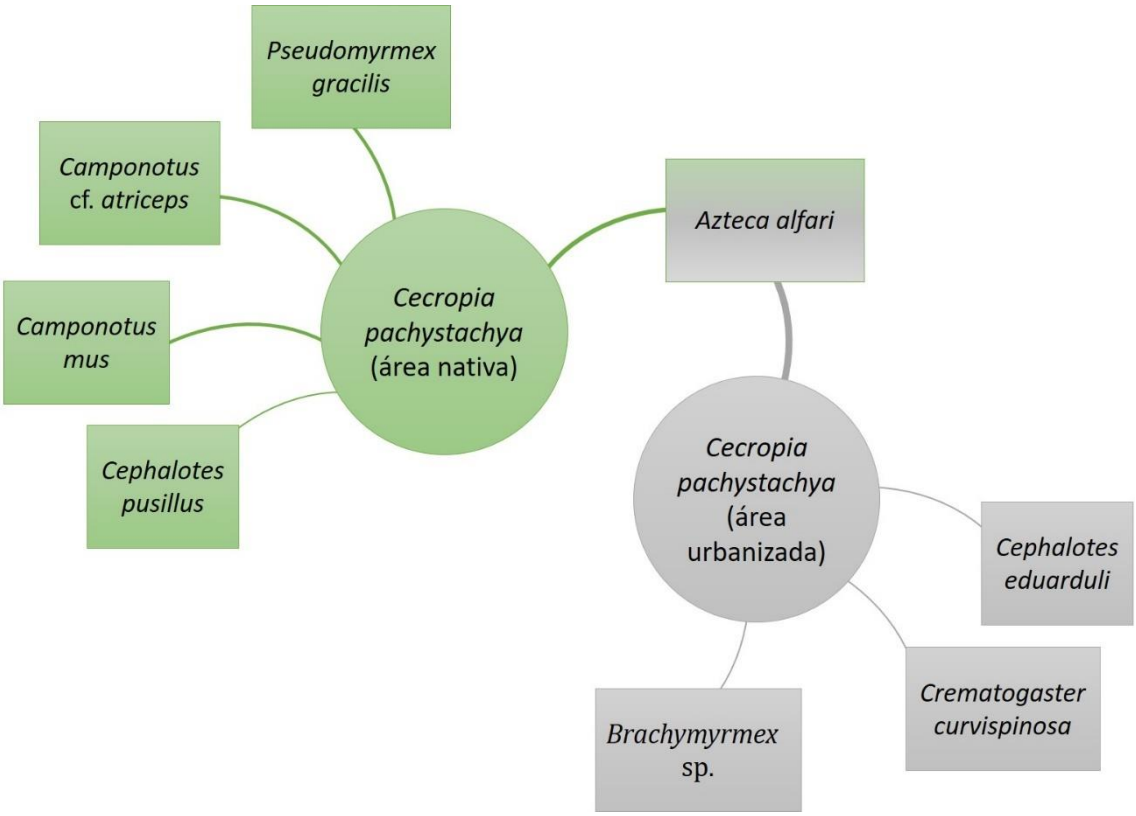
Foram selecionados 30 indivíduos de *C. pachystachya* com no mínimo 3 metros de altura, distantes entre si ao menos 50 metros. Os indivíduos estavam distribuídos em área urbana (N=15), marcadamente antropizadas, com impermeabilização do solo nas adjacências e presença de estruturas habitacionais no entrono (como terrenos baldios, quintais, canteiros e arborização viária) e em fragmentos florestais periurbanos (N=15) designados daqui em diante como área nativa. De cada planta foram coletados três ramos e todas as espécies de formigas presentes foram coletadas e acondicionadas em tubos contendo álcool 70%. As formigas foram identificadas com o auxílio de estereomicroscópio e chaves de identificação. As redes de interação foram representadas como um grafo, em que as embaúbas de diferentes ambientes foram representadas como círculos e as formigas presentes representadas como retângulos. Os *links* foram representados como linha e sua espessura representa a frequência de interações

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas nove espécies de formigas associadas à *C. pachystachya*, das quais apenas *Azteca alfari* Emery (1893) foi registrada tanto na área urbana quanto nativa. Quatro espécies de formigas foram registradas em área urbana e cinco espécies em área nativa. Na área urbana, 38,8% das plantas apresentava *A. alfari* e no ambiente nativo esse percentual foi de 60% (Figura 2). Embora tenha sido observada presença de formigas em todas as plantas em ambos os ambientes, os dados coletados indicam que as relações de interações entre *C. pachystachya* e formigas é modificada quanto às espécies que estruturam a rede e a frequência de interações.

Uma variedade de gêneros de formigas estabelece interações com *Cecropia,* mas *Azteca* costuma ser o mais comum e geralmente apenas uma colônia habita uma árvore (LONGINO, 1991). Juntamente com a colônia residente de *Azteca*, outras espécies de formigas podem ser encontradas vivendo ou forrageando na mesma árvore de *Cecropia* (VIEIRA et al., 2010). Entre os gêneros de formigas registrados em *Cecropia* estão *Brachymyrmex* Mayr, 1868 *Camponotus* Mayr, 1861, Cephalotes Latreille, 1802, *Crematogaster* Lund, 1831 e *Pseudomyrmex* Lund, 1831 (LONGINO, 1991; REIS et al., 2013), os quais foram também registrados no presente estudo.

Figura 2 – Rede de interações entre *Cecropia pachystachya* e formigas em áreas nativas e urbanizadas no Ecótono Cerrado-Pantanal (Aquidauana, MS). Círculos representam as plantas e retângulos as formigas, a espessura das linhas representa a frequência da interação.



Fonte: Autoria própria.

Essa diversidade de formigas que vive ou utiliza as embaúbas ainda é pouco conhecida, bem como os fatores que afetam essas interações. Pesquisas adicionais são necessárias para entender melhor como as interações e processos ecossistêmicos são afetados por variáveis espaço-temporais e como essas variações se estabelecem em ambientes urbanizados. Inicialmente hipotetizamos que a urbanização poderia atuar como um filtro ambiental, simplificando a diversidade da comunidade que passaria a apresentar em ambiente urbano um subconjunto de espécies que ocorrem em ambiente com vegetação nativa. A composição das comunidades locais seria, portanto, um produto da filtragem abiótica e biótica de características do *pool* regional (ZOBEL, 2016; SPASOJEVIC et al., 2018). Esse *pool* regional de espécies constitui o conjunto de espécies que poderiam potencialmente colonizar e se estabelecer dentro de uma comunidade (ZOBEL, 1997; LESSARD et al., 2012).

Contudo, o que observamos foi um processo de substituição de espécies, com pouca semelhança entre as áreas. A filtragem de espécies de um *pool* regional para comunidades locais ainda é mal compreendida em áreas urbanas, principalmente por causa de uma grande variedade de fatores agindo ao mesmo tempo (WILLIAMS et al., 2015). Deste modo é necessária uma análise abrangente das respostas das espécies à urbanização e a investigação das variáveis que afetam as diferentes comunidades.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificamos que a composição de espécies de formigas interagindo com *Cecropia pachystachya* variou entre ambientes urbanos e ambientes com vegetação nativa. Os fatores que afetam comunidades e interações em ambiente urbano ainda são mal compreendidos e uma grande variedade deles pode atuar simultaneamente e sinergicamente. Deste modo é necessária uma análise abrangente das respostas das espécies à urbanização e a investigação das variáveis que afetam as diferentes comunidades.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – MEC, com financiamento da publicação através do Edital Mulheres na Ciência (Nº 40/2020 - PROPP/UFMS). Os autores agradecem à Diogo Carillo, Leandro Caori e Simara Gaioso pelo auxílio na coleta de dados e suporte.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-BUYLLA, E.R.; MARTINEZ-RAMOS, M. Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a neotropical pioneer tree - an evaluation of the climax-pioneer paradigm for Tropical Rain Forests. Journal of Ecology, v. 80, n. 1, p 275-290, 1992.

AMUNDSON, R.; BERHE, A.A.; HOPMANS, J.W.; OLSON, C.; SZTEIN, A.E.; SPARKS, D.L. Soil and human security in the 21st century. Science, v.348, 1261071, 2015.

BROKAW, N.V.L. Gap-phase regeneration of three pioneer tree species in a Tropical Forest. Journal of Ecology, v. 75, p. 9-19, 1987.

CHAPIN, F. S.; ZAVALETA, E. S.; EVINER, V. T.; NAYLOR, R. L.; VITOUSEK, P. M.; REYNOLDS, H. L.; HOOPER, D. U.; LAVOREL, S.; SALA, O. E.; HOBBIE, S. E.; MACK, M. C.; DÍAZ, S. Consequences of changing biodiversity. Nature, v. 405, n. 6783, p. 234-242, 2000.

DAR, P. A.; RESHI, Z. A. Components, processes and consequences of biotic homogenization: a review. Contemporary Problems in Ecology, v. 7, p.123-136, 2014.

DEL-CLARO, K., BERTO, V.; RÉU, W. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). Journal of Tropical Ecology, vol. 12, no. 6, p. 887-892, 1996.

FORMAN, R. Urban Ecology: Science of Cities. United Kingdom, Cambridge: Cambridge University Press. 2014, 462p.

GAGO, E. J.; ROLDAN, J.; ORDÓÑEZ, J. The city and urban heat islands : A review of strategies to mitigate adverse effects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 25, p. 749–758, 2013.

GONÇALVES-SOUZA, P.; PAIVA, E. A. S. Food bodies of *Cecropia pachystachya* (Cecropiaceae) leaves: structural and functional features suggesting complementary role to Müllerian bodies. New Zealand Journal of Botany, v. 54, n. 3, p. 323-334, 2016.

GRIMM, N.B.; FAETH, S.H.; GOLUBIEWSKI, N.E.; WU, J.; BAI, X.M.; BRIGGS, J.M. Global change and the ecology of cities. Science, v. 319, p. 756–760, 2008.

HARADA, A. Y.; BENSON, W. W. Espécies de *Azteca* (Hymenoptera, Formicidae) especializadas em *Cecropia* spp. (Moraceae): Distribuição Geográfica e Considerações ecológicas. Revista Brasileira de Entomologia, v. 32, p. 423-435, 1988.

HERNANDEZ, J. L.; FRANKIE, G. W.; THORP, R. W. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. Cities and the Environment, v. 2, n. 1, p.1-15, 2009.

HUA, L.; ZHANG, X.; NIE, Q.; SUN, F.; TANG, L. The impacts of the expansion of urban impervious surfaces on urban heat islands in a Coastal City in China. Sustainability, v. 12, n. 475, p. 1-21, 2020.

IBGE. Censo demográfico 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html. Acesso em 30/04/2021.

KÜHN, I.; KLOTZ, S. Urbanization and homogenization–comparing the floras of urban and rural areas in Germany. Biological Conservation, v. 127, n. 3, v.292-300, 2006.

LESSARD, J. P.; BELMAKER, J.; MYERS, J. A.; CHASE, J. M.; RAHBEK, C. Inferring local ecological processes amid species pool influences. Trends in Ecology and Evolution, v. 27, p. 600–607, 2012.

LIU, Z.; HE, C.; WU, J. The relationship between habitat loss and fragmentation during urbanization: An empirical evaluation from 16 world cities. PLoS ONE, v. 11, n. 4, p. 1–18, 2016.

LONGINO, J.T. Taxonomy of the *Cecropia*-inhabiting *Azteca* ants. Journal of Natural History, v. 25, p. 1571-1602, 1991.

LOSOSOVÁ, Z.; CHYTRÝ, M.; TICHÝ, L.; DANIHELKA, J.; FAJMON, K.; HÁJEK, O.; KINTROVÁ, K.; LÁNÍKOVÁ, D.; OTÝPKOVÁA, Z.; ŘEHOŘEK, V. Biotic homogenization of Central European urban floras depends on residence time of alien species and habitat types. Biological Conservation, v. 145, n. 1, p. 179-184, 2012.

MACH, M.E.; MARTONE, R.G.; CHAN, K.M.A. Human impacts and ecosystem services: Insufficient research for trade-off evaluation. Ecosystem services, v. 16, p. 112–120, 2015.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of species homogenization. Biological Conservation, v. 127, p.247-260, 2006.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, p. 853-858, 2000.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences, v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 2007.

REIS, P.C.J.; ROCHA, W.D.; FALCÃO, L.A.D; GUERRA, T.J.; NEVES, F.S. Ant fauna on *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae) trees in an Atlantic Forest area, Southeastern Brazil. Sociobiology, v. 60, n. 3, p. 222-228, 2013.

RICKSON, F.R. Anatomical development of the leaf trichilium and Müllerian bodies of *Cecropia peltata* L. American Journal of Botany, v. 63, p. 1266–1271, 1976.

RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, PS. The ecology and evolution of ant-plant interactions. 1st ed. Chicago: University of Chicago Press. 2007, 320 p.

ROCHA, E.A.; FELLOWES, M.D.E. Does urbanization explain differences in interactions between an insect herbivore and its natural enemies and mutualists? Urban Ecosyst, v. 21, p. 405–417, 2018.

ROSUMEK, FB.; SILVEIRA, FAO.; NEVES, F.; BARBOSA, NP.; DINIZ, L.; OKI, Y.; PEZZINI, F.; FERNANDES, GW.; CORNELISSEN, T. Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses. Oecologia, v. 160, n. 3, p. 537-549, 2009.

SCHIAVO, J.A.; PEREIRA, M.G.; MIRANDA, L.P.M.; NETO, A.H.D.; FONTANA A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana- MS. Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 34, p. 881-889, 2010.

SETO, K. A.; PARNELL, S.; ELMQVIST, T. Global outlook on urbanization. In: ELMQVIST, T.; FRAGKIAS, M.; GOODNESS, J.; GUNERALP, B.; MARCOTULLIO, P. J.; MCDONALD, R. I.; PARNELL, S.; SCHEWENIUS, M.; SENDSTAD, M.; SETO, K. C.; WILKINSON, C. (eds) Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities. Springer, p.1-12, 2013.

SPASOJEVIC, M. J.; CATANO, C. P.; LAMANNA, J. A.; MYERS, J. A. 2018. Integrating species into species pools. Ecology, v. 99, p. 1265–1276, 2018

STEELE, M. K.; MCDOWELL, W. H.; AITKENHEAD-PETERSON, J. A. (2010). Chemistry of Urban, Suburban, and Rural Surface Waters. In: AITKENHEAD-PETERSON, J., VOLDER, A. Urban Ecosystem Ecology, Agronomy Monographs, 2010, p. 297–339.

VIEIRA, A. S.: FACCENDA, O.; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F.; FERNANDES, W.D. Nest structure and occurrence of three species of *Azteca* (Hymenoptera, Formicidae) in *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) in non-floodable and floodable pantanal areas. Revista Brasileira de Entomologia, v. 54, p. 441-445, 2010.

WEBBER, B. L.; MOOG, J.; CURTIS, A. S. O.; WOODROW, I. E.. The diversity of ant–plant interactions in the rainforest understory tree, *Ryparosa* (Achariaceae): food bodies, domatia, prostomata, and hemipteran trophobiontsBotanical Journal of the Linnean Society, vol. 154, no. 3, p. 353-371, 2007.

WILLIAMS, N. S. G.; HAHS, A. K.; VESK, P. A. Urbanisation, plant traits and the composition of urban floras. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 17, p. 78–86, 2015.

ZOBEL, M. The relative role of species pools in determining plant species richness. An alternative explanation of species coexistence? Trends in Ecology and Evolution, v. 12, p. 266–269, 1997.

ZOBEL, M. The species pool concept as a framework for studying patterns of plant diversity. Journal of Vegetation Science, v. 27, p. 8–18, 2016.

CAPÍTULO VI

CONHECIMENTO DO SOLO E PLANEJAMENTO URBANO

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-6

Andréia Bárbara Serpa Dantas[1]
Ana Carolina dos Santos Cunha [2]
Antonio Hélder Rodrigues Sampaio [3]
Maria Iraildes de Almeida Silva Matias [4]
Matheus Gonçalves da Silva Souza [5]

[1] Mestranda em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – IF Baiano *Campus* Serrinha - BA
[2] Mestranda em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – IF Baiano *Campus* Serrinha – BA
[3] Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – IF Baiano *Campus* Serrinha – BA
[4] Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – IF Baiano *Campus* Serrinha – BA
[5] Mestrando em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – IF Baiano Campus Serrinha - BA

RESUMO

O processo de urbanização desordenado no Brasil tem sido acompanhado de impactos ambientais e sociais recorrentes. Planejar o uso dessas áreas requer, entre outros fatores, o conhecimento dos solos, elemento basilar no desenvolvimento das cidades. As áreas urbanas são as que mais sofreram modificações antrópicas ao longo da sua história de acordo com seus interesses econômicos, sociais e políticos. Os "solos urbanos" caracterizados, principalmente, pelas intervenções humanas, têm seu uso negligenciado quanto à sua aptidão gerando problemas ambientais nas áreas de maior concentração populacional. O presente trabalho objetivou apresentar informações disponíveis na literatura científica sobre a importância do conhecimento do solo para um planejamento urbano ambientalmente mais equilibrado de modo que permita o uso mais adequado dos recursos naturais e previna-se acidentes e situações de risco em áreas de uso inapropriado. Os estudos desses solos têm gerado conceitos na busca de caracterizá-los e inseri-los no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Contudo, o grau de antropização definiu características aos solos urbanos bastante diferentes dos tipos de solos já classificados pelo SiBCS. Apesar da importância em se considerar a aptidão dos solos para construção de cidades sustentáveis, não existe no Brasil um sistema oficial para análise da aptidão dos solos urbanos. Alguns estudos têm proposto novos métodos de análise, fontes de dados e informações capazes de gerar classes de potencial de uso do solo urbano, para isso tecnologias como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são exemplos de importantes ferramentas que simplificam e geram informações eficientes quanto ao uso mais adequado dos solos no planejamento das cidades.

Palavras-chave: Antropossolos. Aptidão do solo. Solos urbanos.

1. INTRODUÇÃO

O solo constitui um conjunto de corpos naturais que compõem a estrutura elementar da paisagem, composta por materiais orgânicos e inorgânicos e ocupa a maior parte da superfície continental do nosso planeta. Seu desenvolvimento demanda tempo para compor a cobertura pedológica que reveste as áreas emersas da Terra. Fatores como a ação da biosfera, da hidrosfera, da litosfera, da atmosfera e condições geomorfológicas, compõem elementos de transformação do material de origem (LADEIRA, 2012).

Desde a sedentarização, o homem tem provocado alterações no ambiente em que vive. Sua dependência do solo para sobrevivência o tem caracterizado como agente pedogenético, seja desenvolvendo práticas agrícolas ou eliminando e modificando a cobertura vegetal.

Assim, o ser humano também tem sido considerado como um dos fatores de formação do solo, de acordo com o conceito de Antropossolo de Ladeira (2012), e, principalmente, como agente que o degrada. O ambiente tem sofrido profundas modificações pela ação humana, resultado disso são volumes pedológicos com características distintas dos solos naturais e atributos muito diferenciados (CURCIO et al., 2004).

As áreas urbanas são as que mais sofreram modificações por ação humana ao longo da história. No Brasil, o processo de urbanização começou desde tempos remotos e seu crescimento sem planejamento tem mostrado a vulnerabilidade de áreas ocupadas pela população. As ocupações irregulares associadas aos domicílios construídos sobre solos urbanos sem estudo e planejamento, para implantação de uma construção adequada, têm potencializado os problemas nas áreas urbanas do país. “O uso do solo é intensificado de acordo com interesses econômicos e políticos, ficando de lado a qualidade de vida, o que prejudica a parte social e acarreta grandes desequilíbrios ao meio ambiente” (MOURA, 2004, p.1)

Há áreas que ao atingir alto grau de ocupação humana provoca efeitos de gênese e morfogênese dos solos naturais. Essas “mudanças modificam as estruturas morfológicas, química e física dos solos em diversos níveis de evolução condicionando

então a formação de solos com características provenientes da ação antrópica" (ARAÚJO, 2017, p. 24).

Apresentar informações disponíveis na literatura científica sobre a importância do conhecimento do solo para um planejamento urbano ambientalmente mais equilibrado que é o que tem sido visto como uma medida sustentável, constitui-se no objetivo deste trabalho.

2. DEFINIÇÃO DE SOLO

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) - O solo é definido como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e podem ser modificados por interferências antrópicas (DOS SANTOS, 2018).

3. CONCEITO DE SOLOS URBANOS

O conceito de solo é amplo, segundo de Araújo Pedron et al. (2004):

> São corpos naturais desenvolvidos ao longo do tempo de centenas a milhares de anos, e constituem a pedosfera que é uma delgada camada da superfície da Terra. Esta cobertura é constituída por uma camada de material alterado que se localiza entre a atmosfera e a litosfera, é fortemente influenciada pela biosfera e pela hidrosfera. Esta camada é o resultado das inúmeras combinações de fatores (clima, organismos, tempo, relevo) e de processos (remoção de materiais, adição, transporte e transformação) que atuam sobre os materiais de origem (rochas, sedimentos, depósitos orgânicos) e condicionam a variedade de solos encontrados (de Araújo Pedron et al., 2004, p.1647).

O termo "solos urbanos" foi usado pela primeira vez por Zemlyanitskiy (1963) para descrever as características de solos altamente alterados em área urbanas (LEHMANN & STAHR, 2007). Esta terminologia continua sendo empregada em estudos que avaliam as características e o manejo dos solos em perímetro urbano (DE KIMPE; MOREL, 2000; JIM, 1998; DE KIMPE & MOREL; 2000; LU et al., 2003). Os solos urbanos foram conceituados como solo com camada superficial não agrícola formada pela ação antrópica com mais de 50 cm de espessura, resultante da mistura de materiais minerais

e orgânicos, deposição e contaminação, em áreas urbanas (BOCKHEIM, 1974; CRAUL, 1992; CRAUL; KLEIN, 1980;).

Alguns estudos têm atribuído o conceito "solos antropogênicos" para caracterizar os solos formados/alterados pela ação antrópica, englobando os solos em ambiente urbanos ou não. Outro conceito também tem sido atribuído para solos urbanos como solos naturalmente formados com alterações na sua constituição devido a contaminação por algum processo de poluição (LEHMANN; STAHR, 2007; MOREL et al., 2017).

No Brasil, os estudos para o desenvolvimento de um sistema de classificação de solos tiveram início na década de 70, com esforços de diversas instituições de ensino e pesquisa, e sob a coordenação da Embrapa Solos, em 1997 foi publicada a 1ª edição. O Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SiBCS) encontra-se atualmente na sua 5ª Edição. O SiBCS é um sistema taxonômico de solos, hierárquico, multicategórico e aberto, com a finalidade de classificar todos os solos existentes no Brasil. Nesta classificação, os solos brasileiros estão englobados em 13 tipos, não sendo observada uma classificação específica para os solos urbanos.

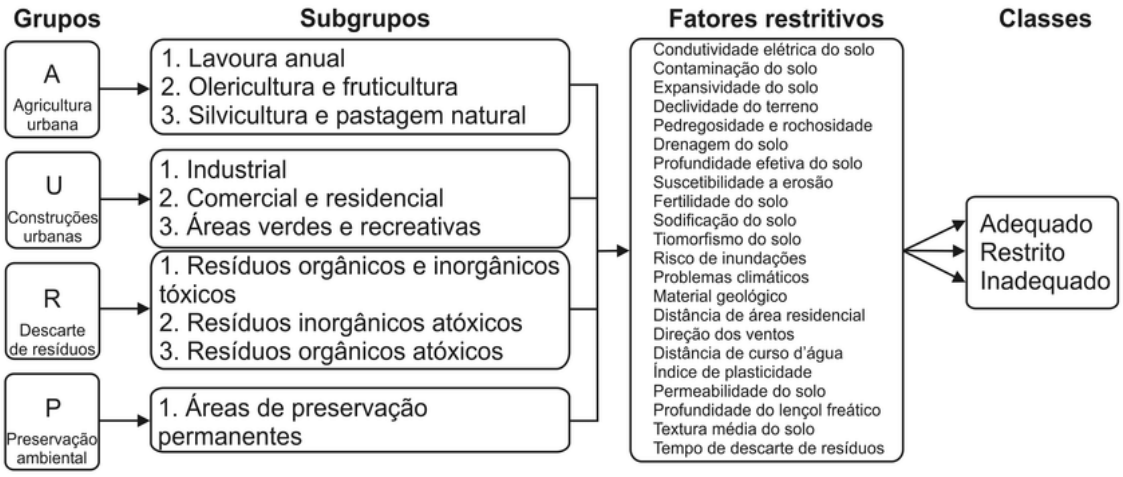
Segundo Crespolini e Nascimento (2021), a falta de informações detalhadas sobre os solos brasileiros é um grande entrave para o desenvolvimento do país, sendo que apenas 5% do território nacional conta com mapeamentos em escalas adequadas, dificultando ações para a promoção do desenvolvimento sustentável. Segundo esses autores, o Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos) pode mudar este cenário, pois há previsão de mapear minuciosamente os solos do país até 2048, em escalas que permitam um nível de detalhamento muito significativo dos solos. Embora ainda não conste uma classificação específica para os solos urbanos, espera-se que um mapeamento mais detalhado dos solos brasileiros dê subsídios para análise da capacidade de uso para destes ambientes, doravante a importância em estudar a Geomorfologia urbana buscando obter subsídio para o planejamento de um determinado território.

Os solos urbanos têm sido discutidos em todo mundo e considerados como uma subdivisão dos solos antrópicos, a despeito do que já ocorrem em alguns sistemas de classificação, a exemplo do sistema Russo (DE ARAÚJO PEDRON et al., 2004).

Geralmente os sistemas de classificação de solos mundiais utilizam métodos morfológicos relativos aos processos de formação dos solos, os quais estabelecem as classes de solos. A maioria desses solos são denominados solos antrópicos (DE ARAÚJO PEDRON et al., 2004, p.2).

O autor de Araújo Pedron (2005) apresenta uma nova metodologia para descrever os solos urbanos. É possível gerar o mapa de aptidão do solo urbano da área em estudo através do SAPUT - Sistema de Avaliação do Potencial de uso das Terras (Figura 1). Ele criou terminologias como grupos, subgrupos e classes definindo alguns fatores de risco para adequar a cada uma das classes. Esse consiste no primeiro sistema para solos urbanos desenvolvido no Brasil, com algumas limitações. É relativamente recente, mas já foi aplicado, pelo próprio autor em solos do perímetro urbano de Santa Maria, RS, definindo bem as aptidões do solo na região.

Figura 1 – Organograma do Sistema de Avaliação do Potencial de Uso das Terras - SAPUT



Fonte: DE ARAÚJO PEDRON (2005).

Além do SAPUT, existe a proposição sobre a inserção do termo Antropossolo no Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (SiBCS). CURCIO et al. (2004) propuseram através de "Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª aproximação)", a definição destes volumes de solos antropizados e a classificação desses solos. Trata-se de uma proposta que apresenta uma estrutura hierárquica de 90 subgrupos, 15 grandes-grupos e 4 subordens. A descrição de cada critério estabelece a especificidade na informação sobre esses volumes possibilitando a inferência sobre o comportamento desses frente aos

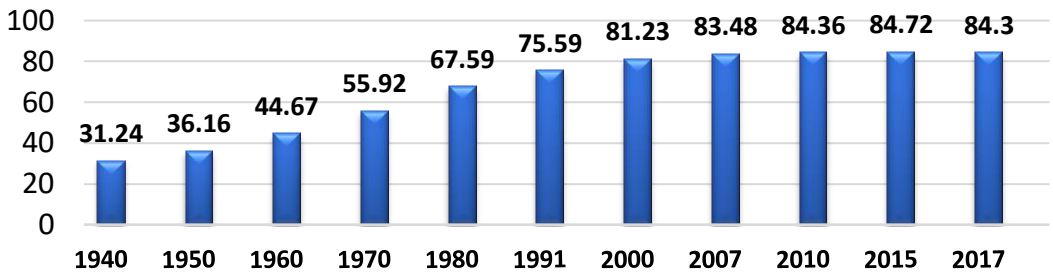
diferentes tipos de uso, a capacidade de resiliência e o potencial de contaminação do ambiente (CURCIO et al., 2004). As discussões são pertinentes e exigem estudo, cautela e tempo para maturar uma possibilidade concreta de uma nova classe com suas particularidades para integrar as classes de solos já bem definidas no SiBCS.

4. HISTÓRICO DA URBANIZAÇÃO NO BRASIL

Ao longo da história o homem modificou o solo. A taxa de crescimento da erosão antrópica aumentou ainda mais rapidamente desde o final da Segunda Guerra Mundial. Isso tem sido consequência das economias globalizadas e do crescimento explosivo da população, industrialização e urbanização. No Brasil, as décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pelo processo de êxodo rural motivado pela mecanização da agricultura, seca em algumas regiões do país, baixa dos preços dos produtos agrícolas, dentre outras causas (SIQUEIRA, 2013). Esse fenômeno deslocou muitos trabalhadores do campo para as cidades contribuindo com a urbanização do país. Este deslocamento ainda ocorre atualmente, porém em percentuais menores.

O fenômeno da metropolização, cuja ocupação urbana ultrapassa os limites das cidades, foi gerado pelo intenso processo de urbanização no Brasil proporcionando o desenvolvimento de grandes centros metropolitanos. A Figura 2 apresenta esse crescimento, em que de 1940 a 2017 houve aumento de 63% na urbanização do país no espaço de 77 anos.

Figura 2 - Taxa de urbanização no Brasil



Fonte: IBGE (2020); EMBRAPA (2020).

5. FUNÇÕES DO SOLO NO MEIO URBANO

Segundo de Araújo Pedron et al. (2004, p. 1649) as funções desempenhadas pelos solos no meio urbano primordialmente são como "suporte e fonte de material para obras civis, sustento das agriculturas urbanas, suburbanas e de áreas verdes, meio para descarte de resíduos e armazenamento e filtragem de águas pluviais". O solo nos oferece serviços ecossistêmicos, como a recarga de aquíferos, armazenamento de carbono, retenção de nitrogênio. Nesses espaços também o solo é utilizado como sustento das agriculturas urbanas, suburbanas e de áreas verdes, por pessoas que produzem alimentos, principalmente hortas, remédios caseiros, além de alguns pomares.

Lamentavelmente, o solo tem sido utilizado como meio de descarte do resíduo produzido no meio urbano causando sua degradação através da contaminação e proliferação de doenças, realidade essa que reflete o despreparo das pessoas quanto ao uso consciente desse recurso. O solo também tem seu uso para cemitérios e como suporte para obras civis e neste contexto para as construções diversas, sejam casas, indústrias, loteamentos etc. O solo também serve como oferta de minerais, a exemplo da cidade de Camaçari-Bahia, em que mesmo em área urbana se mantém um processo de exploração extrativa, sobretudo, a retirada de areia (DE BRUM et al., 2001).

As funções nas cidades apresentam-se comprometidas diante do uso equivocado podendo ocasionar compactação do solo, reduzindo a porosidade e a infiltração de água, aumentando o escoamento superficial e potencializando casos de enchentes. Desse modo se evidencia que no processo de urbanização ao não incluir o recurso natural solo no planejamento, as alterações advindas do mau uso acarretam perdas tanto materiais quanto humanas, a exemplo dos eventos de deslizamento de terras (DE ARAÚJO PEDRON et al., 2004).

6. APTIDÃO DO SOLO

De modo a conhecer o potencial de uso dos solos para fins de planejamento e uso das terras, os profissionais das ciências agrárias fazem uso da metodologia atualizada por Ramalho e Becker (1995), que consiste num sistema de avaliação de

aptidão agrícola das terras, sendo este método adequado para avaliação de grandes extensões de terra e o mais utilizado no Brasil, nele são considerados cinco fatores básicos: deficiência de fertilidade natural, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade a erosão e o impedimento à mecanização (OLIVEIRA, 2015). Deste modo, é possível identificar as áreas mais propícias aos diversos usos do solo e os tratos culturais que podem ser aplicados, minimizando os riscos de insucessos da lavoura, aumentando o retorno dos produtores, colaborando na preservação do meio ambiente e auxiliando no planejamento dos estados e municípios (EMBRAPA, 2016).

No entanto, tal ferramenta tem sido aplicada quase que exclusivamente na zona rural, não havendo a preocupação em se identificar os limites e fragilidades do solo nos centros urbanos. Segundo de Araújo Pedron et al. (2004), no processo de ordenamento das áreas urbanas, a aptidão de uso dos solos deve ser considerada, observando suas potencialidades e respeitando suas limitações e fragilidades. Desse modo, é possível zonear os municípios, definindo a ocupação e uso do solo conforme sua aptidão evitando danos ao meio ambiente e a ocorrência de alagamentos, deslizamentos de terra, contaminação do lençol freático e do solo.

Apesar da importância em se considerar a aptidão dos solos para construção de cidades sustentáveis, não existe no Brasil um sistema oficial de para análise da aptidão dos solos urbanos. Mesmo que pareça promissor, o Sistema de Avaliação do Potencial de Uso Urbano das Terras – SAPUT, proposto por de Araújo Pedron (2005), numa breve revisão de literatura, não se identificou a utilização do sistema, a não ser pelo próprio autor. De acordo com de Araújo Pedron et al. (2007) os engenheiros civis utilizam, no geral, o Sistema Unificado de Classificação de Solos, porém este considera apenas os atributos físicos dos solos e de materiais geológicos, tendo em vista à sustentação das obras de engenharia, porém as características ambientais da paisagem não são levadas em consideração.

O único documento até então reconhecido oficialmente para avaliar a aptidão dos solos em áreas urbanas são as Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização que se constituem em:

> [...] documentos cartográficos que traduzem a capacidade dos terrenos para suportar os diferentes usos e práticas da engenharia e do urbanismo, com o mínimo de impacto possível e com o maior nível de segurança para a

> população. São entendidos como documentos estratégicos para o crescimento planejado da ocupação adequada do meio físico. O seu objetivo é caracterizar os terrenos do ponto de vista geológico-geotécnico e definir as aptidões à ocupação quanto à probabilidade de ocorrência dos desastres naturais aqui tratados, em regiões metropolitanas não ocupadas e zonas não ocupadas que caracterizam áreas de expansão a médio e longo prazos. (CPRM, 2020, p.1).

As Cartas Geotécnicas, permitem um mapeamento numa escala de 1:10.000 constituindo-se num instrumento importante para expansão urbana e representam um avanço frente ao Sistema Unificado de Classificação de Solos, visto que sua aplicação para além da capacidade de sustentação das obras civis, pois ao prever movimento de massa e nas encostas e eventos destrutivos de natureza hidrológica permite ao poder público, uma vez tendo conhecimento das mesmas, evitar instalações em áreas de riscos, reduzindo, consequentemente, os custos financeiros, sociais e de vidas.

Embora já seja um avanço frente ao Sistema Unificado, as Cartas se limitam a áreas que ainda não foram exploradas e não enfocam a preservação da natureza nas áreas urbanas, mas associadas com o zoneamento ambiental podem trazer resultados muito significativos na gestão territorial dos municípios.

7. GESTÃO DO USO DOS SOLOS URBANOS

A Constituição federal de 1988 que atribui aos municípios a competência pelo ordenamento do uso do solo, para regulamentar os artigos 183 e 184 da referida Constituição, que tratam da execução da política urbana foi publicada em 10 de julho de 2001 a Lei Nº 10.257, Estatuto da Cidade, “que estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (BRASIL, 2001).

Dentre os instrumentos da política urbana estão o Plano Diretor, cuja obrigatoriedade está condicionada no artigo 14 do Estatuto, cujo objetivo é orientar a atuação do poder público na ocupação do uso do solo, tal ocupação deve ser equitativa distribuindo de forma igualitária os benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização, respeitando o Zoneamento Ambiental, que é o instrumento que identifica as principais fragilidades e vulnerabilidades existentes no município com o objetivo de salvaguarda dos recursos naturais existentes, de modo que a ocupação do território se

dê de forma racional mantendo o equilíbrio ambiental, garantindo assim qualidade de vida à população (HONDA et al. 2015).

Além dos instrumentos do Estatuto da Cidade, o Licenciamento Ambiental e o Licenciamento Urbanístico são instrumentos aliados na ocupação do território, visto que o Zoneamento se dá numa escala macro e o Licenciamento permite observar as especificidades de cada parcela do solo que é ocupada (SILVA; WERLE, 2007).

8. PROBLEMAS GERADOS NA OCUPAÇÃO DOS SOLOS URBANOS

A despeito do arcabouço legal, na prática a ocupação dos solos urbanos tem ocorrido sem rigor técnico-teórico (SILVA; WERLE, 2007), o desenvolvimento urbano, sem observar a capacidade dos solos tem trazido graves consequências para as cidades, resultando em perda de vidas, deterioração da saúde de munícipes, alagamentos, escorrimento de esgoto à céu aberto, contaminação de solo, contaminação de mananciais, consequências do descarte de resíduos e instalação de indústrias em áreas inadequadas, construção de moradias em encostas a ocupação e impermeabilização de área alagadiças, a instalação de cemitérios em solos inservíveis para esta função dentre outros.

Um exemplo desta inadequação quanto ao uso do solo foi evidenciado em pesquisa realizada por Marques-Silva, geólogo que analisou 1000 Cemitérios, dos quais 75% apresentavam problemas sanitários e ambientais em razão do fato de terem sido instalados em áreas inadequadas, como várzeas, morros e lençóis freáticos rasos (MACIEL, 2012). Outro problema frequente no país são as inundações, estudo de Carneiro et al. (2010) apontou que as inundações na bacia decorrem basicamente do processo de ocupação e uso do solo, inadequado às condições particulares da Baixada Fluminense.

Os lixões e aterros sanitários na zona urbana são reflexos do desrespeito ao uso racional desse recurso natural. Aterros estão muitas vezes localizados em áreas que são de recarga de aquífero, cujos materiais contaminantes provocam a contaminação da água que abastece a população, ocasionando problemas sérios para a sociedade.

A imagem abaixo (Figura 3) traz o caso de enchentes em Cachoeiro do Itapemirim – ES, em que se observa nitidamente que os imóveis foram construídos na proximidade

de um rio impermeabilizando o solo no seu entorno, ficando flagrante que não se considerou a área de preservação permanente, extrapolando os limites estabelecidos pelo código florestal.

Figura 3 - Enchente em Cachoeiro do Itapemirim - ES

Fonte: CHAGAS (2021).

Analisando a ocupação do solo sob o viés socioeconômico, percebe-se que historicamente as populações de classes desfavorecidas economicamente, têm se estabelecido em áreas urbanas de risco ambiental, seja em encostas ou áreas propensas a alagamentos, e estão sujeitas aos desastres naturais.

O deslizamento de terra é um problema muito comum nos solos urbanos brasileiros. A cidade de Salvador, por exemplo, é marcada pelo processo irregular de ocupação e uso do solo, o que tem acarretado historicamente em acidentes trágicos ligados aos deslizamentos de terra (SILVA, 2005). Ao analisar as condições das moradias e os locais de ocupação dessas áreas, ao longo do território nacional, se percebe o quanto o Brasil está distante de possuir cidades sustentáveis (IBGE, 2017).

Ademais, a insuficiência na construção de moradias populares em locais adequados e com um correto planejamento urbano, tem resultado, no crescimento contínuo das favelas e dos loteamentos irregulares, proporcionando a ocupação de áreas de solos inadequadas a esse tipo de uso, o que tem aumentado o número de acidentes por desastres naturais nos grandes centros urbanos brasileiros.

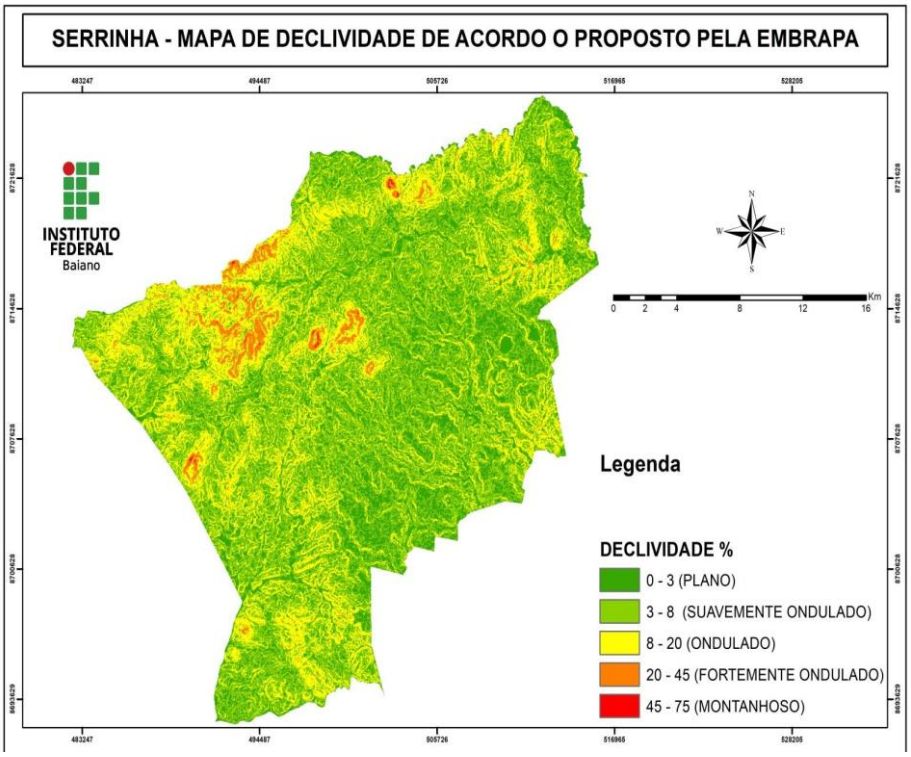
9. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E PLANEJAMENTO DE USO DO SOLO

Os sistemas de informações geográficas (SIGs) são um importante instrumento para o planejamento urbano. Através de ferramentas e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto é possível otimizar os levantamentos pedológicos e o planejamento de uso das áreas urbanas. Através da análise de uma imagem de satélite por exemplo, é possível observar informações sobre declividade do solo, cursos d'água, vegetação, dentre outros dados.

Os mapas são instrumentos que auxiliam na tomada de decisão no que tange ao uso e ocupação do solo no planejamento urbano.

Ao analisar a figura 4, mapa de declividade do Município de Serrinha , cuja imagem de satélite foi extraída a partir da United States Geological Survey – USGS e os dados de declividade obtidos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo - Embrapa (2018), é possível obter informações que subsidiarão as melhores áreas para a implantação de um aterro sanitário por exemplo, tomando como base a declividade do terreno, a partir daí, é importante observar a classificação do solo, sua profundidade, textura, entre outros fatores, preconizados na legislação aplicada ao licenciamento ambiental de aterros sanitários.

Figura 4 – Mapa de declividade do Município de Serrinha de acordo com o proposto pela EMBRAPA.



Fonte: USGS, 2020; EMBRAPA, 2018.

Dessa forma, a utilização dos SIGs permite a criação de banco de dados e documentos cartográficos, com as mais diversas informações que servirão de base para o planejamento das ações no que se refere ao planejamento ambiental e urbano, possibilitando o atendimento das demandas relacionadas ao solo como necessidades humanas e conservação ambiental.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No planejamento/ocupação urbana os aspectos pedológicos são tão essenciais quanto os sociais, econômicos e de manejo ambiental, existindo relação direta entre a degradação dos solos e a qualidade de vida. Variados problemas seriam evitados/minimizados a partir do conhecimento produzido, publicizado e colocado em prática acerca de qual seja o melhor uso e manejo desse importante recurso natural no espaço urbano considerando suas limitações e potencialidades. Problemas como deslizamentos, enchentes, poluição das áreas são alguns dos problemas relativos ao mal

uso dos solos em áreas urbanas que poderiam ser evitados pelo uso adequado do conhecimento sobre solos no planejamento das cidades. Um mapeamento detalhado dos solos brasileiros, incluíndo áreas rurais e urbanas, a partir de levantamentos de campo, associados ao uso de SIG's e técnica de geoprocessamento, torna-se necessário para o equilíbrio entre os diferentes usos do solo e a conservação desse recurso natural.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. de. Solos Urbanos e Antropossolos: uma revisão bibliográfica de conceitos. *In:* Jornada Científica da Unemat, 2017, Cáceres. **Anais V.8**. Cáceres: Jornada Científica da Unemat, 2017. p. 24-26.

BOCKHEIM, J. G. Nature and properties of highly-disturbed urban soils, Philadelphia, Pennsylvania. **Div. S-5, Soil Science Society of America, Chicago, Illinois**, 1974.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 10 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 28 mai. 2021.

CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira et al. A gestão integrada de recursos hídricos e do uso do solo em bacias urbano-metropolitanas: o controle de inundações na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí, na Baixada Fluminense. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 29-49, 2010.

CHAGAS, R. **A Gazeta Cotidiano**. Disponível em: https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/enchente-cachoeiro-um-ano-depois-moradores-e-comerciantes-nao-esquecem-tragedia-0121. Acesso em: 20 jan. 2021.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização**. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-Aplicada/Saiba-Mais---Cartas-Geotecnicas-de-Aptidao-a-Urbanizacao-5369.html. Acesso em: 14 out. 2020.

CRAUL, Phillip J. **Urban soil in landscape design.** Wiley, New York. 1992.

CRAUL, Phillip J.; KLEIN, Charles J. Characterization of streetside soils of Syracuse, New York. *In:* Karnosky, David F. (edit.). **Metropolitan Tree Improvement Alliance (METRIA) Proceedings**. 1980.

CRESPOLINI, M.; NASCIMENTO, P. P. PronaSolos: gestão do solo e da água para o desenvolvimento sustentável. **Correio Braziliense**, 2021.

CURCIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. Antropossolos: proposta de ordem (1ª aproximação). Colombo: **Embrapa Florestas**, 2004. 49p. (Documentos/Embrapa Florestas, ISSN 1517-5 2 6X; - ISSN 1679-2599 (CD ROOM); 103).

DE ARAÚJO PEDRON, Fabrício et al. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 2, 2007.

DE ARAÚJO PEDRON, Fabrício. **Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria-RS**. 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

DE ARAÚJO PEDRON, Fabrício et al. Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.

DE BRUM, I. A. S.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, J. B.; DOS SANTOS, M. C. ANÁLISE DO PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE AREIA OTTOMAR MINERAÇÃO. **XVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa (ENTMME)**. Rio de Janeiro/Brasil 2001.

DE KIMPE, Christian R.; MOREL, Jean-Louis. Urban soil management: a growing concern. **Soil Science**, v. 165, n. 1, p.31-40, 2000.

DOS SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapas de Solos e de Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do Pará.** Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 19p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa, 1999. 412p.

HONDA, S. C. de A. L.; VIEIRA, M. do C. V.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana,** v. 7, n. 1, p. 62-73, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Agência IBGE Notícias**. 2017. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017. Acesso em: 20 jan. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGEeduca. **População rural e urbana**. 2015. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html. Acesso em: 16 out. 2020.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, v. 42, 1979. Disponível em: https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122. Acesso em 16 out 2020.

JIM, Chi Yung. Urban soil characteristics and limitations for landscape planting in Hong Kong. **Landscape and Urban Planning**, v.40, n. 4, p. 235-249, 1998.

LADEIRA, Francisco Sergio Bernardes. A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros–terras indígenas e solos urbanos. **ENTRE-LUGAR**, v. 3, n. 6, p. 127-139, 2012.

LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R. Pedospheric processes and the carbon cycle. *In:* LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton: CRC Press, 1997.

LEHMANN, Andreas; STAHR, Karl. Nature and significance of anthropogenic urban soils. **Journal of Soils and Sediments**, v. 7, n. 4, p. 247-260, 2007.

LU, Ying et al. Concentrations and chemical speciations of Cu, Zn, Pb and Cr of urban soils in Nanjing, China. **Geoderma**, v. 115, n. 1-2, p.101-111, 2003.

MACIEL, C. Entrevista com o geólogo Lezíro Marque da Silva: Cerca de 75% dos cemitérios públicos do país têm problemas ambientais e sanitários. **Agência Brasil**. 2012. Disponível em:<https://memoria.ebc.com.br/2012/11/cerca-de-75-dos-cemiterios-publicos-do-pais-tem-problemas-ambientais-e-sanitarios>. Acesso em: 23 out. 2020.

MOREL, J. L.; BURGHARDT, W.; KIM, K. H. J. The challenges for soils in the urban environment. **Soils within Cities. Catena Soil Sciences, Schweizerbart, Stuttgart**, p. 1-6, 2017.

MOURA, S.; FREITAS, M. I. C. A Geomorfologia e o Uso de Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicada ao Planejamento Urbano da Cidade de Analândia–SP. *In:* V Simpósio Nacional de Geomorfologia. I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM-RS, Rio Grande do Sul, 2004. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul: V Simpósio Nacional de Geomorfologia. I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM-RS, 2004. p. 1-3.

OLIVEIRA, T. B. Análise da Aptidão Agrícola de acordo com o tipo de solo do Município de Caiapônia (GO). *In:* XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, 2015. **Anais [...]**. João Pessoa: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2015. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1536.pdf. Acesso em: 16 out. 2020.

POUYAT, R. V. et al. Forest and rangeland soils of the United States under changing conditions: a comprehensive science synthesis. **Springer Nature**, 2020.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa. 1995. 67p.

SILVA, C. N. **Diagnóstico ambiental associado às áreas de pedreiras abandonadas na cidade do Salvador-BA com ênfase na estabilidade de taludes**. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

SILVA, G. J. A. da; WERLE, H. J. S. Planejamento Urbano e Ambiental nas Municipalidades: Da Cidade à Sustentabilidade, da Lei à Realidade. **Paisagens em Debate revista eletrônica da área Paisagem e Ambiente**, FAU.USP - n. 05, dezembro 2007.

SIQUEIRA, V. **Industrialização, urbanização, êxodo rural no Sudoeste do Paraná**. 2013. 45 f. Trabalho de Conclusão (Licenciatura em Geografia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul) – UNIJUI, 2012.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Resources Observation and Science (EROS) Center.** USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. Disponível em: https:// https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 12 out. 2020.

ZEMLYANITSKIY, L. T. Characteristics of the soils in the cities. **Sov. Soil Sci**, v. 5, p. 468-475, 1963.

CAPÍTULO VII

PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-7

Tais Müller [1]

[1] Tutora EAD do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Engenheira Ambiental. Especialista e Mestra em Geografia.

RESUMO

A sustentabilidade é tema que vem sendo discutido mundialmente desde o início da década de 70. Trata-se de um conceito que engloba as dimensões social, econômica, cultural e ambiental, cujo eixo principal são ações desenvolvidas em comunidade local. A busca de um novo paradigma de desenvolvimento envolve o planejamento, a gestão e a implementação de políticas públicas no espaço urbano. O objetivo deste artigo é discutir teoricamente alguns desafios para o planejamento urbano no cerne da perspectiva de sustentabilidade. A metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo foi uma pesquisa bibliográfica. Os resultados deste estudo evidenciam que o planejamento urbano com foco na sustentabilidade é amparado pelas legislações nas esferas Federal, Estadual e Municipal, as quais definem diretrizes para que as cidades se tornem ambientes que garantam a segurança, a qualidade de vida e a efetivação da cidadania, por meio de ações que sejam capazes de prevenir, reduzir ou mitigar impactos ambientais. Por fim, concluiu-se a partir da literatura analisada que, o planejamento urbano com foco na sustentabilidade está pautado em ações que conduzam o desenvolvimento do espaço urbano conciliando a economia com a preservação do meio ambiente, gerando melhor aproveitamento e valorização do ordenamento territorial de forma a reduzir as desigualdades sociais e promover a qualidade de vida de seus habitantes.

Palavras-chave: Planejamento urbano. Sustentabilidade. Políticas urbanas.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano faz parte do progresso alcançado pela humanidade nas últimas décadas. A rápida e intensa transformação dos grandes centros urbanos influenciou diretamente no deslocamento e no estilo de vida das pessoas. Esta realidade é reflexo de um modelo de desenvolvimento urbano excludente e altamente concentrador nos aspectos econômicos, territoriais e demográficos (VACCARI e FANINI, 2011).

O contínuo processo histórico de urbanização brasileiro a partir do início do século XX, promoveu o crescimento das cidades e afetou o equilíbrio natural das áreas urbanas gerando grande impacto ambiental. Tal situação exige que a produção do espaço seja direcionada a partir do planejamento que considere refletir sobre os efeitos negativos na relação homem/sociedade/natureza, a fim de evitar a degradação do meio ambiente (BATTAUS e OLIVEIRA, 2016).

A evolução das cidades a degradação ambiental se tornou cada vez mais intensa, afetando também as condições de vida dos habitantes. Observa-se atualmente que os problemas ambientais são crescentes, especialmente nas áreas urbanizadas, e decorre disso a necessidade de criar estratégias articuladas para garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida dos seres humanos (GENGO e HENKES, 2013).

O planejamento urbano deve priorizar as realidades locais e as necessidades da população, para que políticas públicas e estratégias políticas sejam pensadas e implementadas de forma democrática para garantir a sustentabilidade, contribuindo para melhorar a dinâmica socioespacial, conciliando o desenvolvimento da economia com a preservação do meio ambiente.

A relevância deste estudo possibilita demonstrar que o planejamento urbano com foco na sustentabilidade pode ser uma ferramenta que contribui para a gestão pública estruturar o espaço urbano a partir de ações que contemplem a busca pelo equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente.

Portanto, o objetivo deste artigo é discutir teoricamente alguns desafios para o planejamento urbano dentro da perspectiva da sustentabilidade.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo consistiu em uma pesquisa bibliográfica, e optou-se pela abordagem qualitativa e análise descritiva. O procedimento metodológico adotado foi a busca, seleção e análise de fontes documentais em bases de dados digitais que levantou teses, monografias, dissertações, artigos científicos, e-books e livros que abordam a temática.

Para realizar a pesquisa na base na língua portuguesa foram selecionadas as seguintes palavras –chaves: Plano Diretor. Sustentabilidade. Políticas urbanas. Para a

língua inglesa foram selecionadas as palavras-chaves: Master Plan. Sustainability. Urban policies.

3. ORIGENS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As discussões acerca da temática do desenvolvimento sustentável têm origem a partir anos 70, separando as questões ambientais dos debates sobre desenvolvimento, em busca da harmonização do desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

De acordo com Sachs (2002), o desenvolvimento sustentável pode ser entendido através de 8 faces da sustentabilidade. O autor afirma ainda que, somente se pode falar em desenvolvimento sustentável se todas estas dimensões forem atingidas. São estas: ambiental, econômica, social, cultural, espacial, psicológica, política nacional e internacional.

Silva define o desenvolvimento sustentável da seguinte forma:

> (...) resultado da interação social em um determinado espaço, com bases culturais "cultivadas" no decorrer do tempo, com finalidades econômicas e obedecendo às instituições reconhecidas naquela sociedade e considerando a manutenção do estoque ambiental existente (2006, p.17).

Para Tarrega (2007, p. 21) a definição poderia ser descrita como:

> O desenvolvimento sustentável engloba mais que crescimento econômico e proteção ambiental, ele é calcado também na ideia de equidade social e bem-estar, que constitui o seu terceiro pilar. Já foi reconhecido que tanto a pobreza como a riqueza extrema pressionam o meio ambiente. Portanto, ao se falar em desenvolvimento sustentável, deve-se considerar também o desenvolvimento social, afinal, é plenamente possível que o crescimento econômico coexista com a pobreza disseminada. Ademais, com o desenvolvimento social as pressões sobre o meio ambiente diminuem, na medida em que o uso sustentável dos recursos naturais auxilia a realização da equidade social.

No plano do direito interno brasileiro, sobre influência da Declaração de Estocolmo, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado vem insculpido no art. 225, *caput*, da Constituição, conforme se lê:

> Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Através de instrumentos urbanos como o Estatuto da Cidade por exemplo, se faz possível a concretização de uma cidade efetivamente sustentável, especialmente pela ação conjunta dos agentes públicos e participação dos cidadãos na gestão da cidade, utilizando-se de instrumentos que garantam o cumprimento da função socioambiental da propriedade urbana, visando principalmente alcançar uma cidade sustentável.

4. CIDADES E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Os inúmeros e contínuos processos históricos de urbanização a partir do início do século XX, promoveram o crescimento das cidades afetando o equilíbrio natural das áreas urbanas, contribuindo para o agravamento das problemáticas de ordem econômica, social e ambiental. Assim, as mudanças ambientais decorrentes desses processos naturais e decorrentes das modificações antrópicas podem ser caracterizadas por impactos ambientais que podem incluir a perda de biodiversidade, desmatamento, desertificação, destruição da camada de ozônio, o uso excessivo de recursos naturais, a destruição do habitat, a introdução de espécies exóticas, isolamento, poluição ambiental, explosão demográfica, o consumo, o aquecimento global e mudança climática.

De acordo com Vargas *et al* (2013, p.2):

> O aumento demográfico da população ocasiona maior consumo de água e geração de efluentes pelo uso doméstico, industrial e agrícola. A expansão agrícola provoca o acréscimo de fertilizantes químicos e orgânicos em maiores extensões de áreas, tornando-se preocupante ao equilíbrio químico dos solos e águas, visto que a contaminação por insumos agrícolas é difusa e de difícil recuperação ou mitigação.

Nas cidades estes impactos se fazem sentir uma vez que grandes transformações ocorreram ao longo da história, em relação à sua forma espacial e sua organização por meio de políticas públicas. Assim, Bettencour (2010) aponta que, a cidade não se trata apenas de uma qualificação, de um local de povoamento para produzir bens e serviços. Ao contrário disto, ela é o espaço que se produz como resultado da interação entre homem e meio ambiente. Portanto, resulta do entrelaçamento entre espaço, lugares e ações humanas.

Nesta direção é importante destacar a importância da sustentabilidade ambiental no espaço urbano, considerando que nas últimas décadas foi integrado ao conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável a dimensão social, a qual está associada à noção de justiça social, qual seja, a busca pela redução desigualdades sociais e o direito ao cesso igualitário aos bens necessários a uma vida digna (NASCIMENTO, 2012).

Assim, a sustentabilidade é um instrumento crucial para pensar e criar estratégias que visem o mapeamento da condição econômica, social e ambiental e da qualidade de vida da população no ambiente urbano. Isso porque, os reflexos desses aspectos exigem contribuições para garantir melhorias a partir de medidas corretivas para encorajar a conservação e utilização adequada do uso e ocupação do solo e do aproveitamento racional dos recursos naturais (LIRA e CÂNDIDO, 2013). Com isso, as políticas de planejamento espacial fazem parte da luta para assegurar essas garantias para as gerações presentes e futuras.

5. PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Na atualidade, considerando a complexidade da estrutura urbana, tem-se buscado minimizar os impactos que as atividades humanas provocam no meio ambiente. Desta forma, ao caminhar na cidade, seja, em direção ao trabalho, ao lazer, ao grupo social, dentre outros, os indivíduos estão integrados ao meio ambiente em que vivem, e portanto, geram ações positivas ou negativas visando o deslocamento humano sem comprometer os recursos naturais.

Conforme previsto no Estatuto da Cidade em seu artigo 2º, I, sobre o direito às cidades sustentáveis:

> A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.

Neste sentido, compreende-se que a forma urbana depende da perspectiva cultural e estética de quem a planeja e constrói, e não apenas da influência de fatores sociais e econômicos. Deste ponto de vista, a cidade é um organismo vivo, sendo um

artefato da arquitetura, obra da atividade humana, que está em constante transformação (LAMAS, 1993).

Um dos desafios do planejamento urbano sustentável é a garantia de práticas que visem a sustentabilidade, por meio de parcerias públicas e privadas de modo a criar comunidades sustentáveis e habitáveis que protejam os recursos históricos, culturais e ambientais.

Müller e Silva (p.2, 2021) apontam que:

> A questão ambiental vem ocupando na atualidade uma posição de destaque no que concerne as discussões e debates em diferentes âmbitos da sociedade, principalmente ao considerar que os diversos processos dinâmicos e históricos de uso e ocupação do solo urbano culminam em problemas nos âmbitos social e ambiental.

Fortalecer técnicas de construção que reduzem a poluição e criar um equilíbrio entre o construído e sistemas naturais é um importante desafio no planejamento urbano sustentável. Outro desafio é que os formuladores de políticas, reguladores e desenvolvedores devem apoiar o planejamento sustentável local. Com isso, uma das perspectivas para o planejamento urbano sustentável é que as ações e intervenções do poder público devem ser repensadas à luz da abordagem das questões ambientais no meio urbano, instaurando práticas que conduzam à conciliação entre desenvolvimento econômico, uso e ocupação do solo e preservação dos recursos naturais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi discutir teoricamente alguns desafios para o planejamento urbano a partir dos desdobramentos da sustentabilidade.

A partir da discussão exposta no desenvolvimento deste estudo foi possível constatar que, o planejamento urbano com foco na sustentabilidade é amparado pelas legislações nas esferas federal, estadual e municipal as quais definem diretrizes para que as cidades se tornem ambientes que garantam a segurança, a qualidade de vida e a efetivação da cidadania, por meio de ações que sejam capazes de prevenir, reduzir ou mitigar impactos ambientais.

Foi verificado que nos últimos anos as cidades mostram sinais crescentes de problemas ambientais resultantes das atividades urbanas. A degradação e o

esgotamento dos recursos naturais, a pressão das alterações climáticas sobre as áreas verdes por exemplo, tornaram-se grandes preocupações para as cidades.

Em resposta a esses problemas, as políticas de planejamento urbano passaram a contemplar um foco sustentável onde nas cidades pudessem se desenvolver estratégias efetivas visando a qualidade dos ecossistemas urbanos. Assim, para que estas estratégias se consolidem, é fundamental que o ponto inicial seja de práticas sistêmicas, visando ações integradas e conectadas, atuando em conjunto a fim de cooperar para a formulação de políticas públicas de conscientização e educação sobre os desdobramentos do planejamento urbano sustentável, assim como seus desafios, efetivando assim a melhoria da qualidade de vida no meio ambiente urbano.

Em conclusão, este estudo aponta que o planejamento urbano com foco na sustentabilidade está pautado em ações que conduzam o desenvolvimento do espaço urbano conciliando a economia com a preservação do meio ambiente, gerando melhor aproveitamento e valorização do ordenamento territorial de forma a reduzir as desigualdades sociais e promover a qualidade de vida de seus habitantes.

REFERÊNCIAS

BATTAUS, D. M. de Alencar; OLIVEIRA, E.A. B. O direito à cidade: urbanização excludente e a política urbana brasileira. **Lua Nova** (97), Jan-Apr 2016.

BETTENCOUR, L.C.F.A. **A Morfologia Urbana da Cidade do Funchal e os seus espaços públicos estruturantes.** Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Malha urbana, n 9–2010.

GENGO, R.C.; HENKES, J.A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana**. Gest. sust. ambient**., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 55 - 81, out. 2012/mar.2013.

LAMAS, J.M.R.S. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

LIRA, W.S; CÂNDIDO, G.A. **Gestão Sustentável dos Recursos Naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEP.2013.

MÜLLER, T.; SILVA, J.P. Expansão urbana e áreas de preservação permanente: o caso do Ribeirão Pinguim nos municípios de Maringá e Sarandi/PR. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.2, p. 13262-13283 feb. 2021.

NASCIMENTO, E. P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

ROCHA, M. A. **Paisagem urbana integrada às técnicas compensatórias de drenagem:** solução para os alagamentos em Brasília. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília-DF. 2019.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

TÁRREGA, M. C. V. B. (org.). **Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: RCS Editora, 2007.

VACCARI. L. S.; FANINI. V. Mobilidade urbana. In: **Série de cadernos técnicos da agenda parlamentar**. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná – CREA-PR, 2011.

VARGAS, T; ADAMI, M. V. D; AVER, E. de A. S; BELLADONA, R; ZAGO, M. A; FRIZZO, E.E. Monitoramento hidroquímico dos córregos afluentes da represa faxinal, Caxias Do Sul – RS. **Anais**.. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2013.

CAPÍTULO VIII

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO NO ESTADO DO PARÁ-BRASIL

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-8

Raimara Reis do Rosário [1]
Mateus Trindade Barbosa [2]
Francimary da Silva Carneiro [3]
Merilene do Socorro Silva Costa [4]
Ana Marcela Alves dos Santos [3]
Jefferson Salvador Lima Padilha da Silva [3]

[1] Graduando do curso de Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
[2] Graduando do Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
[3] Técnico em Gestão ambiental- Secretaria estadual de meio ambiente e sustentabilidade do Pará-SEMAS-PA
[4] Professor. Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

RESUMO

O objetivo foi analisar o processo de uso e ocupação do solo do município de Novo Progresso no Estado do Pará, interligando-o com as atividades de maior importância econômica desenvolvidas nesta região. Utilizou-se o shapefile de limite do município de Novo Progresso na plataforma online Google Earth Engine (GEE), que disponibilizou um mosaico de imagens orbitais, do satélite Landsat-8/OLI-TIRS, referentes ao ano de 2019. O processo de classificação foi feito a partir do Code Editor do GEE, utilizando um Índice espectral de vegetação para auxiliar a classificação (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). Foi utilizado o Software QGis 3.10.6 para elaborar os mapas de localização do município e o de classificação de uso e cobertura do solo. Os dados foram tabulados em planilhas para determinar as taxas de crescimento do período analisado. Para realizar a avaliação da confiabilidade da classificação foi utilizado o método de Exatidão Global e o Índice Kappa. Foi possível identificar que no ano de 2019, houve a incidência de 3.064.396,65 ha (80,3%) de floresta densa, uma área de 496.104,07 ha (13,0%) com solo exposto, 248.052,03 ha (6,5%) de floresta secundária, e apenas 7.632,37 ha (0,2%) com predominância de hidrografia, totalizando uma área de 3.816.185,13 ha. As áreas que encontram-se com o solo exposto não estão diretamente relacionadas com o crescimento populacional, mas sim a forma como é estabelecido o uso do solo, com base nas principais atividades desenvolvidas na região considerando que a lógica produtiva ocorre de forma desordenada, não respeitando os critérios de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Geotecnologias. Ocupação Territorial. Sudoeste Paraense.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ainda é um dos países remanescentes do mundo que permanecem agregando novos territórios sem respeitar as populações nativas da região amazônica, provocando segregação entre a população, principalmente, as que pertencem a classes menos favorecidas, e causando transformações diversas tanto no meio rural quanto no urbano. Esse evento, intensificado pelos acontecimentos do cenário atual, apresentando a necessidade socioeconômica e, pelo outro ponto de vista, as consequências ambientais, torna difícil o encontro de um modelo que mantenha o equilíbrio entre ser socialmente justo e ambientalmente correto (Passos, 2017).

De acordo com Araújo (2015), tais mudanças que estão ocorrendo na região amazônica são consequência de intervenções antrópicas que tiveram início desde a edificação de rodovias e assentamentos com estruturas caóticas à exploração mineral e madeireira, desencadeando o crescimento da fronteira agrícola, trazendo consigo sérios problemas populacionais, além de afetar diretamente a biodiversidade. No entanto, o motivo mais relevante para o crescimento do desmatamento é a ausência de uma política mais justa e rígida para controlar o avanço populacional e a exploração desenfreada da diversidade biológica.

É importante ressaltar que entre o período de 1879 e 1912, o ápice da exploração da borracha, foi um dos acontecimentos que mais marcaram o processo de expansão da ocupação da região amazônica, além de representar o avanço ocorrido em meados do século XVIII (Rebello e Homma, 2017). A partir da década de 60, sob o comando de militares, a Amazônia tornou-se alvo de iniciativas estatais que visavam iniciar uma nova etapa de programas voltados ao desenvolvimento e exploração econômica da Amazônia. A construção da BR-163, trecho que interliga a região de Cuiabá/MT e Santarém/PA, foi construída com o intuito de desenvolver a Amazônia e até mesmo o Brasil, porém a maioria dos trabalhadores que chegaram à região com o apoio financeiro do Governo Federal, não encontram no cenário atual o que havia sido prometido no início da construção do que seria o novo trecho de colonização (Passos, 2017).

O município de Novo Progresso é constituinte desse cenário de ocupação e desenvolvimento estabelecido, tendo vivenciado diversas fases na sua economia, transitando pelo período da borracha, extração de ouro, madeira e nos dias atuais,

possui uma economia dirigida pela agropecuária, sendo destaque o setor da pecuária, tendo em vista que é o responsável por uma parcela significativa do seu desenvolvimento em função das relações econômicas com o estado do Mato Grosso dentre outros municípios da região (Araújo, 2015). No entanto, o acentuado processo de ocupação desordenada procedeu na devastação de áreas extensas na região sul do Pará, tendo como principais causadores o setor da pecuária e exploração madeireira (Castro, 2005).

Considerada como uma das ferramentas mais importantes para a execução de análises ambientais, as geotecnologias (Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas, GPS, etc.) consistem em um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica (Junior, *et al*., 2017), que auxiliam na produção de mapas, sendo este uma ferramenta crucial ao planejamento técnico-científico, norteando a tomada de decisão referente a utilização consciente da biodiversidade e da cobertura vegetal para unidades territoriais distintas (Ferreira, *et al*., 2016; Pereira, *et al*.; 2020). Além disso, as geotecnologias proporcionam maior agilidade e versatilidade, propagação das informações de maneira mais econômica e com maior agilidade (Junior, *et al*., 2017).

O objetivo deste estudo é analisar, com o auxílio de produtos e técnicas de sensoriamento remoto associado aos recursos de SIG, o processo de uso e ocupação do solo do município de Novo Progresso no Estado do Pará, interligando-o com as atividades de maior importância econômica desenvolvidas nesta região.

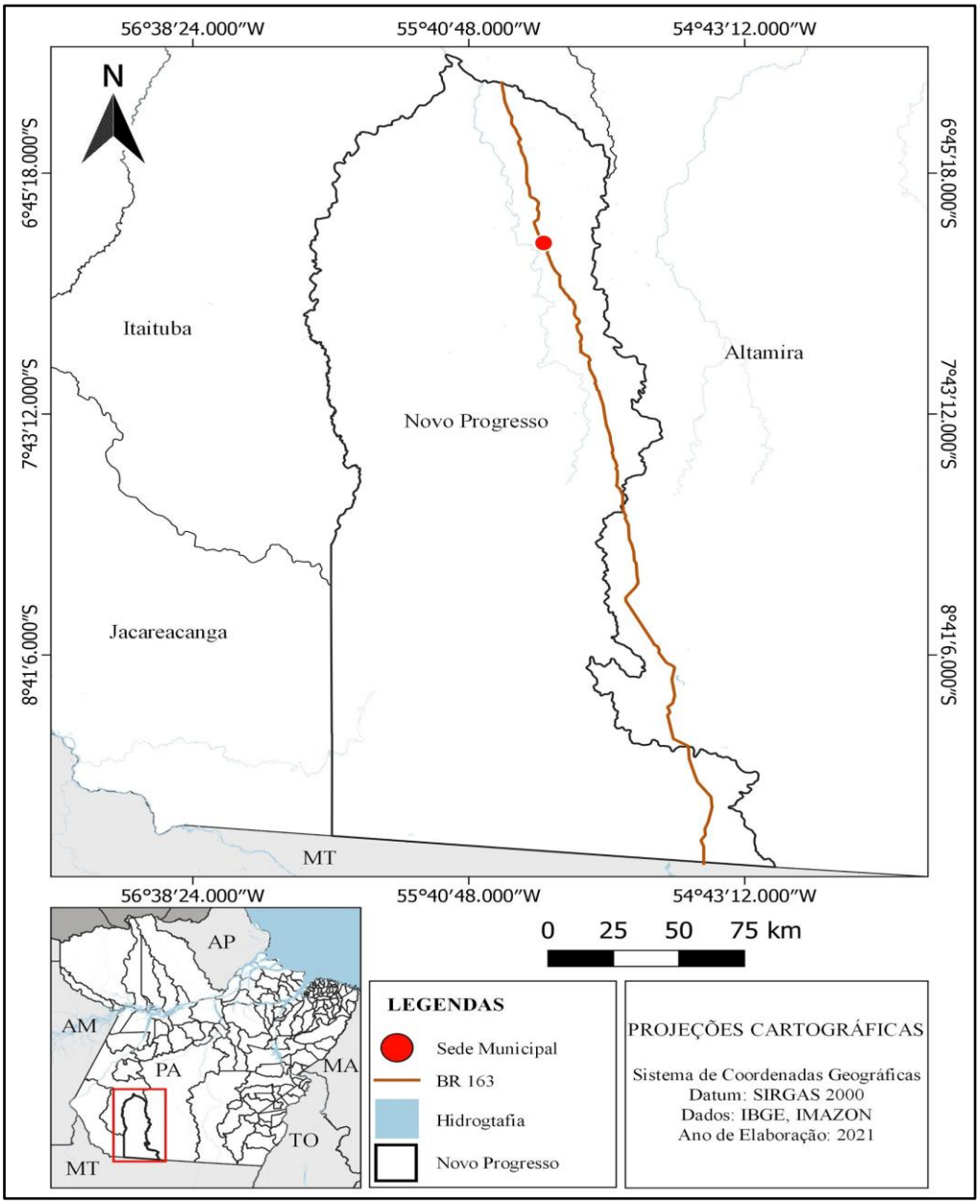
2. METODOLOGIA

O presente estudo abrange o município de Novo Progresso inserido na Mesorregião do Sudoeste Paraense e na Microrregião de Itaituba. Sua localização corresponde às coordenadas geográficas 65º 08’ 30” S e 55º 24’ 00” W de Greenwich, com distância de aproximadamente 987 km da capital Belém (Silva, 2019).

A metodologia é de natureza qualiquantitativa (Pereira, *et al*.,2018), foi utilizado um mosaico de imagens orbitais de média resolução espacial referentes ao ano de 2019, o satélite utilizado foi o Landsat-8/OLI-TIRS disponibilizadas no Google Earth Engine (GEE), visto que esta é uma plataforma online que contém uma biblioteca de imagens

que é alimentada constantemente e que oferece instrumentos computacionais para monitoramento da superfície da terra (Gorelick, *et al*., 2017). A partir do Shapefile de limite do município de Novo Progresso que é a área de estudo equivalente a uma área de 3.816.185,13 ha, foi feita a classificação de uso e cobertura do solo. O processo de classificação foi feito a partir do Code Editor do GEE desenvolvido em linguagem de programação *JavaScript.* Dessa forma, foi utilizado um Índice espectral de vegetação para auxiliar a classificação (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI).

Figura 1. Mapa de localização do município de Novo Progresso – PA (2019)



Fonte: Os autores (2021).

A avaliação da confiabilidade da classificação foi feita a partir de uma matriz de confusão para calcular a concordância (Exatidão Global e o Índice Kappa). É importante ressaltar que não foram feitas visitas em campo. O resultado está expresso na (Figura 2) e na (tabela 2).

A elaboração dos mapas georreferenciados de localização do município e de classificação de uso e cobertura do solo do Município de Novo Progresso ocorreu através do Software QGis 3.10.6 e do uso da base cartográfica vetorial disponibilizada pelo IBGE.

Após a obtenção dos dados, com o auxílio do software Microsoft Excel®, as informações sobre as classes de uso e ocupação do solo em Novo Progresso, foram tabuladas em planilhas para o tratamento por meio de ferramentas estatísticas oferecidas pelo programa, para determinar as taxas de crescimento do período analisado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO (PA)

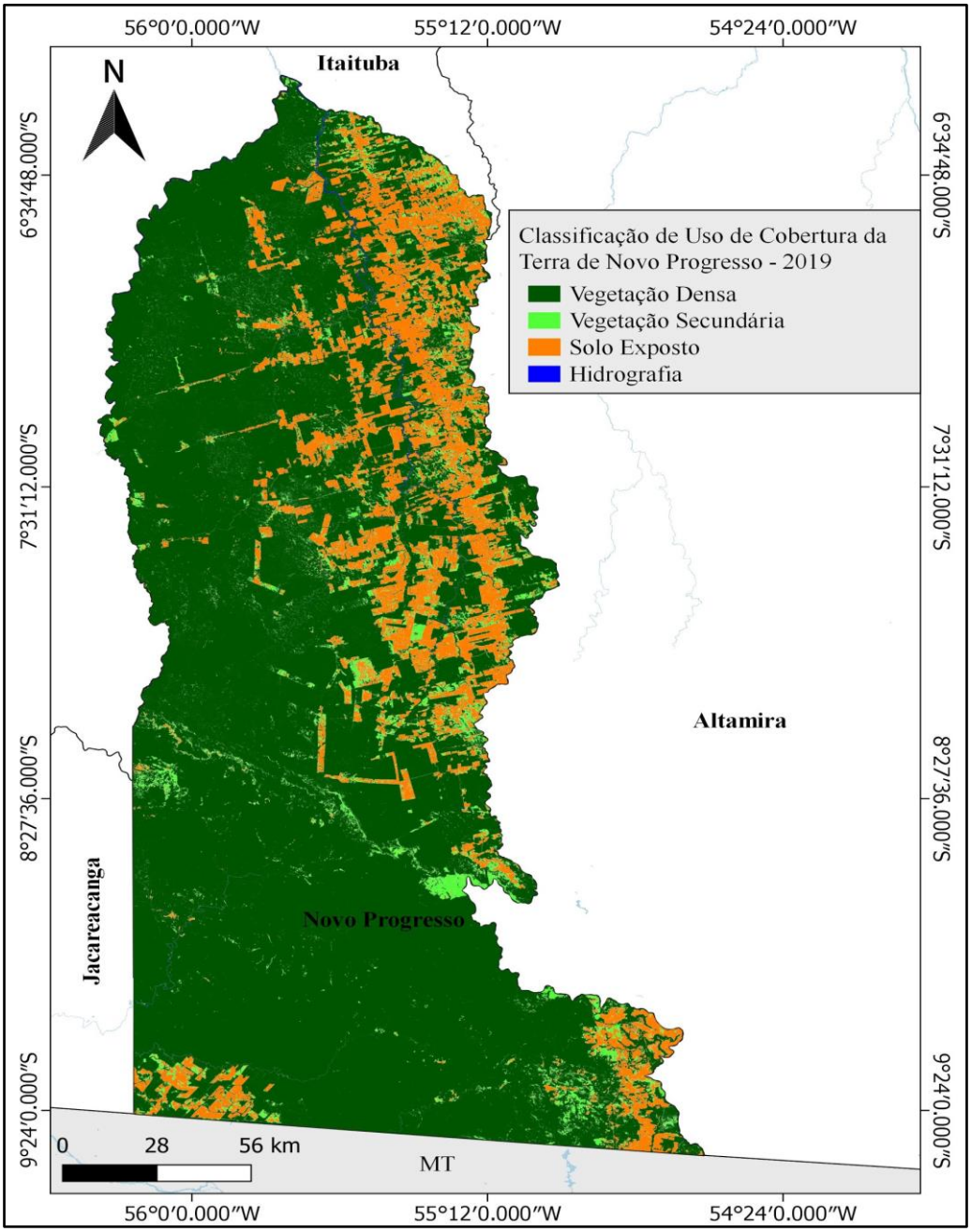
Durante o processo de caracterização e identificação do uso e cobertura do solo do município, foi possível identificar quatro tipos de feições, sendo vegetação densa, vegetação secundária, solo exposto e hidrografia. Com o intuito de representar tais feições, foi confeccionado um mapa temático das áreas classificadas referentes ao ano de 2019, mostrando como a disposição dessas feições altera significativamente a paisagem da região e o modo como os diferentes agentes da biodiversidade interagem entre si no ambiente, podendo ser observado na figura 2.

A Floresta Equatorial pode ser caracterizada nessa pesquisa como vegetação densa e está relacionada a áreas que ainda não passaram de forma direta pelo processo de antropização. A Vegetação Secundária é o resultado de áreas que apresentam uma mudança progressiva em uma comunidade ecológica, evidenciando a influência da pecuária e da exploração madeireira no processo de sucessão florestal. As áreas identificadas como solo exposto retratam o avanço da população e da tecnologia sobre regiões de interesse econômico, estando diretamente relacionada aos métodos utilizados para preparar o solo para o cultivo e manejar os animais de produção, essa

classe está integrada às áreas urbanas. Por fim, as áreas classificadas como água, foram identificadas em conformidade com a drenagem presente na área de estudo (Ferreira, *et al*., 2018).

A veracidade da classificação pode ser observada na tabela 1, na qual aponta um resultado de exatidão global acima de 90%, mostrando-se excelente, porém o índice Kappa de 0,70 denotando neste, um resultado regular para a análise estatística.

Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo do município de Novo Progresso – PA (2019)



Fonte: Os autores (2021).

Tabela 1. Veracidade do mapeamento de uso e cobertura do solo no município de Novo Progresso – PA em 2019

Ano	Exatidão Global	Índice Kappa
2019	90%	0,70 - Regular

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A partir do mapeamento de uso e cobertura do solo de Novo Progresso, no ano de 2019, observou-se as diferentes variações de classes de ocupação e uso do solo na região, estando os dados dispostos na tabela a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Área (ha) e Participação Relativa (%) das classes de uso do solo no município de Novo Progresso – PA em 2019

Classe	**Área (ha)**	**Participação Relativa (%)**
Vegetação Densa	3.064.396,65	80,30%
Solo Exposto	496.104,07	13,00%
Vegetação Secundária	248.052,03	6,50%
Hidrografia	7.632,37	0,20%
Total	3.816.185,13	100%

Fonte: Os autores (2021).

Diante dos dados apresentados, em 2019 (Figura 2 e Tabela 2) identificou-se a incidência de 3.064.396,65 ha (80,3%) de floresta densa, uma área de 496.104,07 ha (13,0%) com solo exposto, 248.052,03 ha (6,5%) de floresta secundária, e apenas 7.632,37 ha (0,2%) com predominância de hidrografia, totalizando uma área de 3.816.185,13 ha. Esses dados mostram que apesar da pecuária ser uma das principais atividades dessa mesorregião, cerca de 80,3% da área total do município ainda encontra-se coberta por vegetação, apresentando um nível significativo de preservação das áreas constituídas por floresta.

Ao observar o mapa (Figura 2) é perceptível que a maior ocorrência de áreas de solo exposto encontra-se próxima a BR-163, principal via que interliga as regiões de Cuiabá/MT e Santarém/PA, auxiliando no escoamento da produção agropecuária,

principalmente a pecuária, responsável por uma grande parcela do desenvolvimento da região sudoeste do estado. No entanto, observando as áreas mais afastadas dessa importante rodovia é notória a predominância de vegetação, corroborando com Costa *et al*. (2017), que a maior parte dos focos de queimadas incide nas proximidades da rodovia BR-163, mostrando que há uma menor ocorrência de desmatamento a medida que essas áreas estiverem mais afastadas das estradas. De acordo com Fearnside (2002) o desmatamento e as queimadas na Região Amazônica são provocados em função da atividade agropecuária. Deste modo, compreende-se que as áreas de solo exposto ao entorno da área de influência da rodovia, podem vir a sofrer a ação do fogo, sendo este o método mais utilizado para manejar pastagens e limpar as áreas destinadas à agricultura (COSTA, *et al*., 2017).

Com o passar dos anos, a construção de estradas na Região Amazônica ainda é considerado um fator significativo para o crescimento do processo de ocupação territorial, tendo como consequência, a perda da cobertura florestal. De acordo com estudos, os desflorestamentos apresentam maior concentração no trecho que corresponde aos primeiros 5 km ao longo das estradas e vicinais (Lameira, *et al*., 2010; Xaud & Epiphanio, 2015). Desse modo, as estradas tornaram-se um meio importante para realizar a exploração de recursos naturais, principalmente quando as atividades estavam relacionadas às atividades agropecuárias e minerais (Fearnside, 2015).

Ao analisar essa região, deve-se considerar que a mesma estava inserida em um plano de desenvolvimento econômico, elaborado em determinados governos, que visava integrar a Amazônia a outras regiões do país utilizando políticas de interiorização (Araújo, 2015). A construção de estradas, como por exemplo, a rodovia BR 163 (Cuiabá/MT – Santarém/PA), promoveu um acentuado fluxo de agricultores migrando, de inúmeras regiões do território brasileiro para o norte do país durante as décadas de 1970 e 1980, influenciando diretamente a criação e desenvolvimento do município de Novo Progresso (Margarit, 2013). No entanto, a implementação de tais políticas alcançaram resultados distintos, como o aumento da retirada da cobertura florestal, o crescimento e o surgimento desordenado de cidades, conflitos agrários, dentre outros (Becker, 2005; Rego &Freitas, 2015).

3.2. ATIVIDADES ECONÔMICAS

Considerando o contexto amazônico, o termo desenvolvimento apresenta um significado que relaciona-se com os métodos utilizados pelos indivíduos para ocupar as regiões associadas a políticas públicas intervencionistas, ações da iniciativa privada e exploração dos recursos naturais (Shuber, 2015).

Diante disso, o processo de territorialização da Região do Tapajós iniciou-se em meados dos séculos XVIII e XIX, nos municípios de Aveiro e Itaituba, estando associadas à extração e comércio das "drogas do sertão", missões religiosas e anos depois à economia da borracha (Shuber, 2015).

A descoberta de diversas jazidas de ouro, provocou uma intensa transformação econômica e social na região, devido à prática da atividade garimpeira, que influenciou o modo de vida da população de alguns municípios como Jacareacanga, Itaituba e Novo Progresso, que durante a década de 60 era denominado de Progresso (Araújo, 2015).

Durante o ano de 1990 a prática garimpeira começou a retroceder na cidade de Itaituba, sendo a partir deste originado o município de Novo Progresso, provocando uma crise tanto econômica quanto social, ocasionando uma intensa diversificação da economia local, principalmente no que se refere ao extrativismo e a pecuária de corte. Os lucros advindos da atividade garimpeira, foram de extrema importância para auxiliar no desenvolvimento da economia agrícola, sendo direcionados principalmente para as fazendas. Ao associar tais investimentos a elevadas taxas de transporte de mercadoria para a região, culminou no crescimento da atividade pecuária na região oeste do estado, tornando-se uma prática lucrativa, que estimulou o crescimento econômico de uma das principais regiões responsáveis pela exportação de carne e grãos do país (Shuber, 2015).

Atualmente, a economia do município de Novo Progresso é baseada na Pecuária, Agricultura, Extrativismo Mineral (Ouro, estanho, diamante, ametista, turmalina, topázio e calcário), Extrativismo Vegetal (castanha-do-pará, açaí, madeira, palmito e carvão vegetal), e Estabelecimentos comerciais (Ferreira, 2003). Desse modo, o município apresenta uma diversa variabilidade em suas atividades econômicas, que influenciam no modo de uso e ocupação do solo. De acordo com o IBGE (2019), Novo Progresso, ocupa a nona posição do maior rebanho de gado do Pará, contendo 618 mil

cabeças em 2017, além de uma área de cultivo de soja que apresentou um aumento de 17 mil hectares entre o período de 2013 e 2017 (IBGE, 2019).

3.3. AGRICULTURA

O processo de colonização que iniciou-se com os governos na década de 70, contribuiu com o início das atividades de exploração, no entanto, as áreas desflorestadas eram menores, pois a agricultura era familiar e requeria pequenas áreas, tendo em vista que a população não possuía verba suficiente para investir em suas produções. Porém, os aspectos físicos e a dinâmica econômica da região tornou-se um grande atrativo para empresários estabelecerem seus grandes latifúndios, concentrando as terras nas mãos dos detentores de maior poder aquisitivo, levando os pequenos produtores a evadirem da região que ocupam, vendendo ou abandonando suas propriedades, migrando para os grandes centros urbanos, caracterizando o processo conhecido como Êxodo Rural. Desse modo, mesmo a Agricultura promovendo o crescimento econômico e populacional da região, vale ressaltar que a mesma ultrapassa um extenso limite de áreas para implantar suas plantações que geram emprego, renda e áreas ausentes de cobertura vegetal (Gavlak, *et al*., 2011).

O IBGE, com base na Produção Agrícola Municipal de 2019, apresenta dados que mostram a diversidade da produção agrícola no município. A respeito da produção em lavoura temporária, os dados apontam como principais produtos cultivados em Novo Progresso, a Soja em grão em 12.500 ha (41.250 toneladas), o Milho em grão em 4.000 ha (18.000 toneladas), o Arroz em casca em 2.000 ha (4.800 toneladas) e a Mandioca em 1.000 ha (13.000 toneladas) (IBGE, 2019).

Em relação a produção em lavoura caracterizada como permanente, os principais produtos cultivados no município, são a banana que apresentou uma área colhida de 60 ha (420 toneladas), Coco-da-baía em 30 (120 toneladas), o Açaí em 26 ha (130 toneladas), a Laranja em 20 ha (220 toneladas) e o Limão com 15 ha (225 toneladas) (IBGE, 2019).

Com o passar dos anos, a Agricultura, apresentou uma redução em seus valores produzidos, enquanto a Pecuária continua em constante ascendência, sendo perceptível as mudanças recorrentes no modo de utilização da terra. Este fato, deve-se a forma como a Agricultura é mais dependente de determinados fatores para realizar suas

atividades diárias no campo, como o clima, mão de obra, insumos e transporte, tornando-a menos viável que a Pecuária, que apesar desta depender de alguns dos mesmos fatores da agricultura, consegue se tornar menos dispendiosa e exigente para seu desenvolvimento (Araújo, 2015).

3.4.PECUÁRIA

De acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a pecuária é a principal atividade que representa o uso do solo, no âmbito agrícola desta mesorregião (IBGE, 2006). Essa atividade é movimentada por pecuaristas de diferentes níveis, tendo destaque os de médio e grande porte, responsáveis por uma parcela significativa dos desmatamentos recorrentes na região, enquanto que os pequenos proprietários trabalham fornecendo mão de obra ou intermediando a ocupação temporária de terras, enquanto não conseguem legitimar a posse da terra (Margulis, 2003).

Segundo Rivero, *et al* (2009), a região Amazônica possui características que continuarão motivando indivíduos a investir na criação de gado, tendo em vista que a pecuária não exige altos níveis de investimento, não há grandes exigências para o preparo do solo e possui restrições limitadas relacionadas a relevo e a áreas ausentes de troncos em florestas desmatadas em um curto período de tempo. Além disso, se faz necessário ressaltar a disponibilidade de terras com preços acessíveis e características que promovem uma maior produtividade das pastagens, como pluviosidade, temperatura e umidade do ar (Margulis, 2003).

Em 2019, o IBGE, disponibilizou dados dos principais efetivos de rebanho do Município de Novo Progresso, tendo como destaque os galináceos com um total de 55.380 cabeças e os bovinos com 625.979 cabeças, sendo este último o principal produto comercializado, tendo em vista que a pecuária é a atividade de maior destaque na região, tanto para a produção de gado de corte como a atividade leiteira, em função da proximidade com abatedouros no Mato Grosso e laticínios em Novo Progresso. A comercialização do gado de corte não se limita ao estado do Mato Grosso, ocorre também nas comunidades urbanas situadas ao longo da BR-163, no trecho correspondente ao estado do Pará, enquanto que a produção leiteira é comercializada

nas comunidades mais próximas ou na própria comunidade onde o produto é produzido (Asta, *et al*., 2011).

De acordo com os estudos de Alves *et al*. (2010), os elevados índices de desmatamento não possuem relação direta com o crescimento populacional, mas sim a forma como é estabelecido o uso do solo. O desenvolvimento das atividades agropecuárias, que ao longo do tempo, passaram por um processo de mecanização, substituindo a mão de obra do trabalhador por máquinas equipadas com alta tecnologia, promoveu a evasão populacional, tendo em vista que esse latifúndio possui maior destaque diante do modelo minifundista, em que a forma de trabalho predominante é a agricultura familiar. Essa elevação do desmatamento nos últimos anos também pode ter sido causada pelo aumento do rebanho bovino no município e as expectativas de que a terra fosse valorizada devido à rota de escoamento da produção de soja no estado de Mato Grosso via porto de Miritituba, localizado em Itaituba/PA (Silva, 2019).

3.5. EXTRATIVISMO

Durante a década de 1980, a localidade denominada Progresso, começou a despertar o interesse de empresários e garimpeiros devido a descoberta de jazidas de ouro na região, levando-a ser considerada um importante polo econômico da região Norte. Diante disso, muitas pessoas migraram para a região causando um aumento populacional significativo e modificando a economia local (Araújo, 2015). Desse modo, como consequência de tais avanços, lideranças políticas decidiram municipalizar a região que passou a ser chamada de Novo Progresso, emancipando-a de Itaituba, com o intuito de aumentar suas riquezas promovendo o desenvolvimento da região (Ferreira, 2010).

Segundo Araújo (2015), a partir da instalação de serrarias, a dinâmica de exploração madeireira na Amazônia aumentou de forma significativa, tendo como exemplo o povoado Moraes Almeida, localizado na estrada BR-163, no trecho inicial da estrada Transgarimpeira, que foi desenvolvido com base na exploração nativa e da indústria madeireira. Dos povoados presentes nas proximidades da BR-163, os que realizavam a exploração da indústria madeireira eram: Vila Alvorado com 4 serrarias,

Trairão com 10, Moraes Almeida com 18, Castelo de Sonhos possuem 22 e Novo Progresso 27 serrarias (Araújo, 2015).

De acordo com Oliveira e Rodrigues (2017), o município de Novo Progresso é uma fronteira madeireira em desenvolvimento, sendo reconhecido como um pólo madeireiro de extrema importância para a Região Amazônica, apesar de possuir menos de 20 anos de atividade exploratória. A lenha é a única atividade do ramo extrativista que possui um valor significativo agregado, em função de produtores que também atuam como proprietários em áreas que possuem mais de 2500 ha (IBGE, 2006).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de produtos e técnicas de sensoriamento remoto associado aos recursos de SIG permitiu realizar a caracterização e análise dos aspectos florestais presentes na paisagem do município de Novo Progresso, por meio da avaliação quantitativa e qualitativa das classes analisadas.

A classe que ocupa a maior área no município de Novo Progresso é a de Floresta Densa, com cerca de 80% da área total do município, mostrando que grande parte da área de floresta encontra-se preservada, mesmo a pecuária sendo uma das principais atividades dessa mesorregião. Em seguida, ocupa a classe de solo exposto com 13%, posteriormente a classe de vegetação secundária apresentando 6,5% e a classe de hidrografia correspondendo a 0,2% da área analisada.

Diante dos resultados obtidos foi possível concluir que as áreas que se encontram com o solo exposto não estão diretamente relacionadas com o crescimento populacional, mas sim a forma como é estabelecido o uso do solo, com base nas principais atividades desenvolvidas na região: Pecuária, Agricultura, Extrativismo Mineral, Extrativismo Vegetal e Estabelecimentos comerciais, considerando que a lógica produtiva ocorre de forma desordenada, não respeitando os critérios de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

Alves, P. A.; Amaral, S.;Escada, M. I. S.;Monteiro A. M. V. (2010). Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e mudanças no uso e

cobertura da terra no Sul do Pará: Lições para o Distrito Florestal Sustentável da BR-163. Rio Claro – MG. https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/4824/5186.

Araújo, L. S. M. (2015*). Novo Progresso – PA: exemplo recente de ocupação na Amazônia. Resultados e Im*pactos. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília (UnB), 58 p. Brasília. https://bdm.unb.br/bitstream/10483/19284/1/2015_LaianeSantanaMenezesdeAraujo.pdf

Asta, A. P. D.; Gavlak, A.A.; Escada, M. I. S.; Brigatti, N; Amaral, S. (2011). Núcleos de ocupação humana e usos da terra entre Santarém e Novo Progresso, ao longo da BR-163 (PA). São José dos Campos. http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/03.29.14.21/doc/publicacao.pdf?metadatarepository=&mirror=iconet.com.br/banon/2006/11.26.21.31.

Becker, B. (2005). Geopolítica da Amazônia. São Paulo, *Estudos Avançados*, v. 19, n. 53, p. 71-86. https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005

Castro, E. (2005). Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia, *Novos Cadernos NEAE*, v. 8, n. 2. http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v8i2.51

Costa, A. M. S.; Bezerra, P. E. S.; Oliveira, R. S.(2017). Mudanças no uso e ocupação da terra associadas a focos de calor na área de influência da Rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém)*. Revista Brasileira de Gestão Ambiental* (Pombal - PB - Brasil), v. 11, n.01, p.119 - 125, jan-dez. https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/4956/4264

Fearnside, P. M.(2002). Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados* Vol:16 (44). https://doi.org/10.1590/S0103-40142002000100007

Fearnside, P. M.(2015). *Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras*. Manaus: Editora do INPA, v.1, p.1-296. http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Livro%20Hidrel%C3%A9tricas%20V.1.pdf

Ferreira, B. O.; Almeida, A. P.; Leite, T. V. S.; Costa, M.S. S.(2018). Uso e Ocupação do Solo do Município de Tailândia – Pa. CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS - COINTER PDVAGRO. nº 3, pág 1-7, João Pessoa - PB.

Ferreira, J. C. V. (2003). *O Pará e seus municípios*. Belém: SEMEAR; Rede Celpa. p. 443-445.

Ferreira, J. O.; Galbiati, C.; Neves, S. M. A.S.; Miranda, M. R. S. (2016). Produção de mel nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, em Mato Grosso, no período de 2002

a 2011. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 39, 159-171. DOI: 10.5380/dma.v39i0.46505

Ferreira, S. B. (2010). *Os impactos ambientais causados pela ação humana no atrativo turístico "praia da liberdade" no município de Novo Progresso-PA.* Faculdade Opet de Curitiba-PR. https://docplayer.com.br/13436527-Os-impactos-ambientais-causados-pela-acao-humana-no-atrativo-turistico-praia-da-liberdade-no-municipio-de-novo-progresso-pa.html

Gavlak, A. A.; Escada, M. I. S.; Monteiro, A. M. V. (2011). Dinâmica de padrões de mudança de uso e cobertura da terra na região do Distrito Florestal Sustentável da BR-163. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, INPE, p. 6152. http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/06.27.12.54/doc/p1188.pdf

Gorelick, N; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S; Thau, D.; Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18-27. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2006). SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática – Censo Agropecuário. http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?z=t&o=1&i=P.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2019). SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática – Pesquisa da Pecuária Municipal. https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2019). SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática – Produção Agrícola Municipal. https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas.

Junior, E.A.M.; Silva, J.S.V.; Oliveira, R.C. (2017). Geotecnologias no planejamento e ordenamento territorial. *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, INPE – Santos (SP), p. 4835-4842. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162042/1/MengatoJr-XVIIISBSR-2017.pdf

Lameira, W.J M; Almeida A. S; Vieira, I. C. G. (2010). Síntese de ocupação em estradas não oficiais na Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.01, n. 62, P. 261–267. http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43706/22970.

Margulis, S. (2003). Causas do desmatamento na Amazônia brasileira. *The World Bank*, Brasília. http://documents1.worldbank.org/curated/en/867711468743950302/pdf/277150PAPER0Po1az1nia0Brasileira111.pdf.

Margarit, E.(2013) *O processo de ocupação do espaço ao longo da BR 163: Uma leitura a partir do Planejamento Regional Estratégico da Amazônia durante o Governo Militar. Geografia em Questão – Projeto Saber*. http://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/6634.

Oliveira, A. H. M.; RODRIGUES, D. A. (2017*). Análise exploratória da degradação florestal na Região de Novo Progresso (PA) e Sinop (MT) – Os Sistemas Degrad, Detex e Focos de Calor*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos - SP. http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser300:trabalho_afonso_danilo.pdf.

Passos, M. M. (2017). BR-163, de Cuiabá a Santarém: o papel dos agentes e sujeitos no ordenamento do território e na implementação de políticas públicas. *Ci. & Tróp. Recife*, v. 41, n. 1, p. 139-164.

Pereira, A. G. C.; DAVID, É. C.; VIANA, J. A. S.; NAZARÉ, J. V. S. P.; ALEIXO, L. R.; CAMPINAS, D. S. N.; HUNGRIA, L. C.; GUEDES, A. DA S. (2020). Uso de geotecnologias para avaliação do desempenho produtivo paraense na produção de mel, no período de 2008-2018. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 32087-32106.

Pereira, A. S.; Shitsuka, D. M.; Parreira F. J.; Shitsuka R. (2018). *Metodologia da pesquisa Científica.* 1. ed. – Santa Maria, RS : UFSM, NTE. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Rego, N; Freitas, R. M. (2015). Amazônia, representação e mídia. *Revistafsa*, v.12, n.1, p.107-120.

Rebello, F. K.; Homma, A. K. O. (2017). *História da colonização do Nordeste paraense: uma reflexão para o futuro da Amazônia*. Belém, Pará: EDUFRA.

Rivero, S.; Almeida, O.; Ávila, S. ; Oliveira, W.

Rivero, S.; Almeida, O.; Ávila, S. ; Oliveira, W. (2009). Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia_* Belo Horizonte_19 (1)_41-66. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003 .

Shuber, E; Souza, M; Moraes, S. (2015). Desenvolvimento Regional do Tapajós: Um Olhar Sob o Cenário Socioeconômico na Região de Integração do Tapajós. *Revista de Estudos Sociais*. N. 34, V. 17, Pag. 93.

Silva, D. S.(2019). *Trajetórias de uso e cobertura da terra no município de Novo Progresso, P*ará. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), 34f. Belém.

http://www.bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/768/1/Trajet%C3%B3rias%20de%20uso%20e%20cobertura%20da%20terra%20no%20munic%C3%ADpio%20de%20Novo%20Progresso-Par%C3%A1.pdf.

Xaud, M. R; Epiphanio, J. C. N. (2015). Análise da dinâmica das conversões de uso e cobertura da terra na região sudeste de Roraima – Amazônia. *Agroambiente*, v.9, n.4, p.465 – 475.

CAPÍTULO IX

CONFLITOS TERRITORIAIS NA GESTÃO DE PARQUES URBANOS NA AMAZÔNIA: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA – BELÉM/PA

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-9

Charles Benedito Gemaque Souza [1]
Francimary da Silva Carneiro [1]
Paula Magno do Amaral [1]
Hellem Cristina Teixeira Rodrigues [1]
Carla Vanessa Borges Castro [1]
Klewton Adriano Oliveira Pinheiro [2]
Alex da Silva Frazão [1]

[1] Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS-PA.
[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará– IFPA

RESUMO

O Parque Estadual do Utinga (PEUt) está inserido na Região Metropolitana de Belém (RMB), desde sua criação em 1993 o objetivo principal foi assegurar a vida útil dos lagos Bolonha e Água Preta responsáveis pelo abastecimento de água potável da capital. Contudo, o processo desordenado de ocupação urbana do seu entorno e as dificuldades ligadas aos aspectos jurídicos e operacionais da gestão ambiental edificam uma discussão sobre as diferentes estratégias de uso do parque urbano na região a partir da sobreposição de territórios e os impactos na paisagem.

Palavras-chave: Parque Urbano. Gestão Ambiental. Territórios.

1. INTRODUÇÃO

O Parque Estadual do Utinga-PEUt é uma das poucas áreas verdes remanescentes com a função de proteção da biodiversidade no processo de urbanização de Belém. Acrescenta-se a isto o fato de que a efetividade do controle do uso do território encontra-se diretamente vinculado à manutenção da qualidade do abastecimento, uma vez que abriga o denominado “celeiro das águas” da cidade.

Neste contexto, a sua gestão ambiental envolve diferentes olhares, os quais estão diretamente atrelados aos desafios da sustentabilidade face aos padrões da metrópole. De maneira geral, a criação de um parque na área urbana está acoplada a

ideia de preservação e de qualidade de vida através dos serviços ambientais à sociedade por meio da filtragem do ar, água, vento e poluição sonora; estabilização do microclima local; formação de um espaço de educação ambiental e visitação que influência positivamente na saúde mental e físico, além de abrigo de animais silvestres nativos ou introduzidos na área.

Conforme o SNUC (Lei Federal 9.985/00) os parques nacionais são um tipo específico de Unidade de Conservação (UC) de proteção integral que tem como objetivo principal "a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, de recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico" (Brasil, 2000).

Entretanto, Castro Júnior et al (2009:39) assinala que no Brasil, diferentemente de outros países, os parques ambientais foram estabelecidos prioritariamente em áreas com atividades humanas já estabelecidas, para proteger os ecossistemas remanescentes, o que impõe desde do início uma diretriz básica para gestão ambiental: o de combate aos impactos causados pelos ocupantes dessas áreas.

Desse modo, essa categoria de UC no Brasil já surge entremeada por conflitos territoriais o que coloca a efetivação dos instrumentos políticos como prioridade em relação aos serviços ambientais e à função de preservação. Em consequência, a localização dos parques urbanos no Brasil engloba efetivamente as dimensões ecológicas, como sugere o SNUC, mas, igualmente, interesses sociais, econômicos e culturais, o que implica primeiramente, em disputas pelo uso do parque.

Com isso, o discurso de sustentabilidade é socialmente incorporado pelos atores sociais e, ao mesmo tempo, contestado numa interação mutável, contraditória e complexa de acordo com as relações de poder em jogo. A relevância dessa perspectiva está na inclusão dentro da lógica de proteção ecológica, a questão da dinâmica desigual dos custos e benefícios das cidades associadas à criação de um "território de conservação" que necessariamente passa pela consolidação da governança.

Por outro lado, as definições e as funcionalidades, dessas áreas protegidas transformam-se de acordo com as interações entre as políticas públicas, a ação da população circunvizinha e a acepção dos gestores sobre preservação. De acordo com

Cardoso et al (2015: 77) o significado de um parque urbano é comumente reduzido as áreas verdes destinadas ao lazer e visitação, distinguindo-se de praças e jardins botânicos pelo tamanho da área, influenciando no ordenamento territorial.

Os parques urbanos são tanto um objeto de estudo concreto, com suas áreas verdes e limites, quanto dinâmico pelas mudanças nas políticas públicas e pelas relações entre os diversos interesses em jogo. Diante disso, foi necessário a utilização de uma diversificada pesquisa bibliográfica e documental, porém, diante dos conflitos territoriais foi preciso examiná-las levando em consideração tais dimensões.

Para Coelho et al (2009) cabe ao pesquisador analisar a UC através do arranjo institucional que levam aos limites do controle territorial e ambiental e buscam explicitar os embates entre os grupos sociais envolvidos. Para os autores, as UCs precisam ser analisadas como territórios de exercício de poder, com suas identidades, simbologias e marcas distintivas já existentes ou reinventadas através dos grupos de interesses.

Logo, é fundamental avaliar até que ponto o PEUt está cumprindo os objetivos que nortearam sua criação, ao mesmo tempo, que é preciso pontuar quais agentes sociais estão sendo efetivamente beneficiados pelos conflitos territoriais. O fato é que as restrições de uso e ocupação do solo que foram impostas pela presença de uma área protegida de proteção integral em plena área de expansão residencial de Belém, afetou a dinâmica de ocupação urbana da área do Utinga e da cidade.

2. A SUSTENTABILIDADE DOS MANANCIAIS DO UTINGA FACE À URBANIZAÇÃO DE BELÉM

O processo de ocupação da área do PEUt é resultado do crescimento desordenado da Região Metropolitana de Belém-RMB, data da construção da Estrada de Ferro Belém - Bragança, em 1883, cujo o trecho inicial encontrava-se próximo da bacia hidrográfica do Utinga, onde se encontrava os principais mananciais de abastecimento de água da cidade.

O PEUt está inserido entre as áreas de transição e de expansão urbana da RMB. Estas, somado a área central, configuram as três porções relativamente distintas em que se divide o espaço urbano de Belém. A área central é caracterizada por um bloco de

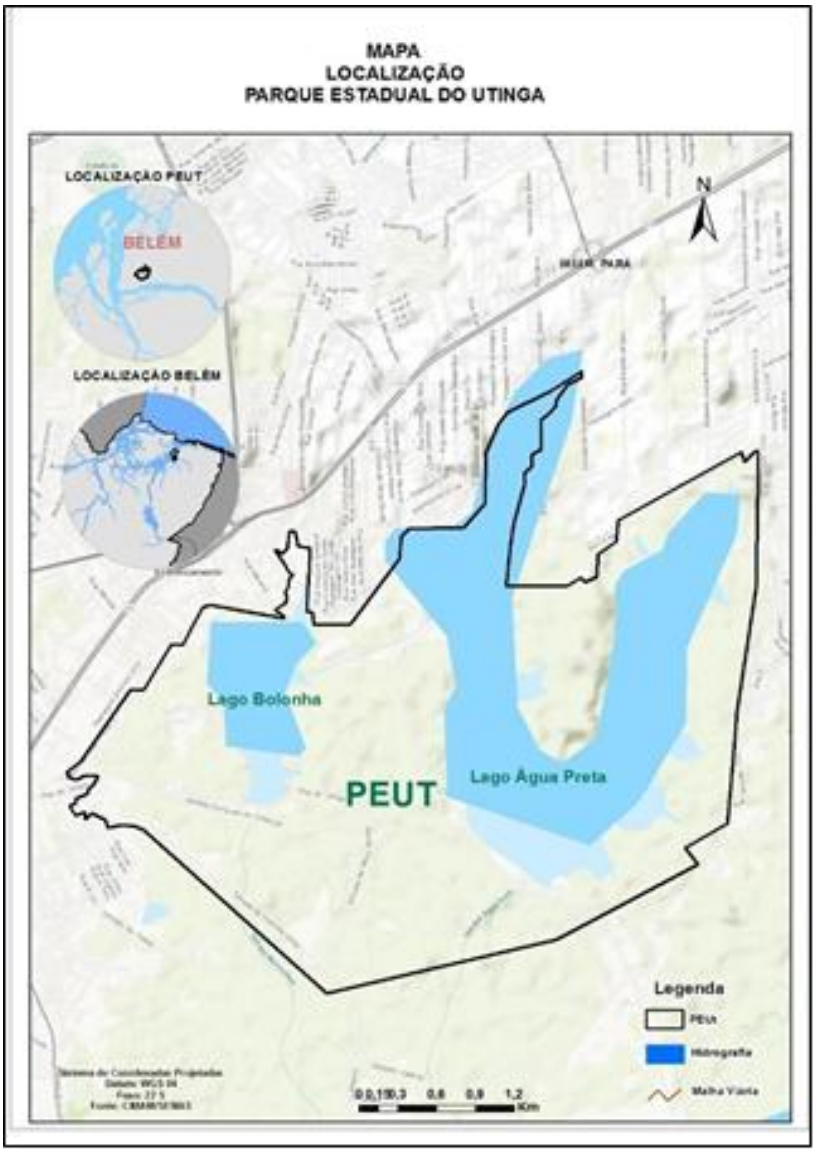
urbanização pretérita, dentro da primeira légua patrimonial, limitado pela baia do Guajará, pelo rio Guamá e pelo chamado Cinturão Institucional.

Ao longo dos anos, a intensificação da migração rural urbana, levou ao adensamento e crescimento da cidade de Belém, que combinado a falta de políticas públicas introduziram ocupações subnormais (Vieira e Pereira 2016, p. 732) para o contexto amazônico. Há uma grande desigualdade socioespacial, em que os serviços urbanos estão mais concentrados na área central, prioritariamente privilegiadas pela administração pública, em detrimento das necessidades existentes nas áreas de transição e expansão da RMB.

De acordo com Bordalo (2013, p.149), a partir de 1960 a gestão das águas em Belém ficou a cargo do Departamento de Água e Esgoto (criado em 1962), no entanto o aumento das perturbações antrópicas se acentuou com a construção da BR 163, acelerando a invasão espontânea ao norte dos mananciais do Utinga. Durante o Governo militares o controle e a execução do abastecimento de água de Belém ficou a cargo da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), fundada em 1970.

Diante desse quadro, houve ao longo dos anos consequências ambientais negativas no Utinga devido à associação das altas taxas de ocupação, principalmente ao norte, com as carências de políticas públicas. Em 1982, o Governo do Pará tombou a área dos mananciais de Belém por seu conjunto paisagístico, ecológico e turístico. Ainda naquele ano, a COSANPA contratou uma empresa para elaborar um diagnóstico que pela primeira vez recomendou a criação de um “parque ecológico às margens do reservatório”.

Figura 1: Mapa de localização do PEUt em Belém



Fonte: Os autores.

O Governo do Pará, por meio do decreto nº 3.251/1984, institui em uma área de 1.598,10 hectares, como de utilidade pública para fins de desapropriação, a qual foi denominada "Área de Proteção Sanitária – Lago Bolonha e Água Preta". Posteriormente, criou-se a "Área de Proteção Especial para fins de Preservação dos Mananciais da Região Metropolitana de Belém", incluindo as bacias hidrográficas tributárias aos reservatórios (decreto nº 3.252/1984). Além disso, por meio do decreto nº 3.521/1986, o governo institui que as florestas existentes na área fossem de preservação permanente.

Neste cenário surge a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais de Abastecimento de Água de Belém (também chamado de APA Belém2), cuja criação

derivou da necessidade, conforme discrimina o Decreto Estadual nº1551/93, de proteção dos reservatórios de água dos lagos Bolonha e Água Preta, responsáveis pelo abastecimento de 65% da população da região metropolitana de Belém (SECTAM, 2003). A APA Belém possui uma extensão de 7500 hectares e envolve os municípios de Belém e Ananindeua.

A APA funciona como uma zona de amortecimento para o PEUt, sendo claramente conceituada, por meio do art. 2º, inciso XVIII, da lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 como "o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade". Conforme destacado por Gomes (2007), nesta área diversifica-se a concentração humana e a formação de uma rede de atores sociais com o objetivo de um projeto sustentável.

O processo de criação da APA Belém gerou desencontros entre os ocupantes da área do Utinga com o poder público pela forma como foi conduzida a implantação da UC. Durante o período entre os anos de 1993 e 2003 o processo de implantação aconteceu de forma arbitrária por desconsiderar a presença dos moradores residentes a pelo menos 30 anos. Além disso, a ausência de gestão ambiental consistente possibilitou que o crescimento da ocupação irregular continuasse no entorno da UC, inclusive invadindo os limites previstos pelo Decreto Estadual 1.552 de 3 de maio de 1993 .

Mesmo com o controle territorial a ocupação irregular do Utinga tornou-se um dos vetores de maior relevância na pressão antrópica nos mananciais de abastecimento de Belém, seja pelo aumento da demanda de água tratada ou pelas alterações de áreas próximas dos lagos Bolonha e Água Preta.

Neste sentido, a ocupação do solo no entorno do PEUt caracterizou-se por congregar usos e atividades essencialmente urbanos, com exceção das áreas ao sul, sudeste e nordeste. A porção territorial imediatamente a oeste e norte apresenta a Avenida Almirante Barroso e seu prosseguimento, a BR-316, como principal eixo de equipamentos urbanos, não apenas desta área como também da cidade de Belém. Predominam ao longo deste eixo os usos residenciais, industrial e de serviços.

Ao norte do Parque o uso é predominantemente residencial, com tipologias variando desde residenciais de classe média e classe média alta até áreas de invasão com sub-habitações de classe baixa. A ocupação da área é predominantemente horizontal, englobando os Bairros Curió-Utinga, Guanabara, Castanheira e Águas Lindas. Em alguns trechos as residências avançam até as cabeceiras dos lagos Bolonha e Água Preta, sendo que no Bolonha esta situação ocorre de forma mais intensa (Figura 2).

Figura 2. Vista aérea do Lago Bolonha no PEUT

Fonte: Os autores.

Dentre as invasões ao norte, merece destaque uma área de sub-habitações localizada às margens do lago Água Preta, cujos esgotos domésticos são lançados diretamente em uma das nascentes que contribuem para a formação do lago. Esta área de invasão, localizado dentro dos limites patrimoniais da COSANPA, já havia sido objeto de desapropriação e remanejamento, sendo que a área foi posteriormente invadida. Da mesma forma, a nascente do lago Bolonha teve também suas margens novamente invadidas após a desapropriação da área.

A leste dos mananciais o uso do solo é também bastante diversificado ao longo do Bairros da Águas Lindas e do Aurá. São encontradas áreas ocupadas por sub-

habitações, bem como sítios, clubes e residências de classe média, além de um cemitério. Merece destaque nesta área a implantação pelo poder público de três conjuntos habitacionais horizontais às margens da Estrada Águas Lindas, o que demandou o desmatamento de extensas áreas verdes.

Ao oeste da área, entre os limites do parque urbano e a Avenida Almirante Barroso, o uso é institucional. Entre os órgãos instalados estão a SESAN (Secretaria Municipal de Saneamento de Belém), e Delegacia do Pará do Ministério da Agricultura. Encontram-se nesta área os bairros do Castanheira. Ainda na região da área de entorno do PEUT cabe destacar ainda pelo seu potencial de contaminação da água dos lagos, pela usina de compostagem de lixo e pelo chorume do aterro sanitária do Aurá (Fechado em agosto de 2014), cujo sítio de implantação localizava-se a 1400 metros da cabeçeira lago Água Preta (Figura 3).

Figura 3: Aterro do Aurá na área de entorno do PEUT

Fonte: Os autores.

As características topográficas da área, evidenciadas pela existência de baixas cotas altimétricas, com terrenos facilmente alagáveis, torna os mananciais do Utinga ainda mais vulneráveis à ação poluidora oriunda da lixiviação de terrenos mais altos.

Acrescente-se o impacto ambiental provocado pela sazonalidade no período de estiagem e, ainda pelo recalque das águas superficiais, barrentas do rio Guamá, que recebe fortes influências da penetração de águas salinas oriundas do Atlântico e das contribuições da contaminação urbana. (JÚNIOR e COSTA, 2010).

Nesse contexto, a criação do parque urbano para a proteção dos mananciais de Belém tornou- se parte da construção de uma imagem sustentável da cidade que é tanto prática, como simbólica, abstrata. O processo de expansão urbana que ocorreu na área acentuou ainda mais os problemas socioambientais. Além disso, de modo geral, existem questões de ordem estrutural, com forte presença de ocupações informais, acumulo de lixo, violência onde se articulam o nível de segregação espacial.

Com relação ao atual do uso e ocupação no interior dos limites da área do PEUT, encontram-se atualmente as seguintes instalações e atividades:

- Adutora do rio Guamá; Estação de tratamento de Água (ETA) da RMB;
- Escritórios da COSANPA;
- Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – IDEFLORBio;
- Batalhão de Polícia Ambiental do Pará;
- Invasões (uso residencial) nas cabeceiras dos lagos e no prolongamento da Avenida João Paulo II.

Portanto, o município de Belém, assim como muitas outras cidades brasileiras, não planejou o seu crescimento urbano e os impactos ambientais têm afetado direta e indiretamente a preservaçãodessas áreas. No caso do PEUT, também tem a questão do espaço de recreação para os moradores, bem como possibilitar o desenvolvimento de atividades científicas, culturais, educativas e turísticas.De acordo com Araujo et al (2012) o êxito da gestão dos mananciais passa pela apropriação da questãoda sustentabilidade, que por sua vez depende da concretização dos objetivos alinhavados pela Lei Federal 9.985/00 (SNUC).

3. ASPECTOS LEGAIS DA GOVERNANÇA DOS PARQUES URBANOS EM BELÉM

A legislação ambiental brasileira define dois tipos básicos de áreas verdes protegidas: àquelas sem definição de dimensões e limites, como as florestas, o mar, as cavernas, as serras; o outro tipo tem definidos suas dimensões e limites físicos, são as Unidades de Conservação (UCs): Parques Ambientais, Áreas de Proteção Ambiental entre outras.

O Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) criado pela lei nº 9.985/2000 como um sistema organizado capaz de viabilizar os objetivos nacionais de conservação onde os principais focos são: planejamento, manejo e gerenciamento das Unidades de Conservação.

Dois grupos de UC distintos foram criadas pelo SNUC as unidades de proteção integral e as unidades de uso sustentável. As UCs de uso sustentável possui o objetivo de conservar a natureza com o uso dos recursos naturais.

Quanto ao grupo de UCs de proteção integral, são subdivididas em:1) Estação Ecológica tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas; 2) A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota; 3) Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares o de beleza cênica; 4) O Refúgio de Vida Silvestre tem com objetivo de assegurar condições para a existência ou reprodução de espécies 5) Parque nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais.

O contexto de conformação de Unidades de Conservação no Estado do Pará inicia em 1961, com a criação da Floresta Nacional de Caxiuanã, pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), localizada nos municípios de Portel, Melgaço, Gurupá e Porto de Moz.

Em relação as UCs estaduais a mais antiga do Pará é a Area de Proteção Ambiental do Marajó, trata-se de um processo de criação de UC atípica e formalizada apenas por um parágrafo da constituição estadual: “O Arquipélago do Marajó é considerado área de proteção ambiental , devendo levar em consideração a vocação econômica da região” (PARÁ, 1989, art.13, inc.2).

Ribeiro (2010, p.59) compreende o processo de criação de UCs no estado do Pará a partir de três momentos: 1) Até anos 80, baseados em estudos já existentes e ratificados por meio de viagens de campo; 2) a partir da estruturação da Secretaria Executiva de Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM) em 1991 que passou a assumir a competência de criar as UCs; 3) com o advento do SNUC que exigiu maiores exigências para implementação das UCs.

Além disso, a distribuição geográfica e a época da criação das UCs no Estado respondem à diversos contextos políticos, econômicos e sociais específicos de cada região. Nesse sentido, a criação dessas áreas protegidas precede ou coincide com avanço de algum tipo de pressão territorial, como frente pioneiras, ocupação irregular de áreas verdes urbanas, deterioração dos mananciais dos rios.

A contextualização de criação de UCs no Pará tem outro diferencial, o fato de pertencer ao bioma amazônico, que devido ao aumento do desmatamento, poluição entre outros, contrapondo-se ao discurso de sustentabilidade alavancado principalmente pelos órgãos internacionais, pressionava o poder público em institucionalizar a proteção do ecossistema. Essa pressão proporcionou uma série de medidas de amortização do problema, incluindo a efetivação de Áreas Protegidas no Estado.

De acordo com Lobato (1988) a metodologia de seleção das regiões consistia em levantamentos de estudos de instituições públicas para posteriormente ser realizado visitas técnicas de averiguação das informações. Neste momento, já existiam diversas propostas da categoria e dos objetivos da UC, segundo o mesmo autor, a visão preservacionista prevalecia, isto é, a predisposição em criar UCs de proteção integral sem muita preocupação em conciliar com a realidade local, especialmente em relação aos moradores do entorno.

Não obstante a lei que cria a SECTAM seja de 1988 (Lei Estadual nº 5.457), está só foi implementada em 1991 com incorporação do corpo técnico e estrutura advinda do corpo técnico vindo de outras secretarias estaduais.

Em 2005, com a Lei Estadual nº 6.745/2005, foi elaborado o Macrozoneamento Ecológico- Econômico do Estado do Pará (MZEE), que destinou novas áreas de conservação que foram determinantes para a divisão territorial de uso e de ocupação

das UCs estaduais. Conforme o Art. 4, foi designado em zonas no qual 65% da área total eram destinadas as áreas protegidas e 35% apenas eram destinados a expansão de atividades produtivas ou de recuperação de áreas degradadas.

Posteriormente, em 2007, a lei Estadual 7.026 altera a denominação da SECTAM, surge a Secretaria de Estado e Meio Ambiente (SEMA), que passa a ter uma nova estrutura organizacional. Foi criada a Diretoria de Áreas Protegidas (DIAP), que passa a tratar diretamente da questão de criação, implementação e gestão das UCs. Houve, conforme Ribeiro (2010, p.65) um aumento quantitativo e qualitativo significativo em relação ao planejamento.

Já no final de 2015, houve uma nova mudança na estrutura do Estado, as UCs estaduais ficaram sob a responsabilidade do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Pará (IDEFLORBio), aproveitando o corpo técnico da antiga DIAP foi criado a Diretoria de Gestão e Monitoramento de Unidades de Conservação (DGMUC) com objetivo de fortalecer a gestão, planejamento e o controle dessas áreas.

A RMB possui sete parques urbanos em funcionamento (QUADRO 1), sendo três particulares, onde a função ecológica está abaixo do objetivo de explorar comercialmente a paisagem em sua maioria.

Quadro 1: Parques urbanos na Região Metropolitana de Belém

Denominação	Responsabilidade	Normativo	Ano
Parque Estadual do Utinga (antigo PAB)	Estado	Decreto nº 1330	2008
Parque Ecológico de Belém (Gunner Vingren)	Municipal	Lei 7539	1991
Parque Ecológico de Mosqueiro	Municipal	Decreto nº 26138	1993
Parque Ambiental de Ananindeua	Municipal	Lei 2.472	2011
Parque dos Igarapés	Particular		1986
Parque Amazônia Crocodilo Safari	Particular		1989
Parque Ecológico Gunma	Particular		1996

Fonte: Brito, 2009 adaptado pelos autores.

Desse modo, o primeiro Plano de Manejo (PM) nos parques urbanos de Belém foi o PM do Parque Ambiental de Belém (PAB) de 1994, que foi elaborado pela SECTAM, entretanto os diagnósticos em grande parte estavam ultrapassados. Além disso, Costa (2006) registrou-se que menos de 35% das atividades previstas no PM foram executadas no período de 1994 a 2006. Ademais, não houve o devido cuidado com a zona de

amortecimento do parque urbano, área que objetiva regular o uso da terra na área de entorno, assegurando, desta forma, a proteção aos recursos naturais.

Com a evolução dos instrumentos legais de gestão ambiental, percebeu-se que a preservação das áreas protegidas estava vinculada ao enfrentamento de questões ambientais que vão além do "território de conservação". Aos poucos, percebe-se a importância do controle da zona de amortecimento e da criação do conselho gestor entre outros.

Esses instrumentos foram consolidados no segundo Plano de Manejo do PEUt, elaborado pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), ratificado na reunião do dia 24 de outubro de 2013. Os objetivos citados no documento final (PARÁ, 2013) para consolidar o território de conservação no primeiro ciclo de 5 anos foram:

- Proteger os mananciais de abastecimento de água da RMB;
- Fomentar e organizar o uso público da área;
- Implantar a infraestrutura física de gestão e normas para usos públicos;
- Destinar equipe técnica adequada para demanda de uso públicos;
- Incentivar, promover e divulgar para a sociedade da RMB as pesquisas que preencham as lacunas de conhecimento sobre a UC, a fim de subsidiar o próximo ciclo de gestão;
- Potencializar e envolver as comunidades que residem no entorno com as atividades de educação ambiental e uso público.

Apesar da ênfase ainda se concentra na função de proteção aos mananciais e do uso público do parque urbano, havia uma proposta de aproveitar o potencial do PEUt para fornecer serviços ambientais de lazer, turismo e educação em favor desse escopo principal. Desta forma, pelo menos nas ações citadas nesse primeiro ciclo do PM, não priorizou o ecossistema do parque urbano com um todo, em virtude disso o zoneamento do parque urbano apresenta zonas de intervenção baixa.

Por outro lado, com a promulgação do Plano Diretor Urbano (PDU) em 2008, a política municipal de meio ambiente foi sistematizada, integrando-a diretamente com a cidade, na "busca de promover a adequação das ações do poder público no desenvolvimento de suas atividades socioeconômicas com equilíbrio ambiental"

(Belém, 2008). Dessa forma, os parques urbanos foram conceituados como Zona Especial de Preservação do Patrimônio Ambiental.

Entretanto, o modelo de governança sustentável desenvolvido a partir dos aspectos legais em Belém, ainda esbarram na questão do fortalecimento das ações coletivas de gestão ambiental. Cardoso et al. (2015, p.87) mostram que à medida que os espaços institucionais de diálogos vão se formalizando, paradoxalmente, os moradores do entorno perdem sua forma ativa de reivindicação na interação com os agentes do governo e estes passam a controlar as ações. Em consequência, os conflitos se acentuam a partir das divergências e da ineficácia do poder público.

4. CONFLITOS E INTERESSES NA CONFIGURAÇÃO DO PEUT

A implantação do PEUt desencadeou uma questão socioambiental, visto que na área, onde já existiam diversas ocupações espontâneas, houve uma intensificação desse processo de invasão que não reconhece a importância de se relacionar de forma sustentável com o ambiente. A contraposição entre o direito à moradia e o ao meio ambiente fica evidenciado nos conflitos territoriais

Contudo, esse processo de ocupação irregular dos arredores do PEUt não se limita a população de baixa renda. Tal movimento foi realizado por atores de diferentes classes sociais, de fato, pode-se observar na área de entorno conjuntos residenciais de classe média, sede campestre de organizações privada de lazer da elite de Belém, repartições públicas, casas de luxo, casebres paupérrimas, creches humildes e escolas caríssimas.

Figura 4. Ocupação dentro do PEUt (Águas Lindas)

Fonte: Os autores.

Em 2007 foram registrados cerca de 1.300 residentes no interior do PEUT, dos quais 1270 foram remanejadas pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMA) durante o período de gestãodo órgão (2007-2015). No ano de 2012 haviam 153 pessoas, distribuídas em 66 famílias (IBGE, 2010). Além desses, há relatos de outras residências que estão sendo construídas recentemente, a áreahabitada por essas pessoas somava menos de 0,05% da área total do PEUt.

Quadro 1: Densidade populacional no interior do Parque Estadual do Utinga em 2012.

Localização no PEUT	Bairro	Nº Familias	Nº pessoas
Norte	Guanabara; Castanheira	26 21	78 63
Sul	Curió-Utinga	1	3
Leste	Águas Lindas	18	54
Total		66	153

Fonte: PARÁ,2013.

A dinâmica do uso do espaço está intimamente ligada à história e expansão demográfica e urbana dos municípios de Belém e Ananindeua. Conforme Pará, 2013, a maior parte (52%) dessas famílias ocupam há mais de vinte anos no mesmo local: 21% delas possuem um tempo de permanência entre vinte e trinta anos; 18% moram no local entre trinta e um e quarenta anos; e 13% estão lá há mais de quarenta anos. Apenas 17% das famílias residem há menos de cinco anos na área do parque.

Neste contexto a percepção ambiental dos moradores sobre gestão do PEUt, evidencia que a maioria, 23 (57,7%) não manifestou nenhum tipo de entendimento a respeito, enquanto que 17 (43,3%) deles citaram atributos, como: a proteção dos lagos, florestas e animais, a conservação de um espaço verde e área de lazer. Assim, evidencia-se a falta de informação por grande parte dos entrevistados sobre o que seja uma unidade de proteção integral e a importância que esta representa. Apesar disso, os moradores enxergam vantagens de residir às adjacências de um parque urbano, as principais estão relacionadas, conforme 31 (77,5%) moradores, ao ar puro; em sequência, 18 (45,0%) mencionaram a tranquilidade; 16 (40,0%), o canto dos pássaros; e 13 (32,5%) a beleza cênica. Por outro lado, às desvantagens consistiram principalmente no alto índice de assaltos, conforme 27 (67,5%) entrevistados; 26 (65,0%) associaram a área ao tráfico de drogas, 22 (55,0%) à insegurança e 15 (37,5%) ressaltaram a proliferação de insetos, chama a atenção que mais de 10% citaram a falta de acesso ao parque urbano, embora seja uma área próxima e pública.

Por outro lado o envolvimento dos residentes entrevistados nas atividades ofertadas ao público pelo Órgão Gestor 30 (75,0%) moradores não participam dessas ações, enquanto que 10 (25,0%) já vivenciaram as práticas comunitárias de educação ambiental. Em relação ao nível de frequência nas “visitas”, foi expresso pelos próprios entrevistados que não a fazem mais, por que essa prática foi proibida e fiscalizada pelo Batalhão de Polícia Ambiental (BPA).

No entanto, tratando-se das insatisfações individuais, de cunho socioambiental, no perímetro domiciliar e, concomitantemente, do parque urbano, as mais mencionadas foram: o despejo indevido de resíduos domésticos na área com 31 (34,0%) citações; seguida de 16 (17,6%) a respeito da poluição hídrica, principalmente para o consumo; 14 (15,4%) sobre a caça e pesca ilegais que tendem à diminuição da

biodiversidade; a falta de água para as utilidades diárias e também o desmatamento com 11 (12,1%) menções cada uma. Não obstante, o conhecimento superficial da função ecológica, e descontentamento com algumas ações da gestão, as manifestações de práticas ambientais comunitárias deveria ser incentivadas na área.

Por outro lado, ao questionar os moradores sobre a importância do parque urbano. As respostas demonstram que a população tem uma compreensão mínima da importância da área verde tanto para o bem-estar coletivo, como para a preservação dos recursos naturais:

Quadro 2 – Relação de justificativas sobre a importância da conservação do PEUt

RESPOSTAS	*FREQÜÊNCIA*
É um importante espaço de lazer	0,24
Garante a sobrevivência dos animais que vivem na área	0,17
Protege os lagos Bolonha e Água Preta	0,13
Beneficia os moradores da área: melhora o ambiente e purifica o ar.	0,13
Permite o contato com a natureza	0,1
É um importante espaço de preservação da natureza	0,1
Possibilita o conhecimento da natureza	0,07
Garante a preservação da vegetação	0,03
Proporciona um bem-estar para os moradores do entorno	0,03

Fonte Baia Jr (2004).

Santos (2010) afirma que de fato existe uma percepção ambiental por parte dos moradores, e que vários deles, embora tenham nível de escolaridade baixo, tem sim a capacidade cognitiva de tomar ciência sobre a preservação da área verde urbana. Contudo, em termos avaliativos os movimentos coletivos desdobram para o conflito ou resistência territorial, visto que ocupam irregularmente a área.

Com isso esse não pertencimento da UC pelos moradores do entorno do Utinga aponta para a construção de um “território de resistência” e, ao mesmo tempo, de convivência, a partir da cognição e das ações para conscientização da importância da sustentabilidade ambiental na cidade. Entretanto, a mesma ação transborda para

movimentos de contestação ao controle vigente, tais comunidades do entorno estão cada vez mais se organizando para garantir melhorias e a permanência na área.

Na visão dos gestores do PEUt a infraestrutura para desenvolver ações de educação ambiental, lazer e fiscalização foram reduzidos desde da origem em 1993. Questões políticas e a falta de verbas foram relatadas como os principais empecilhos para a gestão ambiental, porém o entendimento com a comunidade é visto como algo positivo pelo gestor principalmente a implementação de projetos de educação ambiental, seminários, cursos de capacitação de professores (Brito 2009, p.68).

Por sua vez Correia (2014) aponta que as atividades de visitas ao PEUt são excessivas e livres o que vêm contribuindo sobremaneira para deterioração do meio ambiente, a autora defende uma racionalização do processo de visitação do parque urbano, por meio da redução e controle das entradas e saídas e a criação de trilhas ecológicas revitalizadas e sinalizadas, no qual os transeuntes teriam a companhia de guias especializados para evitas ações que prejudiquem a biodiversidade.

Dessa forma, as políticas públicas no Utinga precisam necessariamente da colaboração de todos, visto que sem a devida educação ambiental dos moradores do entorno e da sociedade em geral, o PEUT não desempenha seu papel de proteção integral. Baia Junior et al (2004) questiona a ação de soltura indiscriminada de animais silvestres, conforme relato dos autores de 1994 a 2003 foram introduzidos 2472 animais, distribuídos em aves (65,4%), répteis (27,7%) e mamíferos (6,9%), muitas das espécies soltas, não eram registradas, o que altera o equilíbrio do ecossistema. Bordalo (2006), por sua vez, faz uma avaliação negativa da gestão das bacias hidrográficas do município de Belém, especialmente os mananciais do Utinga. Em sua conclusão, reforça que as medidas jurídicas para proteger as águas superficiais que abastecem a cidade de Belém, no qual se inclui a consolidação do PEUt, não foram eficazes no seu objetivo. Conforme palavras do autor, o “modelo burocrático” de gestão e o crescimento populacional são os fatores determinantes para não dimiuição dos impactos do antropismo no parque.

Enfim, o maior desafio para a gestão ambiental de um parque urbano nesse sentido é a implementação de atividades de uso voltadas para o lazer, pesquisas, ecoturismo e educação ambiental, considerando o real potencial dessas áreas,

convergindo aos interesses dos moradores, tanto os da área como os visitantes que buscam um contato com a natureza. Isso implica em uma maior avaliação das potencialidades, a participação efetiva de todos os atores envolvidos, bem como de estudos integrados sobre a vulnerabilidade ambiental diante do (des) ordenamento da ocupação demográfica na área.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as condições favoráveis como abrigar os mananciais da cidade, ter grande parte do seu entorno ocupado por instituições públicas, ter uma área relativamente pequena, ter a sede do órgão gestor (IDEFLORBio) e de controle ambiental (BPA) no interior de sua área, o PEUt apresenta números negativos em termos de preservação e de controle no uso da área. Diante desta perspectiva,a problemática aqui colocada teve como escopo central justamente a avaliação da gestão ambiental por meio do cruzamento das variáveis das funções de ecológica, social e educativa.

Assim, a partir da perspectiva aqui proposto: os desafios para a gestão ambiental de um parqueurbano devem ser vistos por meio da percepção dos diferentes usos, funções e ocupações do territórios, de início foi imprescindível saber qual foi o contexto histórico de criação da UC, estudaras relações da comunidade do entorno com o parque, verificar a visão dos gestores atuais e antigos, fazer uma análise do Plano de Manejo e de outros instrumentos legais, verificando assim o que foi pensado e o que de fato significa o PEUT para a cidade.

De outro lado, é recorrente o questionamento tanto dos atores sociais envolvidos como dos cientistas sobre a real contribuição dos parques urbanos para o ordenamento territorial e a regularização ambiental em espaços de pressão pelo uso e ocupação do solo, como é o caso da cidadede Belém. As políticas habitacionais do governo municipal que incentivou a criação de conjunto residenciais na área de entorno do PEUT demonstra bem essas contradições no comprometimento com o “território de conservação” por parte do poder público.

Portanto, o grande desafio da gestão ambiental muitas vezes decorre desta “fragilidade” do poder público em aplicar políticas de cunho ecológico capaz de disciplinar os usos permitidos na áreade abrangência do seu território. Para Costa (2012:

23) dependendo do contexto em que a UC estejainserida, pode haver um grau de complexidade ainda maior. O autor lembra, ainda, que a resistênciae a função social da cidade são fatores que pode aumentar o conflito territorial.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rynon et al. **Aspectos socioambientais e participativos da população no entorno do Parque Estadual do Utinga, Pará**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015

BAÍA JÚNIOR, Pedro & GUIMARÃES, Diva. **Parque Ambiental de Belém: um estudo da conservação da fauna silvestre local e a interação desta atividade com a comunidade do entorno.** Revista Científica da UFPA http://www.ufpa.br/revistaic Vol 4, abril 2004.

BORDALO, Carlos. **O Desafio das Águas numa Metrópole Amazônida. Uma reflexão das Políticasde Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Belém – PA** (1984 – 2004). NAEA/UFPA.Belém, 2006. p 335. Tese de Doutorado.

BRITO, Susy Kellen Miranda. **Parque Estadual do Utinga (PA): Uma gestão ambiental participativa.** Dissertação (Mestrado em gestão de recursos naturais e desenvolvimento local na Amazônia) – Núlceo de Meio Ambiente – UFPA, Belém, 2009.

CARDOSO, Silvia Laura. **Subsídios para gestão ambiental no Parques urbanos o caso do Parque ecologico do municipio de Belem.** Dissertação (Mestrado em gestão de recursos naturais e desenvolvimento local na Amazônia) – Núlceo de Meio Ambiente – UFPA,2012.

CORREIA, Bruna. **Trilha do bolonha: análise da capacidade de carga turística como Ferramenta de desenvolvimento turístico e uso racional de Espaços públicos naturais em área urbana.** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG – 24 a 27/11/2014.

COSTA, André Luis de Souza, **Efetividade de manejo de duas Unidades de Conservação de proteção Integral no Estado do Pará.** Disseratação (escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) Piracicaba,2006.

COSTA, Mary Jane Sales. **Uso de indicadores ambientais na avaliação da qualidade de áreas de proteção ambiental: estudo de caso do Parque Estadual do Utinga – Belém (PA)**– Belém, 2015.

GORAYEB, Aína Leite. **Monitoramento da Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação do Estado do Pará - Parque Estadual do Utinga.** Dissertação. Mestrado profissional em gestão de áreas protegidas na amazônia. instituto nacional de pesquisas da Amazônia – INPA. 2012.

LERAY, Ester Barbosa. **Impactos sócio-ambientais: um estudo sobre a preservação ambiental do Parque Estadual do Utinga – Belém/Pa.** Monografia. (Especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia.) Faculdade Ipiranga. 2010.

RIBEIRO, Jociete. **Area de Proteção Ambiental da Ilha do Combu. Desafios de implantação e de gestão de uma Unidade de Conservação.** Belém, NUMA,2010

ROJAS, Juan Pablo Heredia. **Dinâimica da cobertura vegetal e o uso do solo em unidades de proteção integral: o Parque Estadual Utinga no Estado do Para- Brasil**. PPGEO, 2017.

SANTOS, Tadeu. **A percepção ambiental dos moradores do entorno do Parque Estadual do Utinga. Estudo de caso: A ocupação da rua moça bonita (Guanabara-Ananindeua-ará)**. Dissertação de mestrado. PPGCA/UNITAU.2010.

SILVA, Amanda Helena & DIAS, Vinicius Anderson. **Elementos de informação no entorno da APA-Belém: análise através da percepção de estudantes pesquisadores.** Revista Traços. Belém, v.5, nº 10, p. 41-50 Dez. 2002. http://revistas.unama.br/index.php/revistatracos/article/view/878/431

CAPÍTULO X

GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA E NOVAS PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO: O CASO DE JOÃO CÂMARA, RIO GRANDE DO NORTE

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-10

Alesxandro Fernando do Carmo [1]
Rokátia Lorrany Nogueira Marinho [2]
José Henrique Maciel de Queiroz [3]
Francisca Kennia Nunes dos Santos [4]
José Elesbão de Almeida [5]
Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho [6]

[1] Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – UERN
[2] Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – UERN
[3] Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – UERN
[4] Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – UERN
[5] Professor Adjunto IV do Departamento de Economia. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN
[6] Professor Adjunto II do Departamento de Engenharias e Tecnologia. Universidade Federal do Rural do Semi-Árido – UFERSA

RESUMO

A geração de energia eólica tem ganhado cada vez mais importância nos debates sobre desenvolvimento econômico sustentável, por ser uma atividade limpa e menos agressiva ao meio ambiente. No Brasil, a atividade eólica tem se destacado como alternativa à crescente demanda energética. Entre as regiões brasileiras, o Nordeste apresenta o maior potencial para aproveitamento desse recurso, proporcionando assim o debate sobre a interfaces entre a instalação dos parques e o desenvolvimento da região. A partir desse contexto, o presente artigo objetiva analisar a influência da geração de energia eólicas no contexto socioeconômico do município de João Câmara – RN, com a finalidade de verificar se o setor se constitui como um vetor de desenvolvimento para o local. A metodologia utilizada para alcançar tal finalidade foi essencialmente quantitativa com uso de pesquisas bibliográficas e documentais. Como resultado obteve-se atividade eólica tem-se configurado como um importante estímulo para a economia de João Câmara. Porém, não se caracteriza como um vetor de desenvolvimento, considerando o caráter temporário de sua atuação efetiva.

Palavras-chave: Energia Eólica. João Câmara. Crescimento Econômico. Desenvolvimento Sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A produção enérgica, pelo seu caráter essencial à atual sociedade, está no centro das discussões envolvendo desenvolvimento econômico. O estímulo principal para o uso

de fontes alternativas ao petróleo ocorreu com a crise econômica mundial na década de 1970. Pois, entre os vários fatores, o posicionamento adotado pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) em elevar o valor desse insumo no mercado internacional levou diversos países a buscar a segurança no fornecimento de energia e a reduzir a dependência da importação de combustíveis (SIMAS e PACCA, 2013).

O Protocolo de Kyoto, em 1997, evidenciou a necessidade de desenvolver esforços para o enfrentamento das mudanças climáticas e redução dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Levando a busca por alternativas mais limpas de produção energética que pudesse, simultaneamente, suprir as necessidades econômicas e gerar menos impactos ao ambiente (SIMAS; PACCA, 2013). Desse modo, ainda que a matriz energética global seja alicerçada em combustíveis fósseis, o uso de fontes de baixo carbono está em constante expansão.

Entre as possibilidades de energias renováveis (solar, hídrica, eólica, biomassa, oceânica e geotérmica) as fontes eólicas têm despontado como uma das mais promissoras. No Brasil o setor tem atraído a atenção de investidores nacionais e internacionais e se tornado alvo de vultosos investimentos, muito em virtude de um projeto público de incentivo às fontes renováveis, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), (Lei nº 10.438/2002) sendo considerado um passo importante para a diversificação da matriz energética nacional e o fomento do mercado interno para o uso dessa fonte.

A partir de 2009, a fonte eólica entrou permanentemente na matriz elétrica brasileira e no mapa da indústria mundial tendo sua negociação de forma crescente em leilões e a preços bastante competitivos (CAMARGO, 2015).

É indubitável, o demonstrativo de crescimento dessa fonte no Brasil. Tornando-se, com cerca de 9% de participação, a segunda fonte da matriz elétrica. Em 2019, foram instalados 38 novos empreendimentos eólicos somando um total de 620 usinas e 15,45 GW de potência instalada, o que representou um crescimento de 5,07% em relação a dezembro de 2018 (ABEEÓLICA, 2019).

No Brasil, a maioria dos projetos eólicos estão situados no Nordeste (86%). “Dos nove estados nordestinos, oito possuem projetos eólicos, com destaque para o Rio

Grande do Norte (4.020 MW) e a Bahia (3.770 MW). No Nordeste, atualmente a fonte eólica lidera, representando 35,6% da matriz elétrica regional" (BEZERRA, 2019, p. 1).

No Nordeste, o Rio Grande do Norte (RN), recorte do presente estudo, destaca-se como uma região apta para o aproveitamento eólico. Os ventos potiguares estão soprando a favor do desenvolvimento. Com capacidade de geração de 3.4 GW e mais de 2000 aerogeradores instalados, o RN é o líder em geração de energia por fonte eólica (ANEEL, 2017). Alguns dos fatores que ajudam a explicar esse cenário são a velocidade dos ventos com elevadas médias – acima de 7 m/s –, constância, regularidade e grande estabilidade de direção (CAMARGO, 2015).

Nesse sentido, a presente pesquisa parte da hipótese que a atividade eólica é capaz de prover um conjunto de alterações socioeconômicas nos lugares de sua inserção. Para isso, tomou-se como objeto empírico a cidade de João Câmara – RN, município com maior geração de energia eólica no território potiguar, possuindo um total de 29 parques em operação comercial (ANEEL, 2021). Assim, o objetivo deste trabalho concentra-se em analisar a influência da geração de energia eólicas no contexto socioeconômico do município de João Câmara – RN, com a finalidade de verificar se o setor se constitui como um vetor de desenvolvimento para o local

Para averiguar a atuação da atividade eólica na economia de João Câmara elencou-se como indicadores importantes o Produto Interno Bruto, PIB Per Capita, arrecadação de imposto sobre serviço, valorização fundiária e a geração de empregos. A coleta das informações foi realizada junto a bancos de dados de empresas e órgãos governamentais como a ANEEL, ABEEÓLICA, RAIS/CAGED, SICONFI/STE e IBGE. O levantamento de dados incluiu também buscas em documentos oficiais estatais e de organizações do setor de energia, além de artigos, relatórios técnicos, dissertações e teses que direta ou indiretamente forneciam informações sobre a temática. Para a análise e apresentação dos dados, foram elaboradas tabelas, gráficos e outras ilustrações, de forma que permitisse uma melhor visualização dos dados.

2. IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS E TERRITORIAIS

A trajetória do desenvolvimento brasileiro foi marcada por fortes especificidades regionais das atividades produtivas, o que culminou na formação e reprodução de profundas disparidades entre as regiões do país. O Semiárido brasileiro é o reflexo mais nítido destas desigualdades regionais (BUAINAIN; GARCIA, 2013).

A gênese do atraso socioeconômico desse território está profundamente marcada pela formação histórico-econômica do Nordeste. Atividades econômicas pautadas em relações de produção atrasadas, concentração de renda e riqueza e grande concentração de pessoas envolvidas em atividades de baixíssima produtividade, são elementos estruturais que moldaram a base socioeconômica no Nordeste[1] (BUAINAIN; GARCIA, 2013).

Nas últimas décadas do século XX, o Nordeste apresentou mudanças significativas na composição de sua organização produtiva. As atividades agropecuárias perderam peso relativo no PIB da região, com um avanço das atividades urbanas. Por outro lado, atividades não-tradicionais, mas com valor de mercado relativamente alto, ganharam participação no produto regional[2]. Desenvolveram-se na região, coordenados pela acumulação privada e pela ação do Estado, diversos espaços dotados de estruturas econômicas modernas e dinâmicas[3] (ARAÚJO, 1997).

Em um período mais recente, no início do século XXI, o Nordeste experimentou um novo momento na sua trajetória de desenvolvimento. Novos vetores de crescimento começaram a aparecer no cenário econômico da região

[1] Para melhor compreender a história de formação da região Nordeste consultar Furtado (2007).
[2] "É o caso de frutas como melão, manga, melancia, uva (nas áreas irrigadas pelo São Francisco e Açu), abacaxi (em manchas favoráveis do sertão e agreste) além de tomate, café e soja (em áreas favoráveis do São Francisco, do Agreste e do Cerrado, respectivamente)" (ARAÚJO, 1997, p. 10).
[3] "Cabe destaque para o complexo petroquímico de Camaçari, o polo têxtil e de confecções de Fortaleza, o complexo minero-metalúrgico de Carajás, no que se refere a atividades industriais, além do polo agroindustrial de Petrolina-Juazeiro (com base na agricultura irrigada do submédio São Francisco), das áreas de moderna agricultura de grãos (que se estendem dos cerrados baianos atingindo, mais recentemente, o sul dos estados do Maranhão e do Piauí), do moderno polo de fruticultura do Rio Grande do Norte (com base na agricultura irrigada do Vale do Açu), e dos diversos polos turísticos implantados nas principais cidades litorâneas do Nordeste" (ARAÚJO, 1997, p. 14).

Entre os novos atores regionais, estão atividades de maior dinamismo que em comparação com aquelas "velhas" estruturas da região vão construindo um território com dinâmica própria. Entre eles o desenvolvimento de atividades pecuárias intensivas em capital e tecnologia. No setor industrial, destacam-se as confecções no Agreste pernambucano, a produção de calçados na Paraíba e Ceará; a indústria extrativa mineral com destaque para produção de petróleo e gesso; os polos ligados ao turismo ecológico e a interiorização das universidades públicas são outros setores em ascensão no Semiárido (LIMA, 2014).

Nesse sentido, destacamos, da mesma forma, os polos ligados à produção de energia eólica (objeto de estudo deste trabalho) que se expandiram no Brasil nos últimos anos. Estando presentes em alguns municípios do Semiárido, esses parques se tornaram importantes agentes de dinamização socioeconômica em nível regional e local.

Entre as regiões brasileiras, o Nordeste apresenta o maior potencial eólico do país, pelo fato de sua extensão oceânica costeira ser uma das áreas mais favoráveis para a produção deste tipo de energia e por dispor de inúmeros sítios com velocidades médias de vento dentre as maiores do país.

Tabela 1: Geração Nacional de energia eólica por região

REGIÃO	GERAÇÃO (TWh)	REPRESENTATIVIDADE
SUDESTE	0,06	0,1%
SUL	5,62	10,3%
NORDESTE	47,13	86,7%
NORTE	1,55	2,9%
TOTAL	54,37	100%

Fonte: ABEeólica, 2019.

De acordo com a tabela acima, o Nordeste colaborou, em 2019, com 86,7% da energia eólica total produzida no Brasil. Tal representatividade está muito acima do observado nas demais regiões, tendo em vista que, depois do Nordeste, a região Sul contribui com a segunda maior parcela na geração de TWh de energia eólica (10,3%). No Nordeste "os cinco estados com maior geração no período de 2019 foram Bahia (16,83 TWh), Rio Grande do Norte (14,09 TWh), Piauí (6,34 TWh), Ceará (6,02 TWh) e Rio Grande do Sul (5,26 TWh) (ABEEÓLICA, 2019, p. 9).

De acordo com Traldi (2018) dos 240 parques eólicos em operação na região Nordeste, em 2016, 82,5% estavam localizados no semiárido, sendo que esses parques foram responsáveis por gerar 68% da energia eólica da região Nordeste no referido ano. Ainda segundo a autora, entre os 127 parques que estavam em construção na região, em 2016, 106 encontravam-se instalados no semiárido. Essa concentração de parques eólicos nesse território "[...] revela a enorme importância que vem ganhando porções da região semiárida, em decorrência do elevado potencial eólico ali existente, para a geração de energia eólica no Brasil (TRALDI, 2018, p.13).

A implantação de parques eólicos no semiárido brasileiro está intimamente relacionada à ideia de progresso, e não mais a ideias retrógradas, que historicamente definiram a região semiárida. Estudo recente realizado pela equipe de consultoria GO Associados (2020), mostrou que a energia eólica gera externalidades positivas nas regiões em que o setor se desenvolve, com destaque para os impactos econômicos e sociais.

Além disso, Nascimento, Mendonça e Cunha (2012) destacam que é possível verificar que os princípios da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) podem ser visualizados ao longo de praticamente todas as questões que envolvem a implantação de novos parques eólicas.

No que tange aos impactos econômicos, a energia eólica tem um forte potencial para a geração de empregos. Sendo os postos de trabalho criados na fase de construção e, em menor número, os empregos em organização e manutenção (O&M) a maior contribuição dos parques, nesse sentido. Enquanto o primeiro tipo detém o maior número de oportunidades, porém temporários, o segundo gera empregos permanentes, que continuarão a existir ao longo do ciclo de vida do projeto. Ambas as atividades têm grande potencial para criar oportunidades de emprego locais e gerar oportunidades de geração de renda, geralmente em áreas rurais com poucas oportunidades de crescimento econômico (SIMAS, M.; PACCA, 2013).

Enquanto Traldi (2018), enfatiza que os empregos que são gerados no âmbito dos parques eólicos são em sua maioria de caráter temporário e que nem sempre beneficiam o mercado de trabalho local pelo fato de parte da mão-de-obra contratada ser importada. E, o aumento da arrecadação de impostos, que em teoria poderia

beneficiar a população local com a construção de escolas e postos de saúde, por exemplo, também é em condição passageira, se concentrado no período de construção das obras.

Além disso, outro fato que deve ser ressaltado são os vínculos contratuais entre empresas e proprietários das terras. "Os contratos de arrendamento têm sido firmados por períodos tão longos[1] que acabam por configurar quase que a alienação completa dos direitos de propriedade às empresas donas dos parques eólicos a baixos custos" (TRALDI, 2018, p. 28). Outros pontos são levantados por Traldi (2018) na relação proprietário-empresa como: as multas astronômicas impostas aos proprietários em caso de desistência do negócio; a impossibilidade de negociação dos valores firmados no arrendamento gerando disparidade entre os valores pagos pelas diversas empresas em uma mesma área.

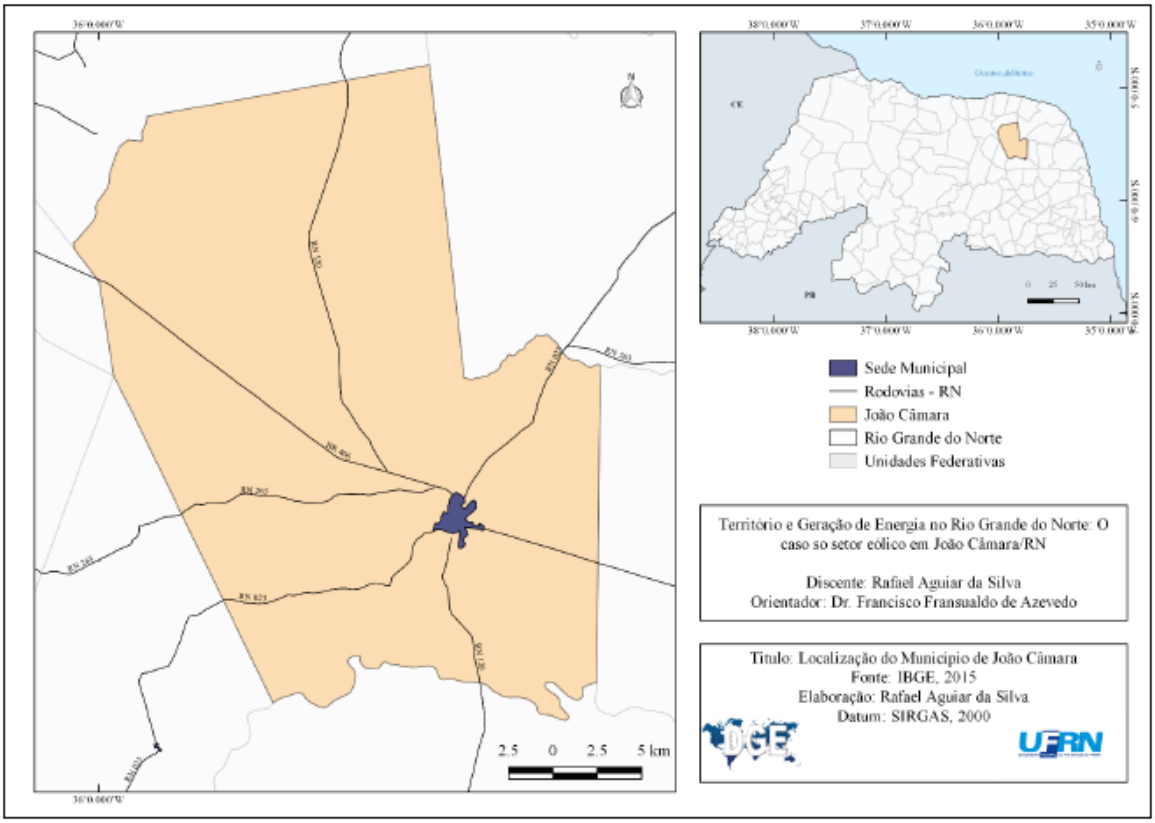
3. JOÃO CÂMARA E O SEU POTENCIAL NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

O município de João Câmara localiza-se na microrregião da Baixa Verde, a qual se insere na área territorial da mesorregião Agreste Potiguar. Situado a 86 km da capital, Natal, limita-se territorialmente a Norte – Parazinho e Touros, a Sul – Bento Fernandes, a Leste – Touros, Pureza e Poço Branco e a Oeste – Jandaíra e Jardim de Angicos (IBGE, 2019). A Figura 1 permite visualizar o seu posicionamento no Rio Grande do Norte.

Com uma população de 32.227 no último censo em 2010 e estimativa de 35.160 para 2020, o município apresenta os seguintes dados socioeconômicos: PIB per capita 29.528 (IBGE, 2018); IDHM correspondente a 0,595 (IBGE,2010) e salário médio mensal de 2.6 salários mínimos (IBGE,2018).

[1] No Brasil os arrendamentos têm sido firmados pelo prazo de 20 a 35 anos, renováveis automaticamente por igual período, caso seja da vontade da empresa, não havendo necessidade da anuência do proprietário do terreno (TRALDI, 2018, p. 19)

Figura 1: Localização do município de João Câmara/ RN



Fonte: Silva (2018)

João Câmara adquire no território Potiguar destaque na geração de energia eólica, com 29 empreendimentos em operação no ano 2020 resultando em uma potência outorgada de 741.560,00 (kW), o município ganha notoriedade no estado. Esses parques operantes são provenientes de leilões federais ocorridos em 2009, 2010, 2011, 2013 e 2017 (ANEEL, 2021). Podemos verificar o início de operação dos empreendimentos eólicos na Tabela 2.

Tabela 2: Empreendimentos eólicos do município de João Câmara - RN

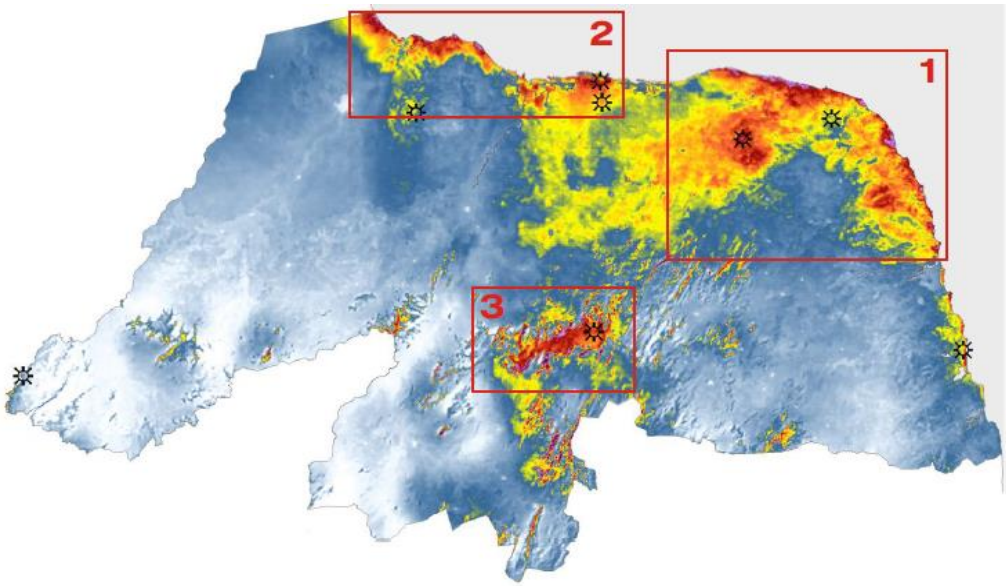
ENTRADA EM OPERAÇÃO	QUANTIDADE	EMPREENDIMENTO
2012	2	Cabeço Preto e Cabeço Preto IV.
2014	15	Asa Branca VI; Campo dos Ventos II; Costa Branca; Eurus (I e III); Juremas; Macacos; Modelo (I e II); Morro dos ventos (I, III, IV, VI e IX) e Pedra Preta.
2015	5	Eurus II; Morro dos Ventos II; Santa Helena; SM; Ventos de Santo Uriel.
2016	5	Cabeço Preto III; Cabeço Preto IV; Cabeço Preto VI; Morro dos Ventos I; Morro dos Ventos III.
2018	2	Aventura I; Cabeço Vermelho II.

Fonte: ANEEL 2021.

Vários fatores tornam João Câmara uma área favorável e viável à expansão da energia eólica. Azevedo (2020) identificou 23 elementos que influenciam a viabilidade desses empreendimentos em determinado território. Entre os principais fatores identificados, o autor destaca a potência instalada, custo de investimento, velocidade do vento, tempo de vida útil, custo de operação e manutenção, taxa de juros e impostos, eficiência e altura das turbinas.

A Figura 2, mapeia o potencial eólico do Rio Grande do Norte, o município de João Câmara está inserido na área 1 destacada de vermelho. De acordo com o Atlas Eólico (2003) do estado, essa é uma "área extensa e bastante promissora para aproveitamentos eólicos, com velocidades médias anuais entre 8,0 e 8,5m/s (a 50m de altura) nas melhores áreas. Área com vocação para grandes usinas eólicas (dezenas a centenas de Megawatts) [...]" (COSERN, 2003, p.53).

Figura 2: Rio Grande do Norte: áreas mais promissoras para empreendimentos eólicos



Fonte: COSERN, 2003.

O Rio Grande do Norte desenvolveu algumas condições necessárias que facilitam a geração de energia eólica no território potiguar. Ancorado nesse movimento a nível estadual, o município de João Câmara apresenta fatores de cunho político e econômico que o possibilita ser um local de destaque e receptível a instalação de parques eólicos.

> [...] o Rio Grande do Norte desenvolveu ações concretas, empreendidas nos últimos sete anos, envolvendo a racionalização dos procedimentos de interação com o setor; a organização da informação setorial; as conquistas regulatórias; a mobilização de agentes econômicos e a integração dos órgãos governamentais envolvidos com tais empreendimentos (CERNE, 2014, p. 21).

Além disso, investimentos públicos, provenientes do BNDES, em projetos eólicos no Nordeste promoveram a expansão do setor no município de João Câmara. Entre 2006 e janeiro de 2019 foram contratados cerca de 370 projetos para investimentos em Plantas de Energia Eólica no Nordeste. Os valores de tais investimentos somam aproximadamente R$63 bilhões, sendo cerca de R$34 bilhões provenientes do BNDES (54%) (BRAGA et al., 2020).

Os projetos contratados estão dispostos em sete estados da região Nordeste com destaque para os estados da Bahia e do Rio Grande do Norte atentando para o fato desses dois estados terem concentrado conjuntamente 60% dos recursos contratados do BNDES. Entre os potenciais locais de implantação de projetos eólicos, o município com maior valor contratado oriundos do BNDES foi João Câmara, no Rio Grande do Norte (BRAGA et al., 2020).

Perante o potencial eólico deste município, exposto anteriormente, buscamos analisar os desdobramentos dessa atividade no contexto econômico da localidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os impactos sociais e econômicos provenientes da geração de energia eólica são mais significativos na fase de implantação dos empreendimentos. As principais externalidades vinculadas a essa atividade estão no âmbito das obras de infraestrutura, aumento na arrecadação de impostos, oferta de empregos e incremento na renda. Convém destacar que, o período de efeitos mais expressivo dura em média 18 meses, o correspondente à fase de construção dos parques (BRAGA ET AL., 2020).

Analisando a atuação da atividade eólica na economia camarense antecipa-se que alguns elementos evidenciam-se sendo esses: PIB, PIB *per capita*, valorização da terra, arrecadação de tributos, aumento no número de empregos e na renda de algumas famílias.

Na Tabela 3 é exibida a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) em João Câmara, no espaço temporal de 8 anos, na qual é possível perceber um avanço relevante desse indicador. Em 2010 o PIB era de R$ 167.959.000 atingido no ano de 2018 um valor de R$ 1.026.019.170. O PIB per capita em 2010 foi de R$ 6.475 e em 2018 de R$ 29.528. A melhoria de tais indicadores permitiu uma melhor posição deste em relação aos outros 167 municípios do RN.

Tabela 3: João Câmara: Valores do PIB e PIB Per Capita e posição no RN

PIB (R$)		**PIB *Per Capita* (R$)**	
2010	**2018**	**2010**	**2018**
167.959.000	1.026.019.170	6.475.95	29.528.28
Posição RN		**Posição RN**	
2010	2018	2010	2018
24	9	48	10

Fonte: IBGE Cidades.

De acordo com a tabela acima é notório o aumento do PIB do município. Ao se analisar o valor adicionado bruto por atividade econômica, evidencia-se que grande parte do aumento desse indicador está associado à implantação dos empreendimentos eólicos. Em 2010, o setor da indústria colaborou com apenas 9,96% e já no ano de 2018, a indústria respondeu por 52,50%, enquanto o setor de serviços participou com 21,47%, a Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social por 17,57% e a agropecuária 1,55% (IBGE Cidades, 2020).

O Imposto Sobre Serviço (ISS) é um dos tributos mais significativos na receita orçamentária camarense, levando em consideração, sua abrangência em todas as atividades e serviços prestados no território municipal. O cálculo desse imposto tem base na alíquota de 5% no sobre preço dos serviços prestados por empresa ou profissionais autônomos.

O aumento na arrecadação desse imposto, no município, coincide com o período de implantação dos primeiros parques eólicos no final de 2009 e 2013. Na Tabela 4 é notório o acréscimo de sua participação na receita total, saindo de 2,30% (2009) e atingindo valores de 12,78% (2019).

Tabela 4: Participação do Imposto Sobre Serviço (ISS) na receita orçamentaria de João Câmara

	RECEITA TOTAL	ISS	(%)
2009	26.015.154.44	597.354.92	2,30
2010	32.567.579.42	952.648.30	2,93
2011	40.701.496.59	2.412.755.67	5,93
2012[1]	-	-	
2013	53.713.276.37	6.003.118.13	11,18
2014	54998977.95	4.234.028.78	7,7
2015	59.789.464.29	4.143.163.79	6,9
2016	67.769.138.72	3.920.349.46	5,78
2017	72.462.483.78	5.671.956.96	7,83
2018	82.012.394.59	8.729.599.45	10,64
2019	97.228.092.58	12.428.834.64	12,78

Fonte: SICONFI/STE, 2020.

Todavia, esse recolhimento de tributos não representa uma modificação real na estrutura socioeconômica, em virtude de a distribuição dos recursos pela gestão municipal ocorrer de forma desigual em porções do território (SILVA; AZEVEDO, 2020). Além disso, como ressalta Braga et al. (2020, p. 6), a arrecadação é marcada por um caráter temporal.

É também no período de construção em que a arrecadação municipal ocorre de maneira relevante, relacionado ao pagamento de Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN). Após a entrada em operação do empreendimento, não existe o pagamento de royalties associado à utilização do recurso natural. (...) Assim, pouco fica no território, em termos de arrecadação tributária, após a entrada em operação dos parques eólicos.

Outro aspecto importante refere-se à relação entre a instalação dos parques eólicos e a elevação do preço da terra. Segundo estimativa feita por Traldi (2014), houve elevação do preço das terras em alguns pontos de João Câmara após a chegada das atividades eólicas. Verifica-se na Tabela 5 que em várias porções do território camarense houve expressiva elevação dos preços por hectare.

Antes da chegada dos parques eólicos uma propriedade de terra nas direções Norte e Sul do município estavam na faixa de R$ 300 a 500, após o início da instalação

[1] Dado não disponível no SICONFI.

dos parques eólicos esse mesmo espaço passou a custar em torno de R$ 3.000 a 6.000. Nas áreas Leste e Oeste percebe-se uma elevação tão significativa quanto às demais. Na porção Oeste do município, por exemplo, o preço do hectare que estava na faixa de R$ 200 a 1.000 antes do início das atividades eólicas, elevou-se para R$ 5.000 a 7.000 (TRALDI, 2014.).

Tabela 5: Valorização fundiária por hectare em João Câmara pela chegada dos parques eólicos

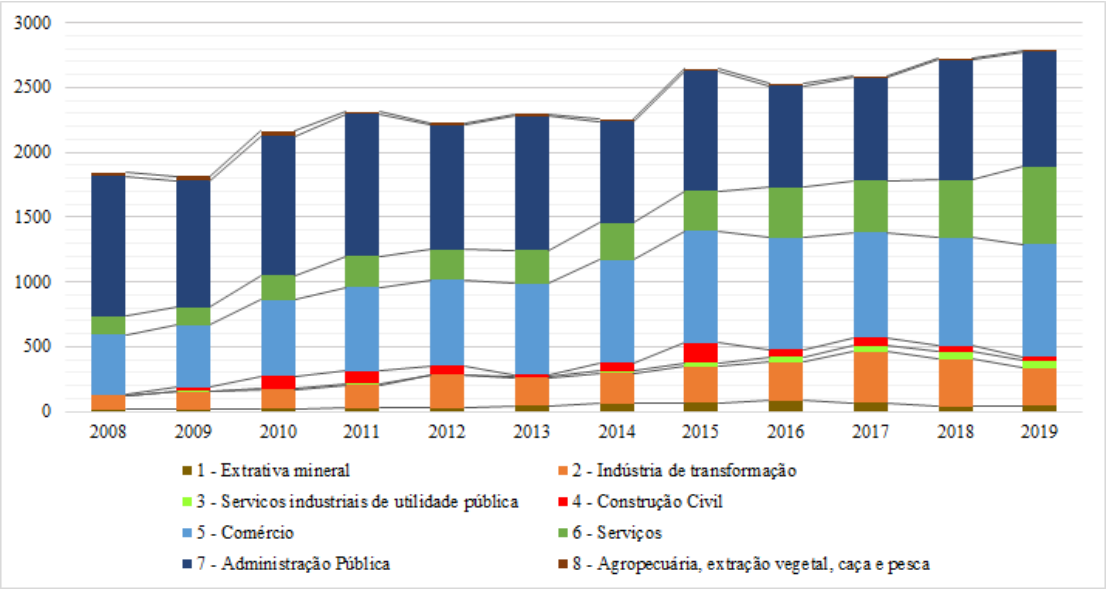
REGIÃO	Preço do Hectare Antes (R$)	Preço do Hectare Depois (R$)
Norte	400 a 500	3.000 a 6.000
Sul	300 a 400	4.000
Leste	250 a 300	4.000 a 5.000
Oeste	200 a 1.000	5.000 a 7.000

Fonte: Traldi, 2014.

O potencial de geração de empregos é outro elemento chave para uma análise dos efeitos da energia eólica sobre as economias locais. No caso de João Câmara, entre 2008 e 2019, quando se observa os vínculos empregatícios por setor econômico, foi identificado o surgimento de 946 postos de trabalho. Em 2008, havia 1.843 empregados com carteira assinada no município, chegando, em 2019, ao total de 2.789 vínculos. Entre essa população ocupada, os setores de administração pública, comércio e serviços são as esferas que mais empregaram no município (RAIS-CAGED, 2020).

Quando se analisa a distribuição dos vínculos empregatícios por setores do IBGE (Gráfico 1), nos períodos da construção dos primeiros parques eólicos (2009/2013), nota-se um aumento dos empregos diretos no município gerados no setor de construção civil, porém esse aumento não é sustentado, passado o período de construção, os empregos ligados a esse setor retornaram aos patamares anteriores. A mesma oscilação é identificada no período 2014/2016.

Gráfico 01: Emprego formal por setor econômico no município de João Câmara



Fonte: RAIS-CAGED, 2020.

Em escala municipal, o número de pessoas ocupadas nos setores de comércio e serviços apresentou um aumento considerável. “Devido ao aumento do volume de trabalhadores no local, a população vizinha ao parque é beneficiada de maneira direta pelo consumo de bens e serviços, especialmente alimentação e hospedagem” (SIMAS; PACCA, 2013, p. 110).

Em 2008 o setor de comércio empregava 465 pessoas, em 2019, estavam vinculadas a essa categoria 870 trabalhadores. Nesse mesmo período os vínculos relacionados ao setor de serviços saltaram de 139 para 601 (RAIS-CAGED, 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a influência da geração de energia eólica no contexto econômico do município de João Câmara/RN. Observando os dados levantados neste trabalho (PIB, PIB *per capita*, geração de emprego, imposto sobre serviço e valorização fundiária) constatou-se que a partir do momento de instalação dos parques, a economia do município foi impulsionada pelos efeitos dessa atividade. Entretanto, os processos de geração de emprego e renda foram momentâneos.

Em relação a valorização da terra, percebe-se que em todo território municipal houve elevação dos preços por hectare. No que diz respeito, à arrecadação de impostos

sobre o serviço constatou-se uma crescente participação na receita orçamentária total do município com notáveis oscilações nos períodos de construção (aumento) e finalização das obras (diminuição).

Assim sendo, inferimos que a atividade eólica tem se configurado como um importante estímulo para a economia de João Câmara. Porém, não se caracteriza como um vetor de desenvolvimento, considerando o caráter temporário de sua atuação efetiva.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. **Boletim Anual de Geração 2018**. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o-2019.pdf Acesso em: 20 jul. 2014.

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Acompanhe a evolução das bandeiras tarifárias**. Fevereiro, 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/output_noticias.cfm?identidade=9063&id_area=90>. Acesso em: 15 Jan 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNT>. Acesso em: 14 jan. 2021.

AZEVEDO, R. O. **Análise de fatores determinantes na viabilidade econômica de investimentos em energia solar e eólica**. João Pessoa, 2020. 107Ff.

BEZERRA, F.D. (2019). Energia eólica no Nordeste, **Caderno Setorial**, Banco do Nordeste, ano 4, n. 66, fevereiro.

BRAGA, V.M. et al. **Investimentos transformadores para o desenvolvimento sustentável: o apoio do BNDES ao setor eólico no Nordeste do Brasil**. 2020.

CAMARGO, F. **Desafios e oportunidades para a energia eólica no Brasil: recomendações para políticas públicas**. WWF-Brasil, 2015.

CENTRO DE ESTRATÉGIAS EM RECURSOS NATURAIS E ENERGIA – CERNE. **Cartilha: A indústria dos ventos e o Rio Grande do Norte**. Brasil: maio de 2014. Disponível em: https://www.docsity.com/pt/cartilha-eolica-cerne2014/4853221/. Acesso em: 25 jan. 2021.

COSERN. Potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte. Coautoria com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Iberdrola Empreendimentos do Brasil S.A. e Camargo Schubert Engenharia Eólica. 2003. 58p. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_RN.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2021.

DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: RECOMENDAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS. Brasília: WWF-Brasil, v. 1, 2015. Disponível em: https://www.wwf.org.br. Acesso em: 14 jan. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Plano Decenal de Expansão da Malha de Transporte Ductoviário: PEMAT 2022**. Brasília: MME, 2014. 294 p.

GO ASSOCIADOS (São Paulo). **Impactos socioeconômicos e ambientais da geração de energia eólica no Brasil.** 2020. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/ABEE%C3%B3lica_GO-Associados-V.-Final.pdf. Acesso em: 16 jan. 2021.

IBGE Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < http:// www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

LIMA, E. C. de; SANTOS, I. A.; MOIZINHO, L. C. S. Energia eólica no Brasil: oportunidades e limitações para o desenvolvimento sustentável. **Revista Estudo & Debate**, [S.l.], v. 25, n. 1, abr. 2018. ISSN 1983-036X. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/1641/1303>. Acesso em: 14 jan. 2021. doi:http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i1a2018.1641.

NASCIMENTO, T. C., MENDONÇA, A. T. B. de; CUNHA, S. K. da. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE**.BR, v. 10, n. 3, p. 630-651, 2012.

PONTE, G. **Eólicas e Leilões de Energia: Uma história de 12 anos**. 2019. Disponível em: https://cenarioseolica.editorabrasilenergia.com.br/. Acesso em: 17 jan. 2021.

SICONFI - SISTEMA DE INFORMAÇÕES CONTÁBEIS E FISCAIS DO SETOR PÚBLICO BRASILEIRO. **Contas Anuais**. 2018. Disponível em: <https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf >. Acesso em: 26 jan. 2021.

SILVA, R. A. **Território e geração de energia no Rio Grande do Norte: o caso do setor eólico em João Câmara/ RN**. 2018. 91 f.

SIMAS, M. PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.

TRALDI, M**. Novos Usos do Território no Semiárido Nordestino: Implantação de parques eólicos e valorização seletiva nos municípios de Caetité (BA) e João Câmara (RN).** 2014. 272f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2014.

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido Brasileiro. **Revista Electrónica de Geografia y Ciencias Sociales.** Universitat de Barcelona Scripta Nova, vol. XXII, nº 589, 2018, DOI: https://doi.org/10.1344/sn2018.22.19729

CAPÍTULO XI

PRODUÇÃO DE H_2 POR CORROSÃO ELETROQUÍMICA UTILIZANDO O ÁCIDO HEXAFLUOSSILÍCICO

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-11

Camila Ferreira Pinto [1]
Ana Carolina Marcondes Borges [2]
Ana Claudia Granato [3]
Sandra Cristina Dantas [4]
Priscila Pereira Silva [5]
Geoffroy Roger Pointer Malpass [6]

[1] Doutoranda no Programa de Pós Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
[2] Engenheira Química graduada pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
[3] Professora no Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
[4] Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
[5] Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
[6] Professor Orientador do Programa de Pós Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM

RESUMO

Como resultado do aumento do consumo de recursos naturais e da maior demanda global de energia, a busca por tecnologias voltadas para a produção de energia a partir de fontes renováveis tornou-se essencial. Este trabalho tem como objetivo utilizar o método de corrosão eletroquímica em meio ácido para a obtenção de hidrogênio (H_2) a partir do aço carbono (Fe) na forma de lã de aço, e a utilização dos ácidos clorídrico (HCl) e hexafluorssilícico (H_2SiF_6). Foram realizados dois planejamentos fatoriais, com três variáveis em dois níveis, um para a reação de corrosão com HCl e outro para a reação de corrosão com H_2SiF_6. Esta técnica de produção de H_2 é eficiente, capaz de gerar H_2 de forma simples, econômica e com baixo gasto de energia. O processo com H_2SiF_6, além de gerar grande quantidade de gás, promove o reaproveitamento de um subproduto da indústria de fertilizantes, de baixo valor comercial, pouca utilidade, reaproveitando-o na produção de um combustível promissor, por meio de uma reação espontânea. Os resultados indicaram que o H_2SiF_6 é um excelente substituto do HCl, proporcionando economia de ~ 90%. Da análise estatística com HCl, concluiu-se que a variável mais significativa foi a concentração de HCl, sendo a variável massa da lã de aço considerada insignificante. Para o planejamento fatorial com H_2SiF_6, a variável mais significativa foi o tempo e, em seguida, a massa da lã de aço.

Palavras-chave: Corrosão. Hidrogênio. Hexafluossilícico. Eletroquímica.

1. INTRODUÇÃO

O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2019). Essas fontes são contribuintes ao efeito estufa, geram significativos impactos ambientais e ainda serão motivo de muitas guerras e conflitos. Além disso, o aumento da demanda energética de países em desenvolvimento causou um aumento considerável do preço de petróleo (HOLLADAY *et al.*, 2009). Devido ao aumento do consumo dos recursos naturais, da maior demanda energética, e dos impactos ambientais causados pela matriz energética atual, torna-se necessário o desenvolvimento de combustíveis renováveis que formarão novas matrizes energéticas (BIČÁKOVÁ; STRAKA, 2012).

Uma fonte de energia importante é o H_2, que se apresenta como um combustível viável e não poluente, já que sua combustão gera como produto apenas H_2O (água). Isso é diferente dos hidrocarbonetos que liberam gases poluentes como dióxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, gás carbônico, entre outros poluentes (NIKOLAIDIS; POULLIKKAS, 2017). Comercialmente importante, o H_2 destaca-se por seu elevado potencial energético, sendo um combustível não poluente e de alta eficiência. Apesar de ser abundante, o H_2 é pouco presente na atmosfera, sendo necessário o desenvolvimento de outros métodos de obtenção (BROWN et al.; 2005). O H_2 é amplamente usado como matéria-prima em processos químicos, produção de alimentos, em reações de hidrogenação, na indústria farmacêutica, e para geração de energia renovável (ALVES et al., 2013).

O sistema de células a combustível apresenta-se como uma importante alternativa para o setor energético, pois consiste na conversão química do H_2 em energia de forma limpa e eficiente. O uso dessas células em residências, transporte e indústria química, tem estimulado a demanda em larga escala para a produção de H_2. Neste sentido, a busca por sistemas que gerem H_2 tem se destacado no meio científico nos últimos anos (DODDS *et al.*, 2015). Há uma demanda crescente de H_2 no mundo devido à sua utilização em refinarias e como componente do gás de síntese para a fabricação de metanol e amônia. Atualmente, também se prevê que o interesse renovado na tecnologia Fisher-Tropsch (GTL (gás-líquido)/ CTL (carvão-para-líquido)/BTL (biomassa-

para-líquido) irá aumentar ainda mais a demanda de H_2. Portanto, é imperativo expandir a capacidade de sua produção, a fim de atender o aumento da demanda (CHAUBEY *et al.*, 2013). No entanto, a produção de H_2 global tem sido dominada pelos combustíveis fósseis, com as tecnologias contemporâneas mais significantes como a reforma de hidrocarbonetos, a pirólise e a co-pirólise (BIČÁKOVÁ; STRAKA, 2012). Por isso, existe o desafio em desenvolver métodos eficientes e de baixo custo para a produção de H_2, uma vez que os métodos atuais apresentam algumas desvantagens como baixa eficiência, custos elevados ou baseados em combustíveis fósseis que não são recicláveis, nem limpos (CHANG, 2010).

Uma proposta alternativa é aproveitar a tendência natural de metais e ligas a sofrerem corrosão para produzir H_2 (EL-MELIGI et al., 2011). A corrosão pode ser definida como o processo de deterioração do material, na maioria das vezes metálico, devido à fatores químicos e eletroquímicos por ação do meio ambiente, possivelmente, em conjunto com fatores mecânicos. O método de corrosão eletroquímica pode ser utilizado para produzir H_2 através de reação entre ácidos e metais, onde há redução de H^+ gerando H_2 (GENTIL, 2014).

Gallina *et al.* (2016) utilizaram aço carbono e ferro Armco como eletrodos no processo de eletrólise, na produção de H_2. O emprego dessas ligas como alternativa à Pt para produção de H_2, é viável eletroquimicamente. A produção de H_2, foi superior à quantidade produzida pela Pt em ~30 %. Além disso, o sistema mostrou economia de ~50 %, quando comparado ao processo eletrolítico com Pt. Outro trabalho que também investiga a reação de corrosão é o de Deyab (2013), no qual o objetivo foi descrever e avaliar a corrosão do aço carbono em ácido crotônico para a produção de H_2, utilizando polissorbato 20 (NS), dioctil sulfossucinato de sódio (AS) e cloreto de benzalcônio (CS) para controlar a evolução do H_2. Conclui-se que a taxa de geração de H_2 obtida utilizando o ácido criotônico aumentou com o aumento da concentração de ácido, temperatura e tempo de imersão. Já Shmelev *et al.* (2016), investigaram a produção de H_2 a partir da reação de folhas e pós de alumínio com uma solução aquosa de KOH. Os resultados mostraram que a presença de cobre na solução aumentava efetivamente a taxa de produção de H_2.

De acordo com Wiersma (2004), reações eletroquímicas diferem das reações químicas, pois uma troca de elétrons ocorre na interface entre o metal e a solução. Para manter um equilíbrio de cargas, duas reações ocorrem na superfície. Essas reações são, a dissolução de metal (reação anódica, ou reação de oxidação), que resulta na perda de elétrons, enquanto a reação catódica (reação de redução) resulta em um ganho de elétrons. Essas duas reações avaliadas, são mostradas nas equações 1 e 2, onde o ferro é oxidado para espécies ferrosas, enquanto os íons H^+ estão sendo reduzidos, de tal forma que o H_2 é formado. A soma das equações 1 e 2, resulta na equação 3, que mostra que a relação molar de H_2 produzido por ferro corroído é 1:1.

$$Fe^0 \rightarrow Fe^{+2} + 2e^- \quad (1)$$

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow \quad (2)$$

$$Fe^0 + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2 \quad (3)$$

A corrosão eletroquímica é um método promissor para produzir H_2, pois é um processo espontâneo, sem gasto de energia, simples e limpo. Além disso, a corrosão ácida de metais se destaca pela alta eficiência na produção de H_2 (CHANG, 2010). Assim, neste trabalho foi utilizado o método de corrosão eletroquímica em meio ácido para a obtenção de H_2 a partir de aço carbono (ferro) em forma de lã de aço, usando soluções dos ácidos HCl e H_2SiF_6. Foi avaliado também a possibilidade do uso de H_2SiF_6 para substituir HCl (reagente de alto custo) no processo de corrosão. Isso porque, além de ser um subproduto da indústria de fertilizantes, com pouco valor comercial, tem grande parte da sua produção descartada. Essa utilização inovadora do H_2SiF_6 agrega muito valor ao processo pois oferece uma rota alternativa de uso ao que seria descartado, contribuindo assim de forma significativa ao meio ambiente. Foram realizadas também a investigação estatística das melhores condições experimentais para a produção de uma quantidade maior de H_2 utilizando os conceitos de planejamento experimental. A análise da cinética da reação de corrosão eletroquímica e o estudo econômico para determinação do custo de produção com as técnicas propostas também foram realizadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

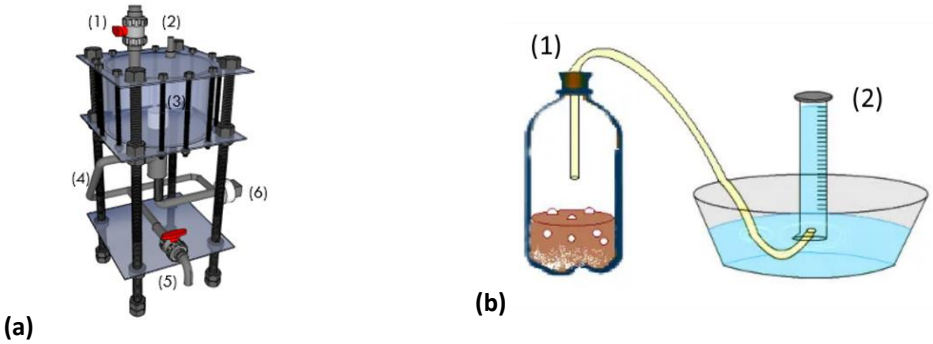
2.1. O REATOR E O PROCEDIMENTO

O reator utilizado para corrosão eletroquímica acelerada está ilustrado na Figura 1a e o sistema geral na Figura 1b. O reator consiste em uma câmara de reação (tanque acrílico cilíndrico), com capacidade de 3 L, com válvulas para adição de reagente e remoção de gás. A agitação foi fornecida por uma bomba (Universal) e o gás produzido coletado (Figura 1b). O ferro simulado (lã de aço) foi inserido na câmara de reação, que foi posteriormente lacrada. O volume necessário de HCl e H_2SiF_6 foi adicionado através da válvula de entrada e a bomba foi ligada. O gás gerado saiu da câmara de reação pela válvula de saída e o volume produzido foi registrado.

2.2. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Um planejamento experimental fatorial 2^n foi realizado com 3 variáveis, e a variável resposta sendo o volume de gás produzido. As variáveis avaliadas foram: as concentrações de HCl e H_2SiF_6, massa de lã de aço (ferro) e tempo de corrosão. Testes preliminares foram realizados para determinar a escolha dos limites das variáveis a serem estudadas. Como resultado, um total de 8 experimentos com repetições em todos os pontos foram realizados de acordo com o planejamento experimental 2^n com três variáveis para cada ácido (Tabela 1).

Figura 1 – **(a)** Projeto do equipamento para corrosão eletroquímica de metais em meio ácido com produção de gases: (1) válvula de entrada; (2) saída de gás; (3) reator; (4) tubulação de recalque e sucção da bomba; (5) válvula de saída; (6) eletrobomba; **(b)** Esquema da coleta de gás: (1) válvula de saída de gás do equipamento, (2) coluna para coleta preenchida com água para medição do gás produzido.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 1: Variáveis com os valores codificados para o planejamento fatorial para ambos os ácidos.

Variáveis	**Valores reais dos níveis codificados**	
	-1	+1
Palnejamento 1:		
Concentração de HCl (v/v %)	5 % ou 0,6 Mol.L^{-1}*	10 % ou 1,2 Mol.L^{-1}*
Massa de lã de aço (g)	10 g	15 g
Tempo de corrosão (min)	20 min	40 min
Planejamento 2:		
Concentração de H_2SiF_6 (v/v %)	30 % ou 0,6 Mol.L^{-1}*	40% ou 0,8 Mol.L^{-1}*
Massa de lã de aço (g)	30 g	40 g
Tempo de corrosão (min)	20 min	40 min

*Título H_2SiF_6 = 23%; Título HCl = 38%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

O software STATISTICA® 10 (licença UFTM) foi utilizado para a realização do delineamento experimental e análise dos dados.

2.3. CINÉTICA QUÍMICA

Para determinar a constante cinética *k* e a ordem da reação, foi utilizado o método gráfico, no qual as equações são reorganizadas com os valores experimentais de forma a produzir um gráfico retilíneo, cuja equação $y = a + bx$ (FLOGLER, 2009). Assim, foram realizados experimentos de corrosão em triplicata para HCl e H_2SiF_6, com duração de 20 min. Os valores das variáveis utilizadas em cada experimento encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores das variáveis utilizadas para os experimentos de análise cinética

	HCl	**H_2SiF_6**
Concentração de ácido	10%*	30%* + 100 mL HCl 10%*
Massa de lã de aço	10 g	40 g

* Título H_2SiF_6 = 23%; Título HCl = 38%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

2.4. REUTILIZAÇÃO DO HCL

A análise da possível reutilização da solução de HCl foi realizada por meio da realização de 3 experimentos sequenciais. No primeiro experimento, uma nova solução de HCl (10% v/v) foi preparada e nos 2 experimentos subsequentes a mesma solução foi reutilizada. Em cada experimento, 10 gramas de lã de aço foram pesados e a reação de

corrosão observada por 30 minutos. O pH da solução foi monitorado no início e no final dos experimentos.

2.5. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO ÍON CLORETO (CL^-)

Para avaliar a influência do íon Cl^- na reação de corrosão eletroquímica com H_2SiF_6, um experimento em duplicata foi realizado usando uma solução de cloreto de sódio (NaCl) com molaridade igual a 1,2 $mol.L^{-1}$ (mesma molaridade da solução de HCl utilizada para comparação). As condições utilizadas foram concentração de H_2SiF_6 (40 % v/v) massa de lã de aço (40 gramas), em 40 minutos de reação, e solução de NaCl (1,2 $mol.L^{-1}$). Os resultados de volume de gás produzido foram comparados com os valores observados na reação de corrosão com o HCl (1,2 $mol.L^{-1}$) em iguais condições experimentais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Para verificar o efeito das variáveis e a interação entre elas foi utilizado um intervalo de confiança de 95%. O parâmetro utilizado para analisar a significância de cada variável e a interação entre elas é o parâmetro p. Sendo que, quanto menor o valor de p ($p < 0,05$) maior será a significância estatística do coeficiente correspondente (BEZERRA et al., 2008). Para uma análise mais refinada dos efeitos das variáveis e de suas interações, foi realizado também uma eliminação gradual dos termos não-significativos estatisticamente.

3.1.1. PARA O HCL

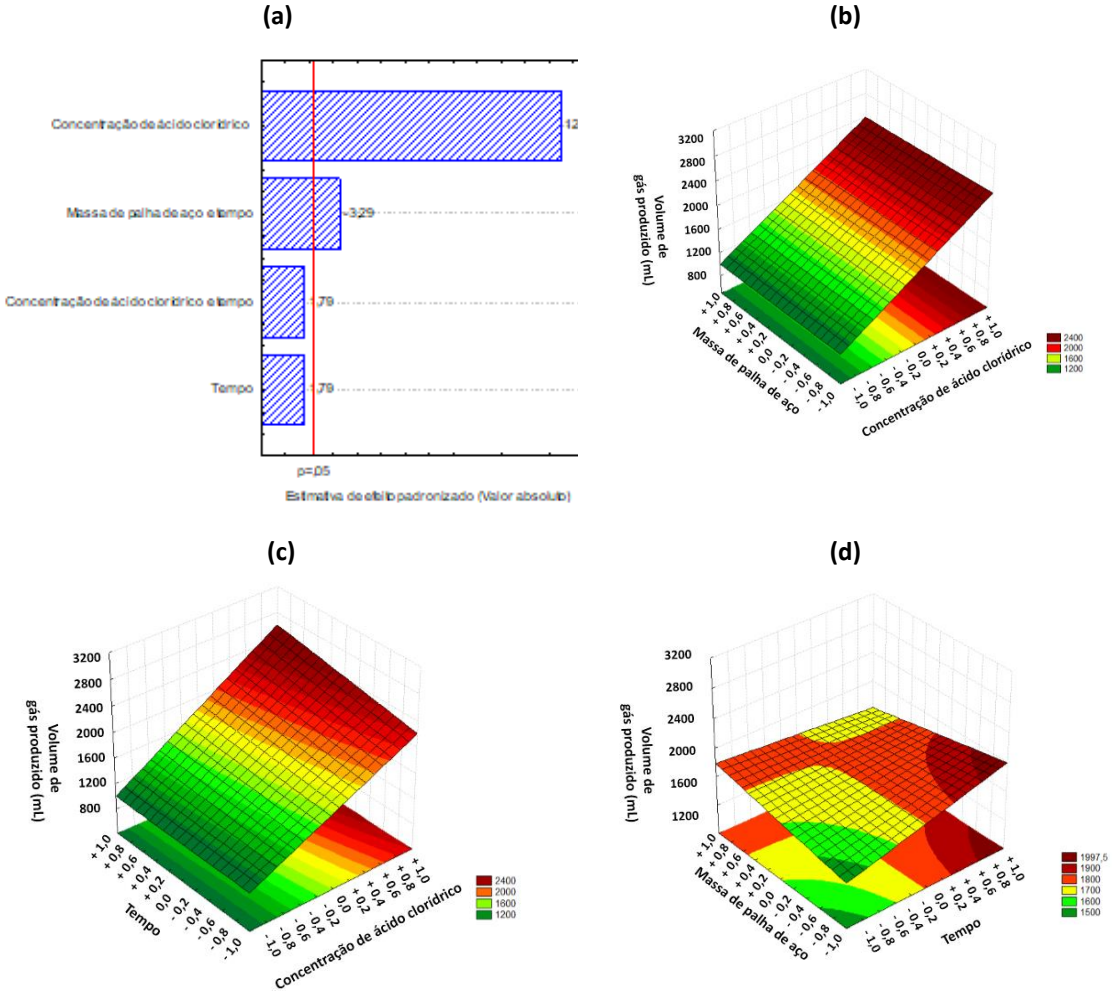
Os fatores significantes para a reação de corrosão entre o HCl e a lã de aço são: a concentração de HCl (X1) e a interação entre a lã de aço e o tempo (X2X3), com coeficiente de correlação (R^2) igual a 0,8837. Logo, o modelo estatístico simplificado é expresso pela equação 4.

$$V_{gás} = 1706,25 + 706,25X1 + 101,25X3 + 101,25X1X3 - 186,25X2X3 \quad (4)$$

Com o modelo estatístico determinado, o gráfico de Pareto (Figura 2a) foi construído com os efeitos estimados dos fatores mais significativos. Pode-se observar que a concentração de HCl é a variável mais significativa e tem grande efeito positivo no volume de gás produzido. Ou seja, quanto maior a concentração de ácido, maior a produção de gás. A interação entre a massa da lã de aço e o tempo também foi um fator significativo e tem efeito negativo na resposta, ou seja, quanto maior a interação entre essas variáveis, menor o volume de gás produzido. A interação entre concentração de HCl e tempo e a variável tempo não apresentou significância para o intervalo de confiança.

Para avaliar e visualizar a influência das variáveis em relação a variável resposta, foram construídas as superfícies de resposta. A partir da Figura 2b, que relaciona a variável, concentração de HCl, e a variável, massa de lã de aço, e a Figura 2c, que relaciona a variável, concentração de HCl, e a variável, tempo é possível perceber que quanto maior a concentração de HCl, maior será o volume de gás produzido, confirmando a importância significativa dessa variável e seu efeito positivo na variável resposta. Além disso, nota-se que a variável massa de lã de aço e tempo não possuem influência nesse processo, pois suas variações não foram capazes de alterar o volume de gás produzido, nos intervalos estudados. A Figura 2d, relaciona a variável, tempo, e a variável, massa de lã de aço. Nota-se que a interação entre essas variáveis influenciou de forma significativa no volume de gás produzido, mesmo que as variáveis possuem pouca significância (variável tempo) ou nenhuma significância (variável massa de lã de aço) no processo. Essa influência contraditória, quanto maior a massa da lã de aço, menor a produção de gás, provavelmente está relacionada ao intervalo utilizado para os níveis desta variável no planejamento fatorial, ou seja, a pequena variação da massa da lã de aço avaliada não apresentou significância no processo. Isso porque quanto maior a quantidade de ferro disponível para a reação de corrosão, maior o volume de gás produzido.

Figura 2 – **(a)** Gráfico de Pareto para variável resposta, volume de gás produzido, na reação com HCl; **(b)** **(c)** **(d)** Superfícies de resposta do planejamento fatorial para a reação de corrosão com HCl.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

3.1.2. PARA O H_2SIF_6

Os fatores significantes para a reação de corrosão são: a concentração de H_2SiF_6 (X1), massa de lã de aço (X2), tempo (X3) e interação entre massa de lã de aço e tempo (X2X3), com coeficiente de correlação (r^2) igual a 0,925. Logo, o modelo estatístico simplificado é expresso pela equação 5.

$$V_{gás} = 3195 + 300X1 + 587,50X2 + 1091,25X3 + 288,75X2X3 \quad (5)$$

Foi construído o gráfico de Pareto (Figura 3a). Nesse gráfico pode-se observar que a variável mais significativa e que tem maior influência na produção de gás é o tempo. Sua influência é positiva, ou seja, quanto maior o tempo de corrosão maior será

a produção de gás. A massa de lã de aço é a segunda variável mais significativa, também com influência positiva. Portanto, quanto maior a massa de lã de aço, maior o volume de gás produzido. A concentração de H_2SiF_6 e a interação entre a massa de lã aço e tempo, possuem efeitos positivos e semelhantes na produção de gás. A concentração de H_2SiF_6 foi considerada significativa, porém menos significativa que o tempo e a massa de lã de aço, no intervalo estudado. Isso pode ser explicado, pois as concentrações utilizadas já proporcionaram uma concentração suficiente de íons H^+ para possibilitar a reação de corrosão. Assim, o que realmente influenciará no volume de gás produzido é o tempo destinado a corrosão, e a massa de lã de aço disponível para que a reação aconteça. Assim, para as concentrações de ácido avaliadas, quanto maior o tempo de corrosão e quanto maior a massa de lã de aço, maior será o volume de gás produzido.

Para avaliar e visualizar a influência das variáveis no volume de gás produzido foram construídas as superfícies de resposta. A Figura 3b ilustra a influência da concentração de H_2SiF_6 e da massa de lã de aço, no volume de gás produzido. O aumento da massa de lã de aço gera aumento no volume de gás produzido, assim como o aumento da concentração de ácido também gera aumento no volume de gás produzido, porém de forma menos significativa. O aumento no nível das duas variáveis simultâneas gera um maior aumento no volume de gás produzido.

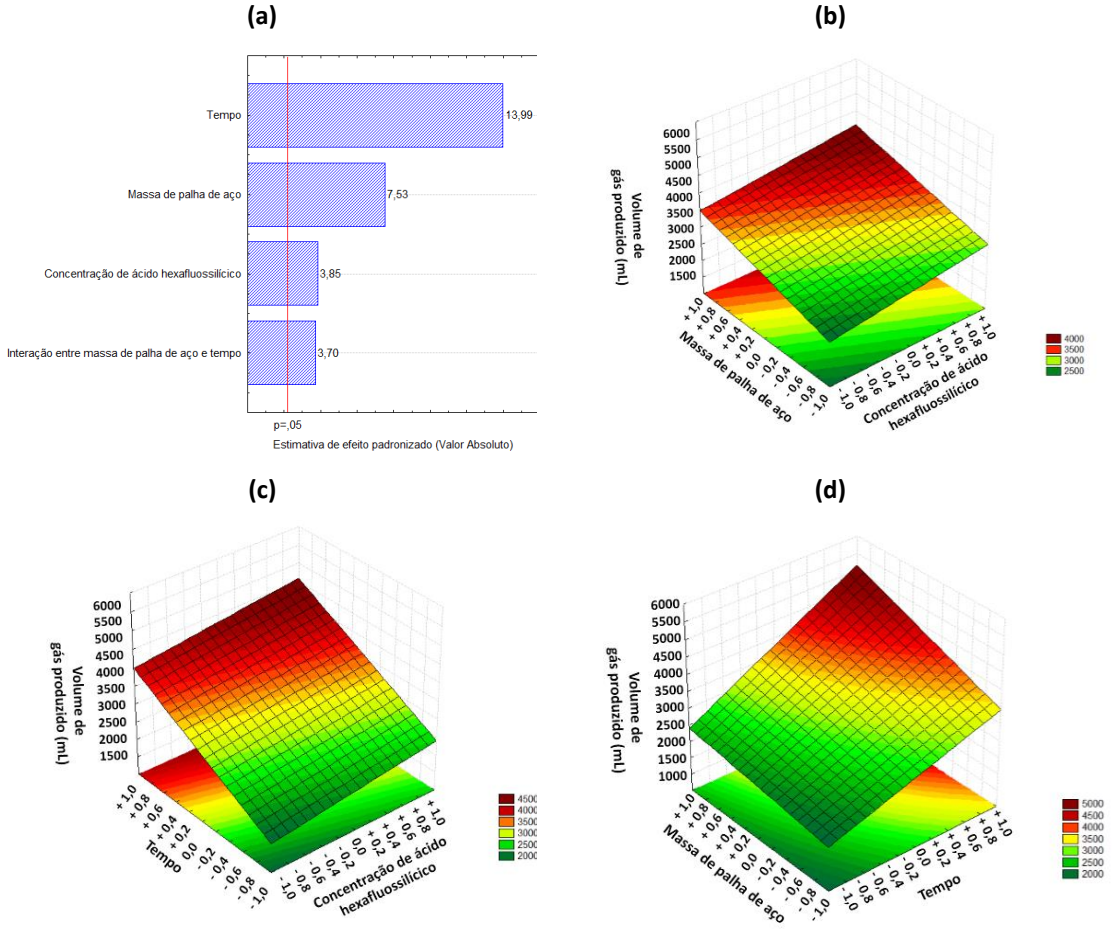
A Figura 3c ilustra a influência da concentração de H_2SiF_6 e do tempo, no volume de gás produzido. O aumento na concentração de H_2SiF_6 provoca aumento no volume de gás produzido, enquanto que o aumento no tempo gera um aumento maior no volume de gás. O aumento simultâneo das duas variáveis provoca um maior aumento no volume de gás produzido. A Figura 3d ilustra a influência da massa de lã de aço e do tempo, no volume de gás produzido. O aumento simultâneo das duas variáveis provoca um aumento mais significativo na produção de gás observado, comparando com as superfícies de resposta anteriores.

3.2. CINÉTICA QUÍMICA

Para se determinar qual a ordem da reação de corrosão para cada ácido, foram analisados os coeficientes de correlação para as ordens 1 e 2. O coeficiente de correlação para a ordem zero não foi avaliado, pois para possuir cinética de ordem zero a velocidade da reação deve ser independente da concentração de reagente (FOGLER,

2009). Isso não foi verificado em nenhum caso, já que a análise do planejamento fatorial para as reações de corrosão com ambos os ácidos indicou que a variável, concentração, possui significância para o processo.

Figura 3 – **(a)** Gráfico de Pareto com os termos significativos para o volume de gás produzido para a reação de corrosão com H_2SiF_6; **(b) (c) (d)** Superfícies de resposta do planejamento fatorial para a reação de corrosão com H_2SiF_6.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Para a reação com HCl, o coeficiente de correlação para primeira ordem foi de 0,987 e para segunda ordem de 0,931. A partir desses resultados pode-se concluir que o coeficiente (R^2) para primeira ordem apresentou melhor linearidade. Logo, a reação é de primeira ordem e possui constante de velocidade igual a $1{,}3.10^{-3}$ s^{-1}. Para a reação com H_2SiF_6 o coeficiente de correlação para primeira ordem foi de 0,981 e para segunda ordem de 0,903. Observa-se também que o coeficiente (R^2) para primeira ordem

apresentou melhor linearidade. Logo, a reação também é de primeira ordem e possui constante de velocidade igual a $1{,}5.10^{-3}\ s^{-1}$.

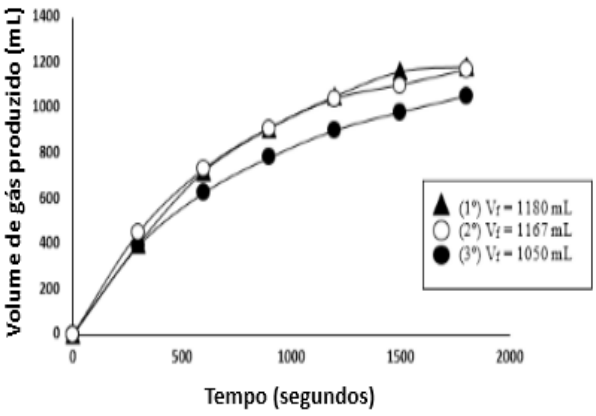
Isso pode ser explicado pois, em reações de corrosão de qualquer metal com desenvolvimento de H_2, a taxa da velocidade da reação é dependente apenas da concentração de íons H+, e são reações que possuem cinética de primeira ordem. Ou seja, todos os processos de corrosão de metais com ou sem evolução de H_2, sem formação de produtos insolúveis, seguem uma única lei cinética (HABASHI, 1965).

Assim, é possível considerar que a reação de corrosão com os ácidos clorídrico e hexafluossilícico possuem cinética de primeira ordem, pois a velocidade da reação é dependente da concentração de ácido, como foi evidenciado pela análise do planejamento fatorial, garantindo significância à variável concentração de ácido. Como também pelo coeficiente de correlação para cinética de primeira ordem que está próximo de 1 e apresenta boa linearidade.

3.3. REUTILIZAÇÃO DO HCL

É possível notar, de acordo com a Figura 4, que mesmo reutilizando a solução ácida, a produção de gás foi crescente com o aumento do tempo reacional e semelhante em todos os experimentos. Porém, nota-se uma redução de apenas 13 ± 10 mL, do primeiro para o segundo experimento, e uma redução de 117 ± 10 mL, do segundo para o terceiro experimento. É importante observar que mesmo com essa redução na quantidade de HCl não acarretou diferenças significativas na produção do gás.

Figura 4 - Gráfico do volume de gás produzido (mL) em função do tempo (segundos), para o reaproveitamento da solução de HCl (10% v/v).



Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Além disso, foi realizada também a avaliação do pH da solução de HCl no momento de sua preparação (pH = $0{,}4.10^{-2}$), e no fim dos experimentos de reutilização do HCl (pH = $0{,}8.10^{-2}$). Nota-se que o aumento do pH foi pequeno, evidenciando o baixo consumo de H^+ na solução durante a corrosão (0,01 $mol.L^{-1}$).

3.4. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO ÍON CLORETO (CL^-) NA REAÇÃO DE CORROSÃO

O HCl é relativamente caro e seu uso em um processo em grande escala pode gerar custos excessivos, tornando o processo economicamente inviável. Neste estudo decidiu-se testar a possibilidade de o HCl ser substituído por NaCl para reduzir custos. Como o NaCl é um sal derivado de um ácido e de uma base forte, em solução aquosa dissocia-se completamente, disponibilizando íons Cl^- na proporção 1:1. O HCl, que é um ácido forte, ioniza-se completamente, disponibilizando íons cloreto na proporção 1:1. Logo, utilizando soluções com mesma molaridade, é possível garantir que a mesma quantidade de íons cloreto estarão presentes na solução aquosa, variando apenas a concentração de H^+.

O volume de gás obtido usando, tanto o NaCl, quanto o HCl foi igual a 5,6 litros. Dessa forma, pode-se concluir que o que possibilitou a reação de corrosão com H_2SiF_6, foi a influência dos íons cloreto (Cl^-) dissolvidos na solução, mesmo em baixa concentração. Segundo Gentil (2014), é necessário ressaltar a influência dos íons cloreto na destruição da passivação dos aços inoxidáveis e das ligas de alumínio, visto que ele pode penetrar na camada passivante de óxidos; ou dispersá-las sob a forma coloidal, causando corrosão por *pitting*. Portanto, na reação de corrosão eletroquímica com H_2SiF_6, o uso do HCl pode ser substituído pelo NaCl, que é um reagente mais barato e seguro.

3.5. ANÁLISE DO GÁS

Ao analisar o gás produzido por cromatografia gasosa, a presença de H_2 (até 99%) e apenas traços de ar foram observados para todas as amostras de gás. Nenhum outro produto de reação foi observado indicando que o processo produz H_2 com alta pureza. A presença de ar pode ser decorrente da metodologia utilizada para a injeção. Assim, não houve evidência de reações indesejadas ocorrendo no sistema de reação.

3.6. ANÁLISE ECONÔMICA

Na Tabela 3 estão indicados os valores de volume de reagente gastos, custo em dólares e economia em porcentagem por litro de gás produzido e o custo em US$ por metro cúbico de gás produzido, quando se utiliza, apenas HCl, H_2SiF_6 + HCl e H_2SiF_6 + NaCl. O custo por litro de gás produzido foi calculado a partir da equação 6.

$$C_{gás} = V_{HCl}.x + V_{H_2SiF_6}.y + M_{NaCl}.z \qquad (6)$$

Na qual, C_{gas} é o custo total por litro de gás produzido; V_{HCl} é o volume de HCl utilizado; *x* é o valor do HCl por litro; $V_{H_2SiF_6}$ é o volume de H_2SiF_6 utilizado; *y* é o valor do H_2SiF_6 por litro; M_{NaCl} é a massa de NaCl utilizada por litro de gás produzido e *z* é o valor do NaCl por kg.

Tabela 3 - Valores de volume de reagente gasto, custo em reais e dólares, e economia por litro de gás produzido, quando se utiliza, apenas HCl, H_2SiF_6 + HCl e H_2SiF_6 + NaCl.

Reação de Corrosão	Volume de reagente gasto por L de gás produzido	Custo em R$/L de gás	Custo em US$*/m³ de gás	Economia (%) em relação ao HCl
HCl	66,67 mL HCl/L gás	3,27	621,67	-
H_2SiF_6 + HCl	142,86 mL H_2SiF_6 +1,78 mL HCl/ L gás	0,24	45,62	92,7
H_2SiF_6 + NaCl	142,86 mL H_2SiF_6 + 1,25 g NaCl/ L gás	0,15	28,52	95,3

* considerando US$ = R$5,26 reais (18/05/2021). Disponível em https://www.infopedia.pt/$dolar-americano.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Para analisar economicamente o processo, foi calculada a relação, volume, em mL, de ácido gasto por litro de gás produzido. Assim, para produzir 1 litro de gás, na reação de corrosão da lã de aço apenas com HCl, são necessários 66,67 mL de HCl, enquanto na reação com o uso de H_2SiF_6 (existe o uso de apenas 10 mL de HCl), para produzir 1 litro de gás, são necessários 1,78 mL de HCl. Isso representa uma redução de, aproximadamente, 97% no volume de HCl utilizado. Sabendo-se que o preço do HCl (38

%) é US$ 9,30 o litro, e do H_2SiF_6 (23 %) é US$ 0,20 o litro, é possível avaliar o uso do H_2SiF_6.

Utilizando-se apenas o HCl, gasta-se US$ 0,621 L^{-1} de gás produzido, enquanto com a utilização do H_2SiF_6, gasta-se apenas US$ 0,045 L^{-1} de gás produzido. Esse valor representa uma economia de 92,7 % do valor total gasto L^{-1} de gás produzido.

Outra substituição que pode ser feita é usar o NaCl, ao invés do HCl. Dessa forma, é possível utilizar uma fonte de íons cloreto diferente, mais barata e segura que o HCl, e obter o mesmo rendimento de gás. O preço do NaCl é US$ 0.15 o Kg. Assim, gasta-se US$ 0.028 L^{-1} de gás, representando uma economia de 95,3 %, comparando ao sistema que utiliza o HCl.

4. CONCLUSÕES

A utilização da técnica de produção de H_2 a partir da corrosão eletroquímica acelerada com H_2SiF_6 é eficiente, capaz de gerar H_2 de maneira simples, econômica e com baixo gasto de energia. Além de gerar grande quantidade de gás, esse processo promove o reaproveitamento de um subproduto da indústria de fertilizantes, de baixo valor comercial e pouca utilidade, reaproveitando-o na produção de um combustível extremamente promissor, através de uma reação espontânea. O equipamento desenvolvido permitiu a investigação da reação de corrosão entre a lã de aço e os ácidos hexafluorssilícico e clorídrico, por meio de dois planejamentos fatoriais, com três variáveis e dois níveis. Foi possível analisar a influência das variáveis utilizadas no volume de gás produzido.

A análise econômica mostrou que a comparação da utilização somente de HCl e H_2SiF_6 em conjunto com HCl resultou em 92,7% no custo final do processo. Ao substituir o HCl pelo cloreto de sódio, na mistura com H_2SiF_6, observou-se uma economia de 95,7% no custo final, além de eliminar do processo um reagente perigoso, como o HCl.

Portanto, conclui-se que o processo de corrosão eletroquímica acelerada utilizando o H_2SiF_6 para a produção de H_2, é um método promissor, simples e econômico. Sua importância ambiental é notável, já que esse processo gera H_2 através de uma reação eletroquímica espontânea, a partir da reutilização de um subproduto industrial com baixo valor comercial.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e FAPEMIG

REFERÊNCIAS

ALVES, H. J. Overview of hydrogen production techonologies from biogas and the applications in fuel cells. **International Journal of Hydrogen Energy**, n. *38*, p. 1-11, 2013.

BEZERRA, A.M.; SANTELLI, R.E.; OLIVEIRA, E.P.; VILLAR, L.S.; ESCALEIRA, L.A. Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, v. *76*, n. 965, 2008.

BIČÁKOVÁ, Olga; STRAKA, Pavel. Production of hydrogen from renewable resources and its effectiveness. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 37, n. 16, p. 11563–11578, 2012.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN. B. E. **Química: A ciência central**. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2005, 1033 p, 9ª Ed.

CHANG, R. **Química Geral: conceitos essenciais.** Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2010, 4º. Ed.

CHAUBEY, Rashmi; SAHU, Satanand; JAMES, Olusola O.; MAITY, Sudip. A review on development of industrial processes and emerging techniques for production of hydrogen from renewable and sustainable sources. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 443–462, 2013.

DEYAB, M. A. Hydrogen generation during the corrosion of carbon steel in crotonic acid and using some organic surfactants to control hydrogen evolution. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 38, n. 31, p. 13511–13519, 2013.

DODDS, Paul E.; STAFFELL, Iain; HAWKES, Adam D.; LI, Francis; GRÜNEWALD, Philipp; MCDOWALL, Will; EKINS, Paul. Hydrogen and fuel cell technologies for heating: A review. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 40, n. 5, p. 2065–2083, 2015.

EL-MELIGI, A. A. Hydrogen production by aluminum corrosion in hydrochloric acid and using inhibitors to control hydrogen evolution**. International Journal of Hydrogen Energy***, n. 36, p.* 10600-10607, 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz energética e elétrica.** Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> Acesso em: maio/2020.

FOGLER, H. S. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas.** Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009, 4º Ed.

GALLINA, André Lazarin; MATHEUS, Ana Paulo Camargo; DIAS, Bianca Vanjura; DE OLIVEIRA, Marilei Fátima; RODRIGUES, Paulo Rogério Pinto. Aplicação do aço carbono e ferro Armco na produção de gás hidrogênio em ácido fórmico. **Revista Materia**, v. 21, n. 4, p. 880–897, 2016.

GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: LTC, 2014, 376 p, 9ª ed.

HABASHI, Fathi. Kinetics of corrosion of metals. **Journal of Chemical Education**, v. 42, n. 6, p. 318–322, 1965.

HOLLADAY, J. D.; HU, J.; KING, D. L.; WANG, Y. An overview of hydrogen production technologies. **Catalysis Today**, v. 139, n. 4, p. 244–260, 2009.

NIKOLAIDIS, Pavlos; POULLIKKAS, Andreas. A comparative overview of hydrogen production processes. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 597–611, 2017.

SHMELEV, Vladimir; NIKOLAEV, Vladimir; LEE, Ji Hyung; YIM, Chungsik. Hydrogen production by reaction of aluminum with water. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 41, n. 38, p. 16664–16673, 2016.

WIERSMA, B J. Hydrogen Generation During the Corrosion of Carbon Steel in Oxalic Acid. v. 00441, p. 1–21, 2004.

CAPÍTULO XII

ADMINISTRAÇÃO CONSCIENTE NA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA PARA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO DE ESTUFAS DAS PEQUENAS PROPRIEDADES

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-12

Claudio Luiz Chiusoli [1]
Paula Cristina Veneroski [2]
Thiago Ferreira Spiri [3]

[1] Pós Doutor em Gestão Urbano PUCPR. Docente do curso de administração da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO
[2] Discente do curso de administração da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO
[3] Mestre em Administração (UEL) e docente do ensino superior na área de Administração

RESUMO

A realidade do produtor rural considera em vista que os processos produtivos a cada ano crescem e evoluem e se preparados terão melhores condições de uma maximização do seu lucro diante das alternativas que são propostas para a produção de hortaliças por meio e irrigação nas estufas. O objetivo do relato de pesquisa é analisar como é o uso das formas de adaptação tecnológica no processo de irrigação das estufas em pequenas propriedades agrícolas de forma sustentável e econômica para produção de hortaliças. Como referencial teórico abordou-se temas sobre a agricultura 4.0, gestão familiar e planejamento financeiro. Quanto ao aspecto metodológico o estudo contemplou pequenos produtores de pequenas cidades da região Oeste do Estado do Paraná, com aplicação de 50 entrevistas via WhatsApp e Messenger. Os principais achados apontam que somente 22% dos produtores tem compreensão a respeito de sistemas de irrigação como forma de uma administração mais consciente, 34% citam que os recursos financeiros é uma das principais dificuldades no sistema de produção, 26% tem acesso há algum tipo de meio de aplicação tecnológica. Entre os produtos, 50% é responsável pela administração da propriedade e que moram em até 3 pessoas no local (42%). Por outro lado, 42% citam que o aumento da produtividade é um dos principais benefícios da implementação da tecnologia em sistemas de irrigação e 52% gostaria de ter acesso a um aplicativo que auxiliasse nesse tipo de sistema. Um pouco mais que a metade (52%) relata que a propriedade utiliza sistema de irrigação e destes, 58% reforçam que a Instalação foi realizada por terceiros e para 58% foi necessário especializar-se em alguma área para aprender usar o sistema.

Palavras-chave: Agricultura. Estufas. Administração Consciente. Inovação.

1. INTRODUÇÃO

Como já vem se registrando diversas propriedades rurais estão inovando e acrescentando mais novas tecnologias conscientes, principalmente aqueles que são grandes produtores estão cada vez mais preocupados, porém, ainda se vê pequenos produtores que buscam essa automação, mas de forma mais econômica, porque muitos dos meios tecnológicos seja de maquinário até mesmo a utilização pessoal são de difícil acesso (FAVETTA; BOTREL, 2001).

O pequeno produtor pode utilizar algumas ferramentas e uma deles é o sistema de irrigação inteligente para estufas, uma forma útil e mais econômica que pode dar conta de fazer processos difíceis gastando menos recursos (PRADO; COLOMBO, 2017).

No caso, a quantidade de água é variável em épocas quentes e há necessidade de maior frequência e maior volume na irrigação, tomando tempo do produtor, uma vez que a irrigação realizada manualmente toma tempo e com a automatização da irrigação agiliza a atividade em que o produtor dedicará nos cuidados dos produtos na estufa (QUITAISKI et al., 2018).

Pensando nisso, a problematização do estudo se dá diante das possíveis dificuldades de acesso ao conhecimento de novas práticas de tecnologia ao conhecimento de novas práticas de tecnologia que os pequenos produtores têm, seja de internet ou até mesmo de comunicação. E entender esse tema terá por maior finalidade de ajudar a essas pessoas de tornar suas vidas mais ágeis mostrando acima de tudo que quanto mais se adaptem melhor será para a propriedade, uma vez que a forma de novos negócios produtivos estão mudando e a tecnologia está invadindo todas as áreas.

Portanto um ponto a ser focado que norteará a questão problema do estudo é: como o produtor tem acesso a alguma a ferramentas de controle? Qual é nível de conhecimento deles em relação a administração consciente? Quais as necessidades e dificuldades no meio tecnológico?

Assim, o objetivo do relato de pesquisa é analisar como é o uso das formas de adaptação tecnológica no processo de irrigação das estufas em pequenas propriedades agrícolas de forma sustentável e econômica para produção de hortaliças.

A justificativa do estudo tem sua base ao observar os pontos apontados e compreender como a administração consciente em cada propriedade está de acordo com cada realidade atual das propriedades agrícolas, uma vez que são caracterizados por pequenos produtores familiares. Ou seja, um sistema de irrigação que seja sustentável, mas também econômico para que o produtor por meio dessa investigação demonstre principalmente por que não tem acesso, mas que buscam e querem inovar, porém, o que pode ser algo impeditivo pode ser a falta de conhecimento e estudo que os ajude a economizar tempo e dinheiro.

Como objetivo específico, pretende-se: i) identificar se o produtor rural tem compreensão de uma administração mais consciente com os sistemas de irrigação; ii) apontar as principais dificuldades no sistema de produção; iii) apresentar se possui acesso há algum tipo de meio de comunicação tecnológica; iv) demonstrar a visão sobre a responsabilidade pela administração da propriedade e quantas pessoas residem na propriedade; vi) mencionar os principais benefícios da implementação da tecnologia em sistemas de irrigação; vii) avaliar se gostaria de ter acesso a um sistema de controle por meio de aplicativo que auxiliasse nesse tipo de sistema; e vii) Utilizar as práticas dos sistema de irrigação, sendo realizada a instalação por terceiros e caso tenha necessidade de especializar em alguma área para utilizar esse sistema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Como parte integrante dessa seção, aborda-se a respeito da relação Agricultura 4.0, empresa familiar e planejamento financeiro.

2.1. AGRICULTURA E AGRICULTURA 4.0

A agricultura contribuiu para que as civilizações desenvolvem-se ajudando a se fixar em determinadas regiões férteis fazendo com que eles deixassem suas vidas nômades. Com o aumento da produção de alimentos permitiu que a população humana crescesse rapidamente ao longo dos anos, acarretando em uma demanda maior de alimentos e que as pessoas busquem por novas técnicas que ajudem multiplicar sua produção de uma forma mais sustentável usando uma área menor de plantio.

Neste contexto, a agricultura orgânica tem se mostrado uma alternativa que atende esses requisitos, assim como aumenta o valor de comercialização dos produtos. Dentro das normas de produção preconizadas pela agricultura orgânica, estão o uso de caldas biofertilizantes e substancias húmicas (DUENHAS, 2004).

Desta forma, utiliza-se dentro da propriedade rural algumas ferramentas como por exemplo o Ciclo PDCA, no qual para ele os meios tecnológicos da empresa devem ser planejados (P), desenvolvidos e adquiridos (D), controlados (C) e ter ações (A) visando informações sejam elas geradas interna ou externamente à empresa (CLERCQ; VATS; BIEL, 2018).

Ao colocar em prática o que mais chama a atenção será ao atingir os objetivos o que antes poderia estar relacionado a um problema agora tem uma solução especifica. Neste caso experiências com o cotidiano por exemplo, acabam se tornando uma alimentação para o conhecimento, ou seja, quando tal conhecimento vier a ocorrer novamente a decisão será decidida baseada nas experiências positivas ou negativas do acontecimento anterior, o que também pode se chamar de feedback (CLERCQ; VATS; BIEL, 2018).

Portanto pode-se dizer que com a globalização crescente, os processos produtivo utilizado no século XX é bem diferente do que é utilizado no século XXI, seja ele em questão da estrutura organizacional, o relacionamento de emprego, gestão de produção e informação e à organização do trabalho. O Brasil se encontra diante de um grande desafio, ou seja, ter de passar por um modelo baseado na inovação antes dos termos estarem em si relacionados (FAVETTA; BOTREL, 2001)

2.2. EMPRESA FAMILIAR

De acordo com o SEBRAE (2016), as principais características das empresas familiares são divididas em fortes pontos como: comando único e centralizado que permita reações rápidas em situações de emergência; estrutura administrativa e operacional ‘’enxuta’’; disponibilidade de recursos financeiros e administrativos para autofinanciamento obtido de poupança compulsória feita pela família; Importantes relações comunitárias e comerciais decorrentes de um nome respeitado; organização interna leal e dedicada; Valorização de confiança, independentemente do vínculo familiar.

A formação de laços entre empregados e proprietários, desempenhando um papel essencial no desempenho da empresa; grupo interessado e ao redor do fundador; sensibilidade ligada ao bem-estar dos empregados e da comunidade onde atua; continuidade e integridade de diretrizes administrativas e de focos de aplicação da empresa (SEBRAE, 2016).

Há também os pontos fracos como: dificuldade na separação entre o que é intuitivo ou emocional e racional; a postura de autoritarismo do fundador se alterna com atitudes de paternalismo; exigência de dedicação exclusiva dos familiares, priorizando os interesses da empresa; laços afetivos extremamente fortes, influenciando os comportamentos, relacionamentos e decisões da empresa; valorização da antiguidade como um atributo que supera a exigência de eficácia ou competência; expectativa de alta fidelidade dos empregados.

Isto pode gerar um comportamento de submissão, sufocando a criatividade; jogos de poder, nos quais muitas vezes vale a mais a habilidade política do que a característica ou competência administrativa.

Ainda segundo o SEBRAE (2016), a gestão ligada ao financeiro são as ações que se referem aos investimentos, despesas variáveis e fixas, empréstimos, lucros, valor patrimonial da empresa e financiamentos. Compreende num conjunto de procedimentos e ações administrativas que visam elevar os resultados econômicos e financeiros. Tem como função o planejamento dos recursos e da movimentação financeira, analises de efetividade do planejamento, assim como, se necessário, fazer replanejamentos para ajustes de desvios ocorridos nos setores operacionais da empresa, possibilitando o planejamento econômico e financeiro e o acompanhamento dos resultados.

Portanto começa a se pensar que a empresa familiar, ela é de um componente de decisão familiar, mas que são geradores e criadores de emprego. Atualmente o mercado de trabalho já é propriamente formado por empresas familiares, onde a maioria faz parte, as empresas não familiares ocupam cerca de pequenas quantidades, porém algumas abrangem uma quantidade de funcionários maior, porém não chega a ser maior do que o percentual da quantidade das empresas familiares. De maneira geral ela perduram muito tempo pois elas geralmente são passadas de geração para geração,

o patriarca ensina a gerir a empresa onde ele inclui a esse ramo empresarial (LUIZ; SCHNEIDER, 2019).

Entretanto observa-se que grande número das pequenas propriedades são geridas por famílias que as passam de geração a geração. Dessa forma para o pequeno produtor ele sempre buscara incluir filho ou parente mais próximo em busca de deixar seu legado (FREZATTI; 2017)

2.3. PLANEJAMENTO FINANCEIRO

O planejamento financeiro, segundo Hoji (2006), consiste em estabelecer antecipadamente as ações a serem executadas dentro de cenários e condições preestabelecidos, estimando os recursos a serem utilizados atribuído as responsabilidades para atingir os objetivos fixados. Esses objetivos fixados poderão ser atingidos somente com um sistema de planejamento adequadamente estruturado. Sendo assim, o plano financeiro é uma declaração de tudo que deverá ser feito no futuro.

Teló (2001) ressalta que os administradores têm maior destaque se forem capazes de gerenciar a execução das estratégias com eficiência e de maneira eficaz, onde haja sincronismo entre as estratégias definidas e sua operacionalização diária. Ou seja, ser eficiente significa gerar produtividade de acordo com a matéria prima que tem (ação), já ser eficaz significa chegar ao resultado proposto (objetivo) e efetividade seria manter esses resultados ao longo do tempo.

Para Drucker (1999) a vida média de empresas, como organizações de sucesso, nunca ultrapassou 30 anos. Devem-se desenvolver novas formas de mensuração, porém, ao mesmo tempo. O desempenho deverá ser definido de forma ''não-financeira'' para que tenha significado para trabalhadores de conhecimento e para ser capaz de gerar um ''compromisso'' por parte deles. Dessa maneira, as estratégias estarão cada vez mais ligadas a novas definições de desempenho.

Dessa forma também pode se estabelecer vários outros critérios, como por exemplo a administração de recursos no qual se torna mais complicado de ser gerenciado como qualquer outra empresa, pois uma propriedade rural deve ser pensada também desta forma para que se tenha uma visão mais ampla e assertiva. Portando

deve ser pensado em vários fatores um deles é o capital, pensado na característica de liquidez, no qual pode ser utilizado para aquisição de outros bens e recursos.

Os produtores rurais sabem quais são seus custos em relação a sua propriedade, como qualquer outra empresa eles necessitam conhecer, controlar e gerenciar periodicamente os custos para que a propriedade não seja danificada e gere lucratividade de maneira sustentável e econômica.

Ao utilizar práticas corretamente, contribui para uma tomada de decisão que auxilie na redução de custos, como volume de produção e faturamento, o qual ajuda no bom desempenho e continuidade das tarefas buscando um melhor gerenciamento (CLERCQ; VATS; BIEL, 2018). Inúmeras são as decisões que precisam ser tomadas por parte dos gestores no dia a dia, sejam eles contadores, administradores ou o próprio proprietário. A contabilidade de custos se apresenta como um importante instrumento de apoio esses tomadores de decisões, exercendo uma função primordial, cooperando para decisões que envolvem tanto os aspectos internos quanto os aspectos externos (CALLADO; ALBUQUERQUE; SILVA, 2007).

A contabilidade de custos está relacionada com todos os setores, todos os processos e todas as atividades que são desempenhadas na organização. Atividades como transporte de funcionários, planejamento de aquisições de bens, programas de custos e até mesmo campanhas que visem manter a imagem da empresa, são exemplos de atividades que se inter-relacionam com a gestão de custos (GREGORI; FLORES, 2010). A classificação dos custos é de uma importância pois a partir dela consegue uma implementação mais correta sem que haja maiores dificuldades para os produtores que gerenciam sua propriedade.

O termo gastos significa o sacrifício financeiro por parte de uma entidade para arcar com a obtenção de um produto ou serviço. Os gastos serão ainda classificados como custos e despesas, conforme ocorrer sua participação no processo de elaboração do produto ou serviço (BRUNI, 2010). Bruni (2010) conceitua que gastos relativos a bens e serviços utilizados na produção de outros bens e serviços. O mesmo diz que bens ou serviços consumidos direta ou indiretamente para obtenção de receitas. De acordo com as definições custos está relacionada a produção e despesas não está diretamente vinculada a produção.

Assim pode-se colocar como bens tudo aquilo que será capaz de gerar produtos, serviços, riquezas e obrigações, ou seja, desde um equipamento utilizado na lavoura ou até mesmo a prestação de um serviço com valor econômico, é um recurso. Surge então a ideia de patrimônio que nada mais é do que o conjunto de bens, valores, direitos e obrigações, no qual podem ser entendidos também como terrenos, prédios, equipamentos, todo produto adquirido.

Desta forma entende-se que apesar do vasto conhecimento nas propriedades a administração consciente vem para conscientizar e mostrar como devem se portar e quais caminhos seguir, para que sempre se tenha a maximização do lucro para o produtor rural.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Uma pesquisa é definida como um processo formal e sistemático de desenvolvimento de método cientifico, de forma a se descobrirem respostas para problemas por meio de uso de procedimentos científicos (GIL, 2017; MARCONI; LAKATOS, 2017).

A pesquisa se trata de uma pesquisa quantitativa que são amostras representativas com quantificação de dados generalizados, com aplicação de questionário estruturado com forma de abordagem survey que de acordo com Fonseca (2002), diz respeito a obtenção e levantamento de dados e informações sobre as opiniões de determinado grupo.

Caracterizou-se por uma pesquisa exploratória onde Chiusoli e Ikeda (2010) relatam em ser aquela pesquisa que abrange maior conhecimento correspondente ao tema que caracteriza a pesquisa nas perspectivas em meio ao assunto. A pesquisas foram realizadas com proprietários rurais de cidades do interior do estado do Paraná. Foram aplicados cinquenta questionários, sendo considerado amostragem não probabilística, por julgamento via disseminação por meio do aplicativo de celular WhatsApp e Messenger com a formulário de coleta do *Google Forms*, utilizando-se de dados primários no qual foram coletados no período de agosto e setembro de 2020.

Quanto as variáveis investigadas a pesquisa buscou levantar, além do perfil por gênero e tempo que administra a propriedade rural: compreensão por sistemas de

irrigação e sua administração consciente; dificuldade como produtor no sistema de produção; se a propriedade tem acesso há algum tipo de meio de comunicação tecnológica; quem é responsável pela administração da propriedade; quantas familiares residem na propriedade; o principal benefício da implementação da tecnologia em sistemas de irrigação ;interesse em um aplicativo que auxiliasse o sistema de irrigação; se a propriedade utiliza sistema de irrigação; se a instalação foi por terceiros ou por conta própria e para uso do sistema se precisou especializar-se em alguma área.

Quanto à técnica estatística, a análise dos dados consistiu-se em análises univariadas e bivariadas com base em frequências absolutas e relativas e processados por meio do software IBM SPSS Statistics 20 (Statistical Package for the Social Sciences).

As medidas de associação foram testadas por meio do teste não paramétrico Qui-Quadrado (SIEGEL; CASTELLAN, 2017).

Tal teste é uma estatística utilizada que avalia se as observações não pareadas entre duas variáveis são independentes entre si, sendo aplicadas ao nível de significância de 5%, para testar se deve ou não rejeitar as hipóteses postuladas. Assim, se o p-valor obtido for abaixo de 5% ($p \leq 0,05$), as variáveis são independentes, e as hipóteses devem ser rejeitadas; caso contrário, se for acima de 5%, não devem ser rejeitadas (SIEGEL; CASTELLAN, 2017).

Ou seja, o teste qui-quadrado foi utilizado para analisar a existência da relação das variáveis investigadas entre os gestores por gênero e tempo da propriedade.

Contido essas informações, as hipóteses da pesquisa foram:

H0: Não há diferença significativa na opinião dos produtores em relação às variáveis investigadas segmentadas por gênero (masculino e feminino).

H1: Não há diferença significativa na opinião dos produtores em relação às variáveis investigadas segmentadas por tempo de administração da propriedade rural (até 5 anos, 6 a 10 anos e acima de 11 anos).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção realiza-se a análise dos resultados, sendo composta por 12 quadros segmentados por gênero e tempo de administração da propriedade rural (quadro 1). Nos quadros 2 ao 11, os resultados obtidos conforme objetivos propostos; por fim, o

quadro 12 apresenta o resumo dos resultados do teste Qui-Quadrado, apontando se deve rejeitar ou não as hipóteses H0 e H1 investigadas.

Com base nos dados coletados segue os resultados, a maioria dos entrevistados é composto por homens totalizando 60% e 40% do gênero feminino. E quanto ao tempo de administração de propriedade rural, para fins estatísticos, ficou equilibrado com 40% dos respondentes até 5 anos, de 6 a 10 anos com 28% e acima de 10 anos com 38%.

Quadro 1 – Perfil do respondente por gênero e tempo de administração da propriedade rural

	Feminino	Masculino	Total		Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Até 5 anos	40%	30%	34%	Masculino	53%	64%	63%	60%
6 / 10 anos	25%	30%	28%	Feminino	47%	36%	37%	40%
Acima de 10 anos	35%	40%	38%	Total	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%					

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 2 refere-se à variável "*compreensão por sistemas de irrigação e sua administração consciente*"; apresenta um p-valor de 0,128 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,196 para a hipótese H1. Dessa forma, pelo teste estatístico aplicado sugere que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, ou seja, nos cruzamentos dos dados por gênero e tempo de administração da propriedade rural, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas. Para que sejam rejeitadas, o resultado do teste com o p-valor seria igual ou abaixo de 0,005.

No quadro 2 se observa que muito dos produtores rurais não tem entendimento sobre sistema de irrigação e administração consciente no qual pode dizer que cerca de 38% possuem nenhum entendimento sobre os temas. Desta forma verifica-se que cerca de 78% possuem pouco ou nenhum conhecimento o que é bastante preocupante, afinal esses produtores administram suas propriedades de acordo com seu conhecimento repassado por anos de experiência. E que poucos cerca de 22% compreendem muito sobre o tema, principalmente aquele produtor que administra a propriedade acima de 10 anos (32%).

Considerando os resultados, a irrigação realizada manualmente toma tempo, pois em épocas deverão o produtor precisar recorrer a uma maior volume e frequência,

assim, com a automatização da irrigação permite agilizar a atividade do produtor nos cuidados dos produtos na estufa (QUITAISKI et al., 2018).

Quadro 2 – Compreensão por sistemas de irrigação e sua administração consciente

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Sim	15%	27%	12%	21%	32%	22%
Muito pouco	30%	47%	47%	57%	21%	40%
Nenhuma	55%	27%	41%	21%	47%	38%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 3 refere-se à variável "*Dificuldade como produtor no sistema de produção*"; apresenta um p-valor de 0,440 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,827 para a hipótese H1. Dessa forma, pelo teste estatístico aplicado sugere que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, ou seja, nos cruzamentos dos dados por gênero e tempo de administração da propriedade rural, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas.

Nesse objetivo, verifica-se entre diversas dificuldades enquanto produtor é a falta de capital financeiro, seja para investimento ou capital de giro, o que sugere por meio das respostas que 34% citam esse problema. Nesse item ainda, quem mais comenta essa dificuldade são os produtores que está até 5 anos como administrador da propriedade com 41%. Após, tem a situação do emprego da tecnologia com 30% e quem mais cita essa dificuldade em maior proporção são as mulheres com 40%.

De todo modo essas duas variáveis, recursos financeiros e acesso à tecnologia representa 64% somados. Ter acesso a recursos financeiros, o qual as vezes é por falta de conhecimento e assim acaba se limitando, e também o acesso à tecnologia que nos dias atuais faz muita diferença ainda mais para os produtores que podem dar conta de fazer processos difíceis gastando menos recursos (PRADO; COLOMBO, 2017).

Quadro 3 – Dificuldade como produtor no sistema de produção

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Recursos financeiros	35%	33%	41%	21%	37%	34%
Tecnologia	40%	23%	29%	36%	26%	30%
Mão de obra	20%	27%	18%	36%	21%	24%
Fornecedor	5%	17%	12%	7%	16%	12%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 4 refere-se à variável "*A propriedade tem acesso há algum tipo de meio de comunicação tecnológica*"; apresenta um p-valor de 0,571 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,688 para a hipótese H1. Dessa forma, pelo teste estatístico aplicado sugere que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, ou seja, nos cruzamentos dos dados por gênero e tempo de administração da propriedade rural, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas. Em relação a quaisquer forma de acesso comunicação, no qual não foi especificado, o estudo indica que 26% dos produtores que possuem acesso a comunicação tecnológica, por outro lado, 54% citam um pouco e poder ser que exista alguma restrição e/ou dificuldade, seja por falta de eletricidade, acesso ao pacote de internet e etc.

Considerando os resultados obtidos, com o desconhecimento e pouco uso, as tecnologias da informação e comunicação (TICs) passam a ter um papel importante nas estratégias das atividades do agronegócio e nesse sentido é um estímulo ao uso de mecanismos para facilitar e propiciar o aumento do valor agregado das atividades agrícolas (FERREIRA, *et al*. 2019).

Quadro 4 – A propriedade tem acesso há algum tipo de meio de comunicação tecnológica

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Sim	30%	23%	18%	29%	32%	26%
Um pouco	45%	60%	65%	57%	42%	54%
Não tenho	25%	17%	18%	14%	26%	20%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 5 refere-se à variável "*Responsável pela administração da propriedade*"; apresenta um p-valor de 0,707 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,801 para a hipótese H1. Dessa forma, pelo teste estatístico aplicado sugere que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, ou seja, nos cruzamentos dos dados por gênero e tempo de administração da propriedade rural, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas.

Nessa questão, as propriedades são administradas pelo próprios familiares, predominando que 50% são os próprios respondentes, que nesse caso, não ficou identificado se eram na posição de avôs, pais e filhos. E, apesar de não haver evidência de predominância quanto ao efetivo perfil do gestor rural, estudos revelam que 44,5% dos gestores rurais ainda não planejaram sobre o processo de sucessão familiar, isto é, não tem práticas de diálogo entre pais e filhos sobre esse processo, pois muitas vezes o papel principal recai na estrutura patriarcal, e que todos desempenham tarefas compartilhadas (KRUGER, 2018).

Quadro 5 – Responsável pela administração da propriedade

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Eu mesmo	50%	50%	59%	43%	47%	50%
Pais	35%	27%	29%	36%	26%	30%
Filhos	15%	23%	12%	21%	26%	20%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 6 refere-se à variável "*Quantos familiares residem na propriedade*"; apresenta um p-valor de 0,700 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,408 para a hipótese H1.

Dessa forma, pelo teste estatístico aplicado indica que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, ou seja, nos cruzamentos dos dados por gênero e tempo de administração da propriedade rural, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas.

Nessa questão, predomina com 42% a composição de residente na propriedade com até 3 pessoas, cujo índice aumenta ligeiramente para mais de 4 pessoas entre as propriedade que são administradas há mais de 10 anos. Em estudos semelhante, aponta

que 38,5% do grupo familiar predominava até 3 pessoas, do tipo, pai, mãe e filho (KRUGER, 2018).

Quadro 6 – Quantos familiares residem na propriedade

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Até 3 pessoas	35%	47%	59%	43%	26%	42%
4 pessoas	35%	27%	24%	29%	37%	30%
5 pessoas +	30%	27%	18%	29%	37%	28%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 7 refere-se à variável "*Principal benefício da implementação da tecnologia em sistemas de irrigação*"; apresenta um p-valor de 0,215 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,073 para a hipótese H1. Diante do teste estatístico aplicado indica que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas.

O principal benefício na implementação de tecnologia em sistema de irrigação 42% dos produtores seria o aumento da produtividade, cujo indicador é mais citado entre as mulheres, com 60%, já entre os homens é referente ao aumento do ganho com faturamento maior, com 37%. Entre aqueles que administram a propriedade até 5 anos, o aumento de produtividade foi o mais citado com 65%, dessa forma, pelos achados, sugere na leitura que quanto mais implementa-se tecnologia mais retorno dentro da propriedade o produtor vai ter.

Assim, as propriedades rurais estão inovando e acrescentando novas tecnologias conscientes, porém, ainda se vê pequenos produtores que buscam essa automação, mas de forma mais econômica, porque existe um investimento necessário que as vezes é de difícil acesso (FAVETTA; BOTREL, 2001).

Quadro 7 – Principal benefício da implementação da tecnologia em sistemas de irrigação

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Aumento da produtividade	60%	30%	65%	21%	37%	42%
Aumento do ganho	20%	37%	18%	36%	37%	30%
Tempo para outras atividades	15%	23%	12%	43%	11%	20%
Uso menos mão de obra	5%	10%	6%	0%	16%	8%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

O quadro 8 trata-se à variável "*Interesse em um aplicativo que auxiliasse o sistema de irrigação*"; apresenta um p-valor de 0,964 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,314 para a hipótese H1. O teste estatístico aplicado sugere que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, pois, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas nos cruzamentos apresentados.

E não havendo distinção entre as respostas, predomina que 52% acharia interessante ter um aplicativo na sua propriedade que auxiliasse no sistema de irrigação. E diante dos resultados e atual cenário da competitividade agrícola, mesmo na proposta de em um momento ter algum tipo de aplicativo, é certo que o uso de ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação, está a cada dia mais comum facilitando a vida dos produtores rurais (FERRAZ; PINTO, 2017).

Quadro 8 – Interesse em um aplicativo que auxiliasse o sistema de irrigação

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Sim	50%	53%	53%	57%	47%	52%
Indiferente	30%	27%	41%	14%	26%	28%
Não	20%	20%	6%	29%	26%	20%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Os quadros 9 a 11, referem-se a mesma pergunta em que é realizada um filtro baseada na resposta quanto ao uso do sistema de irrigação, assim, tem-se quanto aos resultados do teste estatístico Qui Quadrado que:

O quadro 9 apresenta à variável "*A propriedade utiliza sistema de irrigação*"; que aponta um p-valor de 0,817 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,853 para a hipótese H1.

O quadro 10 refere-se à variável "*Instalação foi por terceiros ou por conta própria*"; apresenta um p-valor de 0,530 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,601 para a hipótese H1.

O quadro 10 refere-se à variável "*Para utilizar o sistema precisou especializar-se em alguma área*"; apresenta um p-valor de 0,315 para a hipótese H0 e um p-valor de 0,312 para a hipótese H1.

Dessa forma, o teste estatístico aplicado que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas, ou seja, nos cruzamentos dos dados por gênero e tempo de administração da propriedade rural, não apresenta diferença estatística significativa entre as respostas.

Quanto ao índice de uso de sistema de irrigação, de 52% de respondentes afirmaram possuir (Quadro 9). Destes 58% citaram que a instalação foi por terceiros (Quadro 10) e 58% para utilizar o sistema precisou especializar-se em alguma área, principalmente entre aqueles que administra a propriedade há mais de 10 anos, com 78% (Quadro11).

Quadro 9 – A propriedade utiliza sistema de irrigação

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Sim	50%	53%	53%	57%	47%	52%
Não	50%	47%	47%	43%	53%	48%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Quadro 10 – Instalação foi por terceiros ou por conta própria

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Por terceiros	50%	63%	44%	63%	67%	58%
Por conta própria	50%	38%	56%	38%	33%	42%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Quadro 11 – Para utilizar o sistema precisou especializar-se em alguma área

	Feminino	Masculino	Até 5 anos	6 / 10 anos	10 anos +	Total
Sim	70%	50%	44%	50%	78%	58%
Não	30%	50%	56%	50%	22%	42%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Por fim, o quadro 12 resume os destaques dos resultados do teste Qui-Quadrado, considerando as hipóteses H0 e H1, quando se deve rejeitar ou não ao nível de significância de 1% ($p \leq 0,01$) e 5% ($p \leq 0,05$).

Quadro 12 – Resumo do teste estatístico não paramétrico: Qui Quadrado

	P-valor	Teste hipótese: Gênero	P-valor	Teste hipótese: Tempo de propriedade
Quadro 1	0,764	Não rejeitar H0	0,764	Não rejeitar H1
Quadro 2	0,128	Não rejeitar H0	0,196	Não rejeitar H1
Quadro 3	0,440	Não rejeitar H0	0,827	Não rejeitar H1
Quadro 4	0,571	Não rejeitar H0	0,688	Não rejeitar H1
Quadro 5	0,707	Não rejeitar H0	0,801	Não rejeitar H1
Quadro 6	0,700	Não rejeitar H0	0,408	Não rejeitar H1
Quadro 7	0,215	Não rejeitar H0	0,073	Não rejeitar H1
Quadro 8	0,964	Não rejeitar H0	0,314	Não rejeitar H1
Quadro 9	0,817	Não rejeitar H0	0,853	Não rejeitar H1
Quadro 10	0,530	Não rejeitar H0	0,601	Não rejeitar H1
Quadro 11	0,315	Não rejeitar H0	0,312	Não rejeitar H1

Fonte: autores (2020) - significativo a 1% ($p \leq 0,01$)* e 5% ($p \leq 0,05$)**

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do relato de pesquisa foi analisar como anda a realidade do pequeno produtor e deixar também uma alternativa. A qual verificou-se que parte dos produtores ainda são restritos, possuem dificuldades, porque vive-se em uma sociedade ao qual culturas, religiões podem sim interferir nos atos de decisão.

A pesquisa teve por finalidade relatar que ao contrário de que é apontado algumas propriedades são mais restritivas, mas que ao perceber que havia uma necessidade de mudança, implementou variedades para que os objetivos propostos sejam alcançados.

Ao qual se conclui que o processo de inovação implementado nas propriedades apenas traz vantagens e que a cada ano que passa mais propriedades estarão implementando, pensando na sua propriedade como uma empresa e administrando como tal.

Considerando que as hipóteses H0 e H1 não devem ser rejeitadas e em resumo aponta-se os principais achados: Apenas 22% tem compreensão por sistemas de irrigação e a forma de uma administração mais consciente, 34% cita que os recursos

financeiros é uma das principais dificuldades no sistema de produção, 26% tem acesso há algum tipo de meio de comunicação tecnológica.

Entre os respondentes 50% se diz responsável pela administração da propriedade e que moram até 3 pessoas na propriedade (42%). Por outro lado, 42% cita que o aumento da produtividade é um dos principais benefícios da implementação da tecnologia em sistemas de irrigação e 52% gostaria de ter acesso um aplicativo que auxiliasse nesse tipo de sistema.

Um pouco mais que a metade (52%) cita que a propriedade utiliza sistema de irrigação e destes, 58% comenta que a Instalação foi por terceiros e para 58% foi necessário se especializar em alguma área para utilizar esse sistema

Observou-se que houve uma parte dos respondentes que já utilizam e que já tem conhecimento para administrar de forma mais assertiva a propriedade, porem se viu também que muitos não têm acesso a nenhum meio tecnológico nem de comunicação que são aqueles produtores que possuem mais dificuldades a deixar de seus costumes suas crenças ao efetuar uma mudança dentro da propriedade, muitas das vezes se nota que existe ainda muito medo e receio dos produtores em questão a inovação no meio rural.

Como contribuição da pesquisa, a mesma forneceu informações sobre quais pontos devem ser mais observados pelos produtores rurais que possibilitou a reflexão sobre o tema enquanto respondiam ao questionário, uma boa oportunidade para que suas propriedades corrigissem ou ampliassem seu grau de implementação tecnológica na produção.

As principais limitações que ocorreram na pesquisa foram em obter conhecimento detalhado sobre cada implementação tecnológica adotadas no dia a dia do proprietário rural, bem como o tema estava relacionado ao uso de sistema de irrigação na estugas.

Aprofundar esse assunto seria um ótimo caminho para nova pesquisa desenvolvida por futuros pesquisadores, que poderiam seguir essa ideia de uma maneira mais próxima dos produtores, conseguindo, assim, melhor avaliar e identificar quais pontos podem ser melhorados. Da mesma forma, a análise fica restrita à amostra

de produtores investigados dado a realidade local, não devendo ser generalizados os resultados.

REFERÊNCIAS

CALLADO, A. L. C.; ALBUQUERQUE, J. L.; SILVA, A. M. N.. **Análise da relação custo/volume/lucro na agricultura familiar: o caso do consórcio mamona/ feijão**. Custos e @gronegócioonline, v.3, n.1, jan/ jun. 2007.

BRUNI, Adriano Leal. **Administração de Custos, preços e lucros**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CHIUSOLI, Cláudio Luiz; IKEDA, Ana Akemi. **Sistema de informação de marketing (SIM)**: ferramenta de apoio com aplicações a gestão empresarial. São Paulo: Atlas, 2010.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. **Agriculture 4.0**: the future of farming technology, 2018.

CORRÊA, Rossini M. et al. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 358-365, 2010.

DRUCKER, P. **Os novos paradigmas da administração**. Revista Exame. São Paulo: n.653, p.36-53,24/fev/1999.

DUENHAS, Luiza Helena. Cultivo orgânico de melão: aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertirrigação. 2004. **Tese** (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. doi:10.11606/T.11.2004.tde-16112004-162535. Acesso em: 2021-03-24.

FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p.427-430, abr. 2001.

FERRAZ, Caroline de Oliveira; PINTO, Wender Flávio. Tecnologia da Informação para a agropecuária: utilização de ferramentas da tecnologia da informação no apoio a tomada de decisões em pequenas propriedades. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 38-49, jul. 2017.

FERREIRA, Thayse Ana et al. Uso e apropriação de tecnologias da informação e comunicação (tics) como estratégia para o desenvolvimento de empreendimentos familiares rurais no oeste do paraná. **Orbis Latina**, v. 9, n. 2, p. 87-101, 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FREZATTI, Fábio et al. Estágios do ciclo de vida e perfil de empresas familiares brasileiras. **Revista de Administração de Empresa**s, v. 57, n. 6, p. 601-619, 2017.

HOJI, MASAKAZU. Administração Financeira: Uma Abordagem prática. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GREGORI, Roberto; FLORES, Silvia Amélia Mendonça. Gestão de riscos e gestão de custos em cooperativas agropecuárias do Rio Grande do Sul-RS. In: **Anais** do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2010.

KRUGER, Silvana Dalmutt et al. Fatores determinantes para a sucessão familiar em estabelecimentos rurais da região oeste de Santa Catarina. **Extensão Rural**, v. 25, n. 4, p. 57-70, 2018.

LUIZ, I. C., e SCHNEIDER, M. D. Importância do planejamento sucessório em empresas familiares. In **Congresso Sul Catarinense de Administração e Comércio Exterior** (Vol. 3), 2019. Disponível em http://periodicos.unesc.net/admcomex/article/view/5243. Acessado em 22 de outubro de 2020.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PRADO, G.; COLOMBO, A. Análise da uniformidade de aplicação de água pelo aspersor plona-RL250 em sistemas auto propelidos de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 2, p.249-262, abr. 2007.

QUITAISKI, Poliana Paula et al. Sistema de reaproveitamento de águas pluviais para irrigação automatizada de hortaliças. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 7, p. 4259-4276, 2018.

SEBRAE. **Gestão Financeira**. Disponível em: http://www.sebraepr.com.br/PortalSebrae/artigos/Gest%C3%A3o–Financeira. Acesso em:20/12/2020.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, Jr, N. J. (2017). **Estatística não paramétrica para as Ciências do Comportamento**. Artmed-Bookman. São Paulo.

TELÓ, A. R. Desempenho Organizacional: Planejamento Financeiro em Empresas Familiares. **Rev. FAE**, Curitiba, v.4, n.1, p.17-26, jan./abr. 2001

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

CAPÍTULO XIII

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS POR COMUNIDADES TRADICIONAIS DO ESTADO DA BAHIA

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-13

Maria Cecília Seara Santos [1]
Raquel Nascimento Souza [2]
Rômulo Magno Oliveira de Freitas [3]

[1,2] Mestrando em Ciências Ambientais. Programa de Pós- Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IFBaiano Campus Serrinha.
[3] Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Pau dos Ferros.

RESUMO

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) se apresenta como uma diretriz complementar a Lei nº 12. 305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. As prerrogativas apresentadas nestes, bem como em outros instrumentos legais, se apresentam como imprescindíveis para nortear de forma sustentável todas as etapas das atividades desenvolvidas em comunidades tradicionais. Contudo, devido a escala de produção e o acesso a essas comunidades, a destinação correta dos rejeitos pode estar ocorrendo de forma inadequada. Portanto, o presente estudo apresenta as atividades desenvolvias pelas comunidades tradicionais do estado da Bahia, os resíduos provenientes destas e sua classificação segundo a legislação vigente. As 33 comunidades identificadas estão classificadas em quilombolas, indígenas, rurais, povoado de pescadores e de reservas extrativistas conforme segmento instituído pela Política Nacional de Desenvolvimento dos Povos e Comunidades Tradicionais. Estas comunidades desempenham atividades de extrativismo animal e vegetal, produção agrícola e pecuária e fabricação de farinha de mandioca. Os resíduos provenientes destas atividades são classificados como resíduos sólidos urbanos e agrossilvipastoris, não perigosos e não inertes. Contudo, há uma lacuna considerável quanto aos estudos envolvendo as comunidades tradicionais no estado da Bahia, o que dificulta a efetiva implementação de estratégias sustentáveis que garantam a manutenção e o desenvolvimento das atividades histórico culturais desenvolvidas por estas, bem como a correta destinação dos resíduos que não podem ser reaproveitadas nos seus processos produtivos.

Palavras-chave: Coleta. Sustentabilidade. Instrumentos legais. PNRS.

1. INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) se apresenta como uma diretriz complementar a Lei nº 12. 305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Este aparato legal dispõe sobre seus princípios, objetivos, instrumentos, e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigos, às responsabilidades dos geradores e do poder público, e os instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos estabelece os instrumentos para avanços na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no território nacional, apresentando uma reflexão quanto aos padrões de consumo associados a produção de resíduos e rejeitos. Além de analisar as possibilidades de geração de renda a partir da reutilização e reciclagem de materiais, o que garante a conservação dos recursos naturais e redução dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado e excesso de resíduos produzidos (BRASIL, 2010). As prerrogativas apresentadas na Política Nacional de Resíduos Sólidos e PNRS, bem como em outros instrumentos legais, se apresentam como imprescindíveis para nortear de forma sustentável todas as etapas das atividades desenvolvidas em comunidades tradicionais.

As comunidades tradicionais, devido a sua relação estreita com o meio ambiente, provedor de recursos para subsistência e desenvolvimento, necessitam de um olhar delicado quanto a geração de resíduos provenientes de suas atividades. O decreto nº 6.040 de 2007, institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e comunidades Tradicionais e define estes como grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social. Além de definir que estes grupos ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007)

A Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais tem como principal objetivo promover o desenvolvimento sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, com ênfase no reconhecimento, fortalecimento e garantia dos seus direitos territoriais, sociais, ambientais, econômicos, políticos e

culturais, com respeito e valorização à sua identidade, suas formas de organização e suas instituições (BRASIL, 2007). Para tanto, um dos seus princípios se baseia na segurança alimentar e nutricional como direito dos povos e comunidades tradicionais ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais. Este princípio tem como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (Art. 1, inciso III).

Sendo assim, são escassas as informações sobre os resíduos oriundos da mariscagem, sendo está uma atividade extrativista comumente realizada na costa baiana e que tem, se tornado preocupante quanto fator desencadeante da poluição e seus agravos, dentro das comunidades tradicionais que a realizam (OLIVEIRA, 2016). Além da pesca artesanal, comunidades tradicionais também desenvolvem atividades de subsistência e fonte de renda complementar como agricultura e criação de animais de pequeno porte (MORAES et al., 2020). Contudo, devido a escala de produção das comunidades, a destinação correta dos rejeitos pode estar ocorrendo de forma inadequada. Diante do cenário exposto, o presente estudo apresenta as atividades desenvolvias pelas comunidades tradicionais do estado da Bahia, os resíduos provenientes destas e sua classificação segundo a legislação vigente.

1.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

O presente estudo possui caráter exploratório e adotou como procedimento técnico de coleta a revisão bibliográfica, que segundo Gil (2007), permite maior familiaridade com o problema e permite o aprimoramento de ideias ou descobertas de intuição. Lakatos; Markoni (2003) afirmam que a procura de fontes bibliográficas, torna-se imprescindível para a não duplicação de esforços de ideias já descobertas.

A busca de artigos científicos foi realizada na base de dados dos periódicos da CAPES, a partir dos termos de busca comunidade tradicional AND Bahia, para identificar as comunidades tradicionais do estado da Bahia e as atividades desenvolvidas pelas mesmas, segundo as publicações disponíveis. Foram utilizados como filtros as opções de artigos no idioma português, revisado por pares. Não foi estipulado limite de anos de publicação, afim de abranger todo o material já publicado.

A partir destes dados, os resíduos identificados a partir das atividades foi classificado segundo a Lei n 12.305 de 2010, Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2019 e a Instrução Normativa nº13 de 2012 do Ibama.

1.2. COMUNIDADES TRADICIONAIS

1.2.1. POVOADO DE PESCADORES

Os povoados de pescadores são caracterizados, de acordo com a Rede Cerrado (2021), como um agrupamento de pessoas que possuem um elo com as águas, sejam rios ou mares. O cotidiano de trabalho requer conhecimentos locais a respeito do comportamento dos animais, do regime de marés vinculadas as fases da lua e aos ventos. Além de posse de técnicas marítimas de pesca e navegação (REDE CERRADO 2021).

1.2.2. COMUNIDADES RIBEIRINHAS

Povos ribeirinhos ou ribeirinhas residem nas proximidades dos rios e tem a pesca artesanal como principal atividade de sobrevivência, além da pratica de atividades como o extrativismo e a caça, cultivo de pequenos roçados para consumo próprio. Esta população tradicional foi reconhecida pelo Decreto nº6.040 de 2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (ECO BRASIL, 2021).

1.2.3. RESERVAS EXTRATIVISTAS

As reservas extrativistas (RESEX) tem como referência a luta dos seringueiros na Amazonia pelo direito de utilizar os recursos naturais (SANTOS; SCHIAVETTI, 2013). Esta categoria de Unidade de Conservação, do tipo uso sustentável é definida na lei 9.985 de 2000 como uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. As RESEX têm como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (BRASIL, 2000).

1.2.4. FUNDO DE PASTO

As comunidades de fundo de pasto são um tipo específico de comunidade camponesa que se territorializa no sertão semiárido do estado da Bahia (DE SANTANA

MARQUES, 2016). Ainda de acordo com o mesmo autor, a principal especificidade está na organização do uso da terra que associa parcelas de apossamento individual e parcelas de uso comum. Assim, as comunidades de Fundo de Pasto apresentam uma forma sui generis de organização do trabalho tradicionalmente instituída, com atividades de agricultura em pequena escala e manejo de rebanhos de menor porte (suínos e aves) nas posses individuais, que se associam ao extrativismo vegetal e ao manejo de outros rebanhos (geralmente ovino caprinocultura) nas terras de uso comum (DE SANTANA MARQUES, 2016).

1.2.5. COMUNIDADES QUILOMBOLAS E INDÍGENA

As comunidades quilombolas são grupos com identidade cultural própria e se formaram por meio de um processo histórico que começou nos tempos da escravidão no Brasil. Este grupo simboliza a resistência a diferentes formas de dominação, mantêm forte ligação com sua história e trajetória, preservando costumes e cultura trazidos por seus antepassados. (SECRETARIA ESPECIAL DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 2021). Assim como as comunidades indígenas que, corresponde a um agrupamento de pessoas fundada em relações de parentesco ou vizinhança entre seus membros, que mantem laços histórico-culturais com as organizações sociais (DE CASTRO, 2021).

1.3. COMUNIDADES TRADICIONAIS NA BAHIA

A revisão bibliográfica culminou em um total de 19 artigos selecionados de 470 disponíveis para os termos de busca utilizados e filtros aplicados. Foram identificados 14 municípios apresentados como áreas de estudos dos artigos selecionados. Dois dos trabalhos não definiram o município de referência das comunidades. As comunidades contempladas nos estudos totalizaram 33 (Tabela 1).

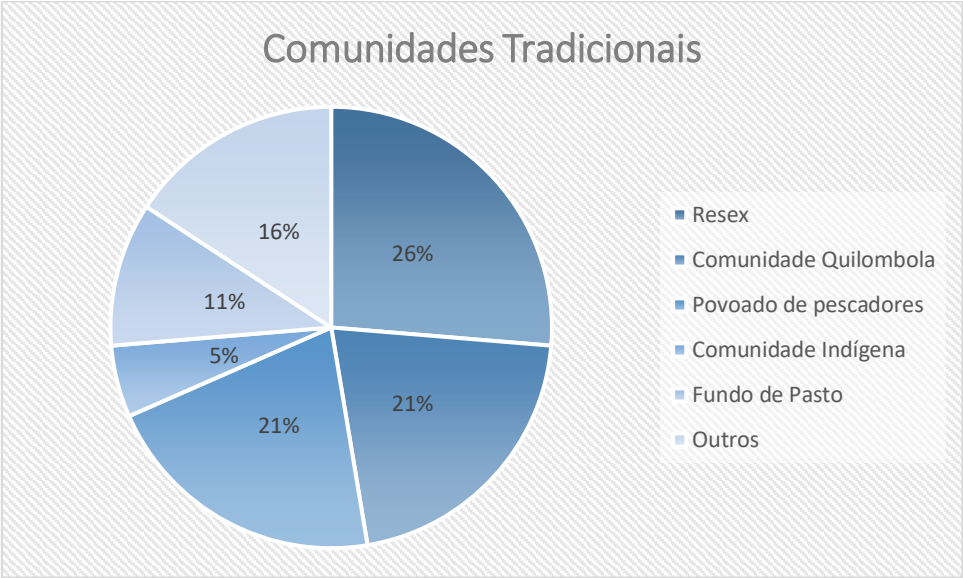
Tabela 1. Municípios e suas respectivas comunidades tradicionais pertencentes.

Publicação	Município	Comunidade	Atividades desenvolvidas
Santos et al., (2018)	Vitória da Conquista	Comunidade de Campinho e Simão	Casa de farinha.
		Povoado de Itaipu	
Marques (2016) De Marques Santana (2016)	Sem município definido	Comunidade Fundo de Pasto	Pastoreio comunitário extensivo de gado de pequeno porte. Produção agrícola (milho, feijão, mandioca). Ovinocaprinocultura extensiva. Pecuária bovina e criação de porcos e galinhas. Lavouras de sequeiro. Caça.
Carmo; Ferreira (2020)	Itacaré	Comunidade Remanescente do Quilombo de Fojo	Criação de pequenos animais e peixes. Fábrica de farinha de mandioca.
Cardoso; Almeida (2013)	Barreiras	Comunidade ribeirinha Vau da Boa Esperança	Agricultura (Monocultura de grãos). Pecuária. Caça. Manejo de plantas medicinais. Extrativismo vegetal.
Pereira; Schiavetti (2010)	Ilhéus	Comunidade Indígena "Tupinambá de Olivença"	Caça. Agricultura. Criação de gado. Extração de piaçava.
Pena; Gomez (2014)	Saubara	Comunidade de pescadores de Saubara	Pesca artesanal. Coleta de mariscos.
Santos Couto; Da França (2018) Bonfim et al. (2018)	Irecê	Povoado de Lagoinha de São Gabriel	Produção agrícola (feijão, milho, mamona e outros).
De Souza et al., (2018)	Juazeiro	Comunidade do Angari	Pesca artesanal
Carvalho; Oliveira e Silva (2014)	Senhor do Bonfim	Comunidade Remanescente de Quilombo Tijuaçu	Produção agrícola (milho, palma). Extrativismo de Ouricuri. Criação de animais de pequeno porte.
Magalhães; Costa Neto; Schiavetti (2011)	APA- Conde	Comunidade de Siribinha	Coleta de crustáceos (aratus, caranguejos e siris).
		Comunidade Poças	
		Comunidade Sítio do Conde	

		Comunidade Ilha das Ostras	
		Comunidade Cobó	
		Comunidade Buri	
		Comunidade Sempre Viva	
Santos; Silva (2016)	Cachoeira	Comunidade de Santiago do Iguape	Pesca artesanal. Produção agrícola.
Di Ciommo (2007)	Resex Corumbau	Comunidade Caraíva	Pesca artesanal (peixes, lagosta, polvo, camarão). Horta comunitária. Produção agrícola de subsistência (mandioca, banana, abóbora, cana de açúcar, feijão, pimenta, batata, abacaxi, mamão, melancia, mangaba, milho, coco, maxixe, quiabo, laranja, limão, manga, alface, couve, repolho e cebola).
		Aldeia Indígena Barra Velha	
		Comunidade Corumbau	
		Comunidade Embassuaba	
		Comunidade Cumuruxatiba	
Do Carmo et al., (2016) Trevezian; Leão (2014) De Carvalho Dumith (2014)	Resex Canavieiras	Comunidade Oiticica	Pesca artesanal e mariscagem.
		Comunidade Atalaia	
		Comunidade Campinhos	
		Comunidade Poxim do Sul	
		Comunidade Pozim da Praia	
		Comunidade Barra Velha	
	Belmonte	Comunidade Peso	Pesca artesanal e mariscagem.
Pena; Freitas; Cardim (2011)	Salvador	Ilha de Maré	Pesca artesanal e mariscagem. (crustáceos e moluscos)
Morton (2013)	Sem município definido	Assentamento Maracujá	Produção agrícola (mandioca, milho, café, abacaxi e feijão) Criação de vacas e galinhas
		Assentamento Rio Branco	

Os tipos de comunidades apresentadas nos trabalhos selecionados corresponderam a 5 realizados em reservas extrativistas, trabalhos em povoados de pescadores, seguida por 4 trabalhos em comunidade quilombola, 2 comunidades de Fundo de Pasto e 1 em comunidade indígena. Os demais estudos ocorreram em comunidade ribeirinha, rural e em assentamento (Figura 1).

Figura1: Segmentos dos povos e comunidades tradicionais do estado da Bahia.



O Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos informa em sua página eletrônica que no estado da Bahia há 747 comunidades do segmento quilombola e dezenas de outros povos tradicionais que se enquadram nas definições legais do decreto nº 8.750 de 2016 (INEMA, 2020). Este referido decreto institui o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais, e agrupa como segmentos desta categoria os povos indígenas, comunidades quilombolas, povos e comunidades de terreiro/ de matriz africada, povos ciganos, pescadores artesanais, extrativistas e extrativistas costeiros e marinhos. Além das caiçaras, faxinalenses, benzedeiros, ilhéus, raizeiros, geraizeiros, catingueiros, vazanteiros, veredeiros, apanhadores de flores sempre vivas, pantaneiros e morroquianos (BRASIL, 2016).

São classificados ainda como povos e comunidades tradicionais os povos pomeranos, catadores de mangaba, quebradeiras de coco babaçu, retireiros do Araguaia, comunidades de fundos e fechos de pasto, ribeirinhos, cipozeiros, andirobeiros, caboclos e juventude de povos e comunidades tradicionais (BRASIL, 2016). O quantitativo verificado em aparato legal e site oficial de organização do governo deixa claro que as pesquisas voltadas para as comunidades tradicionais são insuficientes para que o manejo adequado de suas atividades, fiscalização voltada para sua sustentabilidade e por consequência a promoção adequada de coleta e destinação final dos resíduos destas comunidades.

1.4. DIAGNÓSTICO DAS ATIVIDADES ECONOMICAS DAS COMUNIDADES TRADICIONAIS

As atividades desenvolvidas pelas comunidades tradicionais apontadas neste estudo são o extrativismo, produção agrícola e agropecuária e a produção de farinha. Os valores apresentados na Figura 2 fazem referência ao quantitativo de citações de atividades pelos autores nos artigos, sendo, portanto, apontado mais de uma atividade em alguns estudos.

O extrativismo animal, incluiu a pesca e mariscagem, bem como atividades de caça. Os animais identificados como alvo do extrativismo foram principalmente peixes, moluscos, ostras, mexilhões, caramujos, lambretas e lulas e crustáceos como a lagosta, siri, camarão, aratu, guaiamum e caranguejo. A atividade de caça apontada no estudo desenvolvido por Pereira; Schiavetti (2010) em comunidade indígena apresenta o tatu-verdadeiro, paca, tamanduá-mirim, saruê, caititu, quati e teiú como animais alvo. Além deste, foram citados também o ouriço caixeiro, tatu-rabo-de-couro, capivara, jiboia e raposa. O extrativismo vegetal sinalizados nos artigos faz referência a coleta de piaçava, ouricuri e manejo de plantas medicinais do ambiente natural.

Figura 2: Quantidade de citações apontadas nos estudos, quanto ao tipo de atividade desenvolvidas pelas comunidades tradicionais.

Além do extrativismo, foi apontado a produção agrícola de subsistência que inclui horta comunitária e culturas como a mandioca, milho, café, abacaxi, feijão, coco, hortaliças, ervas medicinais, mamona, palma, abobora, banana, mangaba, cana, pimenta, batata, mamão, melancia, maxixe, quiabo, laranja, limão, manga, alface, couve, repolho e cebola.

Como meio complementar de subsistência e renda, alguns autores apontaram a produção de derivados da mandioca em casas de farinha e a criação de animais domésticos. Dentre os animais de criação foram citados porcos, galinhas, bois e cavalos em pequenas quantidades, e para além desses peixes.

A principal utilização destes recursos está voltada para a subsistência e geração de renda. Contudo, em alguns estudos foi identificado o uso de animais e plantas para fins medicinais, estético-decorativo e mágico (PEREIRA; SCHIAVETII, 2010). O acesso a estes animais e plantas tem sido dificultado pela poluição, como o despejo de esgoto em corpos hídricos (DE SOUZA et al., 2018), os conflitos de gênero (CARMO; FERREIRA, 2020; DI CIOMMO, 2007) e com o estado, quanto a disputa da posse e uso da terra e a expansão agrária (DE SANTANA MARQUES, 2016). A desvalorização da identidade da comunidade (CARVALHO; OLIVEIRA E SILVA, 2014) e por consequência a deficiência na agregação de valor dos produtos decorrentes de suas atividades também são apontados como fatores de interferência socioeconômica. A baixa escolaridade e a dificuldade de inserção no mercado de trabalho (DE SOUZA et al., 2018) favorecem a necessidade de manutenção das atividades tradicionais de forma sustentável.

1.5. COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS COMUNIDADES TRADICIONAIS

A coleta de resíduos sólidos apresenta menores índices de cobertura em municípios de pequeno porte (BRASIL, 2019). Logo, a taxa de cobertura do serviço de coleta decai em função do porte populacional do município. As comunidades tradicionais tendem a apresentar poucos domicílios espaçados ao longo do território, como ocorre no assentamento Maracujá e Rio Branco que possuem 62 e 35 domicílios respectivamente, ao longo das margens da fazenda.

A coleta dos resíduos provenientes das atividades desenvolvidas nas comunidades tradicionais possui acesso dificultado devido principalmente pela qualidade das rotas. Muitas comunidades, como as indígenas possuem trilhas que atravessam a mata ou estradas precárias sem pavimentação. Os povoados de pescadores apresentam em sua maioria, áreas de mangue, restinga e oceânica, com baixa porcentagem de terra firma que proporcionem acesso ao serviço. Este cenário se expande para as comunidades quilombolas e de fundo de pasto, bem como as ribeirinhas e rurais, e os assentamentos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) mais de 7,2 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos deixaram de ser coletados com impactos ambientais e a saúde. Há uma deficiência a respeito da cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos em zonas rurais, de acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2019). Os resíduos que não são devidamente coletados e seguem para a destinação adequada são jogados em rio, lagos ou mar, ou segue por outro destino. Outra possibilidade de descarte é o lançamento dos resíduos em terrenos baldios ou logradouros, podendo ser queimados ou enterrados em propriedades.

1.6. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DAS ATIVIDADES COM BASE NOS INTRUMENTOS LEGAIS

Os resíduos das atividades de cultivo e criação de animais são classificados como agrossilvopastoris, pois incluem os resíduos gerados nas atividades agropecuárias, silviculturais, incluindo os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. Os resíduos das casas de farinha são agrupados nesta classificação pois possuem como matéria prima a mandioca. O Plano Nacional de resíduos sólidos considera para a agricultura as culturas permanentes e temporárias e para a pecuária apenas as criações de atividade intensiva, o que não contempla a realidade das comunidades tradicionais, que na maioria dos casos não aplica insumos e tecnologias para o desenvolvimento destas atividades (BRASIL, 2019).

Os resíduos das atividades agropecuárias agrupadas como agrossilvopastoris de acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contemplam as culturas de café, cacau, banana, laranja, coco-da-baia, castanha de caju, uva, soja, milho, cana-se-

açucar, feijão, arroz, trigo e mandioca (BRASIL, 2019). Portanto, nem todas as culturas produzidas pelas comunidades tradicionais estão incluídas neste documento. O Plano Nacional de Resíduos sólidos analisa o aproveitamento destes resíduos para fins de produção de biogás. Contudo, muitas das comunidades tradicionais do estado da Bahia não produzem em quantidade suficiente para este tipo de aproveitamento de resíduo, e muito menos dispõe de recursos para tais.

Quanto aos resíduos da pecuário o PNRS considera apenas as criações de atividade intensiva de bovinos para corte e leite, aves como galinhas para postura de ovos e corte e suínos, sendo todos estes apresentados como criações realizadas pelas comunidades tradicionais, porém não de forma intensiva (BRASIL, 2019). Logo, os resíduos da criação animal, que podem ter destinação para a produção de biogás, assim como para os resíduos agrícolas não possuem viabilidade nas comunidades tradicionais. Não há, portanto, comprovação de que os resíduos classificados como agrossilvopastoris nas comunidades tradicionais estejam de fato, recebendo destinação adequada por não atingirem quantitativos significativos quando comparados a culturas e criações de grande porte no território baiano e nacional. Dessa forma é imprescindível a criação, implementação e monitoramento de ações que mitiguem ou anulem os efeitos negativos causados pelos resíduos sólidos (OLIVEIRA, 2016) nas comunidades tradicionais do estado da Bahia, propondo alternativas de destinação ambientalmente correta.

Quanto a periculosidade a NBR 10004 de 2004, classifica estes resíduos como não perigosos e não inertes, por se tratarem de resíduos orgânicos, podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

A Instrução Normativa Nº 13, de 18 de dezembro de 2012, agrupa os resíduos de tecido animal e vegetal, fezes, urina e estrume animais e resíduos silvícolas, em um único grupo: resíduos da agricultura, horticultura, aquicultura, silvicultura, caça e pesca, e da preparação e processamento de produtos alimentares. Os resíduos do descasque da madeira, provenientes do extrativismo vegetal é agrupado em resíduos do processamento da madeira e da fabricação e painéis, mobiliário, papel e celulose (BRASIL, 2012).

A classificação dos resíduos sólidos quanto a origem segundo a Lei nº1.305 de 2010, se enquadra em resíduos sólidos urbanos, domiciliares e de limpeza urbana, uma vez que o extrativismo ocorre nas residências das famílias tradicionais que geralmente dispõem seus resíduos próximas das áreas de beneficiamento dessas matérias primas. Não há neste instrumento legal nenhuma especificação quanto aos tipos de materiais que são incluídos nesta classificação.

Os resíduos sólidos provenientes das atividades de extrativismo animal na pesca tradicional são, de acordo com Oliveira (2016) facilmente encontrados próximos aos locais de beneficiamento destes pescados, em locais próximos a rios, mangues, em bancos de areia e costões rochosos encontrados na costa brasileira. Essa disposição é considerada como perigosos segundo a Instrução Normativa nº13 do Ibama. Classificação esta, corroborada por dados de Oliveira (2016) que aponta como principais impactos a excessiva produção destes resíduos provenientes da pesca artesanal, podem provocar o assoreamento de corpos d'água, desequilíbrio ecológico, poluição e contaminação e reprodução de vetores causadores de doenças. Ainda de acordo com o autor supracitado o gerenciamento incorreto nos processos que envolvem a questão dos resíduos, juntamente com a ausência de uma responsabilidade compartilhada por parte dos geradores, pode representar potenciais bastante poluidores ao meio ambiente. Bem como reflexos sociais negativos, independente da constituição e classificação dos resíduos sólidos (OLIVEIRA, 2016).

Quanto aos resíduos do extrativismo animal decorrente da atividade de caça, não há registro das espécies capturadas, bem como do processamento desta matéria prima. Contudo, subentende-se que o beneficiamento da carne e outas partes de valor da caça sejam beneficiadas no local do abate ou em regiões próximas as residências dos caçadores e, portanto, os resíduos desta atividade sigam o mesmo percurso que os resíduos da pesca artesanal. Sendo estes, dispostos em logradouros, áreas abandonadas ou espaços públicos onde a coleta é de responsabilidade do órgão gestor.

O Código de Caça, define esta pratica como a forma de exploração racional dos recursos cinegéticos. São permitidos a perseguição, caça ou apanha de 37 espécies no território nacional com épocas e o número de dias em que essa atividade será permitida, podendo esta ser encerrada mesmo em território privado (BRASIL, 1967). Ainda de

acordo com a lei 5.197 de 1967, é necessário para o exercício da caça permissão estabelecido em órgão regulamentador do Poder Público Federal. Sendo esta atividade, com aparatos legais bem estabelecidos em contrapartida da atividade de extração animal por pesca artesanal.

Para uma análise histórica do fenômeno, é preciso estabelecer o que vem a ser o extrativismo, qual é o leque de atividades que compreende, de que magnitude, a quem envolve e como estão organizadas essas atividades. As estimativas de atividades extrativas são muito difíceis, porque se referem à parte não-registrada pelos sistemas de informações econômica s e sociais oficiais (PEDRÃO,2001).

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma lacuna considerável de estudos envolvendo as comunidades tradicionais no estado da Bahia, o que dificulta a efetiva implementação de estratégias sustentáveis que garantam a manutenção e o desenvolvimento das atividades histórico culturais desenvolvidas por estas. A escassez de estudos leva por consequência a escassez de dados quanto a quantidade de resíduos sólidos provenientes das atividades desenvolvidas e da destinação ambientalmente correta destes.

Os resíduos na maioria das vezes são considerados um problema, o descarte inadequado é uma situação comum nas comunidades tradicionais, a legislação carrega algumas falhas enquanto a classificação de alguns tipos de resíduos proveniente de atividades praticadas por famílias tradicionais. As possibilidades de atividades nas comunidades são diversas, no entanto a pendência na classificação impede uma destinação adequada.

REFERÊNCIAS

ALVES, Diego Corrêa; DE MOURA, Rodrigo Leão; VERA, Carolina Viviana Minte. Estimativa da captura total: desenhos amostrais para pesca artesanal. **Interciencia**, v. 37, n. 12, p. 899-905, 2012.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da União**, n. 28, 2007.

BRAZIL, M. M. A. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei No. 9985 de 18 de Julho de 2000. **MMA, Brasília, DF, Brazil**, 2000.

BONFIM, Joenilton Oliveira et al. Práticas de cuidado de parteiras e mulheres quilombolas à luz da antropologia interpretativa. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 31, n. 3, 2018.

CARDOSO, Evanildo; ALMEIDA, Maria Geralda. O Lugar, A Paisagem e A Cultura Ribeirinha no Rio de Ondas-Barreiras-Bahia. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 47, 2013.

CARMO, Maria Edinalva De Oliveira; FERREIRA, Maria de Fátima De Andrade. O papel da mulher na Comunidade remanescente do Quilombo de Fojo e sua relação com a natureza. 2020.

CARVALHO, Andréia Santos; OLIVEIRA E SILVA, Denise. Perspectivas de segurança alimentar e nutricional no Quilombo de Tijuaçu, Brasil: a produção da agricultura familiar para a alimentação escolar. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 18, p. 521-532, 2014.

DE CAÇA-LEI, Código. 5197/67| Lei N 5.197, de 3 de janeiro de 1967 (1967).

DE CASTRO, Eduardo Viveiros. POVOS INDIGENAS NO BRASIL. Disponível em: https://pib.socioambiental.org/pt/Quem_%C3%A9_%C3%ADndio%3F ACESSO EM 21/03/2021

DE CARVALHO DUMITH, Raquel. Dinâmicas do sistema de gestão na Reserva Extrativista de Canavieiras, Bahia, Brasil: análise da robustez institucional. **Journal of Latin American Geography**, p. 89-116, 2014.

DE SANTANA MARQUES, Leônidas. As comunidades de fundo de pasto: um intento de construção conceitual. **PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 17, n. 2, 2016.

DE SOUZA, Israel Vieira et al. < b> Levantamento socioeconômico dos pescadores da comunidade do Angari. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 40, n. 3, p. e36763-e36763, 2018.

DI CIOMMO, Regina Célia. Fishermen and fisherwomen: gender equity in a marine extractive reserve. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 1, p. 151-163, 2007.

DO CARMO, Jhader Cerqueira et al. Voice Oice Of Nature And Women In Resex/ba: Environmental And Gender Sustainability Based On Ecofeminism. **Revista Estudos Feministas**, 2016.

ECO BRASIL. CATEGORIA CONCEITOS - Comunidades Tradicionais: Ribeirinhos. Disponível em: http://ecobrasil.eco.br/site_content/30-categoria-conceitos/1195-comunidades-tradicionais-ribeirinhos. Acesso em: 09 de abril de 2021.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas: São Paulo, 2007.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bahia inclui povos e comunidades tradicionais no Cadastro Ambiental Rural. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/2020/03/bahia-inclui-povos-e-comunidades-tradicionais-no-cadastro-ambiental-rural/. Acesso em: 01 de março de 2021.

MAGALHÃES, Henrique Fernandes de; COSTA NETO, Eraldo Medeiros; SCHIAVETTI, Alexandre. Saberes pesqueiros relacionados à coleta de siris e caranguejos (Decapoda: Brachyura) no município de Conde, Estado da Bahia. Biota Neotropica, v. 11, n. 2, p. 45-54, 2011.

MARQUES, Leônidas de Santana. As comunidades de fundo de pasto e o processo de formação de terras de uso comum no semiárido brasileiro. Sociedade & Natureza, v. 28, n. 3, p. 347-359, 2016.

MORAES, C. K. et al. Diversidade socioprodutiva associada ao manejo florestal madeireiro como alternativa de renda para comunidades agroextrativistas Santarém/PA. **Embrapa Amazônia Ori3ental-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2020.

MORTON, Gregory Duff. Acesso à permanência: diferenças econômicas e práticas de gênero em domicílios que recebem Bolsa Família no sertão baiano. **Política & Trabalho**, n. 38, 2013.

PENA, Paulo Gilvane Lopes; GOMEZ, Carlos Minayo. Health of subsistence fishermen and challenges for Occupational Health Surveillance. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 4689-4698, 2014.

PENA, Paulo Gilvane Lopes; FREITAS, Maria do Carmo Soares de; CARDIM, Adryanna. Non-industrial labor, infernal conditions and repetitive strain injury: A case study in a shellfish-rearing community on Maré Island, State of Bahia, Brazil. **Ciencia & saude coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3383-3392, 2011.

PEREIRA, Jussara Paula Rezende; SCHIAVETTI, Alexandre. Conhecimentos e usos da fauna cinegética pelos caçadores indígenas" Tupinambá de Olivença"(Bahia). **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 175-183, 2010.

SANTOS, Marisa Oliveira et al. CASAS DE FARINHA: REFLEXÕES ACERCA DO TRABALHO E EDUCAÇÃO EM COMUNIDADES TRADICIONAIS DO INTERIOR DA BAHIA. **REVES-Revista Relações Sociais**, v. 1, n. 2, p. 0255-0269, 2018.

SANTOS, Jailson Gomes dos; SILVA, Jonson Ney Dias da. A influência da cultura local no processo de ensino e aprendizagem de matemática numa comunidade quilombola. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 30, n. 56, p. 972-991, 2016.

TREVIZAN, Salvador Dal Pozzo; LEÃO, Beliny Magalhães. Pluralidade jurídica: sua importância para a sustentabilidade ambiental em comunidades tradicionais. **Sociedade e Estado**, v. 29, n. 2, p. 539-560, 2014.

CAPÍTULO XIV

PANORAMA DE GERENCIAMENTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE MAXIXE MOÇAMBIQUE: REALIDADE E DESAFIOS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-14

Mateus Jacob [1]
Jhoni de Oliveira Xavier [2]
Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira [3]
Ricardo Delfino Guimarães [4]

[1] Mestrando em Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Save – UNISAVE
[2] Técnico em Meio Ambiente. Pós-Graduando em Gestão de Pessoas – ESALQ – USP
[3] Gestor Ambiental. Pós-graduando em Projetos e Gestão de Resíduos – UNIFOR
[4] Especialista em Direito e Gestão de Empresas – Doutorando de Engenharia e Gestão do Conhecimento - UFSC

RESUMO

Este estudo teve como intuito traçar estratégias referente ao gerenciamento adequado de resíduos sólidos urbanos do município de Maxixe em Moçambique e apresentar possíveis soluções para essa problemática. A metodologia aplicada para a obtenção do propósito desta pesquisa foi inicialmente implementado um levantamento bibliográfico e documental, para amparo científico relativo ao assunto tratado. Buscou-se materiais e referências em plataformas nacionais e internacionais tais como SciELO, Google Scholar e Periódico Capes. Para efetuar a coleta de dados, optou-se pelas seguintes técnicas e instrumentos: entrevistas, observações in loco, assim como máquina fotográfica visando efetuar os registros com imagens apresentadas neste estudo. No município informado, há um sistema inadequado de gestão, contando com uma logística e deposição muitas vezes apresentando falhas. Notou-se que na região, alguns trabalhadores não faziam uso de EPI - Equipamento de proteção Individual, além de outros erros. Foi verificado também que foram montados contentores metálicos de fabrico local a fim de resolver a questão da deposição e logística inadequados.

Palavras-chave: Gestão Pública. Resíduos. Saúde. Ambiental. Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

Numa sociedade capitalista globalizada cujos princípios econômicos e valores básicos estão voltados para o consumismo, estes originam problemas também globais; entre eles, para efeito deste artigo, destacam-se entre eles: A falta de gerenciamento através do aumento da produção de resíduos sólidos urbanos e por consequente, o

problema gerado ao meio ambiente pelo seu tratamento inadequado assim como a ausência de depósitos apropriados para seu armazenamento.

Esta pesquisa é resultado da necessidade de uma discussão profunda sobre dois universos, o campo literário e o empírico sobre a necessidade do gerenciamento dos resíduos sólidos. Já que por sua vez, o aumento na produção de resíduos, numa sociedade predominantemente consumista, vem causando danos irreparáveis ao meio ambiente e afetando diretamente a qualidade de vida dos habitantes das grandes, médias e pequenas cidades. Isto criou um problema de proporções mundiais, qual seja: o que fazer com a crescente produção de resíduos sólidos urbanos. A este fato acrescenta-se uma participação ainda incipiente de ações do Estado na criação, desenvolvimento e gestão de políticas públicas e fiscalização para a solução dessas problemáticas.

Sendo assim, este estudo teve como propósito evidenciar o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na cidade de Maxixe em Moçambique. Para fundamentar a pesquisa, buscou-se na literatura científica temas intrinsecamente relacionados ao objeto de estudo, quais sejam: elucidações sobre resíduos sólidos, entre outros. O estudo se deteve na gestão de uma associação em relação às ações no gerenciamento de seus resíduos. Objetiva-se com este trabalho demonstrar o atual panorama no cenário de gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Maxixe em Moçambique assim como apresentar possíveis ações mitigadoras de impactos ambientais oriundos do incorreto descarte desses mesmos resíduos.

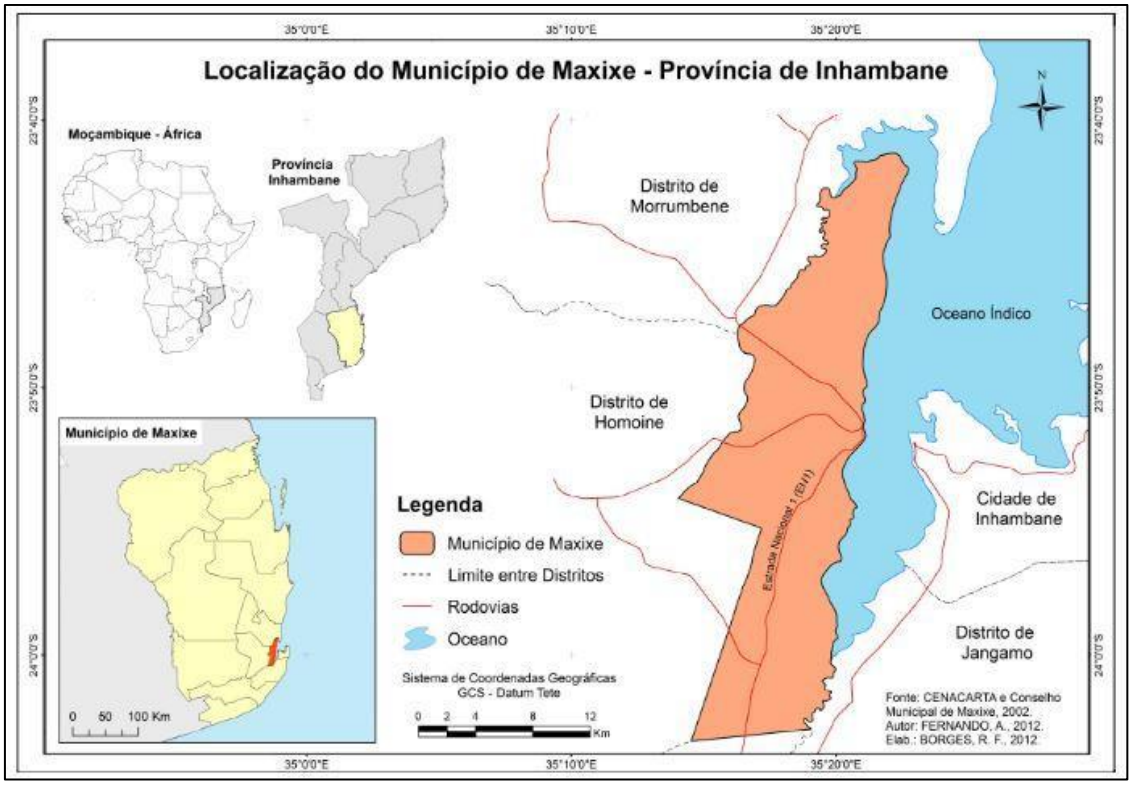
2. METODOLOGIA

Primeiramente, para dá sustentação as informações contidas nesta produção científica, aprofundaram-se na literatura cientifica autores e temas relacionados com o assunto em questão. Sendo assim, foi realizado uma investigação bibliográfica e documental para fundamentar cientificamente a pesquisa abordada a partir dos seguintes descritores: resíduos, gerenciamento, ambiental e maxixe. Buscou-se materiais e referências em plataformas virtuais nacionais e internacionais como *Scielo* e Google Scholar e Periódico Capes. Para efetuar a coleta de dados, optou-se pelas seguintes técnicas e instrumentos: entrevistas, observações *in loco*, assim como

máquina fotográfica visando efetuar os registros com imagens apresentadas neste estudo.

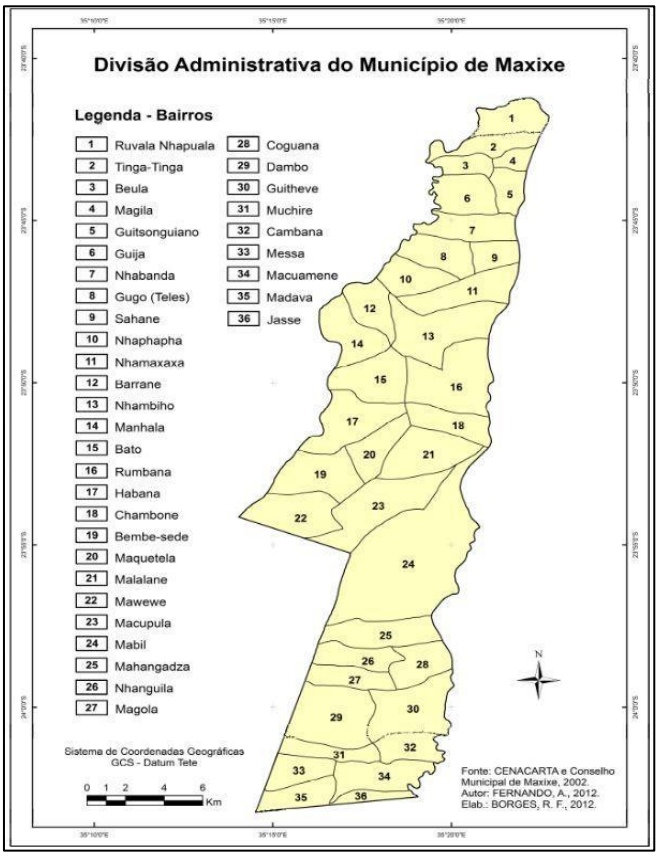
A pesquisa exploratória e experimental ocorreu durante o mês de novembro de 2020 tendo como objeto a cidade da Maxixe, município da província moçambicana localizado na África Oriental. De acordo com o Governo local, o município de Maxixe localiza-se na faixa costeira da Província de Inhambane, na região Sul de Moçambique, com uma superfície de 282 km², (GPI, 2020) com aproximadamente 129.600 (cento e vinte nove mil seiscentos) habitantes, Maxixe é limitada ao Norte pelo distrito de Morrumbene através do rio Nhanombe, a Sul pelos distritos de Jangamo e de Homoine, a Este pela cidade de Inhambane através da Baía do mesmo nome e a Oeste pelos distritos de Homoine e de Morrumbene. A Figura 1, demonstra a localização geográfica do município de Maxixe, e a Figura 2 as demarcações administrativas, no caso os seus 36 bairros.

Figura 1 - Localização Geográfica da Área de Estudo: Município de Maxixe.



Fonte: Google Imagens. Adaptada por Jhoni de Oliveira Xavier

Figura 2 - Divisão dos bairros da divisão Administrativa do Município de Maxixe



Fonte: Google Imagens. Adaptada por Jhoni de Oliveira Xavier

O município de Maxixe é caracterizado pelo seu clima tropical úmido devido a sua localização, podendo ser fresca e seca durante os meses de Abril a Setembro e quente e úmido nos meses de Outubro a Março, com uma precipitação média anual entre os 650 e 750 mm e com uma temperatura média anual de aproximadamente 24 °C (WEATHERSPARK, 2020).

O local de estudo alvo deste estudo apresenta uma composição topográfica de planícies de origem de acumulação devido aos ventos, com formas mais elevadas e formas negativas (depressão), porém, sem grandes expressões de altitude. A planície de acumulação na cidade da Maxixe apresenta uma encosta menos acentuada com sentido de direção Oeste-Leste, tem a sua altitude em geral, não ultrapassando os 200 metros. Os solos de Maxixe são predominantemente arenosos avermelhados com baixa fertilidade, com textura arenosa, cor avermelhada e baixo poder de retenção de água, contudo com boa drenagem interna e externa (CMC, 2008).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a NBR 10.004 de 2004 os resíduos são definidos como substâncias resultantes de atividades de diversas origens podendo essas substâncias serem: poda de árvores, substâncias resultantes de origem doméstica, origem industrial, agrícola, hospitalar, entre outras.

> "Resíduos são substâncias, produtos ou objetos, que ficaram incapazes de utilização para os fins para que foram produzidos, ou são restos de um processo de produção, transformação ou utilização e em ambos os casos, pressupõem que o detentor se tenha de desfazer deles e a sua proveniência é muito variada pois está associada a toda a atividade humana [...]" (CAVALHEIRO, BARROS, FORMOSINHO & PIO, 2000. p. 12).

Segundo Barros (2003), resíduos sólidos são definidos como os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Os conceitos convergem ao elucidar que a geração de resíduos tem várias proveniências, porém o conceito de Cavalheiro *et al*., (2000) apresenta elementos como por exemplo: a incapacidade de utilização dos resíduos para os fins para que foram produzidos, que nos chama atenção para uma reflexão do conceito de resíduos sólidos. Com esta reflexão entende-se que resíduos sólidos são todos os materiais descartados que embora tenham ficado incapazes relativamente ao fim para os quais foram produzidos, ainda possui algum valor, podendo ser reutilizados e reciclados.

4. RESULTADOS

Averiguou-se após observações diretas que no município da Maxixe, as principais categorias dos resíduos sólidos gerados são: resíduos domésticos, comerciais, públicos, industriais, e serviços de saúde. No Município da Maxixe existem recipientes para acondicionamento dos resíduos sólidos localizados nas vias públicas e nos mercados, contudo uma grande maioria se encontra defeituoso o que acarreta acúmulo de resíduos aguardando o recolhimento, ficando dessa forma expostos às intempéries (ventos e chuva) e vetores assim como pessoas que buscam resíduos de maior valor. Foi reportado através de informação coletadas pelos entrevistados assim como pelo

responsável da área de gestão de resíduos sólidos que principalmente em épocas chuvosas o Mercado Municipal apresenta condições insalubres devido, principalmente ausência de saneamento básico, recipientes para os resíduos, pavimentação, sanitários públicos, entre outras deficiências.

Segundo o Ministério para Coordenação de Ação Ambiental (MICOA, 2006) órgão consultivo e deliberativo que dispõe sobre as políticas ambientais do governo moçambicano, o tratamento dos resíduos, caracteriza-se por: processos mecânicos, físicos, térmicos, químicos ou biológicos incluindo a separação, fatores que alteram as características dos resíduos de forma a reduzir o seu volume ou periculosidade, facilitando a sua deposição".

Partindo dessa premissa, e com recurso a educação da população que o processo de valorização dos resíduos sólidos, deve ser iniciado através da separação e reaproveitamento dos resíduos. No município da Maxixe a separação de resíduo sólidos urbanos pelos munícipes é ausente, ou seja, os resíduos são misturados e acondicionados sem observar os diferentes tipos nos recipientes existentes tais como: sacos plásticos, tambores e atrelados (sistemas de reboque) disponibilizados pelo município nos diferentes pontos de produção de resíduos sólidos, tal como observado na (Figura 3).

Figura 3 - Transporte e acondicionamento de resíduos.

Fonte: Autoria própria.

Devido às dificuldades enfrentadas no que se refere a gestão dos resíduos assim como a escassez de recipientes, foram usados mecanismos próprios de fabricação de

contentores (Figura 4) para recolha e transporte dos resíduos sólidos por meio de caminhões, reduzindo assim a dependência dos atrelados dos tratores (sistemas de reboques) criando dessa forma ações com vista a minimizar essas problemáticas de gestão, acondicionamento e logística.

Figura 4 - Processo de fabricação local dos contentores dispostos nas ruas.

Fonte: Autoria própria.

No que se refere aos serviços de recolha e transporte dos resíduos existe um horário estabelecido para a recolha dos resíduos iniciado pelo às 04h:30min (da manhã), pelos funcionários com que varrem as diferentes vias públicas e mercadoria. Após o serviço de varrição os resíduos são introduzidos nos contentores distribuídos nas diferentes posições estratégicas onde existe maior acúmulo na urbe, onde finalizado esse processo os caminhões e o trator passam pelos locais onde estão os atrelados e contentores visando a sua coleta e destinação final.

Após verificações visuais observou-se que os moradores do município demonstram ações educacionais em relação ao acondicionamento dos resíduos sólidos por eles gerados, ou seja, antes de ser iniciada a recolha, verifica-se que nesta urbe a maioria dos munícipes procuram descartar os seus resíduos nos contentores ou reboque posicionado, contudo, alguns munícipes de forma negligente permanecem descartando os seus resíduos sólidos incorretamente, tal como se observa na Figura 5.

Figura 5 - Disposição incorreta de resíduos em campo.

Fonte: Autoria própria.

Os serviços de limpeza de vias públicas assim como a recolha dos resíduos sólidos são efetuados de segunda a sábado, excluindo domingo e feriados. Os sábados são destinados a escalas específicas para limpezas em campo composto por 8 (oito) mulheres e 3 (três) homens. No que se refere a rotas de transporte elas não são definidas, mas frequentemente faz-se a recolha diária dos resíduos nos pontos críticos tais como: mercado central e hospital nas outras zonas a recolha acontece de forma irregular, onde o trator e o camião fazem de 4 a 5 percursos diários com destino à lixeira.

O Município detém postos de troca de materiais recicláveis por valores monetários, localizados principalmente nos bairros Chambone e Rumbana, onde a atividade é desenvolvida por empresas privadas e pelos catadores informais que realizam o trabalho de coleta e triagem de materiais recicláveis nas ruas, nas dependências da área da lixeira municipal, esta atividade é notoriamente efetuada por indivíduos de classe social menos favorável. Nessa atividade os praticantes coletam e colocam em sacos amontoados nos acostamentos da estrada nacional para serem posteriormente carregados pelos camiões com destino à cidade do Maputo onde são comercializados e reciclados. Para efetuar a coleta o município dispõe de dois tratores com 8 atrelados (reboques) e dois caminhões que efetuam a coleta através dos contentores localmente alocados em locais onde existe maior acúmulo de resíduos sólidos. O setor conta com um efetivo de 62 funcionários, onde observou-se deficiências na distribuição dos instrumentos principais de recolha tais como: pás, ancinhos e forquilhas, assim como trabalhadores sem o uso equipamento de proteção individual

(EPIs) tais como: fardamento específico, botas, luvas, capas de chuva, entre outros. Na figura 6 são demonstrados os principais meios de coleta usados no Município.

Figura 6 - Principais meios de coleta de transporte de resíduos do Município.

Fonte: Autoria própria.

O Município não dispõe de aterro sanitário, para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, atualmente o local de disposição final dos resíduos é a lixeira localizada em Maquetele, distanciada a cerca de 6 km do centro da cidade. A lixeira funciona em condições precárias no que se refere à limitação da sua área de vedação, assim como ausência de condições de segurança. Porém parte significativa dos resíduos recolhidos e depositados são transportados pelos catadores que nela buscam por resíduos que tenham valor comercial, como por exemplo garrafas de plástico para envasamento de bebidas tradicionais. De acordo com estimativas do setor de limpeza do município de Maxixe, estima-se que são produzidos diariamente cerca de 87 toneladas de resíduos sólidos urbanos. Observou-se a presença de residências precárias nas proximidades da lixeira Municipal fator que expõe a população aos perigos de inalação de fumos proveniente da queima dos resíduos, assim como a exposição aos mais diversos vetores, causando inúmeros problemas de saúde pública tais como doenças respiratória,

diarreias, malária entre outras, notoriamente essa população busca nos resíduos como meio de subsistência.

Figura 7 - Disposição incorreta de resíduos em campo.

Fonte: Autoria própria.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No município da Maxixe verificou-se que não existe a separação correta dos resíduos sólidos, os moradores colocam no mesmo local os resíduos orgânicos e inorgânicos no mesmo contentor, o que muitas das vezes propícia mau cheiro para aqueles que praticam suas atividades no entorno e aos usuários das vias onde se encontra alocado contentor ou atrelado (reboques) usados para a deposição do lixo e posterior remoção para a lixeira Municipal. Os resíduos sólidos urbanos gerados nos diversos locais devem ser acondicionados em recipientes apropriados, de modo que permita o seu transporte pelos serviços de limpeza urbana, evitando assim a proliferação do lixo pelos diferentes locais da cidade.

Os serviços municipais devem esclarecer os munícipes, catadores informais e outros sobre a importância de um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos, entretanto, a educação ambiental pode ser utilizada como um instrumento, através dos meios de comunicação existentes ou com o estabelecimento de parcerias entre instituições privadas e o município, uma vez que os nossos entrevistados afirmaram que

não existiam parcerias firmadas entre o município e parte das instituições privadas. As estratégias usadas na gestão de resíduos sólidos não têm sido muito eficazes uma vez que a quando há remoção do contentor ou atrelado de trator, tem se registado alguns pontos onde se tem chorume e/ou parte de resíduos sólidos que caem na cidade uma vez que estes têm se enchido muito, o que acaba pondo em perigo a vida dos usuários da via pública.

O Município da Maxixe desenvolve ações de educação ambiental através de palestras, desenvolvidas nos locais de maiores aglomerados populacionais como hospitais, mercados, igrejas entre outros, estas ações contribuem de certa forma para disseminar informações aos munícipes em relação a medidas de mitigação contra algumas doenças, aspectos relacionados com questões de gestão de resíduos sólidos residenciais e muito mais.

- Se aumente o número de pessoas que varrem as vias públicas, uma vez que as fazem esta atividade chegam até aproximadamente 6h30min (da manhã), essa hora já é muito tarde porque os munícipes já estão desenvolvendo as suas atividades diárias;
- Nos locais de maiores aglomerados populacionais deve se alocar, contentores ou atrelados para além de tambores menores de modo a evitar a disposição dos resíduos sólidos no chão.

Contudo, vale ressaltar que a reciclagem de resíduos sólidos não deve ser vista unicamente como a principal solução para o lixo. Ela é tão somente uma atividade econômica que deve ser encarada como um elemento dentro de um conjunto de soluções ambientais. Para Grippi (2001, p. 27), apenas “separar o lixo sem um mercado é enterrar em separado”. Ou seja: a separação de materiais do lixo aumenta a oferta de materiais recicláveis. Entretanto, se não houver demanda por parte da sociedade, o processo é interrompido e os materiais podem abarrotar os depósitos ou serem enterrados em outro lugar.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004). **NBR 10004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro.

ABNT NBR 6022. Informação e documentação -Artigo em publicação periódica técnica e/ou científica Acesso 23 de Abril 2021.

MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL, (2006). **Manual de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em Moçambique**. Maputo.

Caminhos da Geografia: Vol 13, No 43 (Ano 2012). Pág. 335–345. ISSN1678-6343.<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/17460/10538>. Acessado em: 18 de abr. 2021.

Condições meteorológicas médias de Maxixe Moçambique. Weatherspark.<https://pt.weatherspark.com/y/98661/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Maxixe-Mo%C3%A7ambique-durante-o-ano>. Acesso: 23 de abr. 2021.

Conselho Municipal da Cidade de Maputo. **O Papel do Município Sector Privado e a Comunidade na Gestão de Resíduos Sólidos.** Maputo, 2008 <www.revistas.usp.br/rdisan/article/download/79672/83673/109644>Acesso: 23 abr. 2021.

Densidade Populacional. <www.inhambane.gov.mz/por/Ver-Meu-distrito/Maxixe/O-Distrito/Localizacao-Geografica>. Acessado: 17 abr. 2021.

GRIPPI, S. **Lixo, Reciclagem e sua História: guia para prefeituras brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência,2001.<www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000144&pid=S1982-45132007000200013000020&lng=en>. Acesso: 23 abr.2021.

CAPÍTULO XV

ESTRATÉGIAS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO GRANDE DO NORTE: REGIONALIZAÇÃO E OPERAÇÃO CONSORCIADA

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-15

José Henrique Maciel de Queiroz [1]
Francisca Kennia Nunes dos Santos [2]
Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho [3]

[1] Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – UERN
[2] Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido – UERN
[3] Professor Adjunto II do Departamento de Engenharias e Tecnologia. Universidade Federal do Rural do Semi-Árido – UFERSA

RESUMO

Nos últimos anos a discussão sobre soluções para o problema da geração de resíduos sólidos urbanos recebeu um maior aprofundamento, com o intuito de minimizar impactos aos meios social, ambiental e econômico. Nos municípios brasileiros ainda existem cenários de desarticulação e de displicência quanto ao desenlace dos RSU, porém com o planejamento adequado e uso de estratégias de gestão ambiental, através de operação consorciada, por exemplo, têm-se alternativas para a minimização dos entraves. A pesquisa retrata como objeto de estudo a realidade do Estado do Rio Grande do Norte e ações para os consórcios municipais como mecanismo de gestão, para isso foi utilizado de pesquisa exploratória, com delineamento bibliográfico e documental. Foi possível investigar a articulação existente na região e analisar práticas que de fato podem ser eficientes. Por fim, infere-se que apesar dos desafios, ainda existem perspectivas concretas para a operacionalização, com o devido cumprimento das ações propostas para a gestão.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos. Consórcio Intermunicipal. Planejamento Territorial. Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A problemática dos resíduos sólidos urbanos é uma situação que persevera na sociedade contemporânea, que com o aumento da população vem alcançando níveis exorbitantes a partir da produção e consumo de bens. Essa característica global na busca desenvolvimentista e por produção industrial/comercial acarreta uma acelerada geração de resíduos sólidos, que infelizmente não possui o mesmo ritmo de velocidade na solução dos problemas de destinação final e de gestão ambiental do lixo gerado.

Oliveira *et al.* (2017) afirmam que o gerenciamento dos resíduos sólidos não é tratado de forma adequada, sendo este um cenário visualizado na maioria dos municípios brasileiros. Além disso, o fato causa malefícios à população com a disseminação de doenças e impacta negativamente o meio ambiente. Os autores mencionam que tal precariedade é causada por falta de educação ambiental da população, falta de equipe capacitada e também pela falta de investimentos na própria gestão local.

Quanto às soluções que estão atreladas aos resíduos sólidos urbanos, Dias (2012) corrobora com o pensamento ao trazer que esse mecanismo é tratado de maneira desarticulada, gerando uma visão restrita no que cerne a resolução dos problemas, além disso, essa desconjuntura na gestão reflete em políticas públicas fragmentadas.

Ferreira e Jucá (2017) vêm tratar que a implementação de consórcios é uma ótima alternativa para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, já que objetivam a disposição final correta através da otimização de recursos e do tratamento de resíduos, e visam ainda atender um maior número de municípios, viabilizando assim a proposta.

Neste contexto, Filho e Linhares (2019) citam que o governo do estado do Rio Grande do Norte deu início em 2013 ao planejamento das questões de resíduos sólidos para nortear a gestão dos 147 municípios, por meio da contratação de empresa especializada no ramo, com isso houve levantamento de dados a fim de analisar maneiras corretas de destinação final dos resíduos analisando as particularidades da região, ações de propostas de coleta seletiva, erradicação de lixões e de suporte aos catadores de materiais recicláveis.

O trabalho tem como objetivo discutir estratégias para a gestão de resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio Grande do Norte, por meio de um apanhado de dados e informações da literatura e órgãos estatais, analisando o comportamento regional e como dar-se-á a operacionalização de consórcios municipais. Então, a pesquisa divide-se da seguinte forma: inicialmente é feita a conceituação de resíduos sólidos, de região/regionalização, além de abordar leis importantes para o tema, que respaldam as práticas de gestão e etapas que devem ser realizadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O trabalho tem como objetivo discutir estratégias para a gestão de resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio Grande do Norte, por meio de um apanhado de dados e informações da literatura e órgãos estatais, analisando o comportamento regional e como dar-se-á a operacionalização de consórcios municipais. Então, a pesquisa divide-se da seguinte forma: inicialmente é feita a conceituação de resíduos sólidos, de região/regionalização, além de abordar leis importantes para o tema, que respaldam as práticas de gestão e etapas que devem ser realizadas.

Para entender o conceito de resíduos sólidos perante os dispositivos legais, recorre-se à definição presente na Norma Brasileira NBR 10004:2004 Resíduos Sólidos – classificação, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Tem-se então:

> Resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.7).

No Brasil, a gestão de resíduos sólidos está alicerçada em um conjunto de instrumentos legais e de planos de diferentes níveis de abrangência. A nível nacional, o principal documento que regula essa atividade é a Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, também chamada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual dispõe “sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010, p. 01).

Informações complementares à PNRS para a gestão de resíduos podem ser encontradas na Lei N° 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o Saneamento Básico; Lei N° 9.974, de 6 de junho de 2000, que traz normas relacionadas a manipulação de agrotóxicos; Lei N° 9.966, de 28 de abril de 2000, sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas; nas normas estabelecidas

pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

2.2. REGIÃO E OBJETIVOS DA REGIONALIZAÇÃO

O conceito de região é muito debatido entre estudiosos (geógrafos, economistas, cientistas sociais, historiadores, geólogos, etc.), uma vez que não existe uma definição única e absoluta para o termo. Sendo assim, o que existem são interpretações variadas dependendo do contexto, da área de conhecimento a que se emprega e também a partir de fatores, como tempo e espaço, já que pode variar na história e de local para local. Busca-se aqui discutir algumas dessas interpretações e entender os objetivos da regionalização.

Dentro de uma perspectiva instrumentalista Haesbaert (2014) afirma que o termo região é frequentemente utilizado e interpretado como um recorte espacial realizado para fins de análise do território. Tal recorte baseia-se em um critério específico a ser definido pelo próprio investigador ou planejador, como a homogeneidade de determinada característica naquele espaço, de forma a diferenciá-lo dos demais. Assim, o conceito de região teria seu foco nos processos de articulação, diferenciação e "recorte" do espaço, utilizando estes aspectos para classificar/analisar o espaço e promover construções socias efetivas, atuando sobre as dinâmicas existentes.

Porém, o termo região não se limita a essa percepção, posto que vai muito além disso. Não é apenas o recorte de uma extensão espacial onde se localiza um determinado fenômeno, fato ou característica, ainda que seja assim interpretado constantemente pelo senso comum. Breitbach (1986) afirma que no âmbito do planejamento regional o conceito de região nos planos e programas dificilmente ultrapassam as abordagens geográficas administrativas no sentido estrito, ou seja, a visão de região como porção delimitada do espaço físico.

Outras interpretações de região conforme Castro, Gomes e Corrêa (1995), são de unidade administrativa, quando se regionaliza para se estabelecer uma hierarquia de poder do estado, em que a administração e controle estatal se dão em escalas, como

também pode ser vista a ideia de região como a extensão/localização de um certo domínio natural como se observa nas ciências, como geologia, biologia e outras.

Quando se trata do planejamento territorial, o conceito de região, seguindo as tendências da nova geografia, recebeu uma conotação muito mais ligada às inter-relações da área, ou seja, aos fenômenos naturais e sociais que ocorrem em determinada área, fomentando os estudos sobre desequilíbrios regionais, sobre a formação e ampliação do capital regional, nacional ou mundial, etc. De forma mais clara, a região é vista como uma porção ou área classificada sob um ou mais critérios de interesse para o planejamento (BEZZI, 2004).

2.3. CONSÓRCIOS PÚBLICOS E A LEI 11.107, DE 6 DE ABRIL DE 2005

Desde 2005 o Brasil possui a Lei n° 11.107, de 6 de abril de 2005, reconhecida amplamente como marco legal dos consórcios públicos no país. O regulamento "dispõe sobre normas gerais para a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios contratarem consórcios públicos para a realização de objetivos de interesse comum e dá outras providências" (BRASIL, 2005, p.01). Dois anos depois, foi publicado o Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007 que Regulamenta a Lei n° 11.107.

É importante salientar que estes instrumentos legais não instituíram os consórcios públicos ou a gestão associada de serviços públicos, sendo que eles já estavam previstos na Constituição Federal. No entanto, como expõe Silva Filho (2019), tais Lei e Decreto foram importantes por fornecerem essa segurança jurídica institucional para a criação dos consórcios públicos e isso fortaleceu a prática cooperativa no Brasil. Segundo o mesmo autor, esse mecanismo despertou e difundiu nos gestores públicos municipais a necessidade e importância dos consórcios públicos para a melhoria da administração.

Os dados do IBGE (2020) apontam que entre 2015 e 2019 houve um crescimento no número de municípios integrantes de no mínimo um consórcio público, de modo que em 2015 havia 66,3% de municípios fazendo uso do instrumento de cooperação, enquanto que em 2019 o valor subiu para 69,2%. Analisando especificamente a região Nordeste do país, têm-se no mesmo período o aumento de 52,5% para 60,4%, ou seja, 7,9% dos municípios do Nordeste passaram a integrar consórcios nesse período. No estado do Rio Grande do Norte 100% dos municípios possuem consórcio intermunicipal.

De acordo com as definições presentes no Decreto nº 6.017, entende-se por consórcio público:

> Consórcio público: pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma da Lei no 11.107, de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos (BRASIL, 2007, p.01).

Portanto, a formação de um consórcio público permite que entes federados, ou seja, municípios, estados e o Distrito Federal cooperem para a concretização de objetivos comuns aos consorciados e exige uma formalização com a definição clara das atribuições de cada ente e das regras de funcionamento das atividades a serem desenvolvidas, incluindo distribuição dos custos envolvidos.

Para a formalização de um consórcio público são necessárias algumas etapas, de acordo com a legislação, sendo essencial: estabelecimento de um Protocolo de Intenções; Ratificação do Protocolo de Intenções; estabelecimento de Estatutos e Regimento Interno; formalização de um Contrato de Rateio, e o estabelecimento de um Contrato de Programa.

O Protocolo de Intenções é um documento preliminar necessário à formação de um consórcio público, no Art. 3° da Lei n° 11.107 determina-se: “O consórcio público será constituído por contrato cuja celebração dependerá da prévia subscrição de protocolo de intenções” (BRASIL, 2005, p.01). O conteúdo deste documento deve obedecer às determinações constantes na própria Lei e todos os Chefes do Poder Executivo interessados deverão assiná-lo. Em seguida a Ratificação do Protocolo de Intenções ocorrerá mediante a aprovação de uma Lei específica encaminhada a cada casa do Legislativo dos entes interessados em participar do consórcio, sejam eles municípios estados ou Distrito Federal. O estabelecimento de Estatutos e Regimento Interno é feito convocando todos os entes para uma assembleia geral, onde será decidido sobre eles, respeitando o que foi posto no Protocolo de Intenções, que depois de ratificado converte-se em contrato de constituição do consórcio público. O Contrato de Rateio é o “contrato por meio do qual os entes consorciados comprometem-se a fornecer recursos financeiros para a realização das despesas do consórcio público” (BRASIL, 2007, p.01) e é realizado a cada exercício financeiro e irá assegurar a previsão

de recursos orçamentários necessários para pagamento das obrigações contratadas. Por último, o Contrato de Programa, será o instrumento mais importante para estabelecer as relações entre os entes federados e o prestador de serviços, é definido como "instrumento pelo qual devem ser constituídas e reguladas as obrigações que um ente da Federação, inclusive sua administração indireta, tenha para com outro ente da Federação, ou para com consórcio público, no âmbito da prestação de serviços públicos por meio de cooperação federativa" (BRASIL, 2007, p.02).

3. METODOLOGIA

A definição do objeto de estudo se deu pela necessidade de se discutir estratégias para a gestão de resíduos sólidos e operação de consórcios no estado do Rio Grande do Norte, sendo um tema de extrema relevância para o desenvolvimento territorial da região, a fim de incentivar pesquisas e ações futuras que tragam melhorias ambientais, econômicas e sociais.

Assim, de acordo com Gil (2008), o trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, com o objetivo de apresentar um determinado fato através da aproximação com realidade. Neste sentido, houve a finalidade de desenvolver conceitos relacionados à gestão de resíduos sólidos e formular visões de estratégia para o gerenciamento dessas atividades na região potiguar, cujo tema merece ser mais explorado.

Quanto ao delineamento da pesquisa, ainda segundo o autor, a pesquisa possui caráter bibliográfico e documental, ou seja, para o planejamento da escrita utilizou-se como meio de investigação material já elaborado e existente na literatura, constituído de consultas em artigos científicos, permitindo um estudo mais amplo e aprofundado sobre o tema; bem como a exploração de fontes documentais, como a busca por dados em sites do governo do Estado do Rio Grande do Norte, relatórios de pesquisa, dentre outros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentrando a análise na gestão de resíduos sólidos no Rio Grande do Norte, o estado dispõe atualmente do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

(PEGIRS), o qual apresenta e discute os "estudos de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos do estado do Rio Grande do Norte e elaboração do plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos estadual" (RIO GRANDE DO NORTE, 2012). Esse plano possui dois princípios norteadores que são: 1) a construção das ações de forma participativa com os municípios, reflexo das ações públicas e articulação com gestores municipais executadas desde a elaboração do plano; e 2) o compartilhamento das soluções, a partir da formação de consórcios intermunicipais, visando formar uma rede integrada abrangendo todo o Estado.

Nesse sentido, faz-se perceber a busca do Estado em se alinhar aos objetivos estabelecidos na PNRS, com destaque para a gestão integrada de resíduos sólidos e para a articulação entre as diferentes esferas do poder público, na busca em estabelecer a cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos. No inciso XI do Art. 3° da referida Lei encontra-se a definição para a gestão integrada de resíduos sólidos, sendo o "conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável" (BRASIL, 2010, p. 02).

O objetivo da elaboração do PEGIRS foi de definir estratégias para a gestão de resíduos sólidos no Rio Grande do Norte, levando em conta todos os dados disponíveis sobre o tema junto aos gestores e identificados também em trabalhos científicos, para assim conciliar essas estratégias com a regulamentação de nível nacional aplicável, principalmente tratando-se da Lei N° 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), a Lei N° 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento) e Lei n° 11.107/2005 (Lei de consórcios Públicos).

Segundo Rio Grande do Norte (2012), as bases para a construção do PEGIRS e de todo o modelo de gestão apresentado para o Estado foram 4 parâmetros: 1) Os estudos para a elaboração de agrupamentos territoriais ou municipais, ou seja a definição da regionalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos; 2) Os cenários de gestão, elaborados de acordo com a regionalização, englobaram análises operacionais dos sistemas em cada porção espacial levando em conta variáveis técnicas e socioeconômicas; 3) Definição de questões como logística, custos e operação do sistema

e; 4) A gestão consorciada, fundamental para articular a cooperação entre os municípios para operação e gestão do modelo adotado, tendo sua organização também com base no sistema de regionalização adotado.

Logo, percebemos que a estratégia de regionalização dos municípios, juntamente com a formação de consórcios públicos para a gestão dos resíduos sólidos foram pontos chave para a elaboração do PERGIS, uma vez que os cenários de gestão e os aspectos operacionais estudados dependeram diretamente delas. Por esse motivo, o trabalho vem discutir de maneira mais aprofundada tais estratégias.

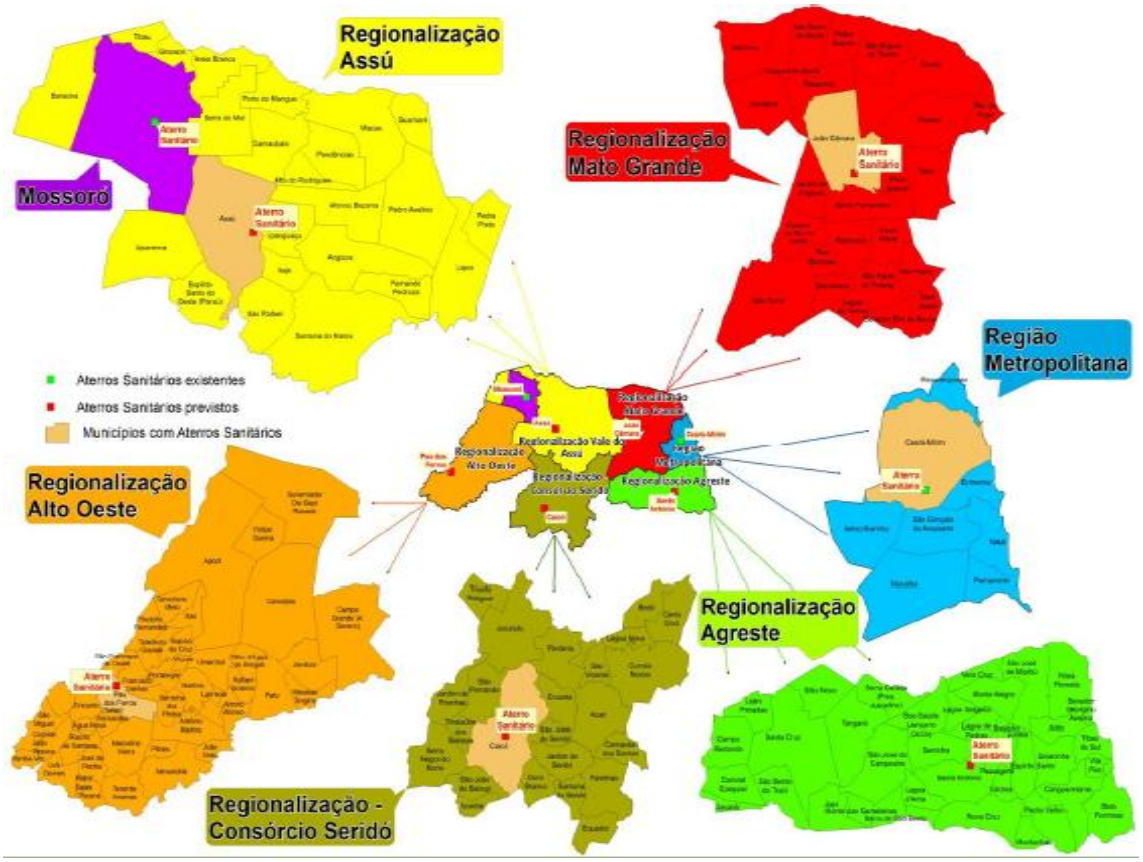
Sobre a regionalização, ela foi definida somente após o levantamento de possíveis cenários pelos profissionais técnicos responsáveis e apresentação acompanhada de discussão e análise pelos gestores dos municípios, secretários e convidados durante os seminários realizados pela SEMARH. De acordo com o PEGIRS, resultou daí as 5 regionalizações expostas no Quadro 1 e representadas na Figura 1, referentes ao Seridó, Alto Oeste, Assú, Agreste e Mato Grande, além de Mossoró e a Região Metropolitana de Natal. Esses últimos já possuíam solução ambientalmente adequada para os seus resíduos, sendo o aterro sanitário da Cidade de Mossoró e o aterro sanitário localizado em Ceará Mirim, o qual recebe e destina também os resíduos produzidos no município, em Natal, Ielmo Marinho, São Gonçalo do Amarante, Extremoz, Rio do Fogo, Macaíba, Parnamirim e Maxaranguape.

Quadro 1: Regionalização da gestão de resíduos sólidos no RN.

REGIÃO	QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS	LOCAL DO ATERRO SANITÁRIO
Seridó	25	Caicó
Alto oeste	44	Pau dos Ferros
Assú	24	Assú
Metropolitano	8	Ceará Mirim
Mossoró	1	Mossoró
Agreste	39	Santo Antônio
Mato grande	26	João Câmara

Fonte: Adaptado de Rio Grande do Norte (2012).

Figura 1: Regionalização da gestão de resíduos sólidos no RN.



Fonte: Rio Grande do Norte (2012).

Verifica-se que anteriormente, o Estado do Rio Grande do Norte já foi objeto de outras divisões em regiões para finalidades diversas, nesse sentido, Felipe, Carvalho e Rocha (2004, p. 74), fazem importantes apontamentos sobre essa ação:

> Observamos, entretanto, que os critérios predominantes nos diversos processos de regionalização têm sido os de ordem prática, ou seja, as diferentes regionalizações a que os lugares são submetidos refletem, muitas vezes, necessidades político-administrativas, especialmente aquelas em que o interesse do Estado prevalece, em nome das necessidades de implementar políticas públicas em uma área territorial ampla e diversificada. Com o Estado Rio Grande do Norte isso não é diferente.

Embora tenha sido considerada a solução ideal, pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), existem críticas à regionalização apresentada, como coloca Silva Filho (2019) que analisou recentemente os resultados obtidos pelo consórcio formado na região Assú em sua tese intitulada “A gestão dos resíduos sólidos na microrregião do Vale do Açu: desafios e perspectivas do consórcio regional de saneamento básico”.

Segundo o autor, essa divisão regional do estado em 7 frações espaciais visando a formação de consórcios intermunicipais revela aspectos manipuladores e contraditórios, uma vez que o estado já possui a divisão em 19 microrregiões geográficas proposta pelo IBGE (1990). Defende ainda que não foram consideradas as características particulares dessas microrregiões geográficas para definir a nova regionalização, gerando um modelo único, homogêneo e verticalizado para os consórcios públicos no estado.

Outras observações apresentadas por Silva Filho (2019) é que municípios já pertencentes geográfica e administrativamente a microrregiões definidas segundo os critérios do IBGE, passaram a integrar outras regiões pela divisão estadual, sem considerar características relevantes das microrregiões inicialmente existentes, à exemplo das bacias hidrográficas às quais os municípios pertencem que não foram consideradas na regionalização de Assú. O caso do município de Mossoró também se destaca na regionalização da SEMARH, pois ele já possuía aterro sanitário que poderia atender a outros municípios adjacentes, porém permaneceu isolado dos demais, que passaram a integrar outros conjuntos.

Quanto à formação de consórcios para a gestão de resíduos sólidos, é uma prática motivada pela própria PNRS, que considera “o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos” (BRASIL, 2010, p. 05) um de seus instrumentos. A mesma Lei ainda define como um dos itens integrantes dos planos estaduais são as medidas visando motivar e viabilizar a formação de consórcios intermunicipais para a gestão compartilhada. Os municípios que optarem pela gestão consorciada terão ainda a prioridade no acesso a recursos da União.

Dessa forma, a adoção da gestão consorciada no Rio Grande do Norte está alinhada à PNRS e se mostra importante, em virtude da grande quantidade de municípios de pequeno porte no estado. De acordo com o último censo demográfico do IBGE, realizado em 2010, apenas 8 dos 167 municípios do estado possuíam população superior a 50.000 habitantes, sendo eles: Natal, Mossoró, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Macaíba, Ceará-Mirim, Caicó e Assú. Nesse aspecto, nota-se a dificuldade de municípios de pequeno porte em instituir políticas e projetos que demandem de

recursos técnicos e financeiros para a construção de infraestrutura e operação complexa como são necessários aos aterros sanitários. A formação dos consórcios intermunicipais surge então como alternativa para implantação de soluções em maior escala, com melhor planejamento e aproveitamento de recursos.

O PEGIRS foi elaborado em 2012 e nesta época os municípios avançaram na formalização dos consórcios públicos, como exposto no próprio relatório da SEMARH, no entanto, analisando o cenário presente, após quase uma década, percebe-se que pouco se avançou na implementação das soluções compartilhadas para destinação final adequada dos resíduos sólidos. Silva Filho (2019) discute alguns dos motivos para as dificuldades de efetivação dos consórcios na região de Assú, das quais muitas são pertinentes para os demais consórcios, assim serão aqui abordados.

Um dos motivos apresentados por Silva Filho (2019) é a frequente mudança de gestão nos municípios, evidenciada pelas eleições realizadas em 2012, 2016 e 2020, desde a instituição da PNRS e publicação do PEGIRS o que leva à desarticulação das informações sobre a gestão de resíduos no próprio município, principalmente quando existem divergências partidárias entre os antigos e novos atores. Inicialmente todos os municípios se mostraram interessados na solução compartilhada para os resíduos sólidos e reconheceram sua importância, com a mudança de gestões podem surgir outras prioridades e algumas políticas serem deixadas de lado ou em segundo plano. Além da mudança de gestão municipal dos integrantes dos consórcios o governo estadual também alternou nesse período, o que mais uma vez reflete uma mudança de interesses e de relações com os municípios de cada consórcio intermunicipal o que pode ser um entrave para algumas regiões.

Outro entrave para a efetivação do PEGIRS de acordo com Silva Filho (2019) é a configuração geográfica adotada para a regionalização do estado. Os consórcios intermunicipais foram formados por uma grande quantidade de municípios (o que por si, dificulta a articulação entre todos os membros) que ficam localizados a distâncias muitas vezes extensas da sede dos municípios onde se planejou construir os aterros sanitários.

Entre os consórcios com mais municípios integrantes destacam-se o do Alto Oeste com 44 municípios e aterro sanitário previsto para Pau dos Ferros; o do Agreste

com 39 municípios e aterro sanitário previsto para Santo Antônio. De fato, a distância a percorrer entre os demais integrantes do consórcio e a sede do aterro sanitário são elevadas, em muitos casos superando o critério proposto por Suzuki e Gomes (2009), de distância máxima de 50 km. Para os autores a superação dessa distância máxima pode vir a inviabilizar a operação do consórcio.

Por fim, com base na entrevista realizada por Silva Filho (2019), junto ao secretário estadual de meio ambiente e recursos hídricos, outros motivos para a não efetivação das soluções propostas consistem na falta de confiança dos municípios em relação à gestão compartilhada, o desinteresse dos gestores municipais em face da insegurança financeira para operações de transporte e manutenção dos aterros e ausência de experiências anteriores com gestão compartilhada. Apesar desses desafios a superar a SEMARH considerou que contanto que o Governo Federal viabilize os recursos para a implantação da infraestrutura necessária para o funcionamento do consórcio, especialmente para a construção dos aterros, estações de trasbordo e transporte dos resíduos, existem sim perspectivas concretas de operacionalização dos consórcios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo auxilia no âmbito das discussões regionais sobre a gestão de resíduos sólidos, ao trazer dados e opiniões de autores acerca da efetivação dos consórcios públicos no estado do Rio Grande do Norte. O intuito é atentar para a maneira mais eficiente de implantar as ações voltadas a operacionalização, por meio de um planejamento alinhado com os objetivos da proposta e às particularidades existentes no território analisado. Assim, ao se atentar as devidas questões, o cenário terá um tratamento estratégico abarcando os problemas previstos.

Portanto, apesar dos desafios, o cumprimento das etapas vistas anteriormente irá garantir boas perspectivas para a operacionalização dos consórcios, trazendo aos municípios um maior planejamento no setor de limpeza urbana e destinação de resíduos sólidos, além de inúmeros benefícios ao meio ambiente, que após a implementação das corretas estratégias não mais descartarão o lixo em terrenos baldios, deverão ter um

plano eficiente ambiental e social, além de incentivar o desenvolvimento territorial com práticas adequadas de gestão.

Cabe mencionar também que, como aborda Silveira (2017, p. 07), "o planejamento e a gestão dos resíduos sólidos urbanos deve se constituir como ação coordenada entre os municípios", logo a boa articulação entre os participantes do consórcio fornecerá subsídios para a aplicação de estratégias firmes e competentes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABNT**, Associação Brasileira de Normas Técnicas**. ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. 2004.

BEZZI, M. L. Região: Desafios e Embates Contemporâneos. In: **SEI - Superintendência de Estudos Econ. e Sociais da Bahia.** (Org.). Desigualdades Regionais - Série Estudos e Pesquisas. 1ed.Salvador/BA: Bigraf, 2004, v. 1.

BRASIL. Decreto 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da União**, 18 jan. 2007b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm>. Acesso em: 13 jan. 2021.

_____. Lei 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 7 abr. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11107.htm>. Acesso em: 13 jan. 2021.

_____. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos; altera a Lei nº 9.6055, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da União**, 3 ago. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 13 de jan. 2021.

BREITBACH, Áurea Corrêa de Miranda. **Estudo sobre o conceito de região**. 1986.

CASTRO I. E.; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

DIAS, S. G.. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. **GV EXECUTIVO**, 11(1), 16-20. 2012.

FELIPE, José Lacerda Alves; CARVALHO, Edílson Alves de; ROCHA, Aristotelina Pereira Barreto. **Atlas, Rio Grande do Norte**: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa, PB: Grafiset, 2004.

FERREIRA, C. F. A; JUCÁ, J. F. T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 513-521, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017147551.

FILHO, A. L.; LINHARES, E. L. R. **Disposição Final Dos Resíduos Sólidos**: Um Estudo De Caso No Alto Oeste Potiguar. X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Fortaleza/CE – 04 a 07/11/2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAESBAERT, Rogério. **Regional-global:** dilemas da região e da regionalização na geografia contemporânea. 2º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas.** Diretoria de Geociências. Departamento de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 1. 137p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv2269_1.pdf >. Acesso em: 13 jan. 21.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros 2019**: pesquisa de informações básicas municipais. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 86p.

OLIVEIRA, A. M.; DANTAS, W. N.; MARTINS, J. C. V. **Coleta E Disposição Dos Resíduos Sólidos Nos Municípios Potiguares De Olho D'água Do Borges E Messias Targino**. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). **Plano estadual de gestão integrada de resíduos sólidos - PEGIRS/RN**: Relatório Síntese. Natal, RN. SEMARH, 2012. 158 p.

SILVA FILHO, R. I. **A gestão dos resíduos sólidos na microrregião do Vale do Açu: desafios e perspectivas do consórcio regional de saneamento básico**. 2019.

SILVEIRA, R. M. C. A Gestão Dos Resíduos Sólidos Nos Municípios Da Região Metropolitana De Natal: Um Estudo À Luz Da Lei 12.305/2010. **Regimes Urbanos**

e Governança Metropolitana: Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrópoles, Natal/RN, p. 1-16, mar. 2017.

SUZUKI, Juliana Akiko Noguchi; GOMES, João. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, abr./jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000200002>. Acesso em: 13 jan. 2021.

CAPÍTULO XVI

IMPLICAÇÕES E ALTERNATIVAS PARA A BANANICULTURA NA SERRA DE MARANGUAPE, ESTADO DO CEARÁ

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-16

Daniel Cassiano Lima [1]
Déborah Praciano de Castro [2]
Paulo Cascon [3]

[1] Professor Adjunto. Museu de História Natural Professor Dias da Rocha. Universidade Estadual do Ceará – UECE
[2] Professora Substituta. Faculdade de Educação de Itapipoca. Universidade Estadual do Ceará - UECE
[3] Professor Titular. Departamento de Biologia. Universidade Federal do Ceará – UFC

RESUMO

A serra de Maranguape localiza-se a 25 km de Fortaleza e tem como principal atividade agrícola a produção de bananas, em sistema de monocultura. Devido às características da planta e a ocupação de áreas instáveis, fenômenos de solifluxão, assoreamento, e ameaças à biodiversidade tem sido registrados. Este trabalho apresenta o histórico de ocupação e das principais atividades produtoras na serra de Maranguape, propondo a adoção de agroflorestas como alternativa à monocultura da banana. A adoção de sistemas agroflorestais aumentará a diversidade de ambientes e produtos, permitindo uma variedade de serviços, enquanto aumenta a estabilidade do local, evitando o desencadeamento de processos morfogenéticos, perda de solos e comprometimento da biodiversidade.

Palavras-chave: Fruticultura; Impactos; Assoreamento; Solifluxão; Brejos-de-altitude

1. INTRODUÇÃO

A princípio, o povoamento do Brasil pelos europeus teve como principal atrativo a atividade da mineração, sobretudo a busca do ouro que, não tendo siso encontrado, desencadeou a exploração do pau-brasil e da cana-de-açúcar, oriunda das ilhas do Atlântico. No século XVII, acompanhando as margens do Rio São Francisco, a pecuária se estendeu em direção ao sertão, enquanto o setor agrícola também se expandiu pela pressão do mercado externo, uma vez que o crescimento da população europeia associado ao advento da revolução industrial levou a valorização dos produtos das antigas colônias (JUCÁ, 1989).

Nos séculos XVIII e XIX, o cultivo da cana-de-açúcar entrou em crise, e as concorrências dos Estados Unidos e dos países orientais prejudicaram fortemente a produção do algodão (LIMA, 1989). Nesse contexto, ergue-se a atividade cafeeira, iniciada a partir de sementes de café trazidas da Guiana pelo Sargento-Mor Francisco de Melo Palheta. O crescimento comercial mundial do século XIX favoreceu a economia cafeeira brasileira e as cotações internacionais do café permaneceram altas por muito tempo.

No Ceará, a introdução do café está intimamente ligada aos ambientes serranos. Lima (1989) afirmou que o início se deu na serra da Meruoca, a partir de uma muda trazida da França por José Xerez Furna Uchoa em 1747. Depois disso, foi introduzido em 1824, no sítio Mucahipe (ou Munguaipe), na serra de Baturité, e no mesmo ano, a partir de mudas e sementes adquiridas no Pará, foi também plantado no município de Mulungu, localizado na mesma serra. A partir da serra de Baturité, mudas foram plantadas nas serras de Aratanha, Uruburetama, Ibiapaba, Araripe e Maranguape (LIMA, op. cit.).

Segundo Arruda (2001) o início da utilização agrícola da serra de Maranguape se deu entre o final e o início dos séculos XVIII e XIX, com cultivo de café e laranja, levando à derrubada de matas à medida que a produção aumentava. Com a decadência do café na década de 1920, o cultivo da banana veio em substituição, ocupando as áreas dos cafezais e sendo expandida para as encostas e margens de riachos.

O plantio desordenado de bananeiras na serra de Maranguape trouxe diversos problemas, e entre os principais estão os assoreamentos e inundações nos riachos Pirapora, Gavião e Tangueira, diminuição da fertilidade do solo e da biodiversidade serrana, e os deslizamentos de terras, com vítimas fatais (São Paulo, 1975; Arruda, 2001). Segundo Souza (1999) e Ceará (2002), este cultivo deve ser desestimulado através da adoção de práticas conservacionistas alternativas.

Este capítulo tem o objetivo de analisar os potenciais desafios oriundos da bananicultura na serra de Maranguape, avaliando e propondo medidas de contenção ou reversão dos principais problemas.

2. ALGUNS DADOS SOBRE O CULTIVO DE BANANEIRAS

Embora a maioria dos autores considere que a banana foi introduzida nas Américas pelos portugueses, Moreira (1987), ao narrar a história do cultivo e consumo do fruto no Brasil, relata que apesar dos primeiros registros escritos da banana em território brasileiro datarem de 1570, existem fortes evidências de que os índios já a cultivavam antes da chegada dos europeus. O autor ressalta que o que se deve aos portugueses é tão somente a expansão do cultivo desde as frias costas rio-grandenses até a foz do Amazonas.

Bananeiras são plantas relativamente exigentes quanto ao cultivo, e fatores como iluminação, fertilidade do solo, umidade e densidade populacional são essenciais para uma boa produção. Por se tratar de plantas tropicais, desenvolvem-se bem em temperaturas médias anuais elevadas (acima de 22ºC) e com precipitações anuais bem distribuídas acima dos 1.200 mm. Essas variáveis ambientais permitem que o ciclo seja mais curto, e aumentam a velocidade da produção dos cachos (Moura et al., 2002).

Para o bom desenvolvimento da planta e frutos é necessário um solo relativamente fértil, que disponha dos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Al e Na, sendo o nitrogênio o principal, pois deverá estar presente desde o início do cultivo até a colheita, ainda que sua absorção diminua durante a emissão da inflorescência (Fontes et al., 2003). Outra exigência do cultivo é a disponibilidade constante de água, uma vez que mesmo uma deficiência discreta é suficiente para dificultar o desenvolvimento da cultura, bem como reduzir consideravelmente a qualidade dos frutos (Oliveira e Souza, 2003).

Outro fator a ser levado em consideração é o espaçamento requerido entre as plantas. Dependendo da variedade, pode variar de 2,0 x 1,8 m a 3,0 x 2,0 m, e a densidade do plantio pode ficar em torno de 1.500 até 3.000 plantas por hectare. Experimentos com banana nanicão, por exemplo, demonstraram que o cultivo em altas densidades (cerca de 3.333 plantas/ha), a produtividade permanece alta até o terceiro ciclo (Scarpare-Filho e Kluge, 2001; Moura et al., 2002). O bananal deve ser renovado a cada 5, 8 ou 10 anos, podendo até mesmo se tornar perene (Osterroht, 2004).

O manejo do bananal também requer conhecimentos relativos a agentes patógenos. A broca do rizoma, causada pelo moleque-da-bananeira (*Cosmopolites*

sordidus) é considerada a principal praga relacionada ao cultivo da fruteira, e pode ser encontrada em praticamente todos os locais onde essas plantas ocorrem, podendo ocasionar perdas de até 80% da produção, além de facilitar a penetração de outros insetos, nematódeos e microrganismos patógenos (Oliveira e Souza, 2003).

A sigatoka negra também tem estado em evidência ultimamente, e a sua expansão para bananais em todas as regiões do Brasil tem levado a população leiga a comentar sobre a provável extinção da banana em futuro próximo. Essa doença é ocasionada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*, cujos esporos são facilmente transportados pelo vento, mudas ou folhas infectadas, e chega a reduzir a produtividade de áreas atingidas a zero (Fungo..., 2004).

A sigatoka se manifesta através de estrias e pigmentações escuras que se alargam e ficam visíveis nas duas faces das folhas, podendo assumir coloração acinzentada e por fim a queda das folhas, que acarreta a queda significativa da taxa fotossintética e o não desenvolvimento dos cachos (Favaro, 2004).

3. PROBLEMAS DESENCADEADOS PELA BANANICULTURA NA SERRA DE MARANGUAPE

A discussão dos impactos da banana nas serras cearenses deve ser entendida como um problema de raízes antigas. Franco et al. (2002) ressaltam que o cultivo do café também cooperou para a degradação ambiental das regiões serranas, pois a substituição da vegetação nativa pelos cafezais comprometeu a ciclagem natural de nutrientes do ecossistema florestal e reduziu a fertilidade do solo em poucas décadas. Spínola (1998) afirmou que o que se via nas serras de Uruburetama, Baturité, Maranguape, Itapajé e Ibiapaba, o que se via ocupado pelos bananais era apenas o reflexo dos grandes cafezais, desenvolvidos sem nenhum emprego de tecnologia.

A bananicultura na serra de Maranguape é um dos principais cultivos, e na década de 1990, um censo realizado pela EMATER-CE constatou que 90,9% dos sítios da região serrana praticam a bananicultura como principal atividade de produção. Para Shiva (2003), a transformação de florestas em monoculturas expões os solos, permitindo o contato direto com chuvas e radiação solar, resultando em seu ressecamento. Para o autor, as monoculturas, além da incapacidade de se reproduzirem

de forma sustentável, aumentam as chances do surgimento de incêndios, secas e inundações.

Arruda (2001) listou que entre os principais problemas ocasionados bela bananicultura na serra de Maranguape estão a alteração da biomassa, reativação de processos morfogenéticos, intensificação do assoreamento de cursos d'água, empobrecimento dos solos e da produção agrícola, e degradação da biodiversidade. Em relatório técnico, São Paulo (1975) informou que as matas nativas da serra foram derrubadas para a instalação de bananais, ao longo dos baixos cursos de drenagem, sendo plantados em "parcelas" (de 1 ha), excluindo-se a princípios os terrenos juntos à crista da serra devido à névoa e encharcamentos constantes.

O avanço dos bananais em direção à encosta resultou nos deslizamentos de terra, conhecidos popularmente como "derretidos", sendo que o mais conhecido ocorreu em 1974, resultando em algumas mortes. O último desses derretidos ocorreu em setembro de 2000 na vertente ocidental da serra, próximo ao distrito de Rajada, sem vítimas fatais.

Para Tricart (1977), encostas íngremes, ainda que com vegetação florestal densa, devem ser tratadas como meios de forte instabilidade, uma vez que a atividade antrópica ativa rapidamente os processos morfogenéticos ocasionando erosões com corrida de lama e desmoronamentos, trazendo à tona material pedogenético virgem, iniciando nova sucessão ecológica. Dias e Silva (2003) relatam que essa forma de exploração das terras cearenses pressiona os solos e o seu aumento coincide com a ampliação da área degradada pela erosão.

Oliveira e Souza (op. cit.) afirmam que cerca de 66% da biomassa fixada pelas bananeiras retorna ao solo, sendo o potássio, nitrogênio, cálcio, cloro, enxofre, manganês, zinco e ferro os principais elementos absorvidos (Fontes et al, 2003). Com a instalação de monoculturas, através de técnicas inapropriadas de cultivo, esses elementos vão se tornando cada vez mais raros no solo. Através de conversas informais, as pessoas que trabalham diretamente com a bananicultura na serra de Maranguape relataram que os frutos estão cada vez menores em peso e tamanho, o que os incentiva a explorar outras áreas com vegetação nativa.

4. ALTERNATIVAS À BANANICULTURA NA SERA DE MARANGUAPE

A preservação do ecossistema da serra de Maranguape é importante devido ao local constituir uma paisagem de exceção no contexto nordestino, e também pela biodiversidade e condições climáticas instaladas nela. Sabe-se que boa parte da degradação é por ação antrópica, mas não se pode simplesmente privar o homem da utilização do lugar. Diegues (1996) afirma que a criação de "ilhas" de conservação ambiental com a finalidade de preservar atributos ecológicos importantes e/ou intocados é uma utopia pois mesmo as regiões consideradas naturais pelos biogeógrafos, são resultado de forte influência antrópica (Buarque, 2002, Diegues, op. cit.).

Dessa forma, é necessário aproveitar as vantagens oferecidas do sistema natural e associá-las à utilização local. Não basta promover a derrubada dos bananais, expondo ainda mais o solo à ação dos fatores naturais como ventos e chuvas, na esperança de que a floresta se regenere sozinha, até porque a bananicultura absorve boa parte da mão de obra dos trabalhadores serranos. A falta de emprego na serra é algo que deve ser bem pensado, pois muitos são os relatos de pessoas que adentram as matas para caçar mamíferos, capturar pássaros e coletar bromélias, orquídeas e outras plantas a fim de vendê-los no centro de Maranguape ou mesmo de enviá-los para Fortaleza, para as feiras e lojas de plantas ornamentais (Cassiano-Lima e Cascon, 2008).

Esta observação é particularmente preocupante, uma vez que nas partes mais úmidas da serra ocorre o sapinho *Adelophryne maranguapensis*, espécie endêmica, de ocorrência restrita a uma área aproximada de 13 km^2 (Brasil, 2018). Vale ressaltar que esta espécie está ameaçada de extinção, e que sua reprodução por desenvolvimento direto está fortemente associada às bromélias (Cassiano-Lima et al., 2011, 2020).

Além disso, a falta de emprego pode aumentar a frequência de roubos e assaltos, que ocorrem com certa frequência aos turistas, conforme relatado pelos moradores da região. Dessa forma, acredita-se que o simples impedimento da bananicultura ocasionará problemas de proporções maiores.

Abandonar os bananais também não parece ser a melhor alternativa, pois há formas de se conciliar o plantio da banana com a conservação. A bibliografia sobre conservação de solos apresenta alternativas ao plantio tradicional, como a rotação de

culturas para se evitar a escassez de nutrientes e o plantio em áreas altas seguindo as curvas de nível (Holanda, 1999). Entretanto boa parte das recomendações são viáveis apenas para locais onde o cultivo ainda será iniciado, e não onde os bananais já estão instalados.

Dessa forma, não convém estimular o plantio das bananeiras em curvas de nível, quando os bananais instalados crescem no sentido vertical nas vertentes. Logicamente os agricultores devem ser alertados com relação às formas alternativas de cultivos, entretanto outras medidas deverão ser utilizadas no tratamento com os bananais já instalados. Arruda (2001) e Ceará (2002) sugerem que sejam desenvolvidos programas que estimulem cultivares diferentes na serra, de forma que sejam diminuídas as áreas de bananais.

Procurando-se por uma alternativa para a bananicultura na serra de Maranguape, encontrou-se um conceito relativamente novo na agroecologia conhecido como sistemas agroflorestais (SAFs). Os SAFs baseiam-se em conceitos agrícolas de séculos atrás onde se utilizava árvores nativas para produção de fertilizantes naturais ou sombreamento das fruteiras, e podem ser implantados para recuperação de matas ciliares, proteção em topos de morros, ampliar corredores de biodiversidade e reflorestamento de encostas íngremes, sendo capazes de recuperar áreas degradadas e manterem-se produtivos (Peneireiro, 1999; Ossterroht, 2002). Vivan (2002) comparando os SAFs com a agricultura tradicional afirma que eles permitem a otimização do uso do espaço através de um manejo inteligente, que pode levar à diminuição dos gastos, aumentando a biodiversidade do local e promovendo a cobertura do solo ao mesmo tempo em que permitem a produção de alimentos.

Osterroht (2004) diz que as bananeiras são consideradas como plantas-chave em muitos SAFs, podendo servir de sombreadoras, quebra-vento e proteção do solo. O mesmo autor afirma ainda que em cultivo adequado, as bananeiras podem gerar e multiplicar a fertilidade dos solos para culturas associadas a elas. Vivan (op. cit) diz que uma das principais vantagens do SAF bananeiro é a de que ele é simples e pode ser aplicado em bananais já instalados. Nesse caso o primeiro passo é permitir o desenvolvimento de vegetação herbácea e a regeneração de árvores e palmeiras.

O surgimento de ervas pode indicar regiões do solo com excesso de entrada de luz, falta ou excesso de umidade, e baixa fertilidade, e indica o local onde poderão ser plantadas árvores ou palmeiras. Vivan (2002) sugere que mamoeiros ou mesmo outras plantas locais com ou sem valor comercial, como árvores produtoras de madeira sejam plantadas nesses locais após a capina das ervas, o que aumenta a quantidade de sementes no solo.

Em um trabalho desses no Rio Grande do Sul, também em área montanhosa, Vivan (op. cit.) além das bananas, obteve em 2 anos uma grande quantidade de palmitos e o crescimento de helicônias e orquídeas, e em 50 anos iniciará também a extração de madeira. Meirelles (2000) cita que em uma outra área imprópria para o cultivo de banana, onde também havia monocultivo, no Rio Grande do Sul, os técnicos propuseram a instalação de SAFs, que também reduziria os problemas não só da perda de solos, mas da incidência de pragas e do uso de agrotóxicos e fertilizantes.

Engel e Parrota (2000) estudaram a viabilidade econômica de vários sistemas de plantio misto com espécies nativas com o objetivo de restaurar ecossistemas florestais e concluíram que a associação aumenta a camada de húmus e serapilheira quando as árvores começam a crescer, o que atrai a fauna de matas vizinhas e aumenta a dispersão de sementes, bem como suprime as gramíneas que podem impedir o crescimento das espécies regeneradas naturalmente. Eles ainda sugerem que a retirada gradual das espécies plantadas (como a banana) permite que um sub-bosque ou floresta secundária se desenvolvam de forma mais rápida.

Peneireiro (1999) comparou experimentalmente a sucessão ecológica entre uma área de SAF e outra na mesma localidade simplesmente abandonada. Ela relatou que depois de 12 anos manejando o SAF e deixando a outra área em repouso, a vegetação desta última constituía apenas uma capoeira, enquanto no SAF a serapilheira melhorou consideravelmente, bem como a fertilidade do solo, e ainda atraiu muitos animais da macrofauna.

Assis-Júnior et al. (2003) analisando a microbiologia dos solos em SAFs, monoculturas, mata natural e áreas desmatadas, conclui que a atividade microbiana nos SAFs é bem maior que a dos sistemas de monocultura, evidenciando que a presença de elementos arbóreos influencia positivamente as condições do solo.

Com relação à erosão, Franco et al (2002) comparou a perda de solos dos SAFs com a de áreas com plantios convencionais. Segundo eles os SAFs apresentam perda média de 217,3 kg/ha/ano, enquanto no convencional a perda é de 2611,9 kg/ha/ano. O autor comparou esses valores e afirmou que as perdas de um SAF podem ser comparadas às ocorrentes em áreas florestadas. Da mesma forma, McDonald, Healey e Stevens (2002) confirmam que não somente a perda de solo diminuiu, mas também aumentos da quantidade de carbono, nitrogênio, cálcio e magnésio nas agroflorestas.

Vivan (2002), Meirelles (2000), Engel e Parrota (2000), Osterroht (2002, 2004) e Peneireiro (1999) são unânimes em dizer que as podas realizadas pelo manejo da agrofloresta são suficientes para a correção e fertilidade do solo. As sobras das bananeiras também podem ser utilizadas com essa finalidade. Oliveira e Souza (2003) dizem que as bananeiras podem formar cobertura morta, protegendo o solo contra os impactos diretos da chuva, impedindo a evaporação de água do solo, e fornecendo matéria orgânica, tendo como inconveniente apenas a maior facilidade de atração da broca-do-rizoma.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bananicultura sobretudo desenvolvida de forma mal planeja da como ocorre nas serras do Ceará oferece sérios riscos ambientais. Na serra de Maranguape há o registro de diversos problemas, como a perda de solos por deslizamentos (inclusive com vítimas fatais), diminuição de sua fertilidade, assoreamento dos recursos hídricos e comprometimento da biodiversidade.

A bananicultura é a principal atividade das famílias do local, embora geralmente não seja a única. Surge então a necessidade de orientar os trabalhadores através de atividades formais e informais para que formas de cultivo alternativo sejam estudadas e implantadas, de modo que seja desestimulado o monocultivo para o local, sem comprometer a produção local e os recursos naturais.

Os sistemas agroflorestais (SAFs), utilizados para reverter situações de monocultivo, e já instalados em condições semelhantes à serra de Maranguape, permitem o crescimento de espécies arbóreas e diversificação da produção local, podendo ser implantados em bananais já instalados. Experiências de SAFs poderiam ser

desenvolvidas na serra de Maranguape, como um modelo a ser utilizado ou não nas demais serras cearenses com o mesmo problema. Embora a vegetação nativa da serra de Maranguape seja protegida pela legislação ambiental por constituir uma APA e por ser um remanescente de Mata Atlântica, as diretrizes propostas para a área pelo zoneamento ambiental apresentam dificuldades em serem cumpridas.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, L. V. **Serra de Maranguape – CE:** Ecodinâmica da paisagem e implicações socioambientais. 2001 Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). PRODEMA. Universidade Federal do Ceará, 2001. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

ASSIS-JÚNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; KAZUYA, M. C. M.; COUTO, L.; MELIDO, R. C. N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Árvore** 27(1):35-41, 2003.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**, V. 5. Brasília: ICMBio, 2018.

BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

CASSIANO-LIMA, D.; CASCON, P. Aspectos socioambientais e legais da bananicultura na APA da Serra de Maranguape, Estado do Ceará. **Rede** (Revista Eletrônica do Prodema), 2(1):64-79, 2008.

CASSIANO-LIMA, D. C.; BORGES-NOJOSA, D. M.; CASCON, P.; CECHIN, S. Z. The reproductive mode of *Adelophryne maranguapensis* Hoogmoed, Borges & Cascon, 1994 (Anura, Eleutherodactylidae) an endemic and threatened species from Atlantic Forest remnants in northern Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, 7:92–97.

CASSIANO-LIMA, D. C.; LIMA, A. V. P.; FORTUNATO, M. E. M.; SOUSA, T. A.; CASTRO, D. P.; BORGES-NOJOSA, D. M.; CECHIN, S. Z. reproductive biology of direct developing and threatened frog *Adelophryne maranguapensis* reveals a cryptic reproductive mode for anurans and the first record of parental care for the genus. **Journal of Natural History**, 54(27-28):1721-1733, 2020.

CEARÁ. **Zoneamento ambiental e plano de manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Maranguape (CE)**. Fortaleza: SEMACE, 2002.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I- Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno – 1ª. Aproximação. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. 27(2), 2003.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: HUCITEC, 1996.

FÁVARO, J. Doença da bananeira chega a São Paulo. **Correio Popular**. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/NOTICIAS/doenca_bananeira.htm. Acesso em: 29 de julho de 2004.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Restauração de ecossistemas florestais**. Agroecologia Hoje**. 4: 22-23, 2000.

FONTES, P. S. F.; CARVALHO, A. J. C.; CEREJA, B. S.; MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira-prata-anã (*Musa* spp.) em função da adubação nitrogenada. **Rev. Bras. Frutic.** 25(1):156-159, 2003.

FRANCO, F. S. COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FERNANDES FILHO, E. I.; SILVA, E.; MEIRA NETO, J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Árvore**. 26(6): 751-760, 2002.

FUNGO potente pode dizimar plantações de banana no Paraná. **Globo Rural**. Julho de 2004. Disponível em: http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC756282-1935,00.html. Acesso em 29 de julho de 2004.

JUCÁ, G. N. M. O espaço nordestino, o papel da pecuária e do algodão. In: SOUZA, S. (Coord.). **História do Ceará**. Fortaleza: UFC, Fund. Demócrito Rocha; Stylus, 1989.

LIMA, P. A. Q. O café na província do Ceará. In: SOUZA, S. (Coord.). **História do Ceará**. Fortaleza: UFC; Fund. Demócrito Rocha, Stylus, 1989.

MCDONALD, M. A.; HEALEY, J. R.; STEVENS, P. A. The effects of secondary forest ckearence and subsequent land-use on erosion losses and soil properties in the Blue Mountains of Jamaica. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 92:1, 2002.

MEIRELLES, L. Banana em manejo agroflorestal, Torres, RS. **Agroecologia Hoje**. 1: 24, 2000.

MOREIRA, R. S. **Banana**: teoria e prática de cultivo. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

MOURA, R. J. M.; SILVA JÚNIOR, J. F. S.; SANTOS. V. F.; GOUVEIA, J. Espaçamento para o cultivo da bananeira 'comprida verdadeira' (*Musa* AAB) na zona da mata sul de Pernambuco (1º. Ciclo). **Rev. Bras. Frutic.** 24(3), 2002.

OLIVEIRA, A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Rev. Bras. Frutic.** 25(2), 2003.

OSTERROHT, M. V. SAF's versus sustentabilidade. **Agroecologia Hoje**. 15:4, 2002.

OSTERROHT, M. V. A bananeira como adubo verde, quebra-vento, árvore sombreadora e tantas outras funções. **Agroecologia Hoje,** 22: 6, 2004.

PENEIREIRO, F. M. Os sistemas agroflorestais (SAFs) dirigidos pela sucessão natural – conferindo no campo a influência da implantação e do manejo sobre a vegetação e a fertilidade do solo. **Boletim Agroecológico,** 10: 15-16, 1999.

SÃO PAULO. Instituo de Pesquisas Tecnológicas. **Estudo preventivo e corretivo dos movimentos coletivos de solo e rocha na Serra de Maranguape-Ce**: Relatório Técnico – Fase de diagnóstico. São Paulo. Vol. 01, 1975.

SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, A. Produção da bananeira 'Nanicão' em diferentes densidades e sistemas de espaçamento. **Pesq. Agropec. Bras**. 36(1), 2001.

SHIVA, V. **Monoculturas da mente**. São Paulo: Gaia, 2003.

SPÍNOLA, R. Chapada do Apodi é adequada para o plantio – **O Estado de São Paulo**. 30 de dezembro de 1998. Disponível em: http://www.estado.estadao.com.br/jornal/suprem/agri/98/12/30/agri.html. Acesso em 10 de março de 2003.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN. 1977.

VIVAN, J. L. Bananicultura em sistemas agroflorestais no litoral norte do RS. **Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.**, 3(2):17-26, 2002.

CAPÍTULO XVII

PRODUÇÃO ESTIMADA DE LEITE EM BOVINOS ATRAVÉS DA ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE HIBRIDOS DE MILHO PARA SILAGEM

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-17

Luciano Hübler [1]
Caroline Olias [2]
Aline Vanessa Sauer [3]
Gean Lopes da Luz [4]
Leocemar de Andrade Bellé [5]
Cristiano Reschke Lajús [6]

[1] Engenheiro Agrônomo. Egresso do Curso de Agronomia. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
[2] Acadêmica do Curso de Agronomia. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
[3] Doutora em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus Maringá. Coordenadora e Docente do Curso de Agronomia na UNOPAR - Universidade Pitágoras Unopar, Campus Bandeirantes.
[4] Doutor em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria. Docente e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
[5] Egresso do Curso de Agronomia. Discente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
[6] Doutor em Agronomia. Universidade de Passo Fundo (UPF), Campus Passo Fundo. Docente e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.

RESUMO

Hoje existem no mercado, vários híbridos de milho indicados para a produção de silagem, sem informações específicas em relação à produção estimada de leite através da bromatologia de híbridos para silagem. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção estimada de leite em bovinos através da análise bromatológica de híbridos de milho para silagem. Os tratamentos da presente pesquisa foram: T1: Dekalb 290 Pro 3®; T2: Coodetec 3612PW®; T3: Dow Agrosciensis 2B533PW®; T4: Agroceres 8690 Pro 3® e T5: Syngenta Maximus Vipt 3®. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso (DBC) arranjados em faixas com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas. As variáveis respostas analisadas foram: produtividade, população final de plantas e estimativa de produção de leite. Os dados coletados de produtividade e população foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para a determinação da estimativa da produção de leite através da análise bromatológica foi utilizada a planilha Milk 2006®, com autilização da estatística descritiva. A análise de variância revelou efeito significativo ($p \leq 0,05$) dos híbridos em relação à variável: produtividade. A maior produtividade de massa seca não significa o maior potencial do híbrido de milho na variável estimativa deprodução de leite por hectare. O hibrido com maior produção de massa seca é o CD 3612 Pro3®. Os híbridos de milho com melhor qualidade química e nutricional são o DKB 290 Pro3® e AG 8690 Pro3®.

Palavras-chave: Milho Silagem. Produtividade. Qualidade Química e Nutricional.

1. INTRODUÇÃO

A Bovinocultura do Brasil é destaque no cenário internacional, com o segundo maior rebanho do mundo com cerca de 200 milhões de animais. No ano de 2004 o Brasil assumiu a frente nas exportações de carnes, com venda em mais de 180 países, com um quinto da carne comercializada internacionalmente. As cadeias produtivas do Brasil dividem-se em leite e carne (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2016).

No Brasil a bovinocultura tem significativa importância econômica e social, a atividade está presente em todos os estados brasileiros com um valor estimado em 67 Bilhões de reais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2016).

Considerando que é de extrema importância a suplementação dos bovinos nos períodos mais críticos do ano, ou seja, nas entre safra e períodos de estiagens, e frequentemente usada pelos pecuaristas durante o ano todo com o objetivo de aumentoda produção de leite e carne.

Um suplemento volumoso interessante é a silagem de milho de planta inteira. Através de levantamento de dados realizado com as empresas produtoras de semente de milho na safra 2014/2015, tem-se disponível no mercado 478 cultivares de milho, sendo que 182 cultivares convencionais e 292 cultivares transgênicas (CRUZ; PEREIRA FILHO; SIMÃO, 2015).

Os híbridos de milho para silagem constituem a base da dieta dos ruminantes na grande maioria dos sistemas de produção. Na composição botânica destes híbridos a qualidade nutritiva é variável (NASCIMENTO JÚNIOR, 2017).

Hoje existem no mercado, vários híbridos de milho indicados para a produção de silagem, sem informações específicas em relação à produção estimada de leite através da bromatologia de híbridos para silagem. Desta forma, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a produção estimada de leite em bovinos através da análise bromatológica de hibridos de milho para silagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A CULTURA DO MILHO E SUA INFLUÊNCIA NA CADEIA PRODUTIVA

A cultura milho, pertence à família GRAMINEAE hoje também conhecida como POACEAE. A planta de milho pode ter seus aspectos vegetativos e reprodutivos alterados pela interação de fatores edafoclimáticos que afetam à ontogenia da sua evolução. (MAGALHÃES *et al*., 2002).

A produção de milho no brasil na safra 2015/2016 teve uma produção de 66.979,5 mil toneladas, um decréscimo de 20,2% em relação a safra 2014/2015 calculado em 84.672,4 mil toneladas, reunindo a primeira e segunda safra do grão (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2016).

Gomes (2003) comenta que as cultivares de milho com grande potencial de rendimento em grãos foram recomendados para confecção de silagem durante um longo período, e possuem diferenças significativas na digestibilidade da planta. Isso demostra que no passado a escolha de híbridos para silagem tinham uma orientação incompleta, e a qualidade da silagem estava associada a quantidade de grãos que produzia.

No mercado atual existe uma gama ampla de híbridos de milho recomendados para a confecção de silagem. Um híbrido de milho permanece de maneira em geral de cinco a seis anos no mercado, sendo que os melhores podem ficar no mercado por mais de dez anos (MIRANDA; RESENDE; VALENTE, 2002).

2.2. ECOFISIOLOGIA DO MILHO

Um correto manejo de solo é primordial para o alcance de produção de grãos, e possibilite ao mesmo momento, um ganho econômico aceitável e preserve a capacidade de produção do solo. As operações de manuseio do solo planejam preparar o ambiente para semeadura e desenvolvimento das plantas de milho, sendo capaz de auxiliar no controle da erosão e plantas daninhas (MAGALHÃES; SOUZA, 2017).

As plantas de milho em geral se desenvolvem todas da mesma forma, mas, o que pode variar entre alguns híbridos são as fases, a quantidade de folhas formadas, o ano agrícola, a época de plantio e a localização (MAGALHÃES; SOUZA, 2017).

Segundo os autores acima, o sistema de desenvolvimento da planta em (V) vegetativo e (R) reprodutivo. Os estádios vegetativos são subdivididos por números tal como V1, V2, V3, V4 até Vn; constatando que (n) é a ultima folha antes do florescimento (VT). Da fase vegetativa do primeiro ao ultimo estádio V é representado, por (VE, emergência) e (VT, pendoamento).

2.3. PONTO DE CONFECÇÃO DA SILAGEM

A qualidade da fibra além de seu conteúdo energético pode interferir na taxa de passagem e consumo do milho. Quanto mas digestível for à fibra, mais rapidamente se degrada pelo rúmen, logo libera energia para os micro-organismos, rapidamente passa para o intestino delgado, sendo que o animal volte a consumir o alimento com maior frequência. (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Carvalho *et al.,* (2015), o ponto ideal de corte do milho é quando o grão está no ponto farináceo, com o teor de matéria seca entre 30% e 35% da planta, nesse ponto apresenta maior qualidade nutricional, ainda permite boa compactação, fermentação e diminui riscos de perdas.

Em relação à produção de matéria seca, cerca de 50% das silagens que foram avaliadas pela fundação ABC foi considerada com teor de matéria seca adequada (entre 30 e 35%). Mas 23% das silagens se encontravam abaixo do indicado (35%) (FUNDAÇÃO ABC, 2016).

2.4. CULTIVARES PARA A PRODUÇÃO DE SILAGEM

A seleção de híbridos de alta estatura e com alto této produtivo de matéria seca total tal como era empregado antigamente, apresentou ser inadequado em especial pela baixa percentagem de grãos disponíveis na massa. (PEREIRA FILHO *et al*., 2017).

Conforme os mesmos autores, existe uma concordância entre os difusores e os pesquisadores que estabelece que uma planta ótima para ensilagem é aquela que possuí uma grande quantidade de grãos na silagem, e que apresente fibras de fácil digestão e evidentemente com alta produtividade de massa.

Um dos principais insumos é a semente, ela carrega várias tecnologias. E geralmente a cultivar escolhida é o fator que determina 50% da produtividade final. Com

isso, escolher o híbrido mais adequado para o plantio contribui de forma muito expressiva para o sucesso da lavoura (PEREIRA FILHO *et al.,* 2017).

Os cultivares de milho são classificadas em dois tipos fundamentais: híbridos e variedades, e se tratando de híbridos, eles podem ser simples, duplos ou triplos. Quando simples o híbrido é resultado final de duas linhagens puras, e é o apropriado para sistemas produtivos que empregam alta tecnologia, devido ao uso de grande potencial de produção.

2.5. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS E BROMATOLÓGICAS

Segundo Mittelmann *et al.,* (2005), indica que existe diferenças significativas entrea interação de híbridos e locais, o que sinaliza que híbridos de milho respondem de maneira diferenciada em distinta condições de ambiente. Por tanto o posicionamento decultivares de milho para a confecção de silagem na região sul do Brasil não deve ser generalizada.

Com certeza o primeiro aspecto que deve ser observado para escolha do híbrido é a sua adequação à região. (PEREIRA FILHO *et al.,* 2017).

O período mais adequado para o plantio é aquele em que a floração assimila com os dias mais longos do ano e a fase de enchimento de grãos com a estação de temperaturas mais altas, com bastante radiação solar. O período de plantio influencia em vários atributos da planta, e pode resultar em uma diminuição acentuada do número de espigas e também no rendimento dos grãos se implantada fora do zoneamento agrícola (AGEITEC, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA

O experimento foi implantado no município de São Carlos/SC, situada na região Oeste do Estado de Santa Catarina. A altitude da área é de 260 metros em relação ao nível do mar, com latitude 27° 05’ 30’’S e longitude 53° 00’ 39’’.

3.1.1. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O clima da região é do tipo Cfa na classificação de Köeppen (MOTA, 1985).

As temperaturas máxima, média e mínima do ar (ºC) e precipitação durante o período do experimento foram registradas pela Estação Meteorológica do Cepaf-Epagri de Chapecó.

O solo da região caracteriza-se como LATOSSOLO Vermelho distrófico típico com textura argilosa, apresentando relevo pouco ondulado (EMBRAPA, 2013).

Foi realizada amostragem com pá de corte em cinco pontos aleatórios por repetição, em cada ponto foram coletadas amostras conforme instruções do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2004).

As análises de solos foram realizadas no Laboratório de Solos da Epagri-Cepaf de Chapecó, que seguem os métodos compilados por Tedesco *et al*., (1995).

3.2. DELINEAMENTO E ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Segundo Gil (1994) o delineamento de pesquisa é descrito como:

Quanto à abordagem: consiste em uma pesquisa quantitativa, pois considera que tudoé quantificável, o que significa traduzir números em informações as quais foram classificadas e analisadas;

Quanto ao enfoque: consiste em uma pesquisa explicativa, por identificar os fatores que determinam fenômenos, explicando o porquê das coisas;

Com relação aos procedimentos, consiste em uma pesquisa experimental: a qual determina um objeto de estudo, selecionam-se variáveis que influenciam, definem-se asformas de controle e de observações dos efeitos que as variáveis produzem no objeto.

3.3. TÉCNICAS DE COLETAS DE DADOS

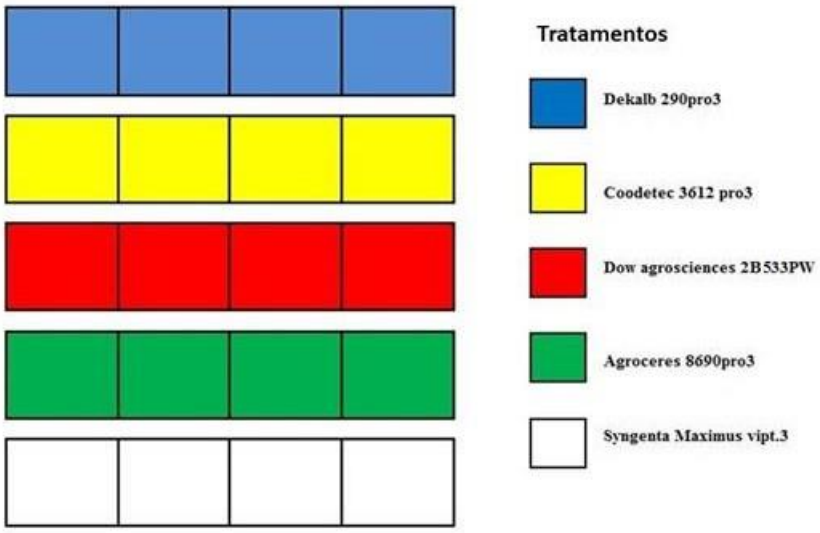
3.3.1. TRATAMENTOS E DELIMITAÇÃO EXPERIMENTAL

Os tratamentos da presente pesquisa foram:

- Tratamento 1: Dekalb 290 Pro 3®;
- Tratamento 2: Coodetec 3612PW®;
- Tratamento 3: Dow Agrosciensis 2B533PW®;
- Tratamento 4: Agroceres 8690 Pro 3®;
- Tratamento 5: Syngenta Maximus Vipt 3®.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso (DBC) arranjados em faixas com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas (Figura 01).

Figura 01 – Croqui do experimento (São Carlos/SC – Safra 2016/2017)



Fonte: elaborado pelos autores.

3.3.2. TRATOS CULTURAIS

A análise de solo foi feita somente na área total com agricultura de precisão incluindo a area do experimento, sem divisão de talhão pela uniformidade do terreno, e coletado a uma profundidade de 0-20 cm.

A semeadura do milho foi efetivada em 20 setembro de 2016, em sucessão a mistura forrageira aveia-preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), usada para pastejo do gado leiteiro a qual foi dessecada com herbicida a base de Glyfhosate (Roundup Original® 3,0 L ha^{-1}) e 5 dias após será realizada nova aplicação de herbicida Paraquate mais diuron (Gramocil® 2 L ha^{-1}), o espaçamento entre linha de 80 cm, com uma semeadoura a trator com sistema de hidráulico com 2 linhas, a quantidade de semente será de 72000 sementes por hectare para todos os híbridos de milho e/ou 5,76 sementes por metro linear.

A adubação de base usada foi de 250 kg por hectare de fertilizante formulado 11-52-00, adubação de pré-plantio 200 kg por hectare de cloreto de potássio 00-00-60, adubação de cobertura 350 kg por hectare do fertilizante nitrogenado 45-00-00, dividindo a aplicação de cobertura em duas aplicações entre os estádios fenológicos da

cultura do milho de V3 a V5. A limpa foi efetivada 20 dias após a semeadura da cultura com herbicida a base de Atrazina + Simazina (Primatop® 6 L ha^{-1}) e Herbicida Nicossulfuron (Accent® 50 g ha^{-1}).

3.3.3. VARIÁVEIS RESPOSTAS

No momento da ensilagem foi realizado o corte das parcelas. O peso de cada tratamento e o ensilamento das mesmas foi realizado com o auxílio de uma forrageira da marca JF, acoplado em trator. Coletada a amostra dos materiais para identificação de matéria seca foi usado o forno microondas para a avaliação da massa seca (LACERDA; FREITAS; SILVA, 2009).

A determinação da massa verde foi realizada no momento do ensilamento da cultura, onde foi coletada a forragem de planta inteira, efetivada no dia 10 de fevereiro de 2017. Foi descartado as fileiras externas e cortado as 3 faixas centrais da parcela, sendo que cada parcela possuía em um total de 4 metros.

Após ter realizado a medição e descarte das extremidades das parcelas, se realizou a contagem do número de plantas por parcela, e posteriormente foi cortado as3 fileiras centrais na extensão de 3 metros em 4 repetições.

Posteriormente a picagem dos híbridos e avaliação da matéria seca foi realizado o condicionamento dos materiais em silos experimentais de tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, a vedação dos silos foirealizada com tampas em PVC de acordo com o tamanho do tubo para evitar a entrada de ar, e garantir a fermentação anaeróbica, após 6 meses os mesmos foram abertos e as extremidades dos silos foram descartadas. Sendo assim, a parte central dos silos (cerca de 500 g) foi encaminhada para análise bromatológica.

No presente trabalho utilizou-se a planilha Milk 2006® (Fundação ABC, 2017), para estimar a produção de leite em litros por tonelada massa seca e/ou litros de leite por hectare. No momento da ensilagem foi realizado o corte das parcelas. O peso de cada tratamento e o ensilamento das mesmas foi realizado com o auxílio de uma forrageira da marca JF, acoplado em trator. Coletada a amostra dos materiais para identificaçãode matéria seca foi usado o forno microondas para a avaliação da massa seca (LACERDA; FREITAS; SILVA, 2009).

A determinação da massa verde foi realizada no momento do ensilamento da cultura, onde foi coletada a forragem de planta inteira, efetivada no dia 10 de fevereiro de 2017. Foi descartado as fileiras externas e cortado as 3 faixas centrais da parcela, sendo que cada parcela possuía em um total de 4 metros.

Após ter realizado a medição e descarte das extremidades das parcelas, se realizou a contagem do número de plantas por parcela, e posteriormente foi cortado as3 fileiras centrais na extensão de 3 metros em 4 repetições.

Posteriormente a picagem dos híbridos e avaliação da matéria seca foi realizado o condicionamento dos materiais em silos experimentais de tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, a vedação dos silos foirealizada com tampas em PVC de acordo com o tamanho do tubo para evitar a entrada de ar, e garantir a fermentação anaeróbica, após 6 meses os mesmos foram abertos e as extremidades dos silos foram descartadas. Sendo assim, a parte central dos silos (cerca de 500 g) foi encaminhada para análise bromatológica.

No presente trabalho utilizou-se a planilha Milk 2006® (Fundação ABC, 2017), para estimar a produção de leite em litros por tonelada massa seca e/ou litros de leite por hectare.

A Milk 2006® (Fundação ABC, 2017) é uma planilha desenvolvida pela universidade de Wisconsin para a avaliação de silagem de milho, que tem por objetivo estimar o potencial de determinado híbrido, quanto à produção de leite em litros por tonelada massa seca e/ou litros de leite por hectare.

A planilha utiliza como base as análises nutricionais do milho (bromatologia) e a produção de massa seca por hectare. As variáveis utilizadas para pontuação doshíbridos de milho destinados a confecção de silagem foram:

- teor de matéria seca (MS);
- proteína bruta (PB);
- fibra insolúvel em detergente ácido (FDA);
- fibra insolúvel em detergente neutro (FDN);
- nutrientes digestíveis totais (NDT);
- valor relativo nutricional (VRN);
- amido;

- potencial hidrogeniônico (pH);
- digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO);
- digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN);
- produção de leite estimada (kg T^{-1} MS), os quais constam nos Anexos A, B, C, D e E.

3.3.4. TÉCNICA DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Os dados coletados de produtividade e população foram submetidos à análise devariância pelo teste F e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p≤0,05) (FERREIRA, 2010). Para a determinação da estimativa da produção de leite através da análise bromatológica foi utilizada a metodologia proposta pela Fundação ABC (2017), através planilha Milk 2006®, com a utilização da estatística descritiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRODUTIVIDADE

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05), dos híbridos de milho silagem em relação à variável resposta produtividade (Tabela 01).

Tabela 01 – Produtividade do experimento produção estimada de leite em bovinos através da análise bromatológica de híbridos de milho para silagem (São Carlos/SC, Safra 2016/2017)

Híbridos de milho silagem	Produtividade (kg ha^{-1})
T5: Syngenta Maximus Vipt 3®	17312,00 b
T3: Dow Agrosciensis 2B533PW®	18855,75 ab
T4: Agroceres 8690 Pro 3®	21593,25 a
T1: Dekalb 290 Pro 3®	21934,00 a
T2: Coodetec 3612PW®	22232,75 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 01, pode ser observado que os tratamentos CD 3612®, DKB 290®, AG 8690® diferiram significativamente dos tratamentos SYN. MAXIMUS®. O tratamento DOW 2B533® é estatisticamente igual ao SYN. MAXIMUS® e aos demais, em relação à variável resposta produtividade. A média da produtividade entre todos os hibridos é de 20385,55 kg, uma produção considerada boa para a região de condução do

experimento. A diferença de média de produtividade do maior CD 3612® para com o menor o SYN. MAXIMUS® é de 4920,75 kg de massa seca ha^{-1}.

No mercado atual existe uma série de híbridos de milho destinados à confecção de silagem de planta inteira, sendo que o valor genético de cada material é fundamental para a interação com o ambiente e o clima de região de sua implantação. Sendo que os híbridos com melhor interação entre planta e ambiente foram o CD 3612®, DKB 290® e AG8690® na variável produção de massa seca (Tabela 1).

Segundo Oliveira *et al.*, (2003) constataram-se diferenças significativas para as fontes de variação de híbridos e locais, quanto ao potencial de produção de matéria seca, portanto existe interação significativa entre híbridos e locais de implantação. Souza (2013) relata à necessidade constante de avaliação individual de cada híbrido de milho existente no mercado para promover recomendação adequada à produção de silagem de planta inteira.

4.2. POPULAÇÃO FINAL DE PLANTAS

A análise de variância não revelou efeito significativo ($p>0,05$), dos híbridos de milho silagem em relação à variável resposta população final de plantas ha^{-1} (Tabela 02).

Tabela 02 – População final de plantas ha-1 do experimento produção estimada de leite em bovinos através da análise bromatológica de híbridos de milho para silagem (São Carlos/SC, Safra 2016/2017)

Híbridos de milho silagem	População final de plantas ha^{-1}
T5: Syngenta Maximus Vipt 3®	57192,00 a
T4: Agroceres 8690 Pro 3®	57291,25 a
T2: Coodetec 3612PW®	59734,75 a
T3: Dow Agrosciensis 2B533PW®	60414,25 a
T1: Dekalb 290 Pro 3®	63229,00 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p\leq0,05$).

Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 02 que a média de população por hectare entre todos os híbridos é de 59483 kg, uma população considerada abaixo do esperado para os materiais avaliados. A diferença de média de população do maior DKB 290® para com o menor o SYN. MAXIMUS® é de 6037 plantas por hectare ou cerca de 0,5 plantas a mesnos por metro linear. O que pode influenciar a baixa população de plantas por hectare final,

é o manejo com a cultura em função do ataque de pragas iniciais como o percevejo marrom (*Leptoglossus zonatus*) e a lagarta da rosca (*Agrotis ipsilon*). Outros fatores que merecem destaque são: à regulagem inicial da semeadora com escolha correta de população, discos e anéis e a dessecação antecipada da área com o uso de inseticidas.

A baixa população de plantas por hectare influencia a produtividade final dos híbridos e consequentemente a estimativa de potencial de determinado híbrido quanto à produção de leite em litros. Um importante aspecto na produção de milho destinado para a confecção de silagem é a densidade de semeadura. (AGEITEC, 2017).

4.3. PRODUÇÃO ESTIMADA DE LITROS DE LEITE POR HECTARE

Na Tabela 03 tem-se expressa a avaliação da qualidade do milho correlacionado com a massa seca, sendo estimado o potencial do híbrido quanto à produção de leite.

Tabela 03 – Produção estimada de leite do experimento produção estimada de leite em bovinos através daanálise bromatológica de híbridos de milho para silagem (São Carlos/SC, Safra 2016/2017)

Híbridos de milho silagem	**Produtividade (kg ha^{-1})**	**Leite Estimado (L ha^{-1})**
T1: Dekalb 290 Pro 3®	21930,00	31758,00
T2: Coodetec 3612PW®	22233,00	28470,00
T3: Dow Agrosciensis 2B533PW®	18856,00	23705,00
T4: Agroceres 8690 Pro 3®	21594,00	30893,00
T5: Syngenta Maximus Vipt 3®	17312,00	22060,00

Fonte: elaborado pelos autores.

Como pode ser visto na Tabela 03 a maior produtividade de massa seca não significa o maior potencial do híbrido de milho na variável estimativa de produção de leite por hectare. O hibrido com maior produção de massa seca é o CD 3612 Pro3® e o com maior estimativa de produção de leite é o DKB 290 Pro3®. A escolha de um híbrido de milho não pode ser somente fundamentada pelas características agronômicas, sendo que há uma variedade de cultivares disponíveis no mercado com uma grande variabilidade química e nutricional. Isso sinaliza para uma seleção de híbridos que conciliem alto valor nutritivo com alta produtividade de matéria seca por hectare (BATALHA, 2017).

A média da estimativa de produção de leite avaliando a qualidade do híbrido e a massa seca é de 27377 kg de leite por hectare, uma produtividade considerada boa para a região Oeste Catarinense (Tabela 03). Resultados demostrados por Silva e Oliveira e Sobrinho (2007), mostram a estimativa de potencial de híbridos de milho quanto à produção de leite em até 9000 kg por hectare naquele ano. O que pode ser observado é a evolução da produtividade e da qualidade dos híbridos ofertados hoje no mercado.

A diferença entre o híbrido que possui a melhor qualidade de silagem associado com a produtividade de massa seca pode ser observada na Tabela 03, o DKB 290 Pro3® para o com menor SYN. MAXIMUS VIP3® é de 9698 kg estimado por hectare de forragem produzida. O que pode ter causado essa diferença entre estimativa de produtividade é a produção de massa seca por hectare e as características nutricionais e químicas dos híbridos.

A constituição do grão de milho interfere diretamente na qualidade da silagem.Os híbridos de milho com grãos de textura dura tem menor digestibilidade que os híbridos de milho com textura mole. A confecção de silagem de boa qualidade precisa conter uma alta produção de toneladas de massa por hectare, e com alta participação de grãos mole e com baixa FDN (BALDE BRANCO, 2017).

4.4. PRODUÇÃO ESTIMADA DE LITROS DE LEITE POR TONELADA DE MASSA SECA

A avaliação da qualidade do milho, sendo estimado o potencial do híbrido (usando as análises bromatológicas), quanto à produção de leite por tonelada de massa seca produzida.

Pode ser observada a estimativa de produção de litros de leite por tonelada de massa seca de silagem, sendo que o hibrido de milho com maior estimativaprodução é o DKB 290 Pro3®, seguido por o AG 8690 Pro3®, CD 3612 Pro3®, SYN MAXIMUS VIP3® e DOW 2B533 PW®.

A diferença do hibrido de milho com maior estimativa de produção de leite para o com o menor estimativa é de 191 litros por tonelada de massa seca, considerando que a média de massa seca por ha entre os híbridos avaliados é de 27377, existe uma diferença de estimativa de produtividade de leite de 5229 kg, uma quantidade

considerada alta, isso sugere que a escolha do híbrido de milho para semear para confecção de silagem é de enorme importância.

Segundo Oliveira *et al*., (2011), o manejo de altura de corte da planta para confecção de silagem não substitui a escolha de híbridos de milho melhores para a produção de silagem de alta qualidade e produtividade, materiais com produtividade semelhantes apresentam diferenças no valor nutritivo e composição química.

A estimativa de produtividade de silagem de milho na safra 2016/2017 da fundação ABC, foi de 1547,6 kg de leite por tonelada de massa seca, das 426 amostras de silagem de milho avaliadas (FUNDAÇÃO ABC 2017).

Segundo Silva e Oliveira e Sobrinho (2007), a média de estimativa de produtividade dos híbridos de milho da região sul (6 locais de avaliação), na safra 2006/2007 foi de 582 kg de leite por T de massa seca.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos permitem concluir que na safra 2016/2017 a maior produtividade de massa seca não significa o maior potencial do híbridode milho na variável estimativa de produção de leite por hectare.

O hibrido com maior produção de massa seca é o CD 3612 Pro3®.

Os híbridos de milho com melhor qualidade química e nutricional são o DKB 290 Pro3® e AG 8690 Pro3®. As variedades CD 3612®, DKB 290®, AG 8690® diferiram significativamente dos tratamentos SYN. MAXIMUS®.

O híbrido de milho DOW 2B533® é estatisticamente igual ao SYN. MAXIMUS® e aos demais, em relação à produtividade, a qual girou em torno de 20385,55 kg, uma produção considerada boa para a região.

A diferença do hibrido de milho com maior estimativa de produção de leite para o com o menor estimativa é de 191 litros por tonelada de massa seca.

REFERÊNCIAS

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Milho para silagem**. Brasília: Embrapa AGEITEC, DF, 2017. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok 0pvo4k3j537ooi.html>. Acesso em: 18 nov. 2017.

BALDE BRANCO. **Como produzir silagem de milho com qualidade.** 2017. Disponívelem: <http://www.baldebranco.com.br/como-produzir-silagem-de-milho-com-qualidade/>.Acesso em: 18 nov. 2017.

BATALHA, C. D. A. **Escolha de híbridos para produção de silagem e resultados daV VITRINE PDPL-RV do milho.** 2017. Disponível em: <http://www.riber-kws.com/public/pdf/escolha_hibridos.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017.

BENASSI, A. C. *et al*., **Manual Técnico para a Cultura do Milho no Estado doEspírito Santo**. 7. ed. Vitória: Embrapa, 1996.

CARVALHO, D. de O. *et al*., **Sete passos para uma boa ensilagem de milho**. Brasília: Embrapa, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safrabrasileira de grãos**. Safra 2015/2016. Brasília, DF: CONAB, 2016.

CRUZ, G. M. da. **Produção e uso de silagens para alimentação de bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, SP, 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/13128/1/PROCIGMC 2000.000 38.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. de P. **478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/15**. Sete Lagoas:Embrapa Milho e Sorgo, MG, 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracteristicas Agronômicas dos Híbridos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, MG,2017.

EPAGRI-CEPAF. **Estação Meteorológica da Epagri-Cepaf** – 2017.

__. **Laboratório de Solos da Epagri-Cepaf** – 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG:UFLA, 2010.

FUNDAÇÃO ABC. Fundação ABC Pesquisa E Desenvolvimento Agropecuário. **8º Concurso de silagem de milho da Fundação ABC.** Castro: Fundação ABC, PR, 2016. Disponível em: <http://fundacaoabc.org/wp-content/uploads/2016/08/RelatorioConcurso2016.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOMES, M. de S. **Valor Genético de Linhagens de Milho na Produção eDigestibilidade da Silagem**. 2003. 135 p. Tese (Doutorado) – Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de micro-ondas e convencional. **Bioscience Journal**, V. 25,N. 3, P. 185-190, 2009.

MAGALHÃES, P. C. *et al*., **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo,MG, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Bovinos.** Brasília, DF: MAPA, 2016. Disponível em: http: <www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>. Acesso em: 28 set. 2016.

MIRANDA, J. E. C. de; RESENDE, H.; VALENTE, J. de O. **Plantio de Milho paraSilagem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, MG, 2002.

MITTELMANN, A. *et al.,* Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 684-690, Mai-Jun, 2005.

MOTA, F. S. da. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1985.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. **Valor nutritivo das pastagens tropicais.** Viçosa, SP, 2017.

OLIVEIRA, J. S. **Híbridos de milho para silagem**: as diferenças que fazem adiferença. 2007. Disponível em: <http://www.centraldapecuaria.com.br/artigos/visualiza.asp?artigo=16>. Acesso em: 25 set.2016.

OLIVEIRA, J. S. *et al.,* Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem na região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo,** Juiz deFora, v. 2, n. 1, p. 62-71, 2003.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. SeteLagoas: Embrapa Milho e Sorgo, MG, 2006.

PIONNER DU PONT. Pionner Sementes. **Análise bromatológica**. Santa Cruz do Sul: Pionner Du Pont, RS, 2017. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/silagem/analise-bromatologica>. Acessoem: 18 nov. 2017.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras.** Jaboticabal, SP, 1993.

SILVA E OLIVEIRA, J.; SOBRINHO, F. de S. **Avaliação de cultivares de milho para silagem**: resultados do ano agrícola 2006/2007. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo,MG, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65286/1/CT-93-Cultiv-milho- silagem.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Porto Alegre, 2004.

SOUZA, M. P. **Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem.** 2013. 49 F. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

TEDESCO, M. J. *et al.,* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre:UFRGS, 1995.

CAPÍTULO XVIII

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DO MILHO E SUAS CULTIVARES NO ESTADO DO PARÁ

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-18

Talles Oliveira Carvalho [1]
Victória Carolline do Moraes Gatti [2]
Claudete Rosa da Silva [3]
José Nilton da Silva [4]
Priscilla Andrade Silva [5]
Vicente Filho Alves Silva [6]

[1] Graduado em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[2] Graduanda do Curso em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[3] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[4] Professor Adjunto do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[5] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[6] Professor Adjunto do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

RESUMO

No contexto da agricultura, a escolha de uma cultivar adequada é de suma importância para o sucesso de um plantio, tendo em vista que no caso do milho, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final da cultura. O estado do Pará historicamente, não figura entre os grandes produtores de grãos do país, todavia, sabe-se que no estado são encontradas amplas áreas de solos com elevados potenciais agrícolas que quando manejados de forma adequada, devidamente corrigidos e fertilizados, utilizando uma cultivar adequada podem apresentar desempenho produtivo capaz de concorrer com outros polos produtores. Levando em conta o potencial produtivo da região para o cultivo dessa commodity e a escassez de recomendações disponíveis para produtores na literatura, para a cultura do milho no Estado do Pará.

Palavras-chave: Milho. Híbridos. Desempenho. cultivares.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado em todas as regiões do Brasil, encontrando-se, também, em mais de dois milhões de estabelecimentos de agropecuária, no qual é um produto de fundamental importância para o cenário da agricultura brasileira (CONTINI et al., 2019).

A cultura agrícola é considerada a maior do mundo, atingindo a incrível marca de produção de 1 bilhão de toneladas, sem contar, ainda, com seus mais diversos usos e aplicabilidades para o mercado mundial, com estimativa de mais de 3500 aplicações do cereal (CONTINI et al., 2019).

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, sendo que nos últimos anos a produtividade nacional da cultura tem crescido de forma considerável, devido à entre outros motivos, o uso de sementes melhoradas (SERAGUZI et al., 2016).

A escolha de uma cultivar adequada é de suma importância para o sucesso de um plantio, tendo em vista que de modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final do milho (CRUZ et al., 2015). Além disso, devido a grande quantidade de cultivares comerciais de milho existentes, da rapidez de suas substituições no mercado e de suas características agronômicas, profissionais e produtores precisam fazer a escolha correta de qual variedade é mais adequada à sua região, e para isso eles necessitam de informações (FARINELLI et al., 2003).

O estado do Pará historicamente, não figura entre os grandes produtores de grãos do país, todavia, sabe-se que no estado são encontradas amplas áreas de solos com elevados potenciais agrícolas que quando manejados de forma adequada, devidamente corrigidos e fertilizados, utilizando uma cultivar adequada podem apresentar desempenho produtivo capaz de concorrer com outros polos produtores (SOUZA et al., 2002).

O presente estudo tem como objetivo levantar uma revisão a respeito da importância da cultura do milho e o desempenho de suas diferentes cultivares no estado do Pará.

2. A CULTURA DO MILHO

O milho é a mais importante cultura com origem Americana e uma das plantas mais antigas do planeta, com evidências históricas de que ela seja cultivada há cerca de 5.000 anos, no qual foi levada para Europa pouco depois de seu descobrimento (EMBRAPA, 2011).

O cereal tem grande importância econômica devido suas diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, no

qual o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal no Brasil com destinação à essa finalidade de cerca de 60 a 80 % (NUNES, 2017). Todavia, o uso do milho na alimentação humana, também tem seu valor, sendo utilizado principalmente por seus derivados, ele constitui um fator importante de uso em regiões com baixa renda, espacialmente para agricultura familiar (NUNES, 2017).

O milho está entre os principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria, principalmente em função da quantidade e qualidade das reservas acumuladas nos grãos (ALVES et al., 2015).

Esta importante cultura é essencial para o avanço quantitativo e qualitativo do consumo de alimentos no Brasil e no mundo, que ocorre através da interação entre os diversos elos da cadeia produtiva. Nestes elos, encontram-se os produtores rurais, empreendedores e uma competitiva e moderna agroindústria. Desta forma, cabe ressaltar que a cultura do milho é de fundamental importância para o setor agropecuário, sendo uns dos principais insumos do complexo agroindustrial devido às suas diferentes aplicações, assumindo importante papel socioeconômico. Devido ao fato de o milho ter uma utilização bastante ampla e às crescentes demandas pelo cereal (BARROS; ALVES, 2015). A grande capacidade de produção do milho está relacionada à sua eficiência em conversão da energia radiante e, consequentemente, na maior produção de biomassa (FANCELLI, 2003; MAGALHÃES; SOUZA, 2011).

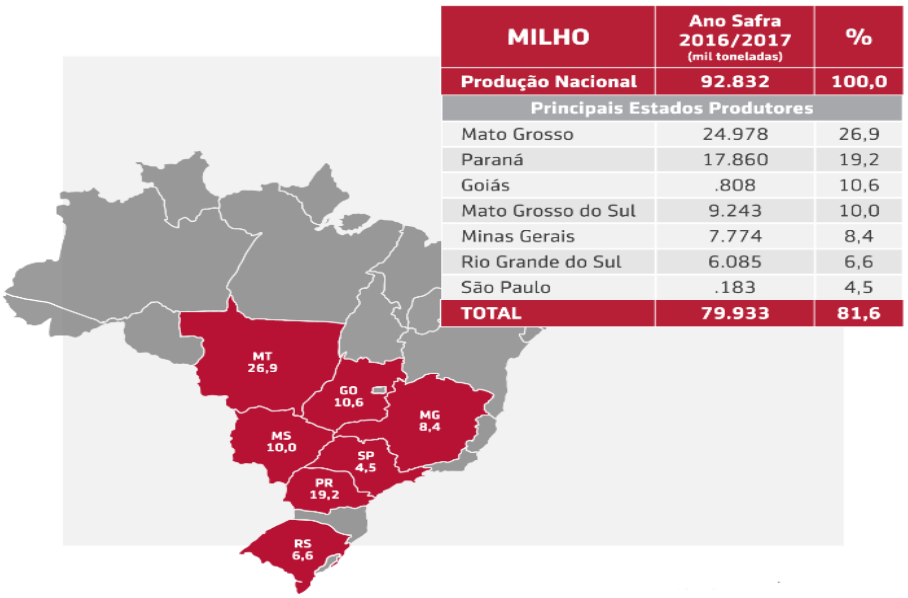
Em relação às temperaturas, são considerados, os limites mínimo, ótimos e máximos para o cultivo do milho 10 °C, de 25 a 30 °C e de 42 °C respectivamente. Para a produção sem o uso de irrigação, a cultura exige um mínimo de 350 a 500 mm de água (HUNGRIA, 2011). Atingindo sua máxima produtividade com um consumo de 500 e 800 mm de água durante o seu ciclo (ANDRADE; MIRANDA FILHO, 2008).

As principais formas de aquisição em domicílio ainda são as mesmas em todas as regiões brasileiras consumidoras de milho: milho em grão, o milho em espiga (ou o milho enlatado), o creme de milho, os flocos de milho, o fubá e o pão de milho (PAES, 2006).

A cadeia produtiva dessa cultura respondeu por 37% da produção nacional de grãos em 2012, e possui demanda crescente, tanto interna como externa, reforçando o grande potencial deste setor (CALDARELLI; BACHI, 2012, p.2). Segundo a Campo Grande

News (2016), os quatro maiores Estados produtores de milho do Brasil são: Mato Grosso, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul (Figura 1).

Figura 1 - Ranking dos Maiores Produtores de Milho do Brasil.



MILHO	Ano Safra 2016/2017 (mil toneladas)	%
Produção Nacional	92.832	100,0
Principais Estados Produtores		
Mato Grosso	24.978	26,9
Paraná	17.860	19,2
Goiás	.808	10,6
Mato Grosso do Sul	9.243	10,0
Minas Gerais	7.774	8,4
Rio Grande do Sul	6.085	6,6
São Paulo	.183	4,5
TOTAL	79.933	81,6

Fonte: Markel Seguros através de dados obtidos pela Conab, 2017.

Dados do governo evidenciam que se tratando da exportação de milho do Brasil, o país alcançou uma marca máxima histórica mensal em julho de 2019, com sonoros 6,317 milhões de toneladas, com a nação escoando uma enorme colheita (TERRA, 2019).

O estado do Pará apresenta na segunda safra 18/19 do milho, valores médios de área plantada de 97 mil/ha, com produção estimada em 3288 kg/ha, que quando comparados com polos produtores do país, mostram-se valores muito inferiores (CONAB, 2019).

3. CULTIVARES DO MILHO

As frequentes pesquisas científicas referentes a cultura do milho, certamente contribuíram no desenvolvimento do seu cultivo e influenciaram diversas técnicas de melhoramento genético vegetal que, inclusive, continuam apresentando muitos efeitos positivos na atualidade (BARBOSA, 2015).

Em conjunto com alguns outros fatores, a escolha da cultivar é certamente um dos principais componentes de manejo para que a cultura do milho apresente um bom

desempenho agronômico, elevando a probabilidade de que haja uma evolução de produtividade na cultura (FARINELLI et al., 2003).

Isto também é confirmado por Hanashiro, Mingotte e Fornasieri Filho (2013) que explicam que tanto a recomendação como o uso de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas de uma determinada região de cultivo é fator essencial para que o produtor obtenha altas produtividades no desenvolvimento da atividade agrícola naquele local.

Outro fator comprovado e importante é que uma das variáveis mais importantes na definição do rendimento final do milho é o tipo de cultivar utilizada (SANGOI et al., 2006).

Sabe-se que são encontrados no mercado, híbridos de milho com diferentes características fisiológicas que se adaptam melhor às condições de ambiente de diferentes regiões e que visam a atender as finalidades do agricultor de acordo com as características do meio em que ele se encontra (NASCIMENTO et al., 2011).

Os híbridos comerciais já existentes no mercado e recém-lançados pela pesquisa diferem entre si quanto a uma série de atributos tais como: produção de grãos, ao ciclo vegetativo, resistência a insetos e muitas outras características agronômicas (PEREIRA et al., 2013).

No ano de 2015, de acordo com dados obtidos diretamente das empresas produtoras de sementes de milho, para uso na safra 2015/16, foram disponibilizadas 477 cultivares de milho, sendo 284 cultivares transgênicas e 193 cultivares convencionais (CRUZ et al., 2015).

No ano de 2014, as cultivares de milho, em quase a sua totalidade, foram híbridos, com a produção de uma espiga por planta, sendo os plantios realizados em consideráveis densidades, com a estimativa de aproximadamente 60 mil plantas por hectare (GALVÃO et al., 2014).

As condições edafoclimáticas encontradas no Estado do Pará, de uma forma geral, não apresentam limitações ao desenvolvimento da cultura do milho, mas podem ser diferentes, de forma significativa, entre os municípios (SOUZA et al., 2002).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância econômica do milho no Brasil é muito significativa, no entanto, se tratando do estado do Pará, a produção ainda é muito baixa. A cultura do milho apresenta grande variedade de utilização e é um dos grãos mais exportados pelo país. Medidas importantes para um melhoramento no desenvolvimento dessa cultura estão ligadas ao melhoramento genético e a escolha do cultivar a partir da área proposta. O Pará não apresenta limitações para o cultivo do milho, todavia, deve-se levar em consideração as variedades climáticas e particularidades de cada região do estado que influenciam no comportamento e desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, C. B. M.; SILVA, L. P. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 45, n. 5, p. 884-891, 2015.

ANDRADE, J. A.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative variation in the tropical maize population, ESALQ-PB1. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 02, p. 174-182, 2008.

BARBOSA, N. C. Registro Nacional de Cultivares de Milho no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – **Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília**, Brasília, 2015.

BARROS, G. S. A. C.; ALVES, L. R. A. USP-ESALQ. **Visão Agrícola**. n. 13, Piracicaba –SP, Jul/ Dez 2015. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br visaoagricolasites/default/ files/Esalq-VA13-Milho.pdf> Acesso em: 08 março. 2021.

CALDARELLI C. E.; BACHI M. R. P. Fatores de Influência no Preço do Milho no Brasil. **Nova Economia**. Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 141-164, 2012.

CAMPO GRANDE NEWS. MS é o Terceiro no Ranking Nacional com maior produção de Milho em Grão. **Campo grande 22º**, 2016. Disponível em: < https://www.campograndenews.com.br/economia/ms-e-o-terceiro-no-ranking-nacional-com-maior-producao-de-milho-em-grao>. Acesso em: 29/10/20.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2018/2019. **Décimo segundo levantamento**. Disponível em: <www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 4/10/2020.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGUI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, L. V.; MENDES, S.M. Milho – Caracterização e Desafios Tecnológicos. **EMBRAPA.** 2019. Circular Técnica.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E.; SIMÃO, E. P. Quatrocentas e Setenta e Sete Cultivares de Milho Estão Disponíveis no Mercado de Sementes do Brasil para a Safra 2015/16. **EMBRAPA**. Sete Lagoas-MG, 2015. Circular Técnica.

EMBRAPA. Árvore do Conhecimento: Milho. **Agência Embrapa de informação tecnológica**. 2011. Disponível em:< agencia.cnptia.embrapa.br/ gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html#>. Acesso em: 18/07/20.

FANCELLI, A. L. Milho: Ambiente e produtividade. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO D. (Ed). Milho estratégias e manejo para alta produtividade. Piracicaba: LPV; ESALQ. Departamento de Produção Vegetal p. 174-197, 2003.

FARINELLI, R.; PENARIOL F. G.; BORDIN L; COICEV L.; FILHO D. Desempenho Agronômico de Milho nos Períodos de Safra e Safrinha. **Bragantia**. Campinas, v. 62, n. 2, p.235-241, 2003.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E.; NETO-FRITSCHE, R. Sete Décadas de Evolução do Sistema Produtivo da Cultura do Milho. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 819-828, 2014.

HANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho Fenológico, Morfológico e Agronômico de Cultivares de Milho em Jaboticabal-SP. **Científica.** Jaboticabal, v.41, n.2, p.226–234, 2013.

HUNGRIA, M.; **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*:** inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 20p.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. (2011). **Ecofisiologia**. Sistema de produção do milho. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milhoed/ecofisiologia.htm. Acesso em 06 de março 2021.

NASCIMENTO, E. S.; GILO, E. G.; TORRES, F. E.; SILVA JUNIOR, C. A.; OLIVEIRA, L. V. A.; LOURENÇÃO, A. S. Resposta de híbridos de milho a diferentes espaçamentos entre linhas. **Nucleus**. Ituverava-SP, v. 9, n. 2, p. 131-140, 2011.

NUNES J. L. S. Milho: Importância Econômica. **Agrolink.** 2017. Disponível em:< agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/importancia_361402.html>. Acesso em: 18/07/20.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **MAPA.** Sete Lagoas-MG, 2006. Circular Técnica.

PEREIRA, A. F.; NETO SILVA, S. P.; SOUZA, T. R.; GONSALVES, R. N. FREITAS, E. J. Avaliação de Híbridos de Milho em Safrinha, em Ipameri, GO, em 2013. In: MILHO SAFRINHA- XII SEMINÁRIO NACIONAL: Estabilidade e Produtividade. **Resumos...** Dourados-MS: Embrapa, 2013.

SANGOI, L.; SIVA, P. R. F.; SILVA, A. A.; ERNANI, P. R.; HORN, D.; STRIEDER, M. L.; SCHIMIT, A. SCHWEITZER, C. Desempenho Agronômico de Cultivares de Milho em Quatro Sistemas de Manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo.** Eldorado do Sul, v.5, n.2, p.218-231, 2006.

SERAGUZI, E. F.; LIMA, A. N. R.; ANSELMO, J. L.; ALVAREZ, R. C. F.; Desempenho de Híbridos de Milho na Região de Chapadão do Sul, MS. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. v. 10, n.4, p.12-14, 2016.

SOUZA, F. R. S.; RIBEIRO, P. H. E.; VELOSO, C. A. C.; CORRÊA, L. A. Produtividade e Estabilidade Fenotípica de Cultivares de Milho em Três Municípios do Estado do Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília-DF, v. 37, n. 9, p. 1269-1274, 2002.

TERRA. Exportação de milho do Brasil tem máxima histórica em julho; soja recua. 2019. Disponível em:<www.terra.com.br/economia/exportacao-de-milho-do-brasil-tem-maxima-historica-em-julho-soja-recua,806334fac671c59f577172da64002992woqt9xxp.html>. Acesso em: 4/20.

CAPÍTULO XIX

FENOLOGIA, BROMATOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE CICLOS DE HÍBRIDOS PARA MILHO SILAGEM

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-19

Maurício Balzan [1]
Caroline Olias [2]
Aline Vanessa Sauer [3]
Sandro Silva de Oliveira [4]
Leocemar de Andrade Bellé [5]
Cristiano Reschke Lajús [6]

[1] Engenheiro Agrônomo. Engenheiro Agrônomo. Egresso do Curso de Agronomia. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
[2] Acadêmica do Curso de Agronomia. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
[3] Doutora em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus Maringá. Coordenadora e Docente do Curso de Agronomia na UNOPAR - Universidade Pitágoras Unopar, Campus Bandeirantes.
4 Mestre em Ciências da Computação. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Florianópolis. Docente do Curso de Ciências da Computação na Unochapecó. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
5 Egresso do Curso de Agronomia. Discente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.
6 Doutor em Agronomia. Universidade de Passo Fundo (UPF), Campus Passo Fundo. Docente e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), Campus de Chapecó.

RESUMO

A escolha dos híbridos de milho para produção de silagem é feita geralmente com base em características agronômicas, como boa arquitetura foliar, boa janela de ensilagem, alta produtividade de grãos, alta produtividade de matéria seca, alta relação folhas/massa seca, resistência a pragas e doenças, entre outras. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a fenologia, bromatologia e a produtividade de ciclos de híbridos para milho silagem. Os tratamentos da presente pesquisa foram: Tratamento 1: 2B688PW®; Tratamento 2: 2A620PW®; Tratamento 3: 2B610PW®; Tratamento 4: 2A401PW®; Tratamento 5: 2B433PW®; Tratamento 6: 2B533PW®; Tratamento 7: 2A106HR® e Tratamento 8: DKB230PRO3®. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso (DBC) com 8 tratamentos e 3 repetições, totalizando 24 parcelas. As variáveis respostas analisadas foram: fenologia, bromatologia e produtividade. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos híbridos em relação às variáveis: fenologia, bromatologia e produtividade. Os híbridos que apresentam as melhores propriedades qualitativas (fenologia e bromatologia) são: 2A620PW®, 2A106HR®, 2B610PW®, 2B533PW® e DKB230PRO3®. Para as propriedades quantitativas (produtividade) destacam-se os híbridos citados para às propriedades qualitativas além dos híbridos: 2B688PW®, 2A401PW® e 2B433PW®.

Palavras-chave: Milho Silagem. Bromatologia. Produtividade.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das espécies forrageiras mais utilizadas para a produção de silagem em função do seu alto teor de energia, facilidade de mecanização no processo de ensilagem e alta produção de matéria seca (MS) por unidade de área, sendo, dentro da família das gramíneas, a espécie que apresenta a melhor silagem, podendo ser utilizada em qualquer época do ano com a mesma qualidade que a inicial (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

A produção leiteira no sul do Brasil caracteriza-se por ser, predominantemente, realizada em pequenas propriedades, onde 92% delas possuem menos de 50 hectares (IPARDES, 2009). Uma das principais dificuldades para esses produtores é a estacional idade da produção forrageira, existindo, assim, a necessidade de suplementação alimentar para o rebanho nas épocas de escassez (MELLO; NÖRNBERG; ROCHA, 2004).

A escolha dos híbridos de milho para produção de silagem é feita geralmente com base em características agronômicas, como boa arquitetura foliar, boa janela de ensilagem, alta produtividade de grãos, alta produtividade de matéria seca, alta relação folhas/massa seca, resistência a pragas e doenças, entre outras.

Com base nessas informações o produtor pode se sentir mais seguro ao escolher o híbrido, tendo a garantia de uma silagem de boa qualidade, o que refletirá diretamente na produtividade do seu rebanho e no retorno econômico do seu sistema de produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fenologia, bromatologia e a produtividade de ciclos de híbridos para milho silagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A CULTURA DO MILHO

O milho cientificamente denominado é uma planta pertencente à família Poaceae, considerada uma das mais importantes plantas comercial com origem na América, possivelmente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos, após seu descobrimento, considerado Cristovam Colombo seu difusor, o milho foi cultivado em jardins na Europa, onde descoberto o seu valor alimentício, passou a ser

plantado em escala comercial no mundo desde latitude 58º norte até 40º sul (Argentina), considerado o primeiro cereal a ser submetido a rápidas e importantes transformações tecnológicas em sua forma de cultivo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

O milho é uma gramínea anual pertencente ao grupo de plantas C4 possui ampla adaptação climática, tem sua máxima produtividade expressa em condições de temperatura elevadas e de alta radiação solar incidente além de suprimento hídrico adequado durante seu ciclo produtivo. A faixa de temperatura requerida para o desenvolvimento das plantas de milho situa-se entre 10 e 30ºC (KUNZ, 2005).

A cultura do milho é cultivada em todo território brasileiro, por ocupar a maior área cultivada proporcionando grande geração de emprego no setor rural (GALVÃO; MIRANDA, 2004).

2.2. ESTÁDIOS VEGETATIVOS

Com o aumento do nível tecnológico envolvido na produção de milho, adubação, defensivos, tratos culturais e híbridos, etc. Devemos entender a importância das fases críticas desta cultura, podendo-se planejar melhor a época de semeadura para os diferentes tipos de híbridos, assim como suas necessidades, maximizando o potencial produtivo (WEISMANN, 2008).

2.3. FENOLOGIA

A fase de Germinação e Emergência é uma das mais importantes para o sucesso de uma lavoura de milho, pois é nela que se determina o primeiro e um dos mais importantes fatores de rendimento, que é o número de plantas por hectare. (WEISMANN, 2008).

O estádio V3 é caracterizado pela planta ter 3 folhas verdadeiras ou desenvolvidas, acontecendo aproximadamente duas semanas após a emergência. Os estádios de V6 e V8, com seis a oito folhas desenvolvidas, conhecido como estádio do “cartucho”, em que o ponto de crescimento e o pendão já estão acima do nível do solo e o colmo está iniciando um período de alongamento. (WEISMANN, 2008).

Já os estádios de V6 e V8, todo nó da planta tem potencial para produzir uma espiga, exceto os últimos 6 a 8 nós abaixo do pendão. No estádio V12, inicia-se o período

que pode ser considerado o mais crítico para o rendimento, estendendo-se até o V17. O número de óvulos (grãos) em cada espiga (WEISMANN, 2008).

No estádio V15 a V17 representa a continuação do período de definição do rendimento. Desse ponto em diante, um novo estádio foliar ocorre a cada um ou dois dias. Estilos- estigmas ("cabelos") iniciam o crescimento nas espigas (WEISMANN, 2008).

Já o estádio V18, a planta encontra-se aproximadamente a uma semana do florescimento e a espiga continua com um desenvolvimento acelerado. Em caso de estresse hídrico, o desenvolvimento do óvulo e da espiga é mais afetado do que o desenvolvimento do pendão (WEISMANN, 2008).

2.4. ESTÁDIOS REPRODUTIVOS

O início do pendoamento VT, a emissão do pendão acontece dois a quatro dias antes da exposição dos "cabelos". De 10 a 12 dias após o aparecimento do pendão, cerca de 70% das espigas apresentam exposição dos cabelos. O Estádio R1 é considerado a fase de embonecamento e polinização acontece a partir do momento em que os estilos-estigmas estão para fora da espiga iniciando a fase de embonecamento. (WEISMANN, 2008).

O Estádio R2 os grãos apresentam-se brancos na aparência externa. O endosperma está com uma coloração clara, assim como o seu conteúdo, onde sua composição são açúcares. Já o estádio de R3 o grão apresenta aspecto leitoso, onde a planta define a densidade de grãos, há pouco acúmulo de matéria seca com cerca de 80% de umidade, inicia aproximadamente entre 12 e 15 dias após a polinização. (WEISMANN, 2008).

No estádio de R5 caracteriza-se pelo aparecimento de uma concavidade na parte superior do grão (dente), normalmente acontece aos 36 dias após o início da polinização. E por fim o No estádio de R6, considerado o estádio de maturação fisiológica, onde todos os grãos na espigaalcançam o máximo peso seco e vigor, ocorre cerca de 50 a 60 dias após a polinização (WEISMANN, 2008).

2.5. BROMATOLOGIA

O valor nutritivo das plantas é caracterizado pela sua composição bromatológica e a interação dessa composição com o consumo pelo animal.

A composição bromatológica é avaliada pelas seguintes frações de Matéria Seca que é a porção do alimento onde estão todos os nutrientes, a massa total descontadaa umidade. (DUPONT, 2016).

A Fibra detergente ácido (FDA) está contida no FDN porque representa as frações celulose e lignina. A lignina é fração não digestível da planta, que dá resistência ao caule. Quanto maior o teor de FDA menor a qualidade e a digestibilidade da silagem (DUPONT, 2016).

O ponto ideal de corte para silagem é quando a planta acumula a maior quantidade de matéria seca (MS) de melhor qualidade nutricional. Em geral, na este ponto se dá quando os grãos atingem o estádio de farináceo-duro, ou 50% da linha do leite, e a planta com teores de matéria seca variando entre 32% e 38%, dependendo do ciclo do híbrido (DUPONT, 2016).

A altura de corte deve ser de 25 a 30 cm do solo. Dessa maneira, evita-se o recolhimento de solo na colheita, reduzindo a presença de micro-organismos indesejáveis ao processo de ensilagem (contaminação) bem como o desgaste, da máquina forrageira (DUPONT, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA

O experimento foi implantado no município de Formosa do Sul/SC, na Linha Beira Rio, situada na região Oeste do Estado de Santa Catarina. A altitude da área éde 425 metros em relação ao nível do mar (marcado ponto com GPS). O período de execução do experimento foi de setembro de 2016 a fevereiro de 2017.

3.1.1. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O clima da região é do tipo Cfa na classificação de Köeppen (MOTA, 1985).

As temperaturas máxima, média e mínima do ar (ºC) e precipitação durante o período do experimento foram registradas pela Estação Meteorológica do Cepaf-Epagri de Chapecó.

O solo da região caracteriza-se como LATOSSOLO Vermelho distrófico típico com textura argilosa, apresentando relevo pouco ondulado (EMBRAPA, 2013).

Foi realizada amostragem com pá de corte em cinco pontos aleatórios por repetição, em cada ponto foram coletadas amostras conforme instruções do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2004).

As análises de solos foram realizadas no Laboratório de Solos da Epagri-Cepaf de Chapecó, que seguem os métodos compilados por Tedesco *et al*., (1995).

A coleta de amostras de solo é essencial para a avaliação correta das necessidades de corretivos e de fertilizantes, pois a análise química não pode corrigir as falhas na retirada da amostra (FLOSS, 2011).

3.2. ESTRATÉGIA E DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Gil (1994) o delineamento de pesquisa é descrito como:

- Quanto à abordagem: consiste em uma pesquisa quantitativa, pois considera que tudoé quantificável, o que significa traduzir números em informações as quais foram classificadas e analisadas;
- Quanto ao enfoque: consiste em uma pesquisa explicativa, por identificar os fatores que determinam fenômenos, explicando o porquê das coisas;

Com relação aos procedimentos, consiste em uma pesquisa experimental: a qual determina um objeto de estudo, selecionam-se variáveis que influenciam, definem-se asformas de controle e de observações dos efeitos que as variáveis produzem no objeto.

3.3. TÉCNICAS DE COLETAS DE DADOS

3.6.1. TRATAMENTOS E DELIMITAÇÃO EXPERIMENTAL

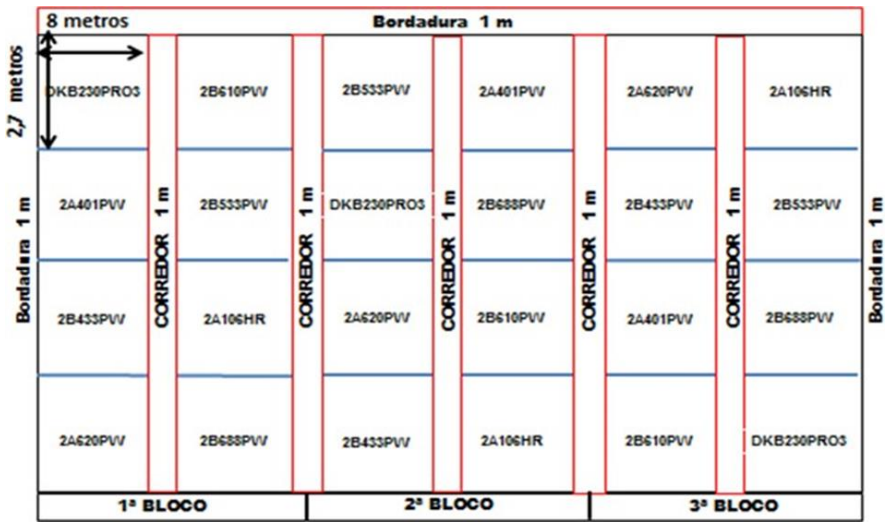
Os tratamentos da presente pesquisa foram:

- Tratamento 1: 2B688PW® - Hibrido triplo, ciclo precoce, finalidade silagem de planta inteira, época de plantio Agosto à Fevereiro, população 60 à 70 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);
- Tratamento 2: 2A620PW® - Híbrido simples, ciclo precoce, finalidade grão e silagem planta inteira, época de plantio Agosto à Novembro, população de 65 à 75 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);
- Tratamento 3: 2B610PW® – Híbrido simples, ciclo precoce, finalidade grão e silagem planta inteira, época de plantio Agosto à Novembro, população de 60 à 70 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);

- Tratamento 4: 2B533PW® – Híbrido simples modificado, ciclo precoce, finalidade grão e silagem planta inteiras, época de plantio Agosto à Janeiro, população de 60 à 70 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);
- Tratamento 5: 2B433PW® – Híbrido Triplo, ciclo Superprecoce, finalidade grão e silagem planta inteiras, época de plantio Agosto à Janeiro, população de 60 à 70 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);
- Tratamento 6: 2A401PW® – Híbrido Simples, ciclo Superprecoce, finalidade grão, época de plantio Agosto à Janeiro, população de 65 à 75 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);
- Tratamento 7: 2A106HR® – Híbrido Simples, ciclo Hiperprecoce, finalidade grão e silagem planta inteiras, época de plantio Agosto à Outubro, população de 60 à 70 mil plantas por hectare (DOW AGROSCIENCES, 2016);
- Tratamento 8: DKB230PRO3® – Híbrido Simples, ciclo Hiperprecoce, finalidade grão e silagem planta inteiras, época de plantio Agosto à Outubro, população de 65 à 75 mil plantas por hectare (DEKALB, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso (DBC) com 8 tratamentos e 3 repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas foram semeadas 6 linhas com espaçamento de 0,45 metros, 8 metros de comprimento. As avaliações foram feitas nos 8 metros centrais das 2 linhas centrais, sendo que asquatro linhas restantes serviram como bordadura (Figura 01).

Figura 01 – Croqui do experimento (Formosa do Sul/SC – Safra 2016/2017)



Fonte: elaborado pelos autores.

3.6.2. TRATOS CULTURAIS

A cultura que antecede a implantação do experimento é de uma Poaceae Aveia-preta (*Avena strigosa*), sendo que na safra do ano 2015/2016 havia Soja (*Glycine max*).

A área do experimento foi dessecada no dia 27/08/2016, utilizado herbicida Glyphosate (Glifosato), não seletivo na dose de 2,5L/ha.

Foi realizada análise, química e física do solo, e recomendado uma dose de 350 kg/ha na formulação 09-24-13, NPK.

Com a utilização de estacas de madeira e corda foi delimitado perímetro das parcelas. A adubação na linha (de base) foi realizada com auxílio de trator e com semeadora da marca "Vence Tudo" de 5 linhas e distanciadas entre si a 0,45 m.

A semeadura foi realizada no dia 20/09/2016, de forma manual com auxílio de semeadora conhecida como "matraca" com a finalidade de controlar a densidade e distribuição das sementes.

A população de plantas utilizada foi de 70.000 plantas por hectare, utilizando-se 3,15 sementes por metro linear na profundidade de 2 a 3 cm.

Foi realizado no estádio V2-V3 a fim de uniformizar e respeitar a densidade de plantas por área.

Na semeadura utilizou-se duas sementes por cova e o critério utilizado foi a escolha da planta mais vigorosa.

Em relação aos diferentes doses de N, a adubação foi realizada na base de forma "tratorizada" e em cobertura de forma "tratorizada", nas respectivas doses referente ao nutriente nitrogênio (N), sendo 63 KG/ha na base e 300 KG em duas aplicações em cobertura, sendo a primeira dose em estádio V3-V4, 150 KG/ha e a segunda dose em estádio V6-V8, sendo 150 KG/ha, para uma expectativa de rendimento de 10 toneladas por hectare. Foi dividido em duas aplicações, sendo a primeira realizada no dia 21/10/2016, e a segunda aplicação foi realizada no dia 05/11/2016, entre os estádios fenológicos V6-V7. A fonte de N utilizada foi à ureia Super N (42-00-00).

Os tratos fitossanitários foram efetuados conforme exigências da cultura com monitoramento e observação constante da área do experimento, houve a necessidade de aplicação de inseticida: Neonicotinóide (Imidacloprido) e Piretróide (Beta-ciflutrina)

(Connect) para o controle de Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e Percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*), em estádios VE-V2 da planta.

Os híbridos sendo de biotecnologia PW, HR e VTPRO3, sendo as Biotecnologias PW e VTPRO3, apresentaram eficiência maior em controle de pragas mastigadoras. Os demais tratos culturais foram: os híbridos utilizados possuem o gene RR, portanto houve aplicação de herbicida Glyphosate (Glifosato), não seletivo na dosagem de 2,5L/ha no estádio V3. Houve ocorrência de ataque de Lagartas (*Spodoptera frugiperda*), no estádio V3, a fim de diminuir densidade da parcela, ocorreu nos híbridos 2A106HR e DKB230VTPRO3.

A colheita foi realizada de forma manual e moagem com uma forrageira fixa e motor a diesel, marca Nogueira no município de Formosa do Sul/SC.

3.6.3. VARIÁVEIS RESPOSTAS

Nos diferentes tratamentos as referidas variáveis foram avaliadas, do dia da semeadura ao ponto de colheita, sendo determinadas no dia da colheita:

- Dias da semeadura ao ponto Silagem dos diferentes ciclos;
- Dias de Janela de corte.

A bromatologia das amostras de silagem foi avaliada através das seguintes frações: Proteína Bruta (PB), Matéria Seca (MS), Fibra Detergentes Ácidos (FDA), Fibra Detergentes Neutros (FDN) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT).

As plantas da área útil foram colhidas a 20 cm do solo e trilhadas, de posse dos dados (kg/parcela), foram efetuados os cálculos para estimar a produção em kg ha^{-1}.

3.7. TÉCNICA DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

3.8.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FENOLOGIA

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05), dos tratamentos em relação aos dias da semeadura ao ponto de silagem e janela de corte (Tabelas 02 e 03).

Tabela 02 – Dias da semeadura ao ponto de silagem do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridos para milho silagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

	----------(Dias)----------
DKB230PRO3	118 d
2A106HR	118 d
2B533PW	122 c
2B433PW	122 c
2A401PW	122 c
2B610PW	124 b
2A620PW	124 b
2B688PW	125 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).
Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 02 que o tratamento 2B688PW® diferiu dos demais tratamentos estatisticamente em relação ao número de dias da semeadura ao ponto de silagem, por apresentar características genéticas diferentes, com bom período de (Tabela 03), sabugo grosso e perca de umidade mais lenta. Já a época de colheita variou até 125 dias após a semeadura, em função do híbrido escolhido ou fatores climáticos ocorridos, pois a determinação do ponto de corte para a silagem se deu em função do teor de matéria seca acumulada na planta.

Tabela 03 – Janela de corte do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridospara milho silagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Tratamentos	Janela de Corte
	----------(Dias)----------
DKB230PRO3	5,00 e
2A106HR	5,00 e
2A401PW	7,00 d
2B533PW	10,00 c
2B433PW	10,00 c
2A620PW	12,00 b
2B610PW	12,00 b
2B688PW	15,00 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Em uma safra 2016/2017 com condições climáticas favoráveis (Figura 03), os híbridos apresentaram sanidade foliar (*Stay Green*) satisfatória e expressaram o seu potenciail produtivos.

Na Tabela 03 observa-se que o tratamento 2B688PW diferiu estatisticamente dos demais em relação à janela de corte.

Com relação à janela de corte (período ideal em que a lavoura de milho se encontra no momento do corte para silagem), quanto maior sua duração, melhor, pois, uma lenta velocidade na maturação dos grãos significa uma boa janela de corte (LIMA, *et al*., 2013).

4.2. BROMATOLOGIA

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05), dos tratamentos em relação à proteína bruta (Tabela 04).

Tabela 04 – Proteína bruta do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridospara milho silagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Híbridos	Proteína Bruta
	----------(%)----------
2A620PW	8,50 a
2A106HR	8,50 a
2B610PW	8,30 ab
2B533PW	8,20 abc
2B433PW	8,10 bc
DKB230PRO3	8,10 bc
2A401PW	7,90 cd
2B688PW	7,30 d

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 04 que os tratamentos 2A620PW® e 2A106HR® diferiram dos demais tratamentos estatisticamente, com exceção dos tratamentos 2B610PW e 2B533PW, variando de 7,30 % à 8,5 % em relação à variável resposta proteína bruta. Onde Híbridos não tiveram diferenciação por ciclos, mas sim por características do hibrido.

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05) dos tratamentos em relação à variável matéria seca (Tabela 05).

Tabela 05 – Matéria seca do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridos para milho silagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Tratamentos	Matéria Seca
	----------(%)----------
2A620PW	35,50 h
2B610PW	37,00 g
2B433PW	37,80 f
2A106HR	38,80 e
DKB230PRO3	39,50 d
2A401PW	39,80 c
2B688PW	40,00 b
2B533PW	41,80 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 05 foi possível observar que, tratamento 2B533PW® diferiu dos demais tratamentos estatisticamente em relação à variável resposta matéria seca, onde o resultado se diferenciou não pelo ciclo de cada tratamento, ou produtividade, no entantopela característica genética e adaptação para silagem.

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05) dos tratamentos em relação à variável em relação ao FDA (Tabela 06).

Tabela 06 – FDA do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridos para milhosilagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Tratamentos	Fibra Detergente Acido
	----------(%)----------
2B533PW	18,80 a
2A106HR	19,00 b
DKB230PRO3	19,10 c
2A401PW	19,20 d
2B610PW	19,90 e
2B433PW	20,10 f
2B688PW	23,30 g
2A620PW	23,90 h

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 06 é possível observar que o tratamento 2B533PW® diferiu dos demais tratamentos estatisticamente em relação à variável resposta FDA, onde o mesmo está relacionado com a digestibilidade da forragem, pois é ela que contém a maior proporção de lignina, que é a fração da fibra indigestível, indicando assim, a quantidade de fibra que não é digestível.

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05) dos tratamentos em relação à variável FDN (Tabela 07).

Tabela 07 – FDN do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridos para milhosilagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Tratamentos	Fibra Detergente Neutro
	----------(%)----------
2A620PW	45,20 a
2B688PW	38,30 b
2B610PW	34,40 c
2B433PW	33,50 c
2B533PW	33,50 c
2A401PW	32,50 cd
2A106HR	30,80 d
DKB230PRO3	30,80 d

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Observou-se na Tabela 07 que o tratamento 2A620PW® diferiu dos demais tratamentos estatisticamente em relação à variável FDN, o mesmo indica a quantidade de fibra que há no volumoso. Portanto, quanto menor o seu valor, melhor será asilagem e maior será o consumo de massa seca, quanto mais digestível a FDN, maiores os teores de energia na silagem.

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05) dos tratamentos em relação à variável Nutrientes Digestíveis Totais (Tabela 08).

Tabela 08 – NDT do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridos para milhosilagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Tratamentos	Nutrientes Digestíveis Totais
	----------(%)----------
2B533PW	74,20 a
2A106HR	74,10 a
DKB230PRO3	74,10 a
2A401PW	73,90 b
2B610PW	73,40 c
2B433PW	73,20 d
2B688PW	70,70 e
2A620PW	70,30 f

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao analisar a Tabela 08, percebe-se que os tratamentos 2B533PW®, 2A106HR® e DKB230PRO3® diferiram dos demais tratamentos estatisticamente em relação à

variável NDT, os teores de NDT verificados no presente trabalho, confirmam a elevada qualidade das silagens produzidas, quanto maior o NDT maior a produção de leite.

Velho, Mühlbach e Nörnberg (2007) verificaram 69,4% de NDT para silagens de milho, consideradas silagens de elevado padrão de qualidade.

4.3.4.3 PRODUTIVIDADE

A análise de variância revelou efeito significativo (p≤0,05) dos tratamentos em relação à variável produtividade (Tabela 09).

Tabela 09 – Produtividade do experimento fenologia, bromatologia e produtividade de ciclos de híbridos para milho silagem (Formosa do Sul/SC, Safra 2016/2017)

Tratamentos	Produtividade	
	----------(kg ha^{-1})----------	
2A106HR	44579,00	b
2B433PW	55338,00	ab
2B610PW	56976,67	a
DKB230PRO3	57301,00	a
2A401PW	59564,67	a
2A620PW	60412,00	a
2B533PW	61745,00	a
2B688PW	63430,33	a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 09, que os tratamentos 2B688PW®, 2B533PW®, 2A620PW®, 2A401PW®, DKB230PRO3® e 2B610PW®, diferiram significativamente do tratamento 2A106HR®, o tratamento 2B433PW® é estatisticamente igual ao 2A106HR®e aos demais em relação à produtividade, possivelmente por serem híbridos de diferentes ciclos e diferentes produção de massa seca e de grãos.

A utilização de híbridos com ciclo precoce tende a produzir volume maior de silagem por hectare, quando são comparados com híbridos de diferentes ciclos, em razão de ter uma diferente estrutura de planta e área foliar (FLOS, 2011).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos permitem concluir que na safra 2016/2017 da cultura do milho ocorreram condições climáticas favoráveis (temperatura e precipitação), fazendo com que os híbridos para

silagem testados expressassem seus potenciais produtivos, garantindo propriedades qualitativas e quantitativas satisfatórias.

A diferença em dias de colheita de diferentes híbridos para silagem, não é significativa, quando comparada a diferença em dias de colheita para grão, como é percetível em milho Silagem Superprecoce x Precoce 3 à 4 dias, bem como para milho Grão Superprecoce x Precoce 25 à 30 dias.

Os híbridos que apresentam as melhores propriedades qualitativas (fenologia e bromatologia) são 2A620PW®, 2A106HR®, 2B610PW®, 2B533PW® variando de 7,30 % à 8,5 % em relação à variável resposta proteína bruta, onde os híbridos não tiveram diferenciação por ciclos, mas sim por características do mesmo. Além do híbrido DKB230PRO3® diferindo-se dos demais em relação à variável NDT, os teores de NDT verificados, confirmam a elevada qualidade das silagens produzidas, quanto maior o NDT maior a produção de leite.

Para as propriedades qualitativas além dos híbridos: 2B688PW®, 2A401PW® e 2B433PW®, possivelmente por serem híbridos de diferentes ciclos e diferentes produção de massa seca e de grãos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, S. L. *et al*., Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.

CRUZ, J. C. *et al*., **Cultivo do Milho**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

DUPONT. **Cultura do Milho**. Dupont Pionner: Milho – 2016. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/fenologia-do-milho>. Acesso em: 13 nov.2017.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília, EMBRAPA Solos, 2013. EPAGRI-CEPAF. **Estação Meteorológica da Epagri-Cepaf** – 2017.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Piracicaba:Livroceres, 2004.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG:UFLA, 2010.

FLOSS, E. L. **Agronegócio e Desenvolvimento**: "pontos de vista". 1. ed. Passo Fundo: Instituto de Ciências Agronômicas, 2013.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de Produção de Milho**. Viçosa: UFV,2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOMES, M. de S. *et al*., Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem. **Pesquisa agropecuáriaBrasileira**, Brasília, n. 9, v. 39, p. 870-885, 2004.

HENRIQUE, W.; ANDRADE, J. B.; SAMPAIO. A. A. M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. II. Composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, p. 379-381, 1998.

INSTITUTO Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social-**IPARDES**. Disponível em: http: <www.ipardes.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php> Acessoem: 13/11/2017.

JAREMTCHUK, A. R. *et al.,* Características agronômicas e bromatologicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.

KUNTZ, R. P. **Produtividade do milho em função do arranjo e da população de plantas no sistema de plantio direto na palha**. 2005, 115p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2005.

LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O. E. N. M.; CAMPOS NETO, O. Estádio de desenvolvimento do milho. Efeito sobre produção, composição da planta e qualidade da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 675-682, 1997.

LIMA, J. A. *et al.,* Soybean silage and sugarcane tops silage on lamb performance.Ciência Rural, v. 43, p.1478-1484, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Milho**. Brasília, DF: MAPA, 2011. Disponível em: <www.mapa.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, p. 87-95, 2004.

MOTA, F. S. da. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1985.

PHILIPPEAU, C., MICHALET DOREAU, B. Influence of maturity stage and genotype ofcorn on rate of ruminal starch degradation. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 1. p. 138. 1996.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos (métodos químicos ebiológicos)**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1532-1538, 2007.

WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. (Orgs). **A cultura do milho em Santa Catarina**. 1. ed. Florianópolis: Epagri, 2010.

ZOPOLLATTO, M. *et al*., Relações biométricas entre o estádio de maturação e a produtividade de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira deZootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 256-264, 2009.

CAPÍTULO XX

ANÁLISE SEMINAL E PÓS-SEMINAL DO PAU-PRETINHO (CENOSTIGMA TOCANTINUM DUCKE.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-20

Jéssica Costa dos Santos [1]
Juliana Wanessa Costa Barros [1]
Flavia Giseli Galvão Marinho [1]
Fernanda Yukari de Souza Sakuma [1]
Thais de Nazaré Oliveira Novais [1]
Francimary da Silva Carneiro [2]
Jefferson Salvador Lima Padilha da Silva [2]

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
[2] Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade-SEMAS-PA

RESUMO

O *Cenostigma tocantinum* Ducke é uma espécie distribuída geograficamente no norte do Brasil, objetivou-se verificar a eficiência de diferentes resíduos agroflorestais na produção de mudas da espécie, sob a ação de diferentes substratos. O experimento foi conduzido em viveiro da Universidade Federal Rural da Amazônia, localizado em Belém do Pará. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, totalizando 320 sementes, correspondendo a quatro tratamentos (T), com 80 sementes cada, formado de oito repetições de 10 sementes, onde (T0) terra preta; (T1) terra preta + substrato comercial em proporção 2:1; (T2) terra preta + resíduo castanha em proporção 2:1; (T3) terra preta + resíduo caroço açaí em proporção 2:1. As sementes iniciaram a germinação aos 3 dias após a data de semeadura. Os resultados encontrados no presente estudo apontam que todos os tratamentos foram eficientes, porém, nos paramentos avaliados a média do diâmetro do colo teve destaque o (T0), alturas das plantas (T1) e no número de folhas o (T2) teve maior influência. Foi comprovado que a incorporação desses resíduos agroflorestais nos substratos, pode diminuir o uso da terra preta e obter os mesmos resultados quanto aos aspectos de vigor da muda.

Palavras-chave: Produção de mudas. Germinação. Casca de castanha. Caroço de açaí.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Cenostigma tocantinum* Ducke pertence à família Fabaceae, é conhecido popularmente como pau-pretinho, mangirimbá, inharé e entre outros. A espécie tem um forte potencial para a arborizaçãourbana. O autor Sousa *et al*. (2008)

descreve que a espécie floresce o ano todo, com maior frequência no período de menor precipitação. Seu tronco chama a atenção, pela sua tortuosidade e presença de caneluraslongitudinais. Seu potencial também está ligado a ser uma árvore com sistema radicular pouco agressivo e tolerar solos ácidos.

Para a produção de mudas seja qualquer a finalidade e espécie, faz necessários procedimentos apropriados e a adesão de padrões técnicos na composição de substratos, que resultará na melhor qualidade das mudas, também na formação de plantas mais vigorosas, uniformes, mais fortes para o replantio, ou seja,mais resistentes às condições ambientais quando forem para o campo (CALDEIRA *et al*., 2012).

A Lei de Resíduos Sólidos (lei n° 12.305 de 2010) determina que a responsabilidade do descarte seja do próprio produtor/empresário. Os resíduos agroflorestais em grande maioria não são aproveitados e geralmente empilhados e jogados como lixo pelo produtor. Em Belém, o descarte dos resíduos do açaí é um problema. Como a responsabilidade pela destinação dos caroços é dos próprios batedores, na maioria das vezes é realizado nos canais, cursos d'água, causando sérios problemas de escoamento, além de contribuir para a atração de insetos e outros bichos. Causando graves consequências para a para a saúde e bem-estar da população.

O autor Soares *et al*. (2014) reconhecem em seu trabalho que pesquisadores do mundo inteiro, durante décadas buscam e desenvolvem pesquisas por novas alternativas de materiais que possam compor substratos para a produção de mudas. Os quais possam ser economicamente e ambientalmente corretos. A adição de materiais orgânicos na produção de mudas em viveiros florestais é comum, com o objetivo de adicionar e aprimorar os atributos em geral dos substratos. Mas de forma geral, as composições do substrato são pobres em nutrientes primordiais para o crescimento da planta nessa faseinicial (DELARMELINA *et al*., 2014, BANDEIRA *et al*.,2020).

Diante desse cenário, se faz necessário buscar novos componentes viáveis, que possam participar na formulação do substrato. A utilização de resíduos como da castanha e do açaí, diminui o custo e o impacto ambiental. Este trabalho objetivou verificar a eficiência de diferentes resíduos agroflorestais na produção de mudas da espécie importante para a arborização urbana, chamada de *Cenostigma tocatinum,* vulgarmente conhecida como pau-pretinho.

2. METODOLOGIA

O local de implantação do experimento foi no viveiro do Instituto de Ciências Agrarias, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Belém/PA. A preparação do trabalho é dividida em três fases: coleta de sementes, preparo do substrato e implantação do experimento. A coleta das sementes da espécie *Cenostigma tocantinum* Ducke foi realizada na UFRA, campus Belém/PA. Utilizando-se a ferramenta podão foram coletados ramos contendo os frutos, do tipo vagem, que protegem as sementes. Foi feito o beneficiamento das mesmas e a biometria da vagem e das sementes, sendo medidos com o auxíliode um paquímetro digital.

O preparo dos substratos teve início com a reunião dos quatro elementos que os compõe, sendo o caroço de açaí e casca de castanha, secos ao sol por três dias e triturados, os elementos tiveram procedência da Universidade Federal Rural da Amazônia. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com oito repetições, cada uma com dez indivíduos, totalizando trezentos e oitenta plantas. Foram usadas três composições de substrato (terra preta + Substrato comercial-T1 (2:1); terra preta + c de casca de castanha-T2 (2:1); terra preta + caroço de açaí-T3 (2:1)) e a terra preta como testemunha-T0. Como parâmetros de avaliação foram mensurados altura de planta (cm) com régua, diâmetro de caule abaixo do coleto (mm) com paquímetro digital e conferido o número de folhas por planta.

A manutenção e acompanhamento diário do experimento foram da seguinte maneira, regado todos os dias nos horários a partir de 16 horas, sendo retiradas as plantas invasoras para não influenciar no desenvolvimento das mudas e a verificação da germinação, sendo nesse caso considerada germinação a emergência do cotilédone. Sendo totalizado o período do experimento 37 dias. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% pelo Software Minitab 17, e os dados foram submetidos à análise de correlação entre todas as variáveis pelo software Microsoft Excel 2013.

3. RESULTADOS E DISCURSÃO

Foram mensurados comprimento, largura e espessura de 90 vagens de *Cenostigma tocantinum* Ducke, estes apresentaram média em comprimento de 11,5 cm,

mínimo de 7,6 cm e máximo de 14,4 cm; Emlargura apresentaram média de 2,09 cm e mínimo 1,52 cm e máximo 2,29 cm; Espessura média de 0,81 cm,mínimo 0,68 cm e máximo de 0,84 cm, valores aproximados foram encontrados por Silva (2007), onde o comprimento médio apresentaram cerca de 8,9 cm, mínimo de 6,5 cm e máximo 11,6 cm; para largura foramencontrados média de 2,2 cm, 1,6 cm mínimo e máximo de 2,7 cm; espessura média de 0,5 cm, mínimo de 0,3 cm e máximo de 0,8 cm.

Também foram mensurados dimensões de 200 sementes, onde apresentaram comprimento médio de 1,49 cm, mínimo 1,19 cm de e máximo 1,92 cm; e em largura apresentaram média de 1,34 cm, mínimo 1,02 cm e máximo de 1,72 cm. Segundo Silva (2007) em analise, as dimensões da semente do *Cenostigma tocantinum* apresentaram média de 1,5 cm e mínimo 1,2 cm e máximo 1,9 cm; e largura média de 1,4 cm, mínimo 1,0 cm e máximo 1,8 cm o que pode se observar aproximação entre os dados biométricos da sementeda espécie estudada.

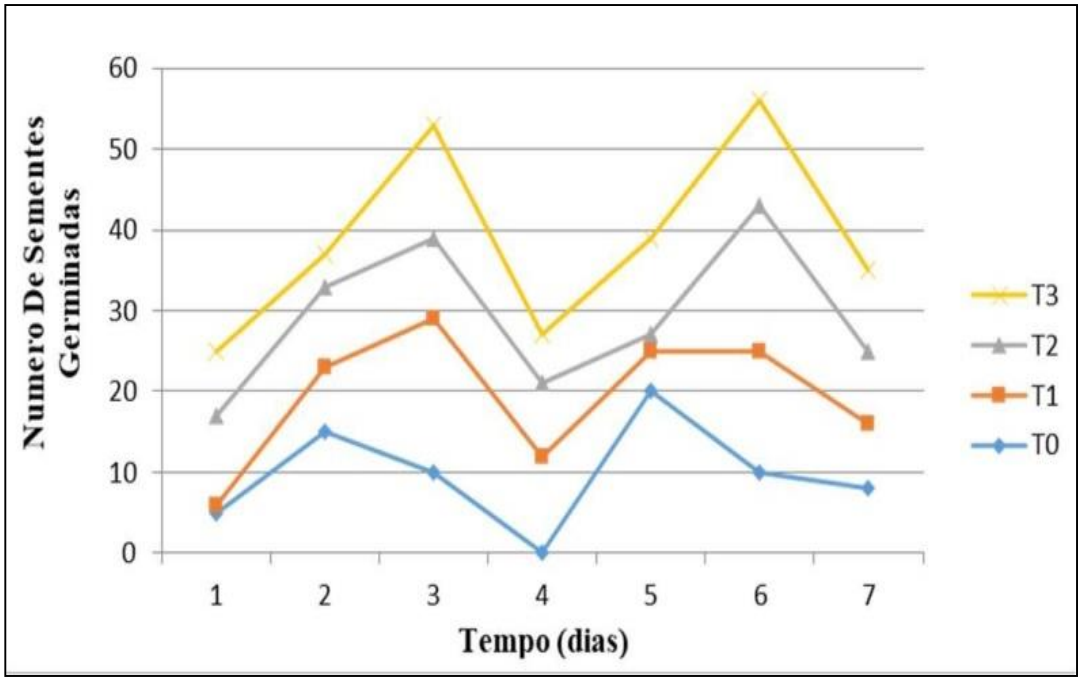
As sementes começaram a germinar três dias após a semeadura, prolongando-se por sete dias, comopode-se observar na figura 1. Nos diferentes tratamentos os valores de germinação positiva e negativa não tiveram diferença simbólica, podendo ser observado na tabela 1. O tratamento que mostrou um diferencial foi o T2, com uma média de 83,75, um pouco maior que os outros tratamentos. Não houve correlação significativa entre as variáveis medidas, entre altura da planta e o diâmetro do colo o coeficiente de correlação (R) foi de -3%, número de folhas e diâmetro do colo (R= -43%) e número de folhas com altura da planta de (R= 31%). Devido ao baixo grau de associação entre as variáveis, não se prosseguiu para o estudo de regressão.

Tabela 1: Avaliação de germinação de sementes de Cenostigma tocantinum submetidas a diferentes substratos.

Tratamentos	Germinação Positiva	Germinação Negativa	Total	Percentual de Germinação (%)	IVG %
T0	68	12	80	85	9,7143
T1	68	12	80	85	9,7143
T2	69	11	80	86,25	9,8571
T3	67	13	80	83,75	9,5714
Total	272	48	320	-	-

Fonte: Os autores.

Figura 1: Germinação de sementes de Cenostigma tocantinum submetidas a diferentes substratos (dados acumulados).



Fonte: Os autores.

Não houve diferença estatística significativa entre as variáveis e os tratamentos, todos os tratamentos mostraram-se eficientes no desenvolvimento das plantas. No entanto, mesmo havendo diferenças mínimas no crescimento do diâmetro do coleto, a testemunha (T0), apresentou uma maior média;enquanto o crescimento em altura da planta, o tratamento com terra preta + substrato comercial (T1), apresentou o maior resultado; e para o número de folha foi o tratamento T2 (tabela 1).

Soares *et al*. (2014), em seu trabalho concluiu que a casca de castanha apresentou os maiores valores na maioria das características avaliadas, como os teores totais de nitrogênio (N), Ca, K, P, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, propriedades químicas que ajudam no potencial deste material como substrato. Martins et al. (2014) testou a utilização de diferentes substratos comerciais em seu trabalho, tendo como o melhor resultado quanto aos valores de crescimento em altura e diâmetro do caule, a utilização do substrato Germina plant, o mesmo utilizado neste presente trabalho.

Outros trabalhos como de Elacher (2014), Maranho *et al*. (2013), Soares *et al.* (2014), não tiveram respostas significativas e promissoras com a utilização do caroço ou resíduos de açaí na produção dos substratos, neste trabalho o substrato do T3, foi o que

apresentou a menor média de todas as variáveis biométricas (tabela 2). No entanto, no trabalho de Farinas (2009), concluiu-se que o caroço do açaí se apresentou promissor quanto a sua utilização como fonte de biomassa para produção de enzimas celulases e hemicelulases, mas que estudos complementares para um ajuste dos parâmetros operacionais do processo fermentativo estariam sendo realizados visando a otimização da produção destas enzimas, de forma a contribuir para a cadeia produtiva de biocombustíveis e valoração da cadeia do açaí.

Tabela 2: Valores médios de crescimento em diâmetro do colo (DC), em altura da planta (AP) e número de folhas (NF)das mudas de pau-preto (*Cenostigma tocantinum* Duck.), submetidas a diferentes substratos.

TRATAMENTOS	DC	AP	NF
T0 (TESTEMUNHA)	2,2185 A	12,153 A	3,716 A
T1 (TERRA PRETA+ SUBSTRATO COMERCIAL)	2,1571 A	12,513 A	3,810 A
T2 (TERRA+CASTANHA)	2,0933 A	12,350 A	4,0172 A
T3 (TERRA PRETA+ AÇAÍ)	2,0552 A	12,106 A	3,700 A

Fonte: Os autores.

1 Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo critério estatístico de Tukey, a 5% deprobabilidade.

Portanto, como para esse trabalho não houve diferença estatística significativa entre as variáveis e os tratamentos, e todos os tratamentos se mostraram eficientes no desenvolvimento da espécie estudada, ainda que pequena a diferença o substrato que teve umas das melhores médias comparadas, levando em consideração o menor custo econômico e menor impacto ambiental que neste trabalho seria o tratamento 2 com a composição de terra preta e casca de castanha-do-Pará.

4. CONCLUSÕES

A espécie *Cenostigma tocantinum* Ducke se comportou de forma semelhante nos diferentes tratamentos. Verificou-se que a incorporação desses resíduos no substrato, diminuiu o uso da terra preta e obtiveram-se os mesmos resultados quanto aos aspectos de vigor da muda. As taxas de germinação por tratamento não diferiram muito entre si. Na análise das variáveis, não houve necessidade do estudo de regressão,

pois as correlações existentes foram abaixo de 50%. A composição de substrato mais recomendada seria a do T2.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA NETO, N. C.; COSTA NETO, O. M.; BARBOSA, M. F.; Carneiro, F. S.; NAZARÉ, J.V.S.P.; ROSÁRIO, R. R. **Análise comportamental de cultivares do feijão caupi com a utilização de diferentes substratos orgânicos**. Natural Resources, v. 10, p. 49-54, 2020.

CALDEIRA, M. V. W.; PERONI, L.; GOMES, D. R.; DELARMELINA, W. M.; TRAZZI, P. A.. **Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (Ateleia glazioveana Baill)**. Scientia Forestalis, v.40, n.93, p.15-22, 2012.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F.. **Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata***. Revista Floresta e Ambiente, v.21, n.2, p.224-233, 2014.

ELACHER, W. A.; OLIVEIRA, F. L. S. D. M. N.; QUARESMA, M. A. L.; CHRISTO, B. F.. **Caroço de açaí triturado fresco na formulação de substrato para a produção de mudas de hortaliças brássicas.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.10, n.18, p.2930, 2014.

FARINAS, C. S.; SANTOS, R. R. M.; NETO, V. B.; PESSOA, J. D. C.. **Aproveitamento do caroço do açaí como substrato para a produção de enzimas por fermentação em estado sólido.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009.

MARANHO, Á. S.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P.. **Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil.** Revista Árvore, Viçosa, v.37, n.5, p.913-921, 2013.

MARTINS, T. S.; SERRANO, L. A. L.; HAWERROTH, F. J., TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S.; FEITOSA, M. M.. **Produção de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76' em substratos comerciais fertilizados com adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12)**. In: SEMINÁRIO BAHIANO DE SOLOS, 3. Anais. Ilhéus, 2014.

SILVA, R. L.. **Fenologia em ambiente urbano, morfologia da semente e da plântula e germinação sob condições adversas de Cenostigma tocantinum Ducke.** Dissertação (Mestrado em Área de concentração de ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.

SOARES, I. D.; PAIVA, A. V.; MIRANDA, R. O. V.; MARANHO, DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F.. **Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*.** Revista Floresta e Ambiente, v.21, n.2, p.224-233, 2014.

ELACHER, W. A.; OLIVEIRA, F. L. S. D. M. N.; QUARESMA, M. A. L.; CHRISTO, B. F.**. Caroço de açaí triturado fresco na formulação de substrato para a produção de mudas de hortaliças brássicas.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.10, n.18, p.2930, 2014.

FARINAS, C. S.; SANTOS, R. R. M.; NETO, V. B.; PESSOA, J. D. C.. **Aproveitamento do caroço do açaí como substrato para a produção de enzimas por fermentação em estado sólido**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009.

MARANHO, Á. S.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P. **Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil**. Revista Árvore, Viçosa, v.37, n.5, p.913-921, 2013.

MARTINS, T. S.; SERRANO, L. A. L.; HAWERROTH, F. J., TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S.; FEITOSA, M. M.. **Produção de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76' em substratos comerciais fertilizados com adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12).** In: SEMINÁRIO BAHIANO DE SOLOS, 3. Anais. Ilhéus, 2014.

SILVA, R. L.. **Fenologia em ambiente urbano, morfologia da semente e da plântula e germinação sob condições adversas de Cenostigma tocantinum Ducke.** Dissertação (Mestrado em Área de concentração de ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.

SOARES, I. D.; PAIVA, A. V.; MIRANDA, R. O. V.; MARANHO, Á. S.. **Propriedades Físico-Químicas De Resíduos Agroflorestais Amazônicos Para Uso Como Substrato.** Nativa, Sinop, v.2, n.3, p.155-161, 2014. DOI: http://doi.org/10.14583/2318-7670.v02n03a05.

SOUSA, S. G. A.; MORAES, R. P.; GARCIA, L. C.. **Pau-pretinho (Cenostigma tocantinum Ducke) uma espécie com potencial para arborização urbana em Manaus/AM**. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 12; CONSERVAÇÃO E EXPANSÃO DOS ESPAÇOS VERDES: UM DESAFIO AO GERENCIAMENTO URBANO: PALESTRAS, RESUMOS E RELATOS DE EXPERIÊNCIAS. Anais. Manaus: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2008.

CAPÍTULO XXI

FIBRA ALIMENTAR: FONTES, CLASSIFICAÇÃO E EFEITOS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-21

Wellington dos Santos Melo [1]
Maria Rebeca Araújo Castro [2]
Igor Vinicius de Oliveira [3]
Clenes Cunha Lima [4]
Priscilla Andrade Silva [5]
Luiza Helena Meller da Silva [6]

[1] Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal do Pará – IFPA
[2] Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[3] Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA.
[4] Professora Assistente do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[5] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[6] Professora Associada da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Pará – UFPA.

RESUMO

Nas últimas décadas, pode-se verificar uma renovada e crescente importância em relação à fibra alimentar, como se pode verificar pela intensidade e diversificação da pesquisa científica nesta área. A fibra alimentar influencia o organismo de várias formas merecendo ênfase pela ação no metabolismo de carboidratos, gorduras e outros nutrientes, elas estão presentes na maioria das vezes nas dietas consumidas pelas populações e são, na maior parte, material das paredes celulares das plantas. A maior concentração de fibras é encontrada em farelos das películas externas de sementes e grãos, arroz integral e frutas. Devido os efeitos fisiológicos estarem relacionados às propriedades físico-químicas e funcionais das fibras dietéticas, as fibras alimentares desempenham um importante papel na saúde humana. Somado a isso, a fibra alimentar pode influenciar vários aspectos da digestão, absorção e metabolismo, entre eles: a diminuição do tempo de trânsito intestinal dos alimentos; o aumento da velocidade de absorção intestinal da glicose; a diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo e a diminuição do conteúdo de calorias ingeridas. Sendo assim, o objetivo deste artigo é fornecer informações sobre as fibras alimentares, seus diferentes efeitos, classificação e fontes.

Palavras-chave: Alimentos. Organismo. Fibras. Digestão.

1. INTRODUÇÃO

As fibras alimentares vêm despertando muito interesse de especialistas das áreas de nutrição e saúde, pois estas regularizam o funcionamento do intestino tornando-as essenciais para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento de

várias doenças. De acordo com Figueiredo (2009), o consumo de fibra alimentar reduz o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares. diabetes, hipertensão, obesidade, bem como algumas patologias gastrointestinais.

Segundo Alba et al (2010), a definição de fibra pode ser baseada em três critérios distintos: químico, botânico ou fisiológico. Resumidamente, no conceito químico, a fibra é, por definição, o resíduo obtido após o tratamento dos vegetais com ácido e álcali, sendo denominado de fibra crua. Os valores de fibra crua não expressam a quantidade total de fibras do alimento, pois correspondem à quantidade de fezes sólidas formadas a partir de produtos alimentares não digeridos ou não absorvidos. Por sua vez, o conceito botânico considera que a fibra vegetal está relacionada aos elementos fibrosos da parede vegetal ou da estrutura intercelular da planta. Já o conceito fisiológico foi formulado a partir da definição da American Association of Cereal Chemists (AACC) de que toda fibra alimentar necessariamente tem uma função fisiológica, independente da sua origem ou estrutura.

Fibra alimentar pode ser definida tanto pelas suas características fisiológicas como pela sua composição química, por isso sua definição exata não foi muito bem estabelecida. A fibra alimentar é constituída, principalmente, de polissacarídeos e substâncias associadas que quando são ingeridos não sofrem hidrólise, digestão e absorção no intestino delgado dos seres humanos (FIGUEIREDO et al., 2009).

A fibra alimentar, também denominada fibra dietética, é resistente à ação das enzimas digestivas humanas e é constituída de polímeros de carboidratos, com três ou mais unidades monoméricas, e mais a lignina – um polímero de fenilpropano (BERNAUD et al., 2013).

O objetivo deste artigo é fornecer informações sobre as fibras alimentares, seus diferentes efeitos, classificação e fontes

2. FIBRA ALIMENTAR

O conceito de fibra alimentar (FA) vem-se modificando à medida que ocorrem avanços nas metodologias de análise e nos estudos sobre o comportamento dos alimentos no trato digestivo de humanos (KANASHIRO-INABA, 2005).

Pourchet-Campos (1990) define fibra alimentar como o conjunto de componentes dos alimentos vegetais que resistem à hidrólise pelas enzimas endógenas do tubo digestivo. Tais resíduos alimentares, como não são digeridos, não possuem valor calórico, passam para as fezes, e são degradados no intestino grosso.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa (Resolução RDC n.40 de 21/03/2001) define FA como "qualquer material comestível, que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humanos e determinada segundo os métodos publicados pela AOAC em sua edição mais atual".

Mais recentemente, a *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2000) definiu fibra alimentar como a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias de plantas associadas. Fibra alimentar promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo efeito laxante, e/ou atenuação do colesterol e da glicose no sangue.

De acordo com Slavin (2003), pode ser definido como Fibra Alimentar Total a soma de todos os carboidratos não digeríveis e a lignina, que são intrínsecos e intactos nos vegetais, e os carboidratos não digeríveis e isolados, cujos efeitos fisiológicos são benéficos ao organismo humano.

3. PRINCIPAIS FONTES DE FIBRA ALIMENTAR

As fibras alimentares estão presentes na maioria das vezes nas dietas consumidas pelas populações e são, na maior parte, material das paredes celulares das plantas. São encontradas principalmente em vegetais, frutas e grãos integrais e podem, também, ser extraídas de sementes, algas marinhas e raízes tuberosas (JIMÉNES et al., 2000; MARLETT e CHEUNG, 1997).

Todos os alimentos de origem vegetal contribuem com o teor de fibras na dieta, porém sua importância varia de acordo com as concentrações presentes e a quantidade ingerida. A maior concentração de fibras é encontrada em farelos das películas externas de sementes e grãos, arroz integral e frutas. Há alternativas para complementação e balanceamento da dieta com fibras, nas quais são utilizadas fibras sintéticas e produtos à base de fibras, como biscoitos ricos em fibra alimentar e barra de cereais (MÁRQUES,

2008). Existem várias tabelas informando o tipo e teor de fibra contido em determinado tipo de alimento, assim como tabelas que informam em que tipo de alimento pode-se encontrar determinada fibra.

4. CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS

As fibras alimentares desempenham uma importante função na saúde humana (ANDERSON et al., 1994). Os efeitos fisiológicos estão relacionados às propriedades físico-químicas e funcionais das fibras dietéticas. É de amplo conhecimento que as fibras dietéticas, obtidas por diversos métodos e de distintas fontes, comportam-se diferentemente durante sua passagem pelo trato gastrointestinal, dependendo da sua composição química, das características físico-químicas e do processo que o alimento foi submetido (CHAU e HUANG, 2003; JIMÉNEZ et al., 2000).

As fibras alimentares são classificadas em fibras solúveis e fibras insolúveis (Tabela 1), com base nas suas propriedades físicas (capacidade de retenção, absorção, adsorção de água, capacidade de troca catiônica e absorção de moléculas orgânicas) e funções fisiológicas (GUERRA et al., 2004; CORRÊA, 2000; GUTKOSKI e PEDÓ, 2000). As fibras solúveis são compostas por polissacarídeos não amiláceos, tais como: pectina, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses; apresentam a tendência de formação de géis quando em contato com a água. São altamente fermentescíveis e tem alta viscosidade. A celulose, a lignina e grande parte das hemiceluloses são classificadas como fibras insolúveis. As fibras insolúveis são pouco fermentescíveis e não são viscosas (DE FRANCISCO et al., 2000).

Tabela 1 - Classificação das fibras

FIBRAS	Fibras Insolúveis (Não hidrossolúveis)	Ligninas Celulose Hemicelulose (maioria)
	Fibras solúveis (hidrossolúveis)	Hemicelulose (algumas) Pectinas Gomas Mucilagens

Fonte: Os autores.

Algumas substâncias, tais como inulina, frutooligossacarídeos, amido resistente e açúcares não absorvíveis, também apresentam características semelhantes às das fibras e recentemente foi proposto classificá-las como pertencentes a este mesmo grupo. Essas substâncias, normalmente presentes na dieta, também resistem à digestão pelas enzimas humanas, sendo fermentadas quase na totalidade no cólon (SLAVIN, 2003).

5. EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS FIBRAS

Antes da década de 70, as fibras alimentares não eram consideradas nutrientes e não era reconhecida sua importância para a manutenção da saúde. Passado mais de uma década e com o aumento do conhecimento científico, verificou-se seu valor nutricional e comprovado que sua deficiência pode ter efeitos adversos à saúde.

A presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse na área da saúde, já que têm sido relatados numerosos estudos que relacionam o papel da fibra alimentar com a prevenção de algumas doenças crônicas (ANDERSON et al., 2000 b). A fibra alimentar pode influenciar vários aspectos da digestão, absorção e metabolismo, entre eles: a) a diminuição do tempo de trânsito intestinal dos alimentos; b) aumento da velocidade de absorção intestinal da glicose; c) diminuição dos níveis de colesterol sangüíneo e d) diminuição do conteúdo de calorias ingeridas (CALIXTO, 1993).

Por outro lado, é importante também conhecer o tipo de fibra presente em cada alimento, pelo menos quanto a sua solubilidade em água, tendo em vista que embora haja efeitos fisiológicos relacionados com a fração fibras totais existem outros que têm sido mais relacionados com a fração solúvel da fibra (ANDERSON et al., 2000 a).

Quanto às fibras solúveis, vários estudos confirmam a sua ação favorável na redução dos níveis de colesterol sanguíneo. As propriedades das fibras solúveis devem-se principalmente à sua viscosidade que provoca redução da absorção de lipídeos e de colesterol do intestino delgado (BORDERÍAS et al., 2005). As fibras insolúveis são responsáveis pelo aumento do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito no intestino grosso e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida, diminuindo o risco de hemorróidas, diverticulites e câncer de cólon (MEHTA, 2005).

Essas propriedades, segundo Calixto (1993), fazem das fibras um adequado regulador intestinal. As fibras são ainda fatores de importância em regimes dietéticos para a prevenção ou tratamento de diabetes, pessoas com problemas de hipercolesterolemia e obesidade. Ao contrário, a falta de fibra na dieta pode ser relacionada com o desenvolvimento de câncer de cólon e outros distúrbios gastrointestinais.

6. POSSÍVEIS EFEITOS NEGATIVOS NO CONSUMO DE FIBRAS

A fibra alimentar pode diminuir a biodisponibilidade de minerais como o cálcio, ferro, magnésio e zinco, principalmente se estiverem associadas a fitatos (ácido fítico – ácido orgânico que contém fósforo), oxalatos (sais ou ésteres do ácido oxálico) e substâncias fenólicas. Esse efeito é mais acentuado com a utilização de fibras insolúveis, quando consumidas em grande quantidade. O consumo excessivo de fibra alimentar também pode ocasionar dor abdominal, meteorismo intestinal (aumento do volume de gás intestinal), flatulência e diarréia (KANASHIRO-INABA, 2005).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As fibras alimentares, além de influenciar de forma positiva vários aspectos relacionados a saúde humana, tendo em vista a prevenção ou tratamento de diabetes, também atua no combate a distúrbios gastrointestinais, podendo, dessa forma ser utilizada como um nutriente de alto valor nutricional.

REFERÊNCIAS

ALBA, V.D.; AZEVEDO, M.J.de. Papel das fibras alimentares sobre o controle glicêmico, perfil lipídico e pressão arterial em pacientes com diabetes melito tipo 2. **Rev. HCPA**, v. 30, n. 4, p. 363-371. 2009

ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; GUFTANSON, N. S. Health benefit and practical aspects of high-fibre diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 595, p.1242–1247, 1994.

ANDERSON, J.W.; HANNA, T. J.; PENG, X.; KRYSCIO, R. J. Whole grain foods and heart disease risk. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 19, p. 291-299, 2000 b.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists.** 10th ed. Saint Paul, Minnesota: AACC, 2000.

BERNAUD, F.S.R.; RODRIGUES, T.C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab**, 2013.

BORDERÍAS, A. J.; SÁNCHEZ-ALONSO, I.; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. **Trends in Food Science and Technology**, v.16, p. 458-465, 2005.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of Citrus sinensis L. Cv. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2615–2618, 2003.

CALIXTO, F.S. Fibra dietética de manzana: hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad. **Alimentaria**, Madrid, v. 4, n. 1, p. 57-61, 1993.

CORRÊA, A. D. Farinha de folhas de mandioca: efeitos de processamentos sobre alguns nutrientes e antinutrientes. 2000. 108 p. Tese (Doutorado Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

DE FRANCISCO, A.; DE SÁ, R. M.; SOARES, R. M. D.; VIEIRA, E. L**. Fibras alimentares: histórico, classificação e efeitos fisiológicos**. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO: HISTÓRIA, CIÊNCIA E ARTE, 2000, Florianopolis. Anais**…** Florianopolis: 2000.

FIGUEIREDO, S.M.de.; RESENDE, V.de. A.; DIAS,C.; RIBEIRO,L.D. Fibras alimentares: combinações de alimentos para atingir meta de consumo de fibra solúvel/dia. **Rev. e-scientia,** v.2, n.1, dezembro. 2009.

GUERRA, N. B.; DAVID, P.R. S. D.; MELO, D. D., VASCONCELOS, A. B. B.; GUERRA, M. R. M. Modificações do método gravimétrico não-enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Revista de Nutrição,** v. 17, n. 1, p. 45-52, 2004.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. São Paulo: Varela, 2000. 191 p.

JIMÉNEZ, A.; RODRÍGUEZ, R.; FERNÁNDEZ-CARO, I.; GUILLEN, R.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; HEREDIA, A. Dietary fibre content of table olives processed under different European styles: Study of physicochemical characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1903–1908, 2000.

KANASHIRO-INABA, M. Fibras na Alimentação infantil. **Revista Médica Minas Gerais**, v. 15, n. 2, p. S295-S300, 2005.

MARLETT, J. A.; CHEUNG, T. F. Database and quick methods of assessing typical dietary fiber intakes using data for 228 commonly consumed foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 97, p. 1139-1148, 1997.

MÁRQUES, L. R. **Fibra terapêutica. Nutrição em pauta**. Nov. 2001. Disponível em http://www.nutricaoempauta.com.br/novo/51/entrevista1.html. Acesso em 12 de jan. 2021.

MEHTA, R. S. Dietary fiber benefits. **Cereal Foods World**, v. 50, n. 2, p. 66-71, 2005.

POURCHET-CAMPOS, M.A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos. **Alimentos e Nutrição,** São Paulo, v. 2, n. 1, p. 53-63, 1990.

SLAVIN, J. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, p. 287-291, 2003.

CAPÍTULO XXII

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA EM GELÉIAS COM ADIÇÃO DE FRUTAS EM SUA COMPOSIÇÃO

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-22

Francisco Raylan Sousa Barbosa [1]
Marilia Lima da Silva [2]
Maria Rebeca Araújo Castro [3]
Vanessa Christielle Silva de Sousa [4]
Fábio Israel Martins Carvalho [5]
Priscilla Andrade Silva [6]

[1] Graduando em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[2] Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[3] Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[4] Graduanda em Nutrição. Faculdade Master de Parauapebas – FAMAP
[5] Professor Adjunto do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[6] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as características físico-química de polpas de frutas utilizadas na formulação de geleia e comparar com os valores regulamentados para a indústria. O estudo foi elaborado através da análise dos resultados obtidos em 10 artigos científicos, publicados entre os anos de 2011 e 2020, e com alta relevância ao tema do trabalho. Os trabalhos selecionados foram: "Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo" (SOUZA et al., 2016); "Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*Annona crassiflora*)" (PINEDO et al., 2013); "Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá" (OLIVEIRA et al., 2014); "Alterações físico-químicas de geleias de melão e acerola durante o armazenamento" (PAIVA et al., 2015); "Aspectos físico-químicos de geleia de pitaia em comparação com geleias de outras frutas vermelhas" (OLIVEIRA et al., 2017); "Geleia de buriti (*Mauritia flexuosa*): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro" (GARCIA et al., 2017); "Avaliação química, colorimétrica e sensorial de geleias de amora-preta comercializadas na região sul" (MARROS et al., 2018); "Elaboração e caracterização de geleia probiótica mista de jabuticaba e acerola" (LEMOS et al., 2019); "Geleia Tradicional de Açaí e Cupuaçu: Caracterização Físico-Química e Perfil de Textura" (SOUSA et al., 2020); "Desenvolvimento e caracterização de doce e geleia de abacaxi 'pérola' com flor de camomila desidratada e canela em pau" (ROCHA et al., 2020). A partir dos resultados obtidos verificou-se como os aspectos físico-químico influenciam na formulação de geleia.

Palavras-chave: Caracterização físico-química. pH. Frutas.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de frutas, perdendo apenas para a China e Índia (IBRAF, 2008). As frutas são produzidas em todas as regiões do Brasil, de acordo suas especificidades regionais apresentam diversidade de sabores e aromas, com um elevado teor de compostos fitoterápicos e antioxidantes (OLIVEIRA *et al*., 2014)

As geleias agregam valores alternativos para o aproveitamento e consumo das frutas, são produtos produzidos da polpa da fruta com açúcar, pectina, ácido e outros ingredientes que permitem a conservação da geleia por um período prolongado, no processo da geleia tradicional, todos os ingredientes são misturados em proporções adequadas e na composição da geleia é aplicado um tratamento térmico para atingir o teor de sólidos solúveis totais desejados (OLIVEIRA *et al*., 2014), a fabricação de geleia agrega valores as frutas e cria inúmeras possibilidade de novos sabores.

Na produção de geleia pode ser usada uma ou mais espécie de frutas, de acordo com a utilização das frutas são definidas como simples ou mista, vários fatores contribuem para a produção de geleias no Brasil, a diversidade da produção de frutas tropicais, a valoração de mercado, a falta de cuidados na pós colheita dos frutos que influenciam a qualidade do produto, fazendo com que o mesmo tornem-se altamente perecíveis, deteriorando-se em poucos dias e ao destinar as frutas para a produção de geleias reduz a perda desses frutos (PAIVA *et al*., 2015)

Algumas pesquisas têm sido realizadas quanto ao desenvolvimento de geleias a partir de blends (misturas) de frutas, as quais proporcionam o aumento ou o equilíbrio entre nutrientes presentes na matéria-prima, seja vitamina C ou os demais compostos bioativos, logo, foram estudadas a produção de geleias de melancia e tamarindo (FERREIRA *et al*., 2011)

O desenvolvimento de novos produtos com elevadas proporções de frutas em suas formulações e com boas propriedades funcionais e nutricionais contribuem para diversificação de produtos no mercado, principalmente se os produtos apresentarem qualidade, praticidade e maior vida útil de prateleira. (FERREIRA *et al*., 2011)

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as características dos aspectos físico-químicos de polpas de frutas utilizadas na formulação de geleia e comparar com os valores regulamentados para a indústria alimentícia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A maior parte da produção de frutas no Brasil é destina a atender à demanda por frutas frescas, para consumo in natura e para atender a demanda do mercado externo, entretanto existe uma carência na produção de frutas para atender a demanda do mercado interno para a produção dos produtos processados, como conservas de frutas, sucos, geleias e doces (OLIVEIRA *et al.,* 2017),

A maioria das frutas são usadas para produzir geleia, mesmo aquelas que apresentam baixo teor de pectina ou acidez, em buscado de novos mercados para o aproveitamento das frutas que não atendem um padrão de qualidade para consumo in natura, a agroindústria com o objetivo de reduzir as perdas desempenhou o papel de destinar as frutas para a produção de geleia (OLIVEIRA *et al.,* 2017)

Segundo a Resolução nº12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária as geleias de frutas são classificadas em comum e extra, estas são consideradas comum quando preparadas numa proporção de 40 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 60 partes de açúcar. E ainda classificadas em extra quando preparadas numa proporção de 50 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 50 partes de açúcar (BRASIL, 1978).

A inovação na indústria de alimentos é de suma importância para atrair consumidores, por isso, o desenvolvimento de produtos a partir da mistura de matérias-primas distintas. Esse tipo de produção pode ser utilizado na fabricação de néctares, sucos, doces e geleias e denomina-se de blend (SOUSA *et al*., 2020)

A utilização de blend na elaboração de geleias integram características de duas ou mais frutas e permitem a obtenção de produtos com maior valor nutricional e propriedades sensoriais agradáveis, agregando valor e destacando-se no mercado consumidor. Visando agregar valor às frutas nativas da região amazônica e possibilitar o empreendedorismo partido da abundância de frutas como o açaí e o cupuaçu na região norte, foi considerada a necessidade mercadológica destas polpas e inovação por meio de uma geleia mista (açaí e cupuaçu) (SOUSA *et al*., 2020).

O processamento de geleia é um empreendimento que reque baixo custo por exigir poucos equipamentos e traz como vantagens para o setor produtivo o aproveitamento de frutas impróprias para a comercialização in natura, em compota ou desidratada. Também permite o uso do excedente da produção.

3. METODOLOGIA

Este estudo foi elaborado através da consulta e análise dos resultados obtidos em 10 artigos científicos, publicados entre os anos de 2011 e 2020, cuidadosamente selecionados, e com alta relevância ao tema do estudo.

Os estudos selecionados e seus respectivos autores, foram: "Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo" (SOUZA et al., 2016); "Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*Annona crassiflora*)" (PINEDO et al., 2013); "Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá" (OLIVEIRA et al., 2014); "Alterações físico-químicas de geleias de melão e acerola durante o armazenamento" (PAIVA et al., 2015); "Aspectos físico-químicos de geleia de pitaia em comparação com geleias de outras frutas vermelhas" (OLIVEIRA et al., 2017); "Geleia de buriti (Mauritia flexuosa): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro" (GARCIA et al., 2017); "Avaliação química, colorimétrica e sensorial de geleias de amora-preta comercializadas na região sul" (MARROS et al., 2018); "Elaboração e caracterização de geleia prebiótica mista de jabuticaba e acerola" (LEMOS et al., 2019); "Geleia Tradicional de Açaí e Cupuaçu: Caracterização Físico-Química e Perfil de Textura" (SOUSA et al., 2020); "Desenvolvimento e caracterização de doce e geleia de abacaxi 'pérola' com flor de camomila desidratada e canela em pau" (ROCHA et al., 2020)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a caracterização físico-química de geleia de frutas utilizou-se 10 artigos para este estudo, como mostra os resultados obtidos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização físico-química de geleias de frutas avaliadas por diferentes autores.

Autores	Produtos	pH	Acidez Total Titulável (%)	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
Ferreira et al. 2011	Geleia de tamarindo	2,92-3,01	1,91	63,47
Pinedo et al. 2013	Geleia de araticum	3,19-4,60	1,07	66,75
Oliveira et al 2014	Geleia umbu-cajá	3,11	1,24	68,47
Paiva et al, 2015	Geleia de melão	3,25-3,45	17,55	69
Oliveira et al. 2017	Geleia de pitaia	3,33-5,42	0,13	68
Garcia et al. 2017	Geleia de butiti	3,64	0,6	62
Marros et al. 2018	Geleia de amora-preta	3,19-3,35	0,75	53,53
Lemos et al. 2019	Geleia de jabuticaba	2,87-3,03	1,09	6,87
Sousa et al, 2020	Geleia de açaí	3,2-4,87	0,13	62,2
Rocha et al. 2020	Geleia de abacaxi	3,25-3,40	0,89	74,67
Legislação	Resolução CNNPA nº 12, de 1978	3,0 e 3,4	0,30 g/100g	65>

Fonte: Ferreira et al., 2011, Pinedo et al., 2013, Oliveira et al., 2014, Paiva et al., 2015, Paiva et al., 2015, Oliveira et al., 2017, Garcia et al., 2017, Marros et al., 2018, Lemos et al., 2019, Sousa et al., 2020, Rocha et al., 2020.

O pH das duas geleias de tamarindo indica um valor característico de uma fruta muito ácida, não havendo necessidade de adição de acidulantes, implicando em menores custos para a empresa e do ponto de vista de segurança alimentar, produtos com pH inferior a 4,5 inibe a ação do *Clostridium botulinum*, microrganismo patogênico anaeróbio, causador do botulismo.

A geleia que mostrou maior conteúdo em ácido (1,91%) foi a sem pectina que pode ser confirmada pela análise de pH que também revelou valor mais ácido (2,92) (Tabela 1). A quantidade de sólidos solúveis totais da geleia com pectina foi de 65,11 ºBrix, indicando que a formulação realizada foi precisa, pois o valor encontrado está

dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução - CNNPA nº 12 que deve conter mínimo de 65ºBrix. Enquanto o produto obtido sem pectina apresentou resultado inferior ao desta resolução, 63,47ºBrix.

As geleias de araticum apresentaram os valores de pH e acidez se enquadram dentro dos valores apresentados por Granada et al. (2005) para a geleia light de abacaxi e por Nachtigall et al. (2004) para geleias light de amora-preta, segundo (PINEDO *et al*., 2013). O alto valor da relação ºBrix/acidez indica o alto grau de doçura da polpa, o que mostra a grande possibilidade do seu uso na fabricação de geleias e doces, as geleias apresentaram valores de sólidos solúveis de 66,75 % para a convencional e de 46,0 % e 37,5 % para a light (Tabela 1). A geleia convencional apresenta maior valor de sólidos solúveis devido à maior quantidade de sacarose utilizada na formulação e ao maior tempo de concentração.

A geleia de umbu-cajá, apresentou-se o pH dentro da faixa de 3,0 a 3,2 (Tabela 1) reportada por Freitas et al. (2008). Valores de pH abaixo ou acima dessa faixa diminuem a firmeza do produto final, sendo que com pH abaixo de 3,0 ocorre tendência a sinérese (JACKIX, 1988). Valores de pH dentro da faixa citada também foram encontrados em geleias de coco (CHAUHAN et al., 20, segundo (OLIVEIRA *et al*., 2014)

O teor de sólidos solúveis totais está semelhante ao de Chauhan et al. (2013) ao estudarem geleias de polpa de coco e Ndabikunze et al. (2011) ao desenvolverem geleias com polpa de Uapaca kirkiana. Os autores citados reportaram valores de sólidos solúveis dentro da faixa de 68,5 a 68,8 °Brix. A acidez total titulável (ATT) apresentou valor inferior a 0,8%, que é o valor máximo estipulado por Jackix 1988) em geleias de frutas (0,3 a 0,8%). De acordo com Freitas et al. (2008), a acidez excessiva pode causar desidratação e hidrólise da pectina, resultando em sinérese, (OLIVEIRA *et al*., 2014)

Nas geleias de melão verificaram-se interação significativa dos fatores tipos de geleias e tempo de armazenamento em todas as características avaliadas, os aumentos (no teor de sólidos solúveis e no pH) e as diminuições na acidez total titulável, foram diferentes nos tipos de geleias, em resposta ao período de armazenamento, o que explica o efeito da interação tipos de geleias x tempos de armazenamento (Tabela 1)

Resultados semelhantes a estes foram observados na avaliação de geleias simples e mistas de melancia (*Citrullus vulgaris* S.) e tamarindo (*Tamarindus indica* L.)

(FERREIRA et al., 2010). Não houve diferença entre geleias, quanto ao teor de sólidos solúveis totais (SST), na avaliação feita imediatamente após o preparo das geleias. Porém, após 30 dias de armazenamento, a geleia de melão apresentou o maior SST e a geleia de acerola, o menor. A mistura dos dois tipos de geleias apresentou SS intermediário. O teor de SST aumentou nos três tipos de geleias testados, após 30 dias de armazenamento. Outros autores (Selvamuthukumaran et al.,2007), (SAFDAR et al., 2012), (ASSIS et al., 2007), (MUHAMMAD et al., 2008) também verificaram aumento teor no de SS, com o armazenamento das geleias. Entretanto, (ARÉVALO-PINEDO et al.,2013) observaram que o teor de SS permaneceu constante com o armazenamento nas geleias de araticum (*Araticum crassiflora* Mart.) A acidez dos três tipos de geleias, medida pelo pH, aumentou com o aumento no período de armazenamento, de acordo com (PAIVA et al., 2015)

A geleia de pitaia foi a que apresentou maior valor de pH (Tabela 1), tendendo ao básico e a de uva comercial o menor valor, mais ácido. O inverso ocorreu com os valores de acidez para estas geleias, Lima et al. (2013) encontrou valores de pH variando de 4,83 a 5,67 para pitaias comerciais adquiridas em mercados da região de Brasília-DF, estando estas frutas classificadas como frutos pouco ácidos. (OLIVEITA *et al*., 2017)

Em relação aos sólidos solúveis, pode-se observar que não houve diferença significativa entre as geleias de pitaia e framboesa, as quais diferiram significativamente das outras geleias analisadas. A Resolução CNNPA n. 12, de 1978 da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) preconiza um valor mínimo de 62% p/p (BRASIL, 1978), assim todas as geleias avaliadas encontraram-se dentro deste limite. Os sólidos solúveis refletem, dentre outros fatores, os níveis de açúcares presentes. (OLIVEITA *et al*., 2017)

A geleia de butiti o teor de sólidos solúveis apresentou-se dentro dos padrões aceitáveis da legislação brasileira, que estabelece valores entre 62 °Brix e 65 °Brix, para geleia de frutos. De acordo com Lopes (2007), o pH ótimo para formação de gel é de 3,0 a 3,2, sendo que, em valores acima de 3,4, pode não ocorrer geleificação. No presente trabalho, foram encontrados valores superiores de pH (Tabela 1), porém este valor não alterou a estrutura do gel. Carneiro et al. (2015), ao elaborarem geleia de physalis, observaram que, mesmo com altos valores de pH (4,35), o produto apresentou textura e cor características de geleia, possibilitando aceitação do produto.

Os valores de acidez total titulável encontrados na geleia de buriti estão de acordo com Torrezan (1998), que afirma que a acidez total da geleia deve estar entre 0,5 e 0,8%, pois, acima de 1%, pode ocorrer sinérese. Hansen (2011) elaborou geleia de mangaba e observou redução da acidez total titulável durante 90 dias de armazenamento, de 0,76% para 0,72%. Conforme Oliveira et al. (2013), a acidez fornece uma informação valiosa do estado de conservação do alimento, pois, quando este entra em processo de decomposição, a concentração de íons de hidrogênio apresenta-se quase sempre alterada, segundo (GARCIA *et al*. 2017)

Na geleia de amora preta para os sólidos solúveis totais e acidez total titulável, as geleias de amora-preta não apresentaram diferença significativa. Mota (2006) ao caracterizar diferentes formulações de geleia de amora-preta, observou SST na faixa de 47,15 a 58,03 °Brix (Tabela 1), estando na faixa de valores obtidas neste estudo. Quanto ao pH, a geleia de amora-preta com pimenta apresentou valor médio de 3,19 e a geleia de amora-preta de 3,35. De acordo com Mota (2006), foi constatado pH para a mesma espécie na faixa de 3,2 a 3,4 (MARROS *et al*., 2018)

Cabe ainda ressaltar que o pH tem um papel importante na conservação das geleias e doces de frutas, pois devem apresentar um pH inferior a 4,5, característica capaz de reduzir consideravelmente a quantidade de micro-organismos deterioradores e causadores de doenças e, consequentemente, aumentar o tempo de prateleira desses produtos (SOLER et al., 1991; GAVA; SILVA; FRIAS, 2008). Em relação à acidez total titulável, os produtos não apresentaram diferença significativa entre si. As geleias de amora-preta com pimenta e de amora-preta apresentaram valores médios de ATT na faixa de 0,71 e 0,75% (MARROS *et al*., 2018)

Na geleia de jabuticaba as Formulações F2 e F3 não diferiram estatisticamente entre si quanto aos parâmetros pH e acidez. Reis et al. (2017), ao avaliarem o pH de acerola, obtiveram valor de 3,47, que se mostra superior às formulações de blends e polpas puras analisadas neste trabalho. O teor de acidez da polpa de jabuticaba (1,32%) indicou valor superior ao da polpa de acerola (1,14%) (LEMOS *et al*., 2019)

Provavelmente, essa diferença ocorreu porque a acerola está no estágio de maturação mais avançado que o da jabuticaba, pois, nesse estádio, sabores e odores específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura, com a redução da

acidez e da adstringência (Chitarra & Chitarra, 2005). Segundo Lima et al. (2011), a polpa e a casca da jabuticaba apresentam pH ácido, elevada quantidade de ácidos orgânicos, ácido cítrico, ácido succínico, ácido málico, ácido oxálico e ácido acético, em ordem decrescente quantitativa de ácido (LEMOS *et al*., 2019)

Deve-se considerar também que, no beneficiamento, quando as frutas passam pela despolpadeira, grande parte dos ácidos fica retida nas sementes e na película. Quanto aos SST, observou-se que à medida que se aumentou a quantidade de polpa de jabuticaba nas formulações, o valor do °Brix aumentou (6,87, 8,63 e 8,83 °Brix para F1, F2 e F3, respectivamente); (Tabela 1). Em polpa de jabuticaba analisada por Becker et al. (2015), foi verificado valor de 8,0 °Brix, inferior ao da polpa de jabuticaba do presente estudo. Frutas com maiores valores de SST favorecem a adição de menor quantidade de açúcar ao produto para atingir a concentração final (Lamounier et al., 2015); (LEMOS *et al*., 2019)

Para geleias de açaí estudadas foram obtidos os resultados de pH na faixa entre 3,2 a 4,7. Paiva et al. (2015) estudaram a geleia mista de acerola e melão do tipo comum e encontraram pH na faixa de 3,0, sendo este, um resultado inferior ao do estudo em questão. Santos et al. (2012) ao determinarem o pH em geleia de cagaita com a formulação de 60% de polpa e 40% de sacarose, obtiveram o valor de pH em torno de 3,51. De acordo com Lago et al. (2006) um pH abaixo de 3,0 pode ser prejudicial para formação de gel e, consequentemente, a elasticidade das geleias devido à hidrólise da pectina. Dados semelhantes a este estudo, foram observados por Lemos et al. (2019) quando analisou geleia blend de jabuticaba e acerola em que obtiveram pH e teor de acidez ideais para formação do gel, já que não foi observado rompimento e nem dificuldade de formação do gel. (SOUSA *et al*., 2020)

Para acidez total titulável foram obtidos os resultados entre 0,13 a 1,27% . Mota (2006) estudou geleias elaboradas a partir de sete cultivares de amora-preta entre eles o cultivar caingangue e encontrou valores entre 1,22 a 1,79% de acidez total titulável, sendo considerados valores próximos aos encontrados para geleia de cupuaçu. Resultados inferiores foram evidenciados por Caetano; Caetano, Daiuto e Vietes (2012) durante a avaliação da composição físico-química da geleia de acerola e encontraram resultados na faixa de 0,49 a 0,68% de ácido cítrico (SOUSA *et al*., 2020)

O teor de sólidos solúveis totais (SST) observados nas amostras em estudo variaram entre 62 a 63 °Brix (Tabela 1). Silva et al. (2012) prepararam geleias extra e comum de Cambuci até atingir concentração de 69 °Brix. Souza, Barbosa e Rodrigues (2016) avaliaram geleias de tamarindo e identificaram 63,47 °Brix (sem pectina) e 65,11ºBrix (com pectina) geleias do tipo comum que apresentaram resultados superiores ao desse estudo. De acordo com a legislação o mínimo de sólidos solúveis totais para geleia de frutas comum é de 62 °Brix (BRASIL, 1978); (SOUSA *et al*., 2020)

Para as geleias de abacaxi O teor de sólidos solúveis totais está relacionado com estádio de maturação do fruto, quanto maior °Brix mais maduro encontra-se o fruto. A variação do teor de sólidos solúveis em relação aos valores da literatura pode ser explicada pelo genótipo do fruto, assim como, fatores climáticos, solo e irrigação em excesso, os quais podem ocasionar redução dos sólidos solúveis (MACIEL et al., 2016). Com isso, a polpa de abacaxi apresentou um resultado de acordo com a norma vigente, média 11,03 °Brix (Tabela 1) e o mínimo estabelecido é 11,0 °Brix, estando de acordo com os padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta de abacaxi (BRASIL, 2000).

A polpa de abacaxi, Segundo Gava (2008), o pH de doces de frutas apresentou na ordem de 4,5. As amostras analisadas apresentaram pH de 3,72 a 3,81(Tabela 1). Para a formação do gel e obtenção de uma consistência adequada o pH de 3,2 é um valor de referência, uma vez que um pH inferior a 3,2 originará um doce de consistência mais dura e um pH superior uma menor consistência (MAMEDE et al., 2013). Bolzan et al. (2017) demonstraram valores entre 3,58 e 3,70. Almeida et al. (2009), em goiabada notaram um pH de 3,79 (ROCHA et al., 2020)

Para os valores de sólidos solúveis (°Brix), observou-se os teores de 76,83 °Brix para o doce DM e 75,16 °Brix para os doces DMCM e DMCN (Tabela 3). Segundo a Resolução normativa n.º 9, de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece que o teor de sólidos solúveis do produto final não deve ser inferior a 65 °Brix para os doces em massa (ANVISA, 1978a). Deste modo, as amostras analisadas se enquadraram dentro deste padrão estabelecido, uma vez que todas obtiveram acima de 70°Brix (Tabela 1). Carvalho et al. (2018) encontraram valores de 76,3 e 81 °Brix ao estudarem sobre a avaliação de qualidade do doce cristalizado de cupuaçu com diferentes dosagens de polpa de camu-camu. Leite Júnior et al. (2013) verificaram em

seu doce de manga acrescido de okara valores variando de 61,4 a 70,8 °Brix, durante o armazenamento (ROCHA et al., 2020)

Para a acidez total titulável das amostras de doces encontradas de 0,72 a 0,92 g/100g (Tabela 1). Segundo Mamede et al. (2013) valores de acidez entre 0,50 e 0,80 g/100g de ácido cítrico são considerados ótimos, já que valores superiores a 1,00 g/100g causam sinérese (CORREA et al., 2011; MAMEDE et al., 2013) o que corresponde à exsudação do líquido do doce (ROCHA et al., 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos pelos artigos avaliados, foi possível verificar a importância de saber a característica físico-química das frutas para produzir geleia com qualidade e as características físico-químicas de acordo com a legislação, e viabilidade de produção em nível industrial, podemos observa o tempo de armazenamento influencia no teor de sólidos solúveis totais (SST) e o pH, mas reduziu a acidez total titulável das geleias, as características físico-química das frutas são fatores determinantes para a produção de geleia de qualidade.

REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da Saúde Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução-rdc nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

Disponível:https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf. Acessado em: 11 abr. 2012.

GARCIA, L. G. C; GUIMARÃES, W.F; RODOVALHO, E. C; PERES, N. R. A. D. A; BECKER, F, S; DAMIANI, C. . Geleia de Buriti (Mauritia flexuosa): Agregação de Valor aos Frutos do Cerrado Brasileiro. **Braz. J. Food Technol**., Campinas, v. 20, E2016043, 2017. http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.4316.

SOUZA, F.G.; BARBOSA, F.F.; RODRIGUES, F.M. Avaliação de geleia de amarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. **Journal Of Bioenergy And Food Science,** v.3, n.2, p.78-88, 2016. doi:10.18067/jbfs.v3i2.52.

OLIVEIRA, E, N, A, D; SANTOS, D. D. C; ROCHA, A.P.T; GOMES, J.P. Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá**. Rev. bras.**

frutic., Jaboticabal - SP, v. 36, n. 3, P. 640- 651, Setembro, 2014. http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-366/13.

ROCHA, J. G.; SILVA, R. C.; PINHEIRO, L. S.; SANTOS NETO, J. P.; BEIRÃO, A. T. M.; SILVA, K. P.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; CARVALHO, F. I. M.; SILVA, P. A.. Desenvolvimento e caracterização de doce e geleia de abacaxi 'pérola' com flor de camomila desidratada e canela em pau. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.44-59, 2020. Doi: http://doi.org/10.6008/cbpc2179- 6858.2020.003.0005.

PINEDO, A.A; CARNEIRO, B.L.A; ZUNIGA, A.D.G; ARÉVALO, Z. D. S; SANTANA. A.A; ROSALINDA, A.P. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*annona crassiflora*). **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, Campina Grande, V.15, N.4, P.397-403, 2013.

LEMOS, D. M., ROCHA, A. P. T., GOUVEIA, J. P. G., OLIVEIRA, E. N. A., SOUSA, E. P., & SILVA, S. F. (2019). Elaboration and characterization of jabuticaba and acerola prebiotic jelly. ***Brazilian Journal of Food Technology***, *22*, E2018098. https://doi.org/10.1590/1981-6723.09818.

PAIVA, C.A.D; AROUCHA, E. M. M; 2, FERREIRA, R. M. D. A, ARAÚJO, N.O.D; SILVA, P.S.L. alterações físico-químicas de geleias de melão e acerola durante o armazenamento. **Revista Verde** (POMBAL - PB - BRASIL) v. 10, n.3, p. 18 - 23, Jul-Set, 2015. Doi: http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3495.

SOUSA, E.P.D.S; LIMA, D.E.S; COSTA, R.A; LEMOS, D.M; ALMEIDA, R.D; COSTA; .J.A. Geleia tradicional de açaí e cupuaçu: caracterização físico-química e perfil de textura. **Revista Geintec**. Aracaju/SE. VOL.10, N.4, P.5715-5726, Out-Dez , 2020 . D.o.i.: 10.7198/geintec.v10i4.1358.

OLIVEIRA, F.M; OLIVEIRA, R.M; MACIEJEWSK,P; BENTO, R.M; ZAMBIAZI, R.C. Aspectos físico- químicos de geleia de pitaia em comparação com geleias de outras frutas vermelhas. **Revista da jornada de pós- raduação e pesquisa**, 2017.

MATTOS, M.G.D; OLIVEIRA, B.A.D.S; RAMM,A; MACIEJEWSK,P. ASSIS, A.M.D, SCHUCH, M.W. Avaliação química, colorimétrica e sensorial de geléias de amora-preta comercializadas na região sul. **Revista da jornada de pós graduação e pesquisa**, 2018.

CAPÍTULO XXIII

PRINCIPAS CARACTERÍSTICAS DOS TOCOFERÓIS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-23

Wellington dos Santos Melo [1]
Victória Carolline do Moraes Gatti [2]
Wilton Pires da Cruz [3]
Marcos Antônio Souza dos Santos [4]
Priscilla Andrade Silva [5]
Luiza Helena Meller da Silva [6]

[1] Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal do Pará – IFPA
[2] Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[3] Engenheiro Agrônomo do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[4] Professor Adjunto do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[5] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[6] Professora Associada da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Pará – UFPA.

RESUMO

A vitamina E apresenta dois grupos estruturais semelhantes, tocóis e tocotrienóis, cadeias responsáveis pela lipossolubidade da vitamina E e apresentam duas propriedades importantes com funcionalidade vitamínica e antioxidante. Essa vitamina também apresenta margens para estudos sobre suas habilidades em combate a doenças crônicas, de estresse, cardiovasculares, câncer e desordem neurodegenerativas, e a deficiência da mesma, tem determinadas consequências como, fraqueza muscular, ataxia e hemólise. Os tocoferóis são importantes aditivos antioxidantes, melhoram a estocagem e estabilidade do processamento dos alimentos que contém gordura, contribuem para coloração forte o que auxilia de forma positiva na aceitação dos alimentos já que a boa aparência e apreciação visual são importantes para a escolha do produto. O presente estudo objetivou revisar a estrutura, classificação, função e coloração dos tocoferóis.

Palavras-chave: Vitamina E. Antioxidante. Coloração forte.

1. INTRODUÇÃO

Tanto tocoferois como tocotrienois ocorrem em uma variedade de isômeros que diferem na estrutura de acordo com o número e a localização de grupos substituintes no anel cromanol. Tocoferois e tocotrienois são encontrados em proporções variáveis em plantas, sendo que as fontes principais são óleos vegetais, germe de trigo, sementes

oleaginosas, vegetais folhosos verde-escuros e alimentos de origem animal, principalmente gema de ovo e fígado. Os isômeros mais abundantes nesses alimentos são o γ- e o α- tocoferol. A vitamina E tem sido extensivamente estudada em diversas áreas do conhecimento, uma vez que desempenha papeis especialmente importantes na reprodução normal e em mecanismos antioxidantes de tecidos animais e vegetais (GUINAZI et al, 2009).

Os tocoferóis, junto com os tocotrienóis, estão associados à ação preventiva contra radicais livres em sistemas biológicos, tais como plasma, membranas e tecidos; são responsáveis também pela inibição da oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), que são consideradas as maiores causadoras das doenças cardiovasculares. Além de prevenirem o câncer, os tocotrienóis também protegem o sistema nervoso. Os tocóis podem atuar como antioxidante por dois mecanismos: doação de elétrons de hidrogênio do grupo hidroxila aos radicais lipídicos livres, ou por captura do oxigênio (ANSOLIN, 2012).

A vitamina E é um importante suplemento assim como a vitamina C. Sua popularidade é cada vez maior, como consequência dos estudos e notícias sobre seu poderoso poder antioxidante e prevenção de doenças, esse nutriente é essencial na manutenção da saúde e seus efeitos benéficos são inúmeros e não só pela sua propriedade antioxidante. O presente estudo abrange as estruturas dos tocóis assim como suas funções e coloração que influencia na aceitação dos alimentos.

2. ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO TOCOFERÓIS

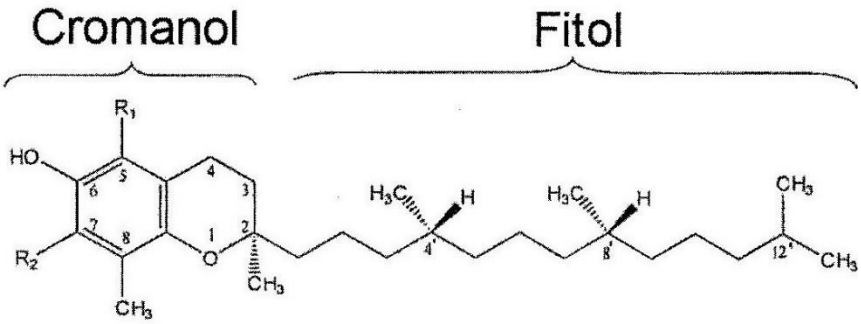
Vitamina E é um termo coletivo usado para designar um conjunto de moléculas que exibem atividade biológica de α-tocoferol (LINS, 2006). São compostos monofenólicos, que podem ser encontrados na natureza nas membranas celulares de todos os organismos fotossintéticos e estão agrupados em duas séries de compostos que possuem estrutura química semelhante e recebem o nome genérico de tocóis e tocotrienóis (TINTORI, 2018).

Tanto os tocoferóis quanto os tocotrienóis possuem um anel cromanol e uma cadeia lateral hidrofóbica, chamada fitol, ligada ao anel cromanol na posição 2. Esta cadeia é de natureza isoprênica, constituída por 16 átomos de carbono, sendo

responsável pela lipossolubilidade da vitamina E. Os diferentes isômeros desses compostos diferem entre si pelo número e pela posição de grupos metil no anel cromanol e recebem os prefixos α, β, γ e δ em sua nomenclatura (LAMPI et. al, 2002). As estruturas genéricas dos tocoferóis e dos tocotrienóis estão apresentados nas Figuras 1 e 2 e os respectivos isômeros nas tabelas 1 e 2.

Os compostos da série tocóis possuem cadeia lateral saturada ligada ao anel, com três centros quirais de assimetria nas posições 2', 4' e 8' e são denominados tocoferóis, enquanto que os da série tocotrienóis possuem cadeia insaturada com duplas ligações nas posições 3, 7 e 11 e apenas um carbono quiral na posição 2 (GUINAZI et al, 2009). Essa diferença estrutural, portanto, responde pelas diferentes ações biológicas de ambos os compostos.

Figura 1 - Estrutura do Tocoferol



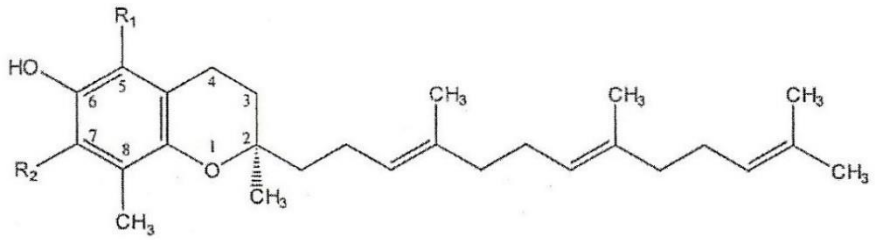
Fonte: Lampi et. al, (2002)

Tabela 1 - Homólogos dos Tocoferóis

Nome Trivial	Nome Químico	Abreviação	Posição no anel	
			R_1	R_2
α-tocoferol	5, 7, 8-trimetiltocol	α-T	CH_3	CH_3
β-tocoferol	5, 8-dimetiltocol	β-T	CH_3	H
γ-tocoferol	7, 8-dimetiltocol	γ-T	H	CH_3
δ-tocoferol	8-metiltocol	δ-T	H	H

Fonte: Lampi et al. (2002)

Figura 2 - Estrutura do tocotrienol



Fonte: Lampi et. al, (2002).

Tabela 2 - Homólogos do Tocotrienóis

Nome Trivial	Nome Químico	Abreviação	Posição no anel	
			R_1	R_2
α-tocotrienol	5, 7, 8-trimetiltocotrienol	α-T3	CH_3	CH_3
β-tocotrienol	5, 8-dimetiltocotrienol	β-T3	CH_3	H
γ- tocotrienol	7, 8-dimetiltocotrienol	γ-T3	H	CH_3
δ- tocotrienol	8-metiltocotrienol	δ-T3	H	H

Fonte: Martins (2006)

3. FUNÇÕES

Os tocoferóis são moléculas interessantes para variadas aplicações porque apresentam duas propriedades importantes: vitamínica e antioxidante. A atividade biológica da vitamina E tem sido associada à sua capacidade antioxidante, especificamente contra a peroxidação lipídica em membranas biológicas, pois age prevenindo a propagação das reações dos radicais livres nas membranas biológicas (GUINAZI, 2009).

No organismo humano, a atividade metabólica normal produz constantemente radicais livres. Estas moléculas, geradas *in vivo*, reagem com DNA (ácido desoxirribonucléico), RNA (ácido ribonucleico), proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO et al., 2006). A autoxidação dos ácidos graxos insaturados, componentes da membrana celular é importante no processo oxidativo que ocorre mais frequentemente no organismo humano (MARTINS et al, 2006).

Assim, a vitamina E é um potente seqüestrador do radical peroxil protegendo os ácidos graxos insaturados dentro dos fosfolipídios das membranas e nas lipoproteínas plasmáticas. Os hidroperóxidos lipídicos, quando oxidados a radicais peroxil, produzem uma reação mil vezes maior com a vitamina E que com os ácidos graxos insaturados, pois o grupamento hidroxil fenólico do tocoferol reage com um radical orgânico peroxil formando o hidroperóxido orgânico correspondente e o radical tocoferoxil (Vitamina E - O) (TRABER, 2003). O radical tocoferoxil formado migra da dupla camada lipídica para o meio aquoso reagindo com a vitamina C, sendo oxidado e retornando à sua forma estável. A vitamina C e a glutationa são capazes de realizar essa regeneração da vitamina E, já que são doadores de hidrogênio. No entanto, esse fenômeno depende da oferta de antioxidantes hidrossolúveis e da atividade metabólica das células (TINTORI, 2018).

A atividade antioxidante da vitamina E têm levado estudiosos a avaliar a sua habilidade para prevenção de doenças crônicas, especialmente aquelas relacionadas ao estresse oxidativo como doenças cardiovasculares, câncer e desordens neurodegenerativas (MARTINS et al, 2006, p.3; TRABER, 2003).

A atual RDI (Recomendação Diária de Ingestão) da vitamina E é de 20 mg/dia (30 UI – Unidades Ingeridas). É raro ocorrer deficiência em vitamina E; observa - se, sobretudo, em situações especiais que provocam má absorção das gorduras – fibrose quística (doença que causa o funcionamento anormal das glândulas que produzem muco, suor, saliva, lágrima e suco digestivo) colestase hepática crônica, abetalipoproteinemia e síndrome do intestino curto. As manifestações clínicas da deficiência em vitamina E envolvem fraqueza muscular, ataxia e hemólise. Em adultos, as doses de 200 a 800 mg/dia são, habitualmente, bem toleradas, sem ocorrência de outros efeitos adversos para além de distúrbios gastrintestinais. Com doses de 800 a 1.200 mg/dia, podem ocorrer efeitos antiplaquetários e hemorragias. Doses superiores a 1.200 mg/dia podem provocar cefaléias, fadiga, náuseas, diarréia, cãibras, fraqueza, visão turva e disfunção das gônadas (FAIRFIELD e FLETCHER, 2003).

Além de atuar como vitamina e antioxidante em seres vivos, os tocoferóis e tocotrienóis são importantes aditivos antioxidantes na indústria de alimentos, nas quais melhoram a estocagem e a estabilidade do processamento de muitos materiais contendo gorduras (LAMPI *et al*., 2002).

Tanto os carotenóides como os tocoferóis contribuem para a coloração forte, apresentadas pelos frutos.

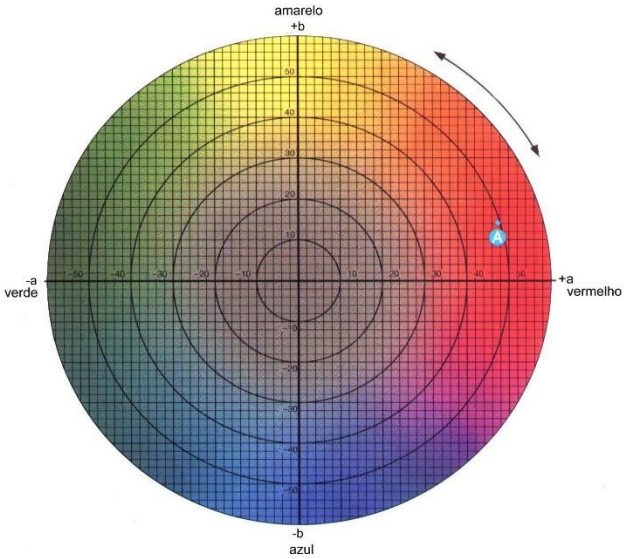
4. COR

A cor é a impressão recebida pela mente devido a certos estímulos da retina. A percepção da cor ocorre porque os objetos refletem ou transmitem a luz, que ao atingir o olho, age sobre o nervo ótico e produz a sensação de luz e cor no cérebro. A cor é um atributo que caracteriza de tal forma os objetos, que se constitui num dos principais critérios para aceitação ou não do mesmo (MORI *et a*l., 2005).

A cor é um atributo de importância fundamental no julgamento da qualidade de um alimento, uma vez que a apreciação visual é o primeiro dos sentidos a ser usado, sendo, portanto, uma característica decisiva na escolha e aceitação do produto. A identificação humana das cores é obtida a partir de uma complexa sensação de brilho, intensidade e claridade, dentre outras. Na percepção das cores primárias e de suas nuances, a definição de uma cor é uma interpretação subjetiva.

Todas as cores podem ser especificadas em termos da contribuição proporcional dos componentes vermelho, verde e azul do espectro visível que equivale à cor da amostra. A combinação das três cores primárias, representadas pelos símbolos R (red, vermelho), G (green, verde) e B (blue, azul) resulta, portanto, na cor da amostra que pode ser caracterizada objetivamente e expressa por meio de valores numéricos e por diferentes sistemas de medida (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975). Com o intuito de obter a caracterização objetiva da cor, a CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), em 1976, estabeleceu o sistema CIELAB (L*a*b*), em que uma particular cor tem uma única localização, especificada numericamente em um espaço tridimensional esférico (Figura 9), definido por três eixos perpendiculares: o eixo L* (luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100); o eixo a*, do verde (–a) ao vermelho (+a) e o eixo b*, do azul (–b) ao amarelo (+b) (McGUIRE, 1992).

Figura 9 - Diagrama de Cromaticidade



Fonte: Francis (1975)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tocoferóis apresentam duas atividades importantes, com propriedades vitamínicas e antioxidantes. A vitamina E está constantemente sendo alvo de estudos a respeito de sua habilidade de prevenção de doenças crônicas, no que diz respeito a vitamina C e glutationa, trabalham na regeneração da vitamina E, isso ocorre dependendo da oferta de antioxidantes hidrossolúveis e da atividade metabólica das células. Dessa forma, essa determinada importância abre espaço para novos estudos e possibilidade para a ação da vitamina E e tocoferóis.

REFERÊNCIAS

ANSOLIN, M. Determinação de dados experimentais de equilíbrio líquido-líquido de sistemas graxos com ênfase na distribuição de tocoferóis e tocotrienóis. 2012. 125 p. Dissertação (mestrado) - **Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos**, Campinas, SP.

FAIRFIELD, K. M.; FLETCHER, R. H. Vitaminas na prevenção de doenças crônicas do adulto. **Journal of the American Medical Association**, v. 1, n. 8, set, 2003.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. **Food colorimetry:** theory and applications. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1975. 477 p.

GUINAZI, M.; MILAGRES, R. C. R. M.; Sant'Ana, H. M. P.; CHAVES, J. B. P. Tocoferóis e tocotrienois em óleos vegetais e ovos**. Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2098-2103, 2009.

LAMPI, A. M.; KAMAL-ELDIN; PIIRONEN. **Tocopherols and tocotrienols from oil and cereal grains**, LLC. In: Functional Foods, Biochemical and Processing Aspects, dited by Shi, J.; Mazza, G.; Maguer, M. L. CRC Press, Boca Raton, New York Washington, DC, Chapter 1, 2002.

LINS, R. T. S, TELLES, T. Determinação de tocoferóis e carotenoides em frutas amazônicas: implantação de uma metodologia. **Centro Tecnológico, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos,** 2006.

MARTINS, P. F. Estudos e experimentos para a concentração de tocoferois e fitoesterois por meio da destilação molecular. 2006. 223p. **Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia Quimica, Campinas, SP.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S., LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MORI, C. L. S. O.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; TRUGILHO, P. F.; GONCALEZ, J. C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalypitus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 137-146, 2005

TINTORI, F. R. P. Bioacessibilidade *in vitro* de tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,** 2018.

TRABER, M. G. Vitamina E. In.: SHILS, M. E. et al. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença.** v. 1, 9 ed. São Paulo: Manole, 2003. 1026 p.

CAPÍTULO XXIV

CAROTENÓIDES: SÍNTESE, ESTRUTURA, FUNÇÕES E ESTABILDADE

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-24

Wellington dos Santos Melo [1]
Victória Carolline do Moraes Gatti [2]
Josiane Pereira da Silva [3]
Claudete Rosa da Silva [4]
Priscilla Andrade Silva [5]
Luiza Helena Meller da Silva [6]

[1] Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal do Pará – IFPA
[2] Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
[3] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[4] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[5] Professora Adjunta do Campus de Parauapebas. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.
[6] Professora Associada da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Pará – UFPA.

RESUMO

Em decorrência da importância das funções biológicas dos carotenoides para o organismo humano, eles proporcionam diversa pesquisas distribuídas em diversas áreas como química, agricultura, nutrição e medicina. Os carotenoides contêm diversas funções, são compostos lipossolúveis de muitas cores e estão presentes no reino animal, vegetal em fungos e bactérias. Suas propriedades, funções e ações estão ligadas à sua estrutura, sua principal característica está relacionada a atividade vitamínica A, alguns dos carotenoides são capazes de produzir pró vitamina A. Em relação a sua capacidade como pigmento natural, podem ser responsáveis pela aceitação na qualidade dos alimentos, podem agir na proteção da célula e como antioxidante. Considerando o potencial dos carotenoides para diversas áreas e suas funções diversificadas, o presente estudo apresenta um levantamento sobre suas principais características.

Palavras-chave: Pró vitamina A. Pigmento natural. Antioxidante.

1. INTRODUÇÃO

Os carotenoides são um grande grupo de pigmentos presentes na natureza, com mais de 600 estruturas caracterizadas com uma produção estimada em 100 milhões de t por ano, identificados em organismos fotossintetizantes e não fotossintetizantes, plantas superiores, algas, fungos, bactérias e em alguns animais. São responsáveis pelas cores do amarelo ao vermelho de frutas, vegetais, fungos e flores, utilizados comercialmente como corantes alimentícios e em suplementos nutricionais,

aproximadamente 80 carotenoides diferentes são sintetizados por bactérias fotossintéticas e em alguns fungos filamentosos (UENOJO et al., 2007).

Em plantas superiores, estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos). Nos cloroplastos encontram-se associados principalmente a proteínas e são, normalmente, mascarados pela presença de outros pigmentos clorofílicos dominantes. Atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas, a ingestão continuada de alimentos ricos em carotenoides e compostos fenólicos em geral está associada à prevenção de diversos tipos de doenças degenerativas (SILVA et al., 2010).

Estudos, demonstram que existem alternativas de aproveitamento de fontes diversas de carotenoides. A forma de administração dessas fontes é fundamental para o sucesso nos programas de combate à deficiência de vitamina A (AMBRÓSIO et al., 2006).

O presente estudo aborda a síntese e distribuição dos carotenoides, assim como suas estruturas, classificação, funções e suas estabilidade.

2. SÍNTESE E DISTRIBUIÇÃO DOS CAROTENÓIDES

Os carotenoides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos da natureza, devido às suas numerosas funções, larga distribuição e diversidade estrutural (MAOKA, 2020). Compreendem uma numerosa família de compostos químicos lipossolúveis, de cores que vão do amarelo ao vermelho, amplamente distribuídos nos reinos: vegetal, animal, fungos e bactérias (MESQUITA et al., 2017).

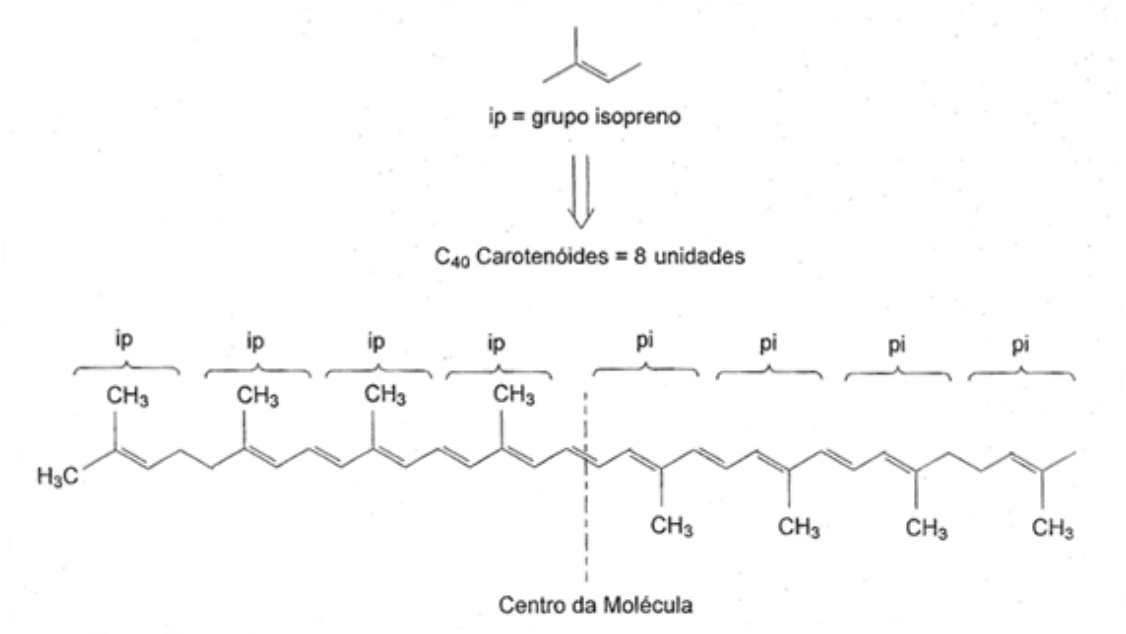
Os carotenoides são sintetizados pelas plantas e por outros organismos fotossintéticos, assim como em alguns organismos não-fotossintéticos. São responsáveis pela coloração de muitas aves, insetos e animais marinhos, assim como as cores de muitas flores e frutos. Embora os animais sejam incapazes de sintetizá-los, estes são normalmente encontrados em algumas espécies, sendo-lhes fornecidos através da dieta (QUIRÓS e COSTA, 2006; STAHL e SIES, 2005).

3. ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO

Os carotenoides são tetraterpenóides (C_{40}), constituídos de oito unidades isoprenóides (C_5), cuja ordem é invertida no centro da molécula. Sua estrutura básica é linear (cadeia alifática), podendo apresentar uma ou ambas as extremidades cíclicas (cadeia mista: alifática-alicíclica). Estes compostos possuem grupos metila (ramificações $–CH_3$) separados por 6 átomos de carbono ao centro, enquanto os demais grupos metila da molécula estão afastados por 5 átomos de carbono (RODRIGUEZ-CONCEPCION et al., 2018).

As propriedades físico-químicas, funções e ações dos carotenoides estão intimamente ligadas à sua estrutura, apresentada na Figura 1.

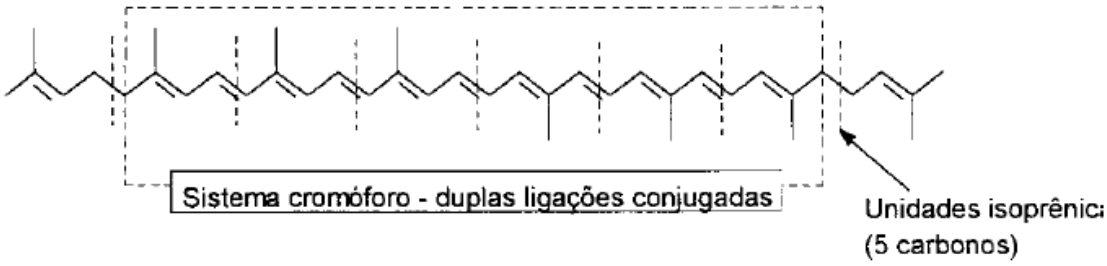
Figura 1- Estrutura do carotenoides



Fonte: Rodrigues-Amaya (2001)

A pigmentação dos carotenoides é devida à presença de um sistema cromóforo na molécula (Figura 2), constituído por uma série de duplas ligações conjugadas, uma vez que estas absorvem parte do espectro luminoso que nelas incidem, além de influenciar nas suas propriedades físicas, químicas e bioquímicas (RODRIGUES-AMAYA, 2001).

Figura 2 - Sistema cromóforo dos carotenoides



Fonte: Rodrigues-Amaya (2003)

Os carotenoides podem ser divididos em dois principais grupos: carotenos e xantofilas. O primeiro grupo é representado pelos hidrocarbonetos carotenoides conhecidos como carotenos, possuindo em suas moléculas apenas átomos de carbono e hidrogênio. Já o segundo grupo de carotenoides as xantofilas, possuem além das estruturas moleculares características dos carotenos, átomos de oxigênio na forma de grupos álcoois (monóis, dióis, polióis), cetonas, aldeídos, epóxidos, furanóxilas, metoxilas, ésteres, além de outros grupos funcionais, podendo ainda conter unidades glicosídicas e cadeias laterais de ácidos graxos acilados. Porém, alguns autores referem-se aos derivados oxigenados como oxicarotenóides, utilizando o termo xantofila somente para os hidroxicarotenóides (LOBATO et al., 2020).

Há outras formas de se classificar os carotenóides quanto às suas estruturas. Entretanto, a principal classificação dos carotenóides está relacionada à atividade vitamínica A que estas substâncias exercem, representando a maior contribuição para a nutrição de seres humanos e de outros animais. Assim, os carotenóides podem ser classificados em carotenóides provitamina A e carotenóides inativos.

4. FUNÇÕES

4.1. CAROTENOIDES COMO PRÓ VITAMINA A

Os Carotenoides têm sido intensamente estudados em diferentes áreas como a química, a agricultura, a nutrição e a medicina, devido às suas importantes funções biológicas nos organismos humanos.

Os carotenoides atuam como pigmentos naturais conferindo cores: amarela, laranja ou vermelha em flores e frutos. Este atributo é de grande importância, uma vez que a cor é um critério de aceitação da qualidade dos alimentos (MESQUITA et al., 2017). Entretanto o grande interesse no estudo desses compostos se deve às suas funções fisiológicas e biológicas.

O primeiro grande avanço para a compreensão da importância dos carotenoides na bioquímica dos vertebrados, parte de estudos da vitamina A. A relação existente entre carotenoides e vitamina A foi determinada em 1919 e, em 1930 foi estabelecido que alguns deles formam pro vitamina A (HANDELMAN, 2001).

O termo vitamina A refere-se a dois grupos distintos de substâncias consumidas nas dietas alimentares. O primeiro trata-se de várias formas de vitaminas A pré-formadas (retinóides) encontradas exclusivamente em alimentos de origem animal (fígado, carnes, leite, etc.), onde se incluem todos os compostos biologicamente ou estruturalmente relacionados com o retinol, ou seja, ácido retinóico, retinaldeído e ésteres de retinila. O segundo grupo compreende os carotenoides pró vitamina A, que nos organismos animais, após a ingestão, são biologicamente transformados em vitamina A, isto é, em retinol. Desta forma os carotenoides pró vitamina A podem ser considerados compostos precursores do retinol. As fontes deste segundo grupo de substâncias ativas são, em grande parte, os alimentos de origem vegetal, embora alguns alimentos de origem animal (gema do ovo, leite, manteiga, etc.) possam conter tanto a vitamina A como a pró vitamina A (NELLIS et al., 2017).

A vitamina A é um nutriente de vital importância para a saúde humana e de várias espécies animais. É reconhecida sua importância na diferenciação celular, no funcionamento normal dos epitélios, da visão, na morfogênese, na integração do sistema imunológico, no crescimento, sendo que sua deficiência resulta em anemia, pois tem importante papel na mobilização do ferro no organismo (LAYRISSE et al., 2000)

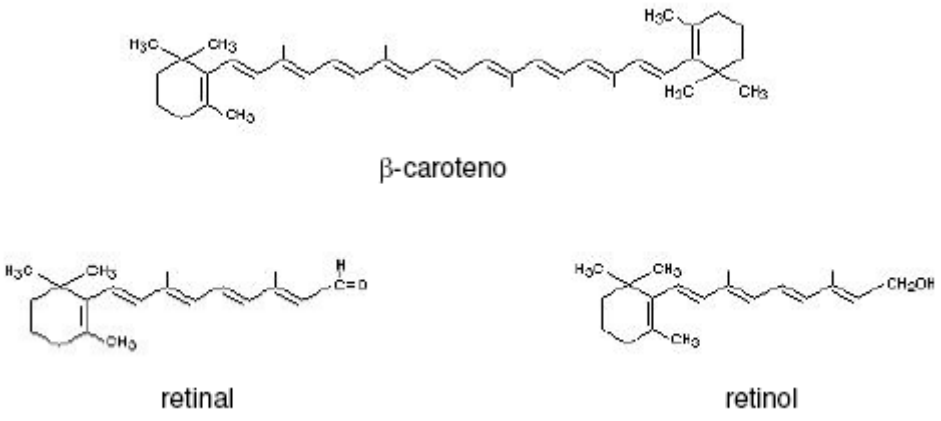
Deve-se salientar que nem todos os carotenoides atuam como precursores da vitamina A. Dos mais de 600 carotenoides, identificados e presentes na natureza, apenas cerca de 50 a 60 podem ser convertidos teoricamente em vitamina A (MESQUITA et al., 2017), sendo que o β-caroteno é o mais ativo (100% de atividade), havendo também

outras formas como as alfas e as betas criptoxantinas, os quais têm aproximadamente metade da atividade do β-caroteno.

O betacaroteno é a provitamina A mais abundante nos alimentos. Cerca de 10 a 50% do betacaroteno total consumido é absorvido no trato gastrintestinal, e é parcialmente convertido em vitamina A dentro da parede intestinal. A eficiência da absorção do betacaroteno diminui com o aumento da ingestão, e a conversão em vitamina A é regulada pelo *status* de vitamina A do indivíduo. Portanto, somente são convertidos em vitamina A, quando requisitados pelo organismo, evitando uma possível toxicidade (LAYRISSE et al., 2000).

A transformação dos carotenoides pró-vitamínicos em vitamina A ocorre por clivagem central (mecanismo principal), onde o carotenoide é dividido ao meio, formando duas moléculas de retinol no caso do β-caroteno (Figura 3) ou uma molécula no caso dos demais carotenoides pró-vitamínicos A, que são posteriormente transformadas em retinol. Alternativamente, pode ocorrer clivagem excêntrica em que segmentos são retirados de uma das extremidades da molécula do carotenoide, formando apo carotenoides e eventualmente retinol (NIIZU, 2005).

Figura 3 - Transformação do β-caroteno em vitamina A



Fonte: Niizu (2005)

4.2. OUTRAS FUNÇÕES

Em adição à atividade pro-vitamínica A de alguns carotenoides, eles também possuem outras funções. Em particular, eles têm um importante papel na proteção da

célula como antioxidantes contra radicais livres e no fortalecimento do sistema imunológico. Estudos epidemiológicos indicam uma associação entre o alto consumo de vegetais e a diminuição do risco de doenças degenerativas crônicas, tais como certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e degenerações maculares relacionadas à idade e formação de catarata (QUIRÓS e COSTA, 2006).

5. FATORES QUE AFETAM A ESTABILIDADE DOS CAROTENÓIDES

Os carotenoides são susceptíveis a isomerização e oxidação durante o processamento e a estocagem, resultando em perda de cor e da atividade biológica, além da formação de compostos voláteis que podem conferir aromas e sabores desejáveis ou indesejáveis em alguns alimentos. A ocorrência de oxidação depende da presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídios insaturados e antioxidantes; exposição à luz, tipo e estado físico do carotenoide presente; severidade do tratamento; material da embalagem e condições de estocagem. A alteração da composição dos carotenoides durante a preparação doméstica, processamento industrial e estocagem foi revisada recentemente. Devido à susceptibilidade destes pigmentos às reações de degradação, torna-se importante avaliar as alterações causadas por processamentos térmicos diversos, o que tem despertado interesse de alguns pesquisadores (RAMOS et al., 2001).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os carotenoides apresentam diversas funções e uma larga distribuição, estão presentes em animais, plantas e fungos O conhecimento sobre sua estrutura é importante por sua influência sobre as funções produzidas pelos carotenoides. Estão disponíveis como corantes naturais, alguns tem a função de formar pro vitamina A, além de produzir ações antioxidantes. São sensíveis a diversas reações de degradação, dessa forma o cuidado com o trato com os carotenoides e as formas para utiliza-lo são importantes. Os carotenoides proporcionam uma grande gama de pesquisa já que estão presentes em diversas áreas com influência em plantas, animais, fungos e bactérias.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S. C.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição,** v. 19 n. 2, p. 233-243, 2006.

HANDELMAN, G. J. The evolving role of carotenoids in human biochemistry. **Nutrition**, v. 17, n. 10, p. 818-822, 2001.

LAYRISSE, M.; GARCÍA-CASAL, M. N.; SOLANO, L., BARON, M. A.; ARGUELLO, F.; LLOVERA, D.; RAMÍREZ, J.; LEETS, I.; TROPPER, E. New property of vitamin A and β-carotene on human iron absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, p. 243-248, 2000.

LOBATO, J. M.; COSTA, D. D. M.; LIMA, D. O.; BARROS, F. D. D.; REIS, R. F. M.; BARROS, F. R.; SILVA, S. D.; COSTA, A. J. G. Carotenóides na prevenção e no tratamento da síndrome metabólica / Carotenoids in the prevention and treatment of metabolic syndrome. **Brazilian journal of health review,** v.3, n.5, 2020.

MAOKA, T. Carotenoids as natural functional pigments. **Journal of Natural Medicines,** v. 74, p. 1–16. 2020.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Mercado. **Revista Virtual de Química,** v. 9, n. 2, 2017.

NELLIS, S. C.; CORREIA, A. F. K.; SPOTO, M. H. F.; Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (*Sweet Grape*) através da aplicação de diferentes solventes. **Brazilian journal of food technology,** v. 20, 2017.

NIIZU, P. Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 8, p. 739-749, 2005.

QUIRÓS, A.R.B.; COSTA, H. Analysis de carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of food Composition and analysis**, v. 19, p. 97-111, 2006.

RAMOS, M. I. L; UMAKI, M. C. S., HIANE, P. A., FILHO, M. M. R. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos "A" da polpa de Piqui (*Caryocar brasiliense* Camb). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 2332, 2001.

RODRIGUES-AMAYA, D. B. A Guide to Carotenoids Análysis in food, OMNI Rsearch, **ILSI Human Nutritional Institute**, Washington, 61 p. 2001.

RODRIGUEZ-CONCEPCION, M.; AVALOS, J.; BONET, M. L.; BORONAT, A.; GOMEZ-GOMEZ, L.; HORNERO-MENDEZ, D.; LIMON, M. C.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.;

OLMEDILLA-ALONSO, B.; PALOU, A.; RIBOT, J.; RODRIGO, M. J.; ZACARIAS, L.; ZHU, C. A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. **Progress in Lipid Research,** v. 70, p. 62-93, 2018.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010

STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. Biochi,ica et Biophysica Acta (BBA) – **Molecular Basis of Disease**, v. 1740, cap. 2, p. 101-107, 2005.

UENOJO, M.; JUNIOR, M. R. M.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

CAPÍTULO XXV

PLANTAS MEDICINAIS COMERCIALIZADAS EM MARIZÓPOLIS PB: COMPREENDENDO AS FORMAS DE UTILIZAÇÃO E CONSUMO DA POPULAÇÃO

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-25

Lilian Amancio de Pinho Gomes [1]
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira [2]
Everton Vieira da Silva [3]

[1] Mestre em Sistemas Agroindustriais. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais - UFCG
[2] Mestrando em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UEPB
[3] Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

RESUMO

A utilização de plantas medicinais com finalidades terapêuticas esteve presente na vida de diversas pessoas ao longo dos anos. Trata-se de um conhecimento que passa ao longo das gerações familiares, que acreditam na ação farmacológica de ervas existente nas mais diversas floras. Assim, a investigação sobre os modos de utilização das plantas medicinais é indispensável na compreensão sobre a eficácia no tratamento e/ou prevenção de uma enfermidade. Por isso, objetivou-se no presente estudo identificar as plantas medicinais comercializadas em Marizópolis PB e compreender as formas e finalidade de utilização pela população. Metodologicamente, apropriou-se da aplicação de um questionário com uma amostragem de 115 pessoas que residem em Marizópolis e 02 comerciantes locais de plantas medicinais, com o proposito de identificar as plantas que são mais utilizadas para fins terapêuticos e os métodos de utilização e armazenamento na referida localidade. Constatou-se que 82% dos entrevistados afirmaram terem tidos resultados satisfatórios quanto à utilização de plantas medicinais e fazem uso constantemente. Além disso, foram identificadas 17 tipos de plantas medicinais que são comercializadas, cultivadas e utilizadas em Marizópolis PB. A abordagem adotada no respetivo trabalho destacou a importância que as plantas medicinais representam para a população, devido seus efeitos terapêuticos, seu baixo custo e boa qualidade. Além disso, constatou-se uma comercialização ativa de plantas medicinais na cidade.

Palavras-chave: Ervas Terapêuticas; Conhecimento popular; Ação Farmacológica.

1. INTRODUÇÃO

A utilização das plantas medicinais para finalidades terapêuticas é algo que pode ser associado à história da humanidade. Os primeiros indícios foram evidenciados em

civilizações antigas da Europa Ocidental, Oriental, na China até expandir-se para diversos países no mundo. A necessidade de combater e/ou tratar enfermidades que acometia a saúde fez com que o homem buscasse na natureza uma forma de solucionar essas questões, estando à utilização de plantas medicinais como principal alternativa (SILVA, 2012).

Com o passar do tempo e aumento populacional tornou-se comum, principalmente em populações mais pobres, o uso regular das plantas medicinais. Entretanto, sem nenhuma autenticidade quanto as reais finalidades e risco que as plantas medicinais poderiam ocasionar a saúde. Atualmente, se faz a utilização terapêutica das plantas medicinais, porém com uma maior restrição, pois em muitos países existem regulamentações especificas e estabelecidas por órgãos competentes, como é o caso do Brasil, visando evitar a utilização demasiada (ALMEIDA, 2011; SILVA, 2012).

É comum associar as plantas medicinais apenas no preparo de infusões ou até mesmo “lambedores”, como é popularmente conhecida à mistura da erva com mel. No entanto, elas são fortemente empregadas pela indústria farmacêutica para extração e fabricação de medicamentos (GUEDES, 2017). Os compostos bioativos presentes em diversas plantas medicinais, expõe o interesse cientifico na busca de obtê-los, ao passo, de muitos deles apresentarem ação antibacteriana, antifúngica, anti-inflamatória entre outras ações, que podem ser empregadas em diversas áreas de interesse econômico e terapêutico (SOUZA et al, 2017).

Sendo assim, objetivou-se no trabalho em tela identificar as plantas medicinais comercializadas na cidade de Marizópolis PB e compreender as formas e finalidade de utilização pela população. A adoção de estudos envolvendo os conhecimentos populacionais e as formas de comercialização, apresentam uma significativa relevância tanto nos aspectos sociais quanto na comunidade científica, pois compreende-se a importância do método terapêutico para a população, como também, através das informações fornecidas, o quanto tem sido eficaz no tratamento e/ou prevenção de doenças.

2. PERCURSO METODOLÓGICO

Ao classificar um tipo de pesquisa, a sua designação vai de acordo com o objeto de estudo ou público-alvo que se pretende pesquisar. Assim, a pesquisa em tela classifica-se como sendo descritiva do tipo quali-quantitativa. Dado que buscou observar, registrar, analisar e correlacionar fatos que envolvem o objeto de estudo. Nesse tipo de abordagem, buscou-se compreender a ocorrência de determinadas situações através das investigações causais com medidas objetivadas (PRODANOV, FREITAS, 2013). Vale ressaltar as contribuições proporcionadas pela pesquisa quali-quantitativa, como: Na compreensão e valorização do objeto estudado; Na exibição das causas e fenômeno estudado; Na quantificação dos dados obtidos entre outros aspectos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

No tocante dos objetivos, que consistiu em: identificar as plantas medicinais comercializadas na cidade de Marizópolis PB e compreender as formas e finalidade de utilização pela população. Entende-se a pesquisa explicativa apresenta possibilidade de atingi-los, ao passo de que se buscou através de análises e interpretações externar as causas envolvidas no estudo. Para Gil (2008), a pesquisa explicativa é complexa, pois ela busca esclarecer os fatos que corroboram para as ocorrências dos fenômenos.

O estudo foi desenvolvido no Município de Marizópolis PB, que possui uma extensão territorial de 69.952 km2, com distância de 457,8 km da capital João Pessoa. De acordo, com o ultimo senso realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), a população estimada de Marizópolis é em torno de 6.617 habitantes, com densidade demográfica de 97,04 hab/km2. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é 0,608, tendo sua economia baseada na agricultura e pecuária, além do comércio na sede do município.

Elaborou-se um questionário para compreender os conhecimentos que os entrevistados apresentavam sobre as plantas medicinais. [As informações buscadas tratam-se: Das finalidades de utilização das plantas medicinais; As formas nas quais elas são obtidas; Como é feito o armazenamento no comércio.].

A aplicação do questionário foi feita com dois públicos alvos, sendo o primeiro os representantes de família que utilizam as plantas medicinais para finalidades terapêuticas e aceitaram colaborar com a pesquisa. Como critério de seleção, houve

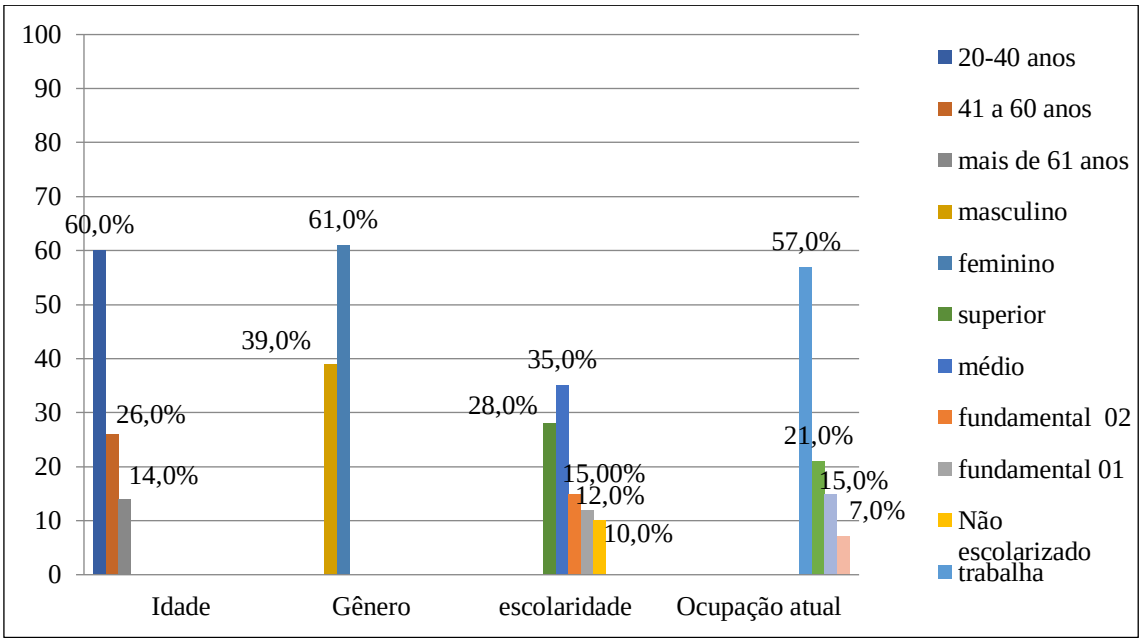
uma exploração informal nos bairros da cidade para convidar as famílias a participarem da pesquisa. Ao passo de que quando eram selecionados, também indicavam outras famílias parar participarem. Assim, como a cidade de Marizópolis é divida em sete bairros selecionou-se quinze famílias por cada bairro, totalizando cento e quinze participantes.

O segundo grupo para a aplicação dos questionários foram os comerciantes de plantas medicinais. Constituiu por uma busca prévia no banco de dados do site da Prefeitura de Marizópolis, tendo assim identificado os possíveis comerciantes de plantas medicinais e depois solicitado (os comerciantes de plantas medicinais) a participação na pesquisa. Após a essa busca, identificou-se dois comerciantes de plantas medicinais no município.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 01 é possível identificar o perfil social dos colaboradores da pesquisa. Com isso, percebem-se as características das pessoas que fazem uso de plantas medicinais, quanto à faixa etária, sexo, formação profissional e ocupação, contribuindo para compreensão dos fatores que levam esse grupo de pessoas a fazerem o uso de plantas medicinais.

Figura 01 – Perfil social dos colaboradores da pesquisa



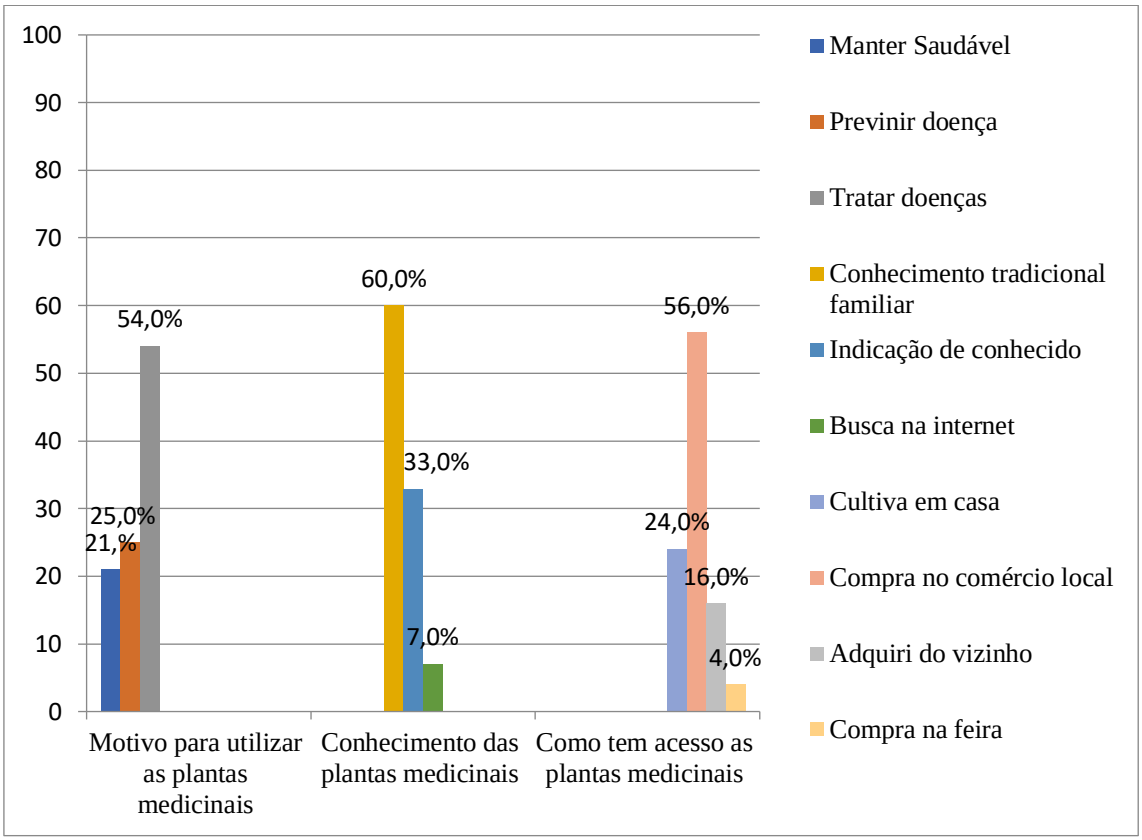
Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Ao analisar a Figura 01, percebe-se que 60% dos entrevistados tem a idade entre 20 e 40 anos, ou seja, a maioria apresenta-se em uma faixa etária consideravelmente jovem. Tais dados reforçam que, apesar da utilização de plantas medicinais ser uma prática cotidiana antiga, permanece presente como alternativa terapêutica nas mais diversas faixas etárias, mesmo os mais jovens. Contribuindo com esse pensamento, Moreira, Salgado e Pietro (2010) afirmam que apesar dos avanços da medicina moderna nas últimas décadas, é comum a utilização de plantas medicinais nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, e consequentemente, cidades como Marizópolis PB.

Ainda na Figura 01, percebe-se que 61% dos entrevistados são do gênero feminino, além disso, 63% dos colaboradores apresentam no mínimo o ensino médio como formação. Essas observações evidenciam que a maioria dos entrevistados pode apresentar alguma informação a respeito da utilização das plantas medicinai, seja ela obtida através das instituições de ensino local ou através dos ensinamentos dos antepassados. Vasconcelos e Barros (2017), destacam em seu trabalho que é importância a escola debater temas como a utilização de plantas medicinais, pois além de valorizar a cultura de utilização, pode informar sobre métodos corretos de utilização.

A pesquisa segue com analises das concepções dos entrevistados a respeito do uso das plantas medicinais, como também as formas que essas ervas são adquiridas e os motivos que levam a utilizá-las, tais constatações podem ser observadas na Figura 02.

Figura 02 - Motivos, concepções e as forma que os colaboradores obtêm as plantas medicinais



Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Observa-se na Figura 02 que 54% das pessoas entrevistadas justificaram as razões pelo qual utilizam as plantas medicinais como sendo o tratamento de alguma enfermidade. Logo, percebe-se que a maior parcela dos colaboradores da pesquisa não busca nas plantas medicinais uma forma de prevenção de doenças, mas principalmente, para tratar ou curar algum problema de saúde. Estudos como os de Santos (2019) e Magalhães (2010) destacam que a ação de curar moléstias através das plantas medicinais é uma das finalidades mais empregadas desde o inicio da história da humanidade, fato que ainda pode ser observado nos dias atuais.

Nesse contexto, os costumes tradicionais familiares corroboram para que as finalidades terapêuticas sejam frequentemente praticadas pelas pessoas, fato esse que pode ser observado através dos dados deste estudo, onde 60% dos entrevistados afirmaram que a principal fonte de informação a respeito do uso de plantas medicinais foi passada ao longo das gerações familiares. A importância dos conhecimentos familiares a respeito das plantas medicinais também é observada no estudo realizado

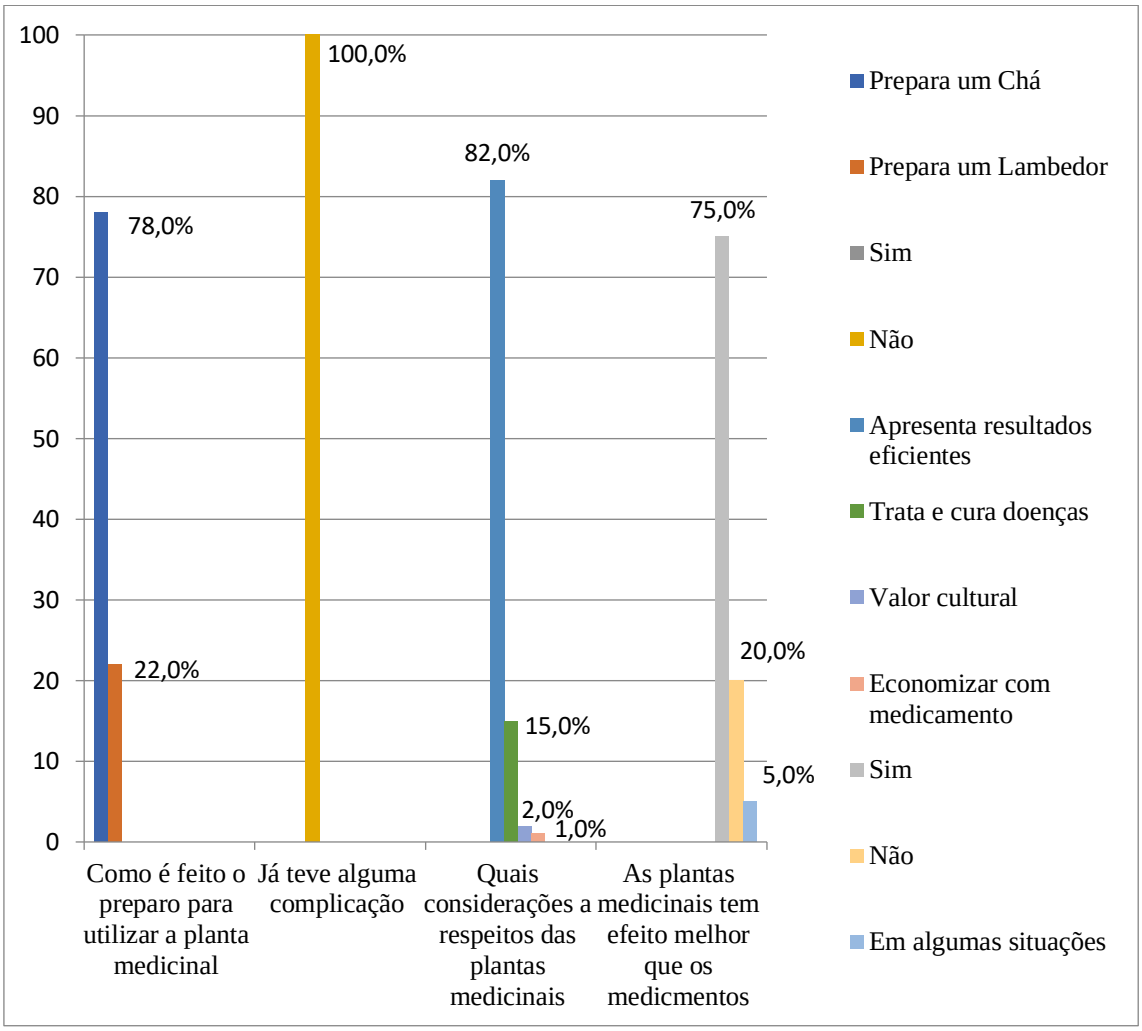
por Medeiros (et al, 2019) ao entrevistar moradores da cidade de Patos PB 77% dos participantes informaram que receberam informações sobre plantas medicinais através dos pais e/ou avó, como por exemplo, qual tipo de planta ou qual parte dela é mais útil para tratar determinada doença.

Além disso, 33% conhecem essa prática fitoterápica através de conhecidos e apenas 7% buscaram informações na interne. Isso Ressalta o quanto o conhecimento popular está presente na prática de utilização das plantas medicinais, tendo em vista que a maioria dos entrevistados conhece esse método de tratar doenças através dos seus familiares ou conhecidos, porém, vale destacar, que apesar desse conhecimento histórico, é preciso ter um acompanhamento profissional qualificado. Por isso, é importante que os usuários busquem também informações nas UBS (Unidade de Básica de Saúde), pois essa é umas das recomendações da OMS (SCHIAVO et al., 2018).

Outro aspecto importante observado na figura 06 são as formas que os utilizadores têm acesso às plantas medicinais, onde 60% expõe que buscam adquirir no comércio local tradicional, como feiras livres, raizeiros e erveiros, 24% fazem o cultivo na própria residência e os demais, 16%, conseguem através dos vizinhos. Com isso, percebe-se que as plantas medicinais apresentam um significativo valor comercial na região, tendo em vista que a maioria dos entrevistados compra nos pontos de vendas, contribuindo como fonte de renda na comunidade.

No segundo momento, os entrevistados foram questionados sobre o modo de preparo das ervas para consumo e os dados coletados estão dispostos na Figura 03. Observa-se também, as considerações dos usuários a respeito dos efeitos que o uso das plantas medicinais proporciona para a saúde do consumidor.

Figura 03 - As considerações dos moradores de Marizópolis PB sobre o uso das plantas medicinais



Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Na análise dos dados observado na Figura 03 nota-se que 78% dos participantes adotam o preparo de chás como principal forma de uso das plantas medicinais e com isso apropriar-se das propriedades bioativas proporcionadas por elas. 22% fazem uso das ervas preparando, os popularmente conhecidos, lambedores. Corroborando com esses dados, o trabalho desenvolvido por Paulert (et al., 2014), também mostra uma preponderância entre os entrevistados no preparo de chá (60%).

Uma das formas de preparar chá é por meio de infusão, nesse processo utilizam-se folhas ou flores, porque é adicionado sobre elas água previamente aquecida até o ponto de fervura e mantida em repouso por alguns minutos. Esse procedimento preserva os óleos essências presente nas ervas, no entanto, no processo de decocção

em que as partes mais rígidas das plantas são utilizadas (cascas, raízes ou caule), o aquecimento ocorre misturado com a água (PAULERT et al., 2014).

Os colaboradores da pesquisa também destacaram que nunca tiveram efeitos colaterais quanto ao uso de plantas medicinais. Pelo contrario, 82% afirmaram que as plantas medicinais apresentaram resultados eficientes quanto ao tratamento e/ou prevenção de doenças. Vale destacar também que 75% afirmaram que as plantas medicinais chegam a ser mais eficientes do que os medicamentos convencionais. Tais Afirmações foram também observadas por Zeni (et al., 2017) ao entrevistar moradores de Blumenal-SC e 96% dos participantes indicaram as plantas medicinais como forma de tratar e/ou curar enfermidades.

Como forma de compreender as finalidades e indicações das plantas medicinais para o uso terapêutico, na Tabela 01 estão listados os tipos de plantas medicinais citadas pelos colaboradores da pesquisa. Foram mencionados um total de 16 tipos de ervas e as partes que são utilizadas para preparo de chás e/ou lambedores.

Tabela 01 – Plantas medicinais comercializadas e cultivadas em Marizópolis PB

Nome Popular	Nome Científico	% de Menções	Parte Utilizada	Funcionalidade popular	Funcionalidade Científica
Hortelã	*Mentha spicata*	9,0%	Folha	Problemas intestinais, gripe, dor de cabeça.	Efeito calmante e expectorante (MACEDO, 2016)
Capim Santo	*Cybopogon citratus*	5,0%	Folha	Gripe, barriga inchada, dor de cabeça, gastrite.	Efeitos antibacterianos (LUCENA et al., 2015)
Caninha da Índia	*Canna Indica*	3,0%	Folha	Gripe, tosse, febre.	Antiviral, analgésico, (AL-SNAFI, 2015)
Camomila	*Matricaria chamomilla*	14,0%	Folha	Tratamento de ansiedade	Atividade ansiolítica LIMA; LIMA FILHO;OLIVEIRA, 2019)
Erva doce	*Pimpinella anisum L.*	10,0%	Folha/semente	Calmante, mal estar, cólica, intestino preso.	Neurológico e distúrbios ginecológicos (AL MAOFARI et al., 2013)
Endro	*Anethum Graveolens*	5,0%	Folha	Dores e enxaquecas	Problemas estomacais (LIMA; BUFFON; ANJOS, 2015).
Eucalipto	*Eucalyptus sp*	3,0%	Folha	Garganta inflamada, febre, tosse.	Propriedades expectorantes e

					antissépticas (CASTRO, 2020).
Babosa	*Aloe vera*	7,0%	Gel	Queimadura	Anti-inflamatória, nefro protetora (CARVALHO et al.,2020
Malva	*Malva sylvestris*	5,0%	Folha	Prisão de ventre, dores de garganta.	Protege o rim contra lesões por isquemia-reperfusão (YARIJANE et al., 2019).
Mastruz	*Chenopodium ambrosioides L.*	3,0%	Folha/Raiz	Febre, dor de cabeça, infecção intestinal, Ânsia de vômito.	Ação antimicrobiana contra o S. aureus e E. coli (GISHEN et al., 2020).
Boldo	*Peumus boldus Molina*	8,0%	Folha	Diarreia, dor abdominal, gases, má digestão.	Ação antioxidante, antiinflamatória, hepatoprotetora, antimicrobiana, e diurética (MARIANO et al., 2019).
Quebra-Pedra	*Phyllanthus niruri L.*	3,0%	Folha/Raiz	Mestruação atrasada, inflamação nos rins.	Antibacteriana, anti-inflamatória e antioxidante (UGALDE, ETHUR, 2020).
Gengibre	*Zingiber officinale*	3,0%	Raiz	Problemas intestinais, dores de cabeça, problemas nas amidas	Atividade antimicrobiana e antioxidante (CUTRIM et al., 2019).
Alecrim	*Rosmarinus officinalis*	8,0%	Flores	Tosses, bronquite, indigestão, asma.	antiinflamatória, antioxidante, antimicrobiana, antitumoral e protetora, inibitória e atenuante (OLIVEIRA, CAMARGO, OLIVEIRA, 2019).
Erva Cidreira	*Lippia alba*	12,0%	Folha	Gripe, calmante, pressão alta, dor de cabeça.	Sedativo e anti-hipertensivo, distúrbios respiratórios (GOMES et al., 2019).

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

Como pode ser observada na Tabela 01, a planta medicinal *Matricaria chamomilla*, conhecida popularmente como camomila foi a mais mencionada pelos entrevistados dessa pesquisa, com 14% das citações. A Erva Cidreira (*Lippia alba*) segue com 12% indicações sobre seus benefícios terapêuticos e a parte normalmente utilizada

para produção de chá. O fato de essas duas plantas terem sido as mais mencionadas pode ser justificado por sua por sua fácil obtenção na região, tanto em pontos em de venta quanto no próprio cultivo domiciliar.

É perceptível também contradições quanto à funcionalidade popular e a funcionalidade científica de algumas plantas. Um exemplo disso, observado na Tabela 01, é a Quina-quina (*Cinchona calisaya*), Canales et al., (2020) descrevem sobre essa planta destacando a presença de quinino, importante composto no combate a malária, mas as principais indicações populares apontam ação contra a anemia e diabetes.

Foram identificados dois comerciantes de plantas medicinais na cidade de Marizópolis PB. No Quadro 01, observam-se algumas informações fornecidas pelos comerciantes de plantas medicinais da região sobre métodos de armazenamento, demanda de venda e os principais tipos de ervas vendidos.

Quadro 01 – Informações dos comerciantes de plantas medicinais de Marizópolis PB

Comerciante A

Idade: 40 anos
Sexo: Feminino

Informações fornecidas pelo Comerciante:

- Comercializa as plantas a mais de dez anos;
- Obtém as plantas através de um fornecedor;
- Armazena as Plantas Medicinais em Potes de plástico;
- São comercializada mais de vinte espécies de Plantas medicinais diferentes;
- Os principais motivos de procura pelas Plantas Medicinais dos clientes são dores de cabeça e caroço no estomago;
- As espécie mais vendidas são: Boldo e Endro;
- O público que mais procura é os adultos femininos;
- As Plantas Medicinais apresentam muita utilidade.

Comerciante B

Idade: 45 anos
Sexo: Masculino

Informações fornecidas pelo Comerciante:

- Comercializa as plantas a mais de dez anos;
- Obtém as Plantas Medicinais através de um fornecedor;
- Armazena as Plantas Medicinais em sacos e em potes de plástico;
- São comercializada mais de 20 espécies de Plantas Medicinais diferentes;

- Os principais motivos de procura pelas Plantas Medicinais dos clientes são: dores de cabeça, náusea e insônia;
- As espécies mais vendidas são: Erva doce, Endro, Camomila e Boldo;
- O público que mais procura pelas Plantas Medicinais é adultos femininos;
- As plantas Medicinais apresentam um significativo valor cultural e econômico.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

A respeito das observações do Quadro 01, os dois comerciantes de plantas medicinais de Marizópolis PB atuam com a venda dessas ervas a um período expressivo, isto é, ambos apresentam consistência nesse mercado. Medeiros (et al., 2019) descrevem que as plantas medicinais apresentam um valor econômico considerável, pois apesar de farmácias comercializarem medicamentos à base de plantas medicinais, é comum a procura dessas plantas em comércios e feiras livres, principalmente em cidades pequenas, na qual a população é mais conhecedora dos benefícios das Plantas Medicinais e procura com uma certa frequência.

As formas de armazenamento e as embalagens utilizadas para guardas às plantas medicinais comercializadas exercem um papel fundamental na manutenção qualidade e das propriedades terapêuticas (ARAÚJO, FERNANDES, LIRA, 2017). De acordo com os comerciantes A e B de Marizópolis PB são utilizados potes de plásticos como recipientes para guardar as plantas que são vendidas. Araújo, Fernandes e Lira (2017) destacam que a escolha do tipo de material irá variar em relação ao tempo e o volume de armazenamento, podendo ser utilizados sacos de polietileno ou polipropileno, vasilhas de madeira sem aroma ou potes de vidro. Portanto, conforme descrito na literatura, pode-se considerar que os comerciantes de plantas medicinais de Marizópolis realizam corretamente o armazenamento.

Com relação ao público que mais procura as plantas medicinais, percebe-se uma coerência com o perfil social do grupo populacional entrevistado nessa pesquisa, em que a maior porcentagem é adulta e do sexo feminino, como também os que mais procuram os comércios de plantas medicinais. Silva (2018) afirma que é um reflexo histórico as mulheres utilizarem mais as plantas medicinais, pois como antigamente elas se responsabilizavam mais para cuidar dos filhos, isso corroborou para que essas práticas também sejam mais realizadas por elas atualmente.

Contudo, percebe-se o quanto as plantas medicinais tem influência na vida de algumas pessoas, tanto na comercialização quanto nas práticas de utilização. Por conta disso, torna-se importante avaliar os teores dos compostos bioativos das plantas medicinais comercializadas, pois a obtenção dessas informações pode corroborar com uma melhor utilização, tornando a prática mais segura e qualificada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem adotada no respetivo trabalho destacou a importância que as plantas medicinais representam para a população, devido seus efeitos terapêuticos, seu baixo custo e boa qualidade. Percebeu-se que a maioria dos colaboradores dessa pesquisa já fez a utilização de plantas medicinais para curar, tratar ou prevenir algum tipo de enfermidade.

Foi constatado também que o comércio de plantas medicinais por erveiros em Marizópolis PB é bem ativo e tem uma significativa procura por parte da população local. No entanto, algumas pessoas preverem realizar o cultivo dessas ervas medicinais nas suas próprias residências ou adquiri-las com conhecido próximo. Quanto às indicações de uso, verificou-se que os conhecimentos que hoje são colocados em práticas foram adquiridos através do processo histórico familiar, ou seja, de geração em geração foi compartilhado o conhecimento que perpetua até os dias atuais.

Ainda, percebe-se que algumas formas de utilização das plantas são equivocadas, devido à falta de conhecimento cientifico sobre a real finalidade que cada espécie apresenta. Assim, torna-se indispensável a realização de estudo sobre análises fitoquímicas para identificar e quantificar os compostos metabólicos presentes nessas plantas é de suma importância.

REFERÊNCIAS

AL-MAOFARI, A. et al. Chemical composition and antibacterial properties of essential oils of Pimpinella Anisum L. growing in Morocco and Yemen. **Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry**, v. 14, n. 1, p. 11,

ALMEIDA, Maria Zelia. **Plantas medicinais: abordagem histórico-contemporânea**. In: *Plantas Medicinais* [online]. 3rd ed. Salvador: EDUFBA, 2011, pp. 34-66. ISBN

978-85-232-1216-2. AvailablefromSciELO Books. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 23 de Maio de 2020.

AL-SNAFI, Ali Esmail. Componentes bioativos e efeitos farmacológicos de Canna indica-An Overview. **Jornal Internacional de Farmacologia e Toxicologia** , v. 5, n. 2, pág. 71-75, 2015.

ARAÚJO, A. C.; FERNANDES, Analyana Priscilla; LIRA, Caroliny Ferreira. Caracterização socioeconômico cultural e procedimentos pós-colheita de plantas medicinais comercializadas por raizeiros em quatro cidades do rio grande do norte. **HOLOS**, v. 7, p. 225-237, 2017.

CANALES, Nataly Allasi et alHistorical chemical annotations of Cinchona bark collections are comparable to results from current day high-pressure liquid chromatography technologies. **Journal of Ethnopharmacology** , v. 249, p. 112375, 2020.

CARVALHO, Rayane Amorim et al. Potencialidades Farmacológicas da Babosa: um estudo realizado por meio das técnicas de prospecção científica e tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 1, p. 184, 2020.

CASTRO, Marina Arruda de. **Avaliação do potencial fitoquímico das folhas de *Eucalyptus tereticornis smith (myrtaceae*) do semiárido nordestino ocorrente no Ceará**. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêutica) – Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza CE, 2020.

CUTRIM, E. S. M. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais e extratos hidroalcoólicos de Zingiber officinale (Gengibre) e Rosmarinus officinalis (Alecrim). **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 60-81, 2019.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. (Série Educação a Distância).

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GISHEN, Nigus Zegeye et al. In vitro antimicrobial activity of six Ethiopian medicinal plants against Staphylococcus aureus, Escherichia coli and Candida albicans. **European Journal of Integrative Medicine**, p. 101121, 2020.

GOMES, Ediellen Mayara et al. EFEITO INIBITÓRIO in vitro DE EXTRATOS DE Cinnamomumzeylanicum BLUME NO CONTROLE DE Cylindrocladiumcandelabrum. **Ciência Florestal (01039954)**, v. 28, n. 4, 2018.

GUEDES, Roselena Abreu. **Composição química de extratos vegetais e sua eficácia no controle in vitro de parasitos adultos de fasciolahepatica.** 70 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Veterinária) – Universidade Federal do Espírito Santo, Algre ES, 2017.

LIMA, Arícia Brasileiro S.; BUFFON, Marilene da Cruz Magalhães; DOS ANJOS, Rosalba Vaz Shulli. Use of medicinal plants and potential risk of interactions with allopathic drugs in users to a health unit colombo–pr. **Visão Acadêmica**, v. 16, n. 2, 2015.

LIMA, Susana Silva; LIMA FILHO, Romério Oliveira; OLIVEIRA, Guilherme Lopes. Aspectos farmacológicos da matricaria recutita (camomila) no tratamento do transtorno de ansiedade generalizada e sintomas depressivos. **Visão Acadêmica**, v. 20, n. 2, 2019

LUCENA, Bruno F, F et al . Avaliação da atividade antibacteriana e moduladora de aminoglicosídeos do óleo essencial de Cymbopogon citratus (DC.) Stapf. **Acta biol.Colomb.**, Bogotá , v. 20, n. 1, p. 39-45, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120548X2015000100005&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 14 set. 2020.

MAGALHÃES-FRAGA, S. A. P.; OLIVEIRA, M. F. S. Escolas Fitoparceiras: Saúde, Ambiente e Educação através das plantas medicinais**. Revista Fitos,** v. 5, n. 1, p. 46-58, 2010

MARIANO, Xavier Maia et al. Bioactive volatile fraction of Chilean boldo (Peumus boldus Molina)–an overview. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 6, p. 474-486, 2019.

MEDEIROS, Felipe Silva et al. Plantas medicinais comercializadas na feira livre do município de Patos, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 150-155, 2019.

OLIVEIRA, Jonatas Rafael; CAMARGO, Samira Esteves Afonso; OLIVEIRA, Luciane Dias. Rosmarinus officinalis L. (alecrim) como agente terapêutico e profilático. **Journal of biomedical science** , v. 26, n. 1, pág. 5, 2019.

PAULERT, Roberta et al. Utilização popular de plantas medicinais nos clubes de mães de Palotina-PR. **Revista Ciência em Extensão**, v. 10, n. 2, p. 55-64, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª ed. **Universidade Feevale**– Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013.

SANTOS, Thiago Alves Xavier dos et al. Conhecimento e uso de plantas medicinais por acadêmicos do curso de farmácia. **Visão Acadêmica**. V. 20, n. 2., julho 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academicaqarticle/view/65783>. Acesso em 08 Setembro de 2020.

Schiavo M, et al. Avaliação do uso de plantas medicinais por mulheres residentes em Ijuí/RS. **Revista Brasileira de Medicina na Famíli**a, 2018.

SILVA, Amanda Stefanie Sérgio da. **Etnoconhecimento sobre plantas medicinais e inter-relações com o meio ambiente na comunidade do Catu, Canguaretama (RN, Brasil)**. 82f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal RN, 2018.

SILVA, Jael Bernardes da. **As práticas de uso de plantas medicinais e fitoterápicos por trabalhadores de saúde na atenção básica**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, Carlos Adriano Santos et al. Controle de qualidade físico-químico e caracterização fito química das principais plantas medicinais comercializadas na feira-livre de Lagarto-SE. **Scientia Plena**, v. 13, n. 9, 2017.

UGALDE, Rita.; ZAGO ETHUR, Luciana Zago. Quebra-pedra (*phyllanthus niruri l.*) - importância, compostos bioativos e uso medicinal. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 30 mar. 2020

VASCONCELOS, Carlos Alberto; BARROS, Maria Salete. "Plantas medicinais: educação ambiental e saber popular nas escolas fundamentais de aracaju/se. **Revista Estudo & Debate** 24, n.3, 2017.

ZENI, Ana Lúcia Bertarello et al. Utilização de Plantas medicinais como remédio caseiro na atenção primária de Blumenau, Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Saúde Coletva**. Vol.22, n.8 Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=6&script=sci_arttext&pid=S1413-81232017002802703&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 09 de Maio de 2021.

YARIJANI, Zeynab Mohamadi et al. Amelioration of renal and hepatic function, oxidative stress, inflammation and histopathologic damages by Malva sylvestris extract in gentamicin induced renal toxicity. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 112, p. 108635, 2019.

CAPÍTULO XXVI

POTENCIAL USO DE ASTAXANTINA OBTIDA DA MICROALGA HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS NA INDÚSTRIA COSMÉTICA

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-26

Ana Paula Brugnolo Ferreira[1]
Guilherme Augusto Colusse[2]
Melissa Marques Gonçalves[3]
Jaqueline Carneiro[4]

[1] Graduanda do curso de Farmácia. Centro Universitário Autônomo do Brasil – UniBrasil.
[2] Doutorando em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia – Universidade Federal do Paraná – UFPR.
[3] Doutoranda em Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas – Universidade Federal do Paraná – UFPR.
[4] Professor Adjunto da Escola de Saúde. Centro Universitário Autônomo do Brasil – UniBrasil.

RESUMO

A indústria cosmética tem se preocupado com os efeitos negativos relacionados ao impacto ambiental causados pelo próprio sistema de produção. Assim, esse setor busca avaliar e incorporar alternativas biotecnológicas que desempenham papéis fundamentais nessa temática. Aliada à produção de novas moléculas de interesse industrial, a produção de biomassa microalgal ganha espaço no cenário tecnológico devido sua versatilidade e potencialidade em diversos setores agroindustriais. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo revisar trabalhos científicos, discutir e apresentar dados referentes às atividades biológicas e uso potencial do pigmento astaxantina obtida da microalga *Haematococcus pluvialis* em formulações cosméticas. Além disso, a revisão ainda apresenta parâmetros do cultivo de *H. pluvialis*, bem como técnicas utilizadas para indução da produção de astaxantina aliada ao custo de produção.

Palavras-chave: Biomassa microalgal. Cosméticos. Sustentabilidade. Carotenóide. Bioprocesso.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais tendências mundiais de consumo é a preferência por produtos provenientes de matérias-primas de origem natural aliada à preocupação do desenvolvimento sustentável aplicada à linha de produção (Nakagami e Pinto, 2020). Atualmente, o consumidor final está ciente do impacto ambiental proveniente da indústria cosmética, o que reflete diretamente na demanda por cosméticos naturais

(Vita *et al.*, 2018). Como exemplo expressivo, muitos países já baniram o uso de microplásticos em formulações e produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC), pois são extremamente nocivos a longo prazo, poluindo principalmente ambientes aquáticos (Maluf *et al.*, 2018).

Nesse contexto, várias estratégias biotecnológicas podem ser implementadas com o intuito de melhorar, otimizar e inovar processos já existentes em cadeias produtivas já estabelecidas na área cosmética (Begum *et al.*, 2016; Gomes *et al.*, 2020; Sajna *et al.*, 2015). Um importante pigmento que pode ser utilizado como ingrediente na indústria cosmética é o carotenóide astaxantina. Atualmente, mais de 95% da astaxantina disponível no mercado é de origem sintética, que pode apresentar capacidade antioxidante vinte vezes menos potente que a molécula natural (Shah *et al.*, 2016).

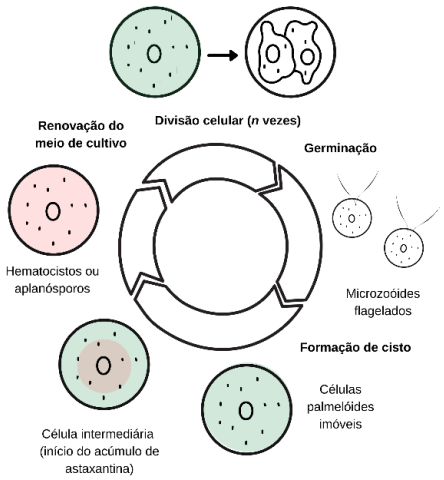
As microalgas são microrganismos altamente versáteis e consideradas como fontes naturais e sustentáveis de carotenóides. Espécies como *Chlorella zofingiensis* e *H. pluvialis* destacam-se pelo potencial de uso em diversos setores industriais, principalmente na produção de astaxantina em escala industrial e uso nas indústrias farmacêutica, alimentícia, nutracêutica e cosmética (Ambati *et al.*, 2014; Shah *et al.*, 2016). *H. pluvialis* (classe Chlorophyceae, ordem Volvocales) pode ser encontrada naturalmente em diversos *habitats* como piscinas naturais costeiras e continentais, poços de água, lagoas ou lagos, mas é principalmente cultivada em sistemas de cultivo padronizados em condições ótimas para produção de biomassa e extração de astaxantina (Ambati *et al.*, 2014; Panis e Carreon, 2016). Além de metabólitos como a astaxantina, as microalgas são ricas em ácidos graxos, proteínas, carboidratos e minerais (Imamoglu, 2007). Durante o cultivo de *H. pluvialis*, ocorre um acúmulo de 3-5% (p/p) na biomassa microalgal (Zhang *et al.*, 2014), fazendo com que essa espécie seja uma candidata relevante na substituição da astaxantina sintética. O fato dessa espécie ser considerada uma das maiores fontes naturais de astaxantina no mundo, aliado ao grande número de estudos concluídos e em andamento sobre cultivo, otimizações e formas inéditas de extração, reflete seu alto valor de mercado, que pode variar de U$2.500 a U$7.000 kg^{-1}.

Assim, o presente estudo teve como objetivo discutir a produção de astaxantina obtida através do cultivo de *H. pluvialis*, avaliar suas atividades biológicas e o potencial uso na indústria cosmética bem como apresentar de forma genérica os principais parâmetros do cultivo de *H. pluvialis* e técnicas utilizadas para indução da produção de astaxantina vinculadas ao custo de produção.

2. PRODUÇÃO DE ASTAXANTINA OBTIDA ATRAVÉS DO CULTIVO DE *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS*

O cultivo de *H. pluvialis* em larga escala depende exclusivamente de parâmetros ótimos de luminosidade, temperatura, pH, agitação, adição ou não de CO_2 e meio de cultura (Shah *et al.*, 2016). As condições ideais para que o cultivo de *H. pluvialis* apresente maior rendimento de biomassa se baseiam em temperatura de 21 °C, luminosidade de 45 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ e fotoperíodo de 12h:12h claro/escuro (Raposo, Morais e Morais, 2012). Vale ressaltar que o processo laboratorial/industrial para a produção da astaxantina é baseado em duas etapas, sendo (i) o cultivo de *H. pluvialis* em parâmetros normais para o aumento da densidade celular, e (ii) o uso de fatores de estresse, como aumento da luminosidade, variação brusca no pH ou adição de sais para induzir a produção de astaxantina (Shah *et al.*, 2016). A Figura 1 apresenta o ciclo celular de *H. pluvialis* e o momento em que se inicia o acúmulo de astaxantina no interior da célula devido à fatores ambientais extremos.

Figura 1 – Ciclo celular de *H. pluvialis* durante replicação celular e acúmulo de astaxantina

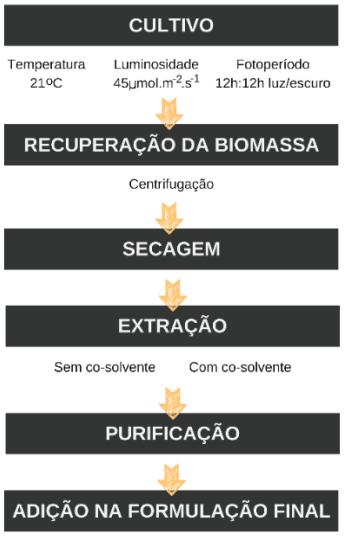


Fonte: Adaptado de Shah *et al*. (2016).

O cultivo industrial de *H. pluvialis* é realizado em sistemas abertos denominados *open ponds*. Esses sistemas são considerados mais vantajosos quando comparados aos sistemas fechados, conhecidos como fotobiorreatores ou *closed systems*, pois apresentam pontos positivos como baixo custo de montagem e operação, fácil manutenção, baixo gasto de energia para operação, alta durabilidade e possibilidade de cultivo em estação de tratamento de efluentes (Narala *et al.*, 2016). No entanto, parâmetros laboratoriais são fundamentais para a padronização do cultivo, pois afetam diretamente a densidade celular, concentração de pigmentos na célula e custo (Colusse *et al.*, 2019).

A obtenção de astaxantina através do cultivo de *H. pluvialis* inicia-se com a recuperação da biomassa microalgal, geralmente realizada pelo método de centrifugação. Em seguida, o material resultante é seco para o aumento da vida útil da biomassa e preparo do material para a extração do metabólito. Após a secagem, a recuperação da astaxantina é realizada por meio de extração supercrítica de CO_2 (Shah *et al.*, 2016), utilizando sistemas de flotação (sistema líquido bifásico) (Khoo *et al.*, 2019), ou por extração utilizando solventes (Molino *et al.*, 2018). A Figura 2 apresenta o processo desde o cultivo da *H. pluvialis*, extração, purificação e adição da astaxantina no produto final.

Figura 2 – Etapas de obtenção da astaxantina a partir do cultivo de *H. pluvialis*



Fonte: Autoria própria.

A astaxantina obtida de *H. pluvialis* em larga escala pode ter um menor custo de produção (U$555 kg^{-1}) do que a astaxantina obtida sinteticamente (U$1000 kg^{-1}), que pode ser comercializada a partir de U$2000 kg^{-1} (Li *et al.*, 2011). Atualmente, existem várias empresas líderes no cultivo de *H. pluvialis* em grande escala, lideradas pelos Estados Unidos e China (Li *et al.*, 2011; Shah *et al.*, 2016). Devido ao tamanho, localização, técnica empregada na recuperação da biomassa microalgal e até mesmo equipamentos utilizados nessas empresas, o custo de produção pode variar (Li *et al.*, 2011).

3. ASTAXANTINA: ATIVIDADES BIOLÓGICAS E POTENCIAIS APLICAÇÕES EM COSMÉTICOS

As características químicas da astaxantina lhe confere atividades biológicas potenciais para aplicação na indústria cosmética. A Tabela 1 mostra as principais atividades biológicas dessa molécula em produtos cosméticos encontradas na literatura.

Tabela 1 – Atividades biológicas da astaxantina

Atividade	Referências
Antioxidante	(Chintong *et al.*, 2019; Eren *et al.*, 2019)
Despigmentante	(Chintong *et al.*, 2019)
Estimulador de colágeno	(Chou *et al.*, 2016)
Estimulador de fibroblastos	(Chou *et al.*, 2016)
Cicatrizante	(Meephansan *et al.*, 2017; Ritto *et al.*, 2017)
Antiinflamatória	(Park *et al.*, 2018)
Hidratante	(Ikarashi *et al.*, 2020)

Entre as diversas atividades biológicas encontradas e avaliadas para a molécula de astaxantina, a atividade antioxidante se destaca por ser uma característica intrínseca à essa molécula (Alves *et al.*, 2020). Chintong e colaboradores (2019) mostraram que o extrato etanólico de astaxantina possui capacidade de capturar o radical DPPH e que pode ser comparável ao do BHT e muito próximo ao do ácido ascórbico. Além disso, os autores discutiram uma possível ação despigmentante da astaxantina, uma vez que a molécula demonstrou inibição da tirosinase comparável à arbutina. Além das atividades

antioxidante e antitirosinase, o estudo mostra que a astaxantina não foi citotóxica para os fibroblastos dérmicos humanos e sugere seu uso seguro e eficaz na concentração de 10-20 $\mu g.mL^{-1}$. Outrora, a ação antioxidante da astaxantina sobre hidrogéis e lipogéis também foi demonstrada em estudos conduzidos por Eren *et al.* (2019).

Chou *et al.* (2016) mostraram que o extrato de astaxantina aumentou o teor de colágeno através da inibição da expressão de MMP1 e MMP3 e indução de TIMP1. Os autores também evidenciaram um aumento da proliferação de fibroblastos por aumento do fator de crescimento celular VEGF.

Meephansan *et al.* (2017) observaram um efeito cicatrizante da astaxantina, que pode estar relacionado à sua capacidade de modular a fase inflamatória por reduzir a expressão de iNOS (biomarcador de estresse oxidativo). Além disso, parece modular a proliferação e remodelação, aumentando a expressão dos biomarcadores de cura Col1A1 e FGFb. O envolvimento da astaxantina nas fases de proliferação e remodelação também é discutido por Ritto *et al.* (2017), via inibição de RhoA e ativação de Rac1. Além de moduladora, há relatos de efeito antiinflamatório e aumento da expressão do mRMA da aquaporina-3, sugerindo seu uso como hidratante da pele (Ikarashi *et al.*, 2020; Park *et al.*, 2018).

Os resultados de tais estudos demonstram que, além de ser muito versátil, a astaxantina tem grande potencial para uso no setor cosmético, pois combate os principais sinais do envelhecimento cutâneo como discromia, desidratação e perda de colágeno, além de apresentar atividades com potencial cicatrizante e antiinflamatório. Assim, a astaxantina pode ser adicionada como ingrediente ativo em baixas concentrações em qualquer tipo de produto *anti-aging*.

A astaxantina apresenta uma coloração avermelhada, portanto também pode ser utilizada na maquiagem, proporcionando não apenas benefícios estéticos, mas também à saúde da pele. A astaxantina natural é aprovada como pigmento para uso em rações animais por diversos órgãos como a Food and Drug Administration (FDA) e a Comissão Européia, sendo a astaxantina obtida de *H. pluvialis* a principal fonte utilizada para suplementos regulamentados pela Comissão Europeia e pela e a Administração Nacional de Produtos Médicos da China (Geng *et al.*, 2020).

A veiculação dessa molécula em nanocarreadores pode proporcionar inúmeras vantagens, como melhora na estabilidade, solubilidade em água e permeabilidade (Geng *et al.*, 2020; Hwang *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2019). Muitos sistemas eficientes de liberação da astaxantina já foram desenvolvidos, tais como carreadores de lipídios nanoestruturados (Geng *et al.*, 2020), nanoemulsões (Hwang *et al.*, 2017), nanopartículas poliméricas (Hu *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2019), lipossomas (Kamezaki *et al.*, 2016) e nano-lipossomas (Oh *et al.*, 2020). Mesmo a microencapsulação em esferas de alginato de cálcio pode proteger a astaxantina da degradação e proporcionar melhorias nas características finais do produto (Lin *et al.*, 2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos sobre a utilização da astaxantina em produtos cosméticos ainda são escassos e não muito discutidos, mas esta revisão apresenta diversas atividades biológicas da astaxantina com potencial aplicação no setor cosmético, principalmente para a pele. Resultados de estudos *in vitro* e *in vivo* são promissores e fundamentais para o desenvolvimento de novas metodologias de pesquisa e introdução de novidades no mercado. Nesse contexto, as microalgas apresentam aspectos positivos nos diversos âmbitos ambiental, socioeconômico e podem ser fontes sustenáveis de biomoléculas com valor agregado. Seu uso, que vem sido amplamente estudado e discutido, abre várias possibilidades de aplicação em diversos setores industriais. Além disso, é uma matéria-prima natural e apresenta diversos benefícios para saúde.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.; SOUSA, E.; SOUSA, E.; KIJJOA, A.; KIJJOA, A.; PINTO, M.; PINTO, M. Marine-derived compounds with potential use as cosmeceuticals and nutricosmetics. **Molecules**, v. 25, n. 11, 2020.

AMBATI, R.; PHANG, S.-M.; RAVI, S.; ASWATHANARAYANA, R. Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications - a review. **Marine Drugs**, v. 12, n. 1, p. 128–152, 7 jan. 2014.

BEGUM, H.; YUSOFF, F. M.; BANERJEE, S.; KHATOON, H.; SHARIFF, M. Availability and utilization of pigments from microalgae. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 13, p. 2209–2222, 2 out. 2016.

CHINTONG, S.; PHATVEJ, W.; RERK-AM, U.; WAIPRIB, Y.; KLAYPRADIT, W. In vitro antioxidant, antityrosinase, and cytotoxic activities of astaxanthin from shrimpwaste. **Antioxidants**, v. 8, n. 5, p. 1–11, 2019.

CHOU, H. Y. *et al.* Enriched astaxanthin extract from haematococcus pluvialis augments growth factor secretions to increase cell proliferation and induces MMP1 degradation to enhance collagen production in human dermal fibroblasts. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 6, 2016.

COLUSSE, G. A.; DUARTE, M. E. R.; CARVALHO, J. C. DE; NOSEDA, M. D. Media effects on laboratory scale production costs of *Haematococcus pluvialis* biomass. **Bioresource Technology Reports**, v. 7, p. 100236, set. 2019.

EREN, B.; TUNCAY TANRIVERDI, S.; AYDIN KÖSE, F.; ÖZER, Ö. Antioxidant properties evaluation of topical astaxanthin formulations as anti-aging products. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 18, n. 1, p. 242–250, 2019.

GENÇ, Y.; BARDAKCI, H.; YÜCEL, Ç.; KARATOPRAK, G. Ş.; AKKOL, E. K.; BARAK, T. H.; SOBARZO-SÁNCHEZ, E. Oxidative stress and marine carotenoids: Application by using nanoformulations. **Marine Drugs**, v. 18, n. 8, 2020.

GENG, Q.; ZHAO, Y.; WANG, L.; XU, L.; CHEN, X.; HAN, J. Development and Evaluation of Astaxanthin as Nanostructure Lipid Carriers in Topical Delivery. **AAPS PharmSciTech**, v. 21, n. 8, 2020.

GOMES, C.; SILVA, A. C.; MARQUES, A. C.; SOUSA LOBO, J.; AMARAL, M. H. Biotechnology applied to cosmetics and aesthetic medicines. **Cosmetics**, v. 7, n. 2, p. 33, 11 maio 2020.

HU, F.; LIU, W.; YAN, L.; KONG, F.; WEI, K. Optimization and characterization of poly(lactic-co-glycolic acid) nanoparticles loaded with astaxanthin and evaluation of anti-photodamage effect in vitro. **Royal Society Open Science**, v. 6, n. 10, 2019.

HWANG, Y. H.; HONG, S. G.; MUN, S. K.; KIM, S. J.; LEE, S. J.; KIM, J. J.; KANG, K. Y.; YEE, S. T. The protective effects of astaxanthin on the OVA-induced asthma mice model. **Molecules**, v. 22, n. 11, p. 1–11, 2017.

IKARASHI, N.; KON, R.; NAGOYA, C.; ISHIKURA, A.; SUGIYAMA, Y.; TAKAHASHI, J.; SUGIYAMA, K. Effect of astaxanthin on the expression and activity of aquaporin-3 in skin in an in-vitro study. **Life**, v. 10, n. 9, p. 1–8, 2020.

IMAMOGLU, E. Effect of Different Culture Media and Light Intensities on Growth of Haematococcus pluvialis. **international journal of Natural and Engineering Sciences**, v. 1, n. 3, p. 5–9, 2007.

KAMEZAKI, C.; NAKASHIMA, A.; YAMADA, A.; UENISHI, S.; ISHIBASHI, H.; SHIBUYA, N.; HAMA, S.; HOSOI, S.; YAMASHITA, E.; KOGURE, K. Synergistic antioxidative effect

of astaxanthin and tocotrienol by co-encapsulated in liposomes. **Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition**, v. 59, n. 2, p. 100–106, 2016.

KHOO, K. S.; CHEW, K. W.; OOI, C. W.; ONG, H. C.; LING, T. C.; SHOW, P. L. Extraction of natural astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* using liquid biphasic flotation system. **Bioresource Technology**, v. 290, p. 121794, out. 2019.

LI, J.; ZHU, D.; NIU, J.; SHEN, S.; WANG, G. An economic assessment of astaxanthin production by large scale cultivation of *Haematococcus pluvialis*. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 6, p. 568–574, nov. 2011.

LIN, S. F.; CHEN, Y. C.; CHEN, R. N.; CHEN, L. C.; HO, H. O.; TSUNG, Y. H.; SHEU, M. T.; LIU, D. Z. Improving the stability of astaxanthin by microencapsulation in calcium alginate beads. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, p. 1–10, 2016.

LIU, C.; ZHANG, S.; MCCLEMENTS, D. J.; WANG, D.; XU, Y. Design of Astaxanthin-Loaded Core-Shell Nanoparticles Consisting of Chitosan Oligosaccharides and Poly(lactic-co-glycolic acid): Enhancement of Water Solubility, Stability, and Bioavailability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 18, p. 5113–5121, 2019.

MALUF, D. F.; GONÇALVES, M. M.; D'ANGELO, R. W. O.; GIRASSOL, A. B.; TULIO, A. P.; PUPO, Y. M.; FARAGO, P. V. Cytoprotection of antioxidant biocompounds from grape pomace: Further exfoliant phytoactive ingredients for cosmetic products. **Cosmetics**, v. 5, n. 3, 2018.

MEEPHANSAN, J.; RUNGJANG, A.; YINGMEMA, W.; DEENONPOE, R.; PONNIKORN, S. Effect of astaxanthin on cutaneous wound healing. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology**, v. 10, p. 259–265, 2017.

MOLINO, A.; RIMAURO, J.; CASELLA, P.; CERBONE, A.; LAROCCA, V.; CHIANESE, S.; KARATZA, D.; MEHARIYA, S.; FERRARO, A.; HRISTOFOROU, E.; MUSMARRA, D. Extraction of astaxanthin from microalga *Haematococcus pluvialis* in red phase by using generally recognized as safe solvents and accelerated extraction. **Journal of Biotechnology**, v. 283, p. 51–61, out. 2018.

NAKAGAMI, I. A.; PINTO, L. P. Beleza sustentável: ativos naturais na formulação de cosméticos orgânicos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e88922064, 1 jan. 2020.

NARALA, R. R.; GARG, S.; SHARMA, K. K.; THOMAS-HALL, S. R.; DEME, M.; LI, Y.; SCHENK, P. M. Comparison of microalgae cultivation in photobioreactor, open raceway pond, and a two-stage hybrid system. **Frontiers in Energy Research**, v. 4, 2 ago. 2016.

OH, H.; LEE, J. S.; SUNG, D.; LIM, J. M.; CHOI, W. IL. Potential antioxidant and wound healing effect of nano-liposol with high loading amount of astaxanthin. **International Journal of Nanomedicine**, v. 15, p. 9231–9240, 2020.

PANIS, G.; CARREON, J. R. Commercial astaxanthin production derived by green alga Haematococcus pluvialis: A microalgae process model and a techno-economic assessment all through production line. **Algal Research**, v. 18, p. 175–190, 2016.

PARK, J. H.; YEO, I. J.; HAN, J. H.; SUH, J. W.; LEE, H. P.; HONG, J. T. Anti-inflammatory effect of astaxanthin in phthalic anhydride-induced atopic dermatitis animal model. **Experimental Dermatology**, v. 27, n. 4, p. 378–385, 2018.

RAPOSO, M. F. J.; MORAIS, A. M. M. B.; MORAIS, R. M. S. C. Effects of spray-drying and storage on astaxanthin content of Haematococcus pluvialis biomass. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n. 3, p. 1253–1257, 2012.

RITTO, D.; TANASAWET, S.; SINGKHORN, S.; KLAYPRADIT, W.; HUTAMEKALIN, P.; TIPMANEE, V.; SUKKETSIRI, W. Astaxanthin induces migration in human skin keratinocytes via Rac1 activation and RhoA inhibition. **Nutrition Research and Practice**, v. 11, n. 4, p. 275–280, 2017.

SAJNA, K. V.; GOTTUMUKKALA, L. D.; SUKUMARAN, R. K.; PANDEY, A. White biotechnology in cosmetics. *In*: **Industrial Biorefineries & White Biotechnology**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 607–652.

SHAH, M. M. R.; LIANG, Y.; CHENG, J. J.; DAROCH, M. Astaxanthin-producing green microalga *Haematococcus pluvialis*: From single cell to high value commercial products. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, 28 abr. 2016.

VITA, N. A.; BROHEM, C. A.; CANAVEZ, A. D. P. M.; OLIVEIRA, C. F. S.; KRUGER, O.; LORENCINI, M.; CARVALHO, C. M. Parameters for assessing the aquatic environmental impact of cosmetic products. **Toxicology Letters**, v. 287, n. January, p. 70–82, 2018.

ZHANG, W.; WANG, JUNFENG; WANG, JIALIN; LIU, T. Attached cultivation of Haematococcus pluvialis for astaxanthin production. **Bioresource Technology**, v. 158, p. 329–335, 2014.

CAPÍTULO XXVII

ECOLOGIA DE PAISAGENS: CONCEITOS E APLICAÇÕES

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-27

Thaís Ribeiro Costa[1]
Heitor Alves Bispo Júnior[2]
Anne Priscila Dias Gonzaga[3]

[1] Doutoranda em Ciência Florestal. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.
[2] Mestre em Ciências Humanas. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.
[3] Professora Adjunta na Faculdade Interdisciplinar de Humanidades. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

RESUMO

A ecologia de paisagem é uma área do conhecimento que fornece metodologias para uma análise integrada do ambiente, onde as paisagens e os processos ecológicos se interagem e são de extrema importância para o funcionamento do meio. São propostas duas abordagens para a Ecologia da Paisagem: a geográfica e a ecológica. A abordagem geográfica é menos focada em estudos de relação entre a biota e o meio abiótico e é apresentada como uma disciplina integradora de ciências sociais, geofísicas e biológicas, abordando a paisagem de uma maneira global. Já a abordagem ecológica foi inicialmente influenciada pela ecologia de ecossistemas, modelagem e análise espacial e, portanto, dá-se uma maior ênfase às paisagens naturais e para aplicação de conceitos para a conservação da diversidade biológica e o manejo de recursos naturais. Portanto, o conhecimento acerca dos conceitos e estrutura de uma paisagem são imprescindíveis para a delimitação de políticas públicas voltadas à conservação da configuração e da riqueza biológica dos diferentes ecossistemas, principalmente frente ao processo de degradação e conversão das áreas naturais em usos antrópicos.

Palavras-chave: Conservação ambiental**.** Estrutura da paisagem. Fragmentação.

1. INTRODUÇÃO

A Ecologia da Paisagem surge como uma ciência relevante nas tomadas de decisões de gestão territorial e, sobretudo sobre as áreas prioritárias para conservação e restauração de ambientes degradados (DANTAS et al., 2017). Procura ainda entender como processos ecológicos relacionam-se com os padrões da paisagem, composta por mosaicos heterogêneos, estudando assim, os mecanismos de ocupação de nichos das

espécies, e como elas se dispersam e se interagem em diferentes escalas (METZGER, 2001).

Em tempos recentes, o processo de fragmentação florestal tem se intensificado, resultando na formação de paisagens com pouca diversidade de hábitat, com fragmentos isolados e de dimensões reduzidas (CALEGARI et al., 2017). A permanência ou não das espécies em um habitat depende da interação de diversos fatores, como o tamanho dos fragmentos remanescentes, da heterogeneidade ambiental, dos habitats ao entorno do fragmento, da distância, da conectividade entre eles e do efeito de borda (SALOMÃO et al., 2021).

O fluxo dos componentes na paisagem muitas vezes determina sua mudança estrutural. Por exemplo, uma situação em que havia dispersão de sementes da matriz para uma mancha, mas que agora não mais ocorre, pode mudar a característica da mancha e da paisagem (METZGER, 2001). Esse seria um caso de mudança natural da paisagem. No entanto, existem outros fatores de mudança intrínsecos à paisagem, mas que não correspondem necessariamente a fluxos. Entre estes estão o novo cenário de mudanças climáticas, a topografia, as características do solo e os desastres naturais (SALOMÃO et al., 2021). Já as causas antrópicas para as mudanças têm características socioeconômicas, políticas, tecnológicas e/ou culturais.

Nesse contexto, a Ecologia de Paisagem fornece subsídios para o correto manejo dos fragmentos na paisagem, bem como de seus contornos, além de medidas preservacionistas externas como corredores ecológicos para ampliação do fluxo gênico, implantação de Unidades de Conservação e áreas de uso restrito serão vitais para a manutenção das condições ecológicas atuais nas gerações futuras. Portanto, este capítulo busca discorrer sobre os conceitos e as aplicações por trás dessa nova ciência, tão necessária ao cenário atual em que vivemos.

2. DEFINIÇÕES E DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

Antes de serem estabelecidos quaisquer conceitos, a ideia de paisagem já estava estabelecida de forma inerente na memória do ser humano. Tais expressões dessa memória podem ser encontradas nas artes e ciências de diversas culturas. Segundo

Maximiano (2004), as pinturas rupestres constituem as primeiras concepções do ser humano direcionadas à alguns componentes da paisagem.

O termo paisagem é extremamente polissêmico, e as acepções disciplinares a ele relacionadas são ainda vagas e variadas. Segundo o dicionário Aurélio, da língua portuguesa, paisagem é "espaço de terreno que se abrange num lance de vista". A etimologia da paisagem revela importantes fatores a serem considerados. Segundo Holzer (1999), "*landschaft*" é de origem alemã, que, por sua vez, originou o *landscape* em inglês, e se refere a uma associação entre o sítio e seus habitantes. Já *paysage*, em francês, tem seu significado atrelado às técnicas renascentistas, mas sua origem vem do radical medieval *pays*, que significa ao mesmo tempo "habitante" e "território". Portanto, os significados da palavra "paisagem", revelam que ela não é apenas uma condição estática de um espaço observado individualmente. Trata-se também da produção do espaço e a representação do espaço por estes indivíduos, o que insere uma perspectiva dinâmica.

O termo "paisagem" foi introduzido como termo científico-geográfico no início do século XIX pelo alemão A. von Humboldt, o grande pioneiro da moderna geobotânica e geografia física. Humboldt fez referência à paisagem demonstrando seu interesse pela fisionomia e aspecto da vegetação, pelo clima, sua influência sobre os seres e o aspecto geral da paisagem (MAXIMIANO, 2004). Portanto, Em sua análise holística, Humboldt tinha como preocupação principal as características físicas do meio ambiente, mas sem negligenciar os aspectos humanos.

Naveh e Lieberman (1994) relatam que durante o desenvolvimento da ciência Ocidente, o significado do termo Paisagem passou a ser entendido unicamente como a conformação do relevo, compreendo apenas as características das feições fisiográficas, geológicas e geomorfológicas de determinada região. Em contrapartida, na ex-URSS, estudos intensivos na caracterização do seu território, levaram a desenvolver uma interpretação muito mais abrangente do conceito de paisagem, incluindo os fenômenos naturais e não naturais.

Durante essa linha histórica o conceito de paisagem passou por diversas definições. Forman e Godron (1986, p. 205) define a paisagem como sendo "uma área heterogênea da superfície terrestre composta por um conjunto de ecossistemas

interativos e que se repetem de forma similar em uma dada extensão". Por sua vez, Urban e et al. (1987, p. 120), conceitua a Paisagem "como um mosaico de terras com formas, tipos de vegetação e de solos heterogêneos". Ainda em Forman (1987), a paisagem é considerada como uma entidade formada por um mosaico de quilômetros de extensão nos quais os ecossistemas locais se repetem. Mais recentemente, Turner et al. (2001) referem-se à paisagem como uma área espacialmente heterogênea em pelo menos um dos fatores de interesse. Observa-se uma propriedade comum para todos os conceitos: a heterogeneidade. Portanto, uma paisagem nunca será homogênea em relação aos elementos que compõem determinado espaço.

O termo Ecologia da Paisagem, como uma disciplina científica emergente, foi cunhado pelo biogeógrafo alemão Carl Troll em 1939, influenciado pelo conceito de ecossistema proposto por Tansley em 1935. Ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens, Troll teve a intenção de incentivar uma colaboração entre a Geografia e a Ecologia, combinando, assim, na prática, a aproximação "horizontal" do geógrafo examinando a interação espacial dos fenômenos, com a aproximação "vertical" dos ecólogos, no estudo das interações funcionais de um determinado local.

O campo da disciplina de Ecologia de paisagens teve duplo nascimento, marcado por duas principais abordagens (MARTINS et al., 2004): i) uma geográfica, fundada na escola europeia em meados de 1940, que privilegia estudos relacionados com as paisagens culturais, voltados para a influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território e outra ii) ecológica, que originou em 1980 na escola norte-americana, onde se prioriza as paisagens naturais, voltada para a conservação e o entendimento dos padrões espaciais e ecológicos.

A Ecologia da Paisagem muitas vezes, principalmente na escola americana, excluiu propositadamente os ser humano de suas pesquisas. Nesse sentido, constatou-se a partir do início desse século uma insatisfação Ecologia da Paisagem quando Naveh, (2000) destacou a necessidade da inclusão do ser humano e sua dimensão cultural-social e econômica como parte integral de uma ecologia global e que, perante os desafios de salvaguardar e criar sustentabilidade, saúde, paisagens produtivas e atrativas para o

próximo milênio, portanto, a Ecologia da Paisagem necessitaria de uma concepção bem mais holística.

Conforme Valente (2001), a Ecologia da Paisagem é atualmente uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. No entanto, é considerada emergente, em busca de arcabouços teóricos e conceituais sólidos (METZGER, 2001; PIROVANI, 2010). Atualmente, no Brasil, destacam-se os trabalhos de Metzger (2001, p. 4), que propõe "uma definição integradora de paisagem como sendo um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação".

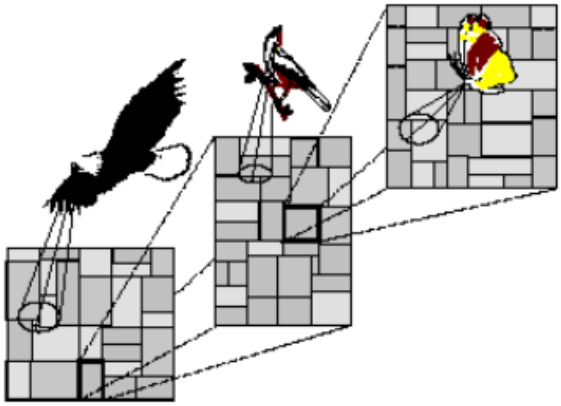
Portanto, a aplicação da Ecologia de Paisagem pode contribuir, pois propõe estudos de espaços antropizados, na escala de atuação do homem. Na abordagem geográfica, possibilita o estudo dos impactos estruturais e funcionais gerados pelo homem no espaço heterogêneo e as inter-relações presentes entre os componentes que o compõem, tanto naturais como culturais. Na abordagem ecológica, permite o enfrentamento dos problemas ambientais. A compatibilização entre o uso das terras e a sustentabilidade econômica, social e ambiental requer o planejamento da ocupação e conservação da paisagem como um todo (METZGER, 2001). A Ecologia da Paisagem adota um ponto de vista correto para a proposição de soluções de problemas ambientais, pois lida com a paisagem de forma holística, integrando seus aspectos naturais e culturais, assim como, o homem, em seu sistema de análise.

3. ESTRUTURA DA PAISAGEM

Uma paisagem pode ser então definida como uma unidade distinta e mensurável, definida por seu padrão espacial de agrupamentos de ecossistemas em interação, desenvolvimento geomorfológico, regimes de perturbação e evolução (NUCCI, 2007). Portanto uma paisagem pode variar de tamanho, englobando desde grandes regiões até pequenas porções, dependendo do observador e da escala utilizada. Um exemplo bastante didático a ser dado, é a visão de paisagem para uma formiga e um leão. Os dois animais podem estar inseridos em mesmo território, mas ocupam

nichos bastante distintos, ou seja, a visão do que é paisagem para um é bem diferente da visão de paisagem para o outro.

Figura 1 - Visão em diferentes escalas para diferentes organismos.



Fonte: MCGarigal e Marks (1995).

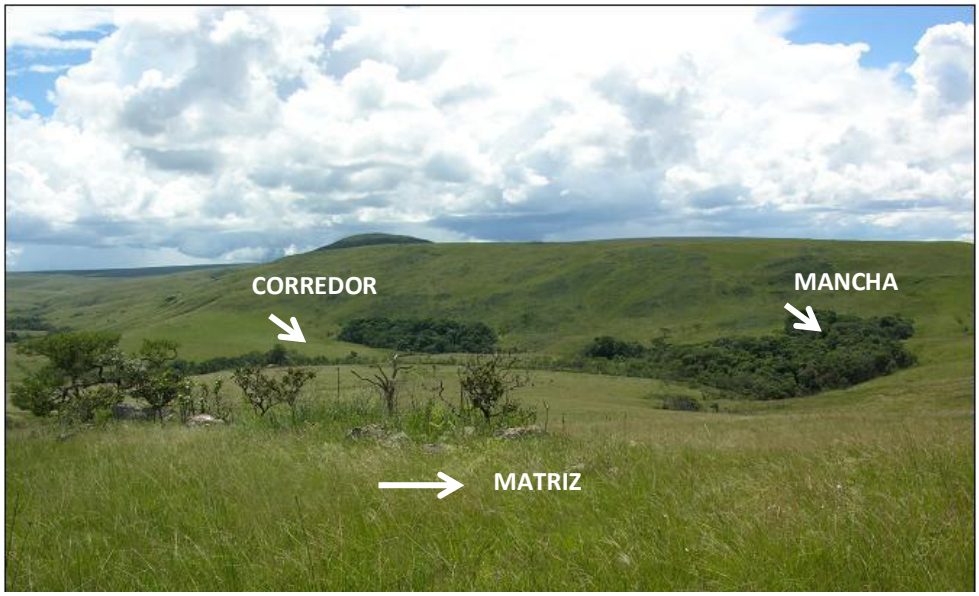
Desse modo, a Ecologia da Paisagem passou a ser definida, segundo Forman e Godron (1986), como uma ciência que trabalha com três características da paisagem: estrutura, que são as relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração; função, que se traduz nos fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem; e mudanças que são as modificações observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico ao longo do tempo.

O conceito de estrutura da paisagem é relativamente jovem dentro da ecologia de paisagens. Trata-se do estudo do mosaico da paisagem que aparece como padrão e o ordenamento espacial especifico das unidades de paisagem (PELLEGRINO et al., 2006). Trabalha com as feições espaciais/estruturais observáveis e mensuráveis na paisagem e caracteriza as suas condições, seu desenvolvimento e sua mudança temporal.

Para entender a estruturação de uma paisagem é preciso primeiramente elucidar dois importantes conceitos: unidades de paisagem e elementos da paisagem. Segundo Zonneveld (1990), a unidade de paisagem não se restringe a uma única escala de observação e seria a expressão da paisagem de acordo com uma visão sistêmica, fornecendo base para o estudo das inter-relações topológicas e corológicas.

Portanto, as unidades de paisagens correspondem a cada tipo de componente da paisagem e geralmente se se individualizam pelo relevo, clima, cobertura vegetal ou determinado tipo de solo (AMORIM; OLIVEIRA, 2008). As unidades são do ponto de vista geográfico, as unidades de uso, ocupação e cobertura do território, como por exemplo, um município. Em uma abordagem ecológica, as unidades geralmente correspondem a habitats, como um determinado tipo de vegetação. De modo geral, as unidades de Paisagem apresentam fronteiras de complexa delimitação, que ocupam um determinado espaço e certo período de tempo, cuja existência é condicionada pelo funcionamento de seus elementos. Segundo Forman e Godron (1986), citados por Pirovani (2010) e Valente (2001), a estrutura da paisagem é composta pelos seguintes elementos: mancha corredor e matriz (Figura 2).

Figura 2 - Exemplo dos principais elementos de uma paisagem: mancha-corredor-matriz.



Fonte: Autoria própria.

O fragmento, também designados de mancha (*patch*), ecótopo, biótopo, componente da paisagem, elemento da paisagem, célula da paisagem, site, refere-se ao elemento básico que forma uma paisagem (VALENTE, 2001). Segundo Lang e Blaschke (2009), corresponde ao menor elemento individual observável da paisagem, de acordo com a escala de detecção e observação. É considerado ainda pelos autores, a mais importante unidade espacial da paisagem a ser estudada. Segundo Pirovani (2010), as

manchas são superfícies não lineares, que estão inseridas na matriz e diferem em aparência do seu entorno, variam em tamanho, forma, tipo de heterogeneidade e limites com a matriz de entorno. Valente (2002) complementa que os fragmentos são dinâmicos, ocorrem em diferentes escalas temporais e espaciais e possuem uma estrutura interna.

Os fragmentos podem ainda ser classificados de acordo com sua origem: i) manchas de perturbação, devido às dinâmicas de distúrbios da paisagem como por exemplo queimadas, pastoreio, deslizamento, dentre outros; que podem levar por exemplo à extinção de determinadas populações e especiação de outras; ii) manchas remanescentes: refere-se aquilo que sobrou de uma área que não teve perda total da sua matriz; como por exemplo uma área florestal que não passou por corte raso e constitui uma área em sucessão avançada, mantendo-se muito próxima das características naturais; iii) manchas de regeneração, similares ao remanescentes, porém com perturbações cessadas; iv) manchas de distribuição de recurso ambiental: ambientes estáveis, ausentes de perturbação e constituem áreas colonizadas em equilíbrio dinâmico com a manutenção de espécies; v) manchas introduzidas: referem-se a interferência antrópica na introdução de organismos, como por exemplo; implantação de sistemas agroflorestais (FILHO, 1998).

Os principais atributos que influenciam estes fragmentos (machas) são o tamanho e a forma. A área de cada fragmento influencia a quantidade de energia armazenada e a capacidade de conter espécies em seu interior. Conforme predições da Teoria da Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR; WILSON, 1963), fragmentos maiores tendem a suportar maior número de espécies, devido a menor probabilidade de extinções locais e facilidade de colonização das populações (COX; MOORE, 1993). Por outro lado, quanto menor o fragmento maior a influência dos efeitos de borda, os quais provocam fortes alterações microclimáticas, levando ao declínio ou extinção das espécies de interior. A forma, por sua vez, está associada primariamente ao efeito de borda, pois quanto mais irregular a forma, maior será a proporção de áreas de borda com comunidades distintas das comunidades do interior das manchas. Se uma mancha tiver formato circular ou quadrado, conterá maior área núcleo do que borda, enquanto

que uma macha em formato regular, com a mesma área, terá proporcionalmente maior relação borda/interior (FILHO, 1998).

Além desses atributos, devem-se ainda avaliar as manchas em relação ao seu número, densidade e configuração; uma vez que a proximidade e a conectividade entre as manchas podem ser consideradas um fator decisivo na dispersão dos organismos na paisagem.

Nesse contexto, as mudanças no uso e ocupação do solo, desde as atividades agrícolas até o crescente processo de expansão urbana, são responsáveis por modificar não apenas o tamanho e forma das manchas; e de acordo com Casimiro (2010) mas também a distâncias entre elas, constituindo o processo de fragmentação da paisagem.

Os corredores, por sua vez, são estreitas faixas, naturais ou antrópicas, que diferem da matriz em ambos os lados. A grande maioria das paisagens são, ao mesmo tempo, divididas e unidas por corredores (VALENTE, 2001). Segundo Pirovani (2010), os corredores se apresentam como estruturas lineares, funcionando como condutores para a biota, contribuindo, significativamente, para o aumento da variedade de espécies e do conjunto de indivíduos. São responsáveis pela conexão entre os fragmentos florestais, favorecendo o intercambio genético entre suas populações, contribuindo para a conservação da biodiversidade.

Os corredores variam no comprimento e na função. Os corredores em linha são resultantes de atividades humanas, geralmente são estreitos e têm como função movimentação de espécies de borda. Os corredores em faixas têm por função o movimento de espécies características do interior de um fragmento florestal e, na maioria dos casos, são grandes o bastante para apresentarem um efeito de borda e um microambiente em seu interior (VALENTE, 2001).

Segundo Forman (1995), os corredores desempenham cinco tipos de funções: i) habitat: predominância de espécies adaptadas às bordas e generalistas; ii) condução: todo tipo de corredor possuem parcialmente esse tipo de função e é responsável pela movimentação de plantas, animais e/ou pessoas; iii) filtro: refere-se a seletividade de passagem, apenas para determinas espécies.; iv) fonte: quando o corredor corresponde a única mancha em uma matriz, e atua na dispersão e colonização das espécies; v)

sumidouro: quando elementos que advêm da matriz, “desaparecem” no corredor, como é o caso de animais que morrem ao atravessar rodovias.

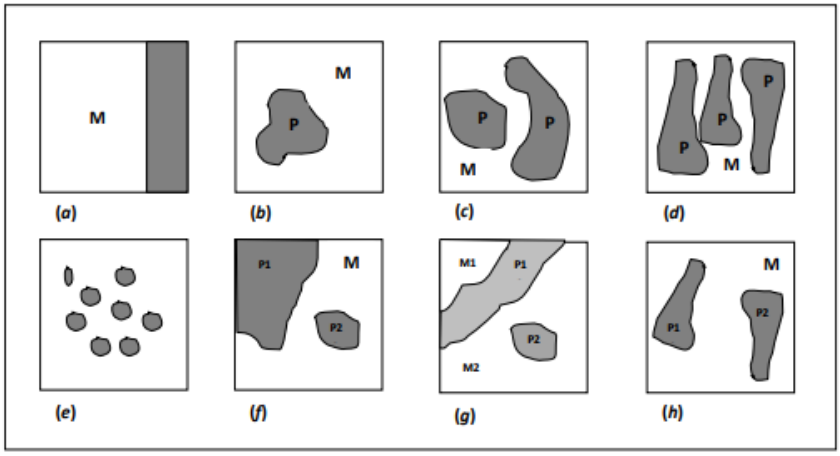
Os corredores podem ainda ser classificados de acordo com sua estrutura: corredores em linha, corredores ripícolas, corredores de interflúvio, rede de corredores e corredores segmentados. Em síntese, uma das principais características dos corredores em determinada paisagem é a conectividade (SALOMÃO, 2021).

Por fim, a matriz da paisagem corresponde ao tipo de superfície dominante e trata-se do elemento mais importante para a análise e compreensão da estrutura da paisagem. Lang e Blaschke (2009), definem matriz como um elemento estendido da paisagem relativamente homogêneo, que inclui manchas e corredores de diferentes tipos. Corresponde ao elemento com maior conectividade e que ocupa a maior extensão, e por esse motivo, exerce maior influência nos processos ecológicos da paisagem. As matrizes que permitem a maior conectividade entre os fragmentos florestais são consideradas as de maior porosidade, fator que terá influência direta na conservação e preservação dos remanescentes florestais (VALENTE, 2001).

A figura 3 retrata o exposto acima. O exemplo mais simples de uma matriz está representado em (a) onde a paisagem estudada possui apenas uma única borda que intercepta o perímetro em ambas as extremidades. Neste caso a porosidade é nula. Se tivermos apenas uma mancha com borda fechada (b), esta se encontra dentro da matriz. Quanto maior o número de manchas com bordas fechadas, maior porosidade terá a matriz. Nos diagramas b-e temos matrizes com porosidade 1, 2, 3 e 8.

Esses exemplos mostram que a porosidade é um conceito independente da conectividade. Quando temos um caso onde a área é ocupada tanto por uma borda aberta e uma mancha fechada (f), nesse caso deve-se estimar cada uma separadamente. Os diagramas g e h ilustram como o nível de conectividade pode variar sem mudar a porosidade (FORMAN; GODRON, 1986).

Figura 3 - Porosidade e conectividade da matriz. M = matriz, P = mancha. (a) o caso mais simples, porosidade = 0; (b) Porosidade = 1; (c) Porosidade = 2; (d) Porosidade = 3; (e) Porosidade = 8; (f) Porosidade = 2 e a conectividade da matriz completa, mas incerta quando o tipo M ou tipo P se tornam a matriz; (g) Porosidade = 2, mas a conectividade não está completa; (h) Porosidade = 2 e a conectividade é completa.



Fonte: Forman e Godron, 1986.

De acordo com Filho (1998), a forma que estes três elementos (fragmento, corredor e matriz) estão distribuídos espacialmente, corresponde a configuração da paisagem. Nesse contexto, alguns padrões espaciais podem auxiliar a percepção da configuração da paisagem, sendo os principais: i) Regular: têm ecossistemas ou uso de solo semelhantes, circundandos por uma matriz. Um exemplo pode ser os capões de mata em meio às áreas de campo limpo; ii) Agregado: como os campos agrícolas localizados no fundo de vales; iii) Linear: as matas ciliares ao longo de um rio podem ser um exemplo de manchas com distribuição linear e iv) Paralelo: As estradas correspondem a um exemplo de corredores paralelos.

Os limites entre esses conjuntos interativos da paisagem podem variar no tempo e no espaço, e são definidos por diversas variáveis: abiótico (tipos de solo, dinâmica hidro-geomorfológicas, mudanças climáticas); distúrbios naturais (fogo e geada, por exemplo) e pela interferência do uso humano. A ação antrópica faz parte da paisagem, embora ela possa afetar seu equilíbrio ou até mesmo sua dinâmica. Assim como o fazem as modificações naturais. A energia "consumida" e ou "transformada" com a ação antrópica poderá ser liberada do meio em forma de calor, no clima, na erosão dos solos, ventos ou mesmo nas podogêneses (BORSATO; FILHO, 2004). A troca permanente de

energia e matéria adquire proporções e ritmo muito mais intenso que aquele que normalmente a natureza imprime. Cada uma dessas formas de energia liberada ao meio desencadeará ações e reações, podendo alterar os elementos e consequentemente as unidades de uma paisagem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual cenário de crise da biodiversidade no país, torna-se urgente a necessidade de se avaliar a diversidade biológica contida nos diferentes ecossistemas e conhecer dos fatores que afetam sua dinâmica por meio de técnicas da Ecologia da Paisagem. Essas abordagens podem servir de subsídios para identificar estratégias conservacionistas e áreas prioritárias a pesquisa, bem como, para planejamento sustentável dos recursos naturais.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi realizado com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA. R. C. **As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (2): 177-198, 2008.

BORSATO, V. A.; SOUZA FILHO, E. E. **Ação antrópica, alterações nos geossistemas, variabilidade climática: contribuição ao problema**. Revista Formação – Edição Especial – n.13 v.2. 2004.

CASIMIO, P. C. **Estrutura, composição e configuração da paisagem conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da ecologia da paisagem**. Universidade Nova de Lisboa – Departamento de Geografia e Planejamento Regional, 2010.

COX, C. B.; MOORE, P. D. *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. 5. ed. Berlin: ***Blackwell Science***, 326p. 1993.

DANTAS, M. S.; ALMEIDA, N. V.; MEDEIROS, I DOS S.; SILVA, M. D. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. ***Journal of Environmental Analysis and Progress,*** V. 02 N. 01, p.87-97, 2017.

FORMAN, R. T. T.; M. GODRON. ***Landscape Ecology.*** *John Wiley & Sons, New York*, 619 p, 1986.

FORMAN, R. T. T. *L**and mosaics:** the ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

HOLZER, Werther. **Paisagem, imaginário, identidade:** alternativas para o estudo geográfico. In: CORRÊA, Roberto Lobato; ROSENDHAL, Zeny (orgs.). Manifestações da cultura no espaço. Rio de Janeiro: EdUERJ, pp. 149 - 168, 1999.

LANG, BLASCHKE, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo, SP: Oficina de Texto, 2009.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E.O. *An equilibrium theory of island biogeography.* ***Evolution,*** v.17, p.373-387, 1963.

MARTINS, É. S. *et al.* **Ecologia de paisagem:** conceitos e aplicações potenciais no Brasil. Documentos, Planaltina, DF, n. 121, p. 1-35, jul. 2004.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RA´EGA**. Curitiba, UFPR, n.8, p.83-91, 2004.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. ***Fragstats:*** *spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. US Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station,* 1995.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. *Landscape ecology: theory and application.* **SpringerVerlag,** New York, 1994.

NUCCI, J.C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Eletrônica Geografa**, v. 2 (1), p.77-99, 2007.

PELLEGRINO, P. R. M., GUEDES, P. P., PIRILLO, F. C., FERNANDES, S. A. **A paisagem da borda:** uma estratégia para condução das águas, da biodiversidade e das pessoas. In: COSTA, L. M. S. A. (eds.) Rios e Paisagens Urbanas em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Viana e Mosley: Ed. PROURB, p. 57 -76, 2006.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação, florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias, 2010.

RIBEIRO, M. C. ***The Brazilian Atlantic Forest:*** *How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation,* v. 142. n. 6, p. 1144-1156. 2009.

SALOMÃO, N. V., MACHADO, E. L. M. , PEREIRA, R. , FERNANDES, G. W. , MUCIDA, D. P. , GONZAGA, A. P. D. , SILVA, L. S. . ***The homogenization of two different natural ecosystems by conversion to pasture in the Southern Espinhaço, Brazil.*** FLORAM, 28(2): e20190077, 2021.

TANSLEY, A.G. ***The use and abuse of vegetational concepts and terms.*** Ecology 16: 284-307. 1935.

TROLL, C. ***Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology:*** *a terminological study*. Geoforum 8: 43-46.1971.

TURNER M.G. & GARDNER R.H. (EDS.). ***Quantitative methods in landscape ecology:*** **the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. Springer-Verlag, New York. 2001.

URBAN, D. L.; O'NEILL, R.V., SHUGART, H.H. ***Landscape Ecology:*** *a hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. Bioscience,* 37(2), pp. 119-127. 1987.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. **Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP.** Scientia florestalis, n. 62, p. 114-129, 2002.

VALENTE, R. O. A. **Analise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP.** 2001. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

ZONNEVELD, I.S. ***Scope and concepts of landscape ecology as na emerging science.*** *In: Zonneveld & Forman (eds.) Changing Landscapes: an ecological perspective.* Berlin: Spring-Verlag, 286p, 1990.

CAPÍTULO XXVIII

LEVANTAMENTO DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHO DE PEQUENA ORDEM

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-28

Paulo Ricardo da Silva Camargo [1]
Ronielson Gaia da Silva [2]
Jordana Oliveira Borges [3]
Nataly Mendes Neves [3]
Luiz Felipe Godinho Barreiros [3]
Fagner de Souza [4]
Afonso Pelli [5]

[1] Mestrando em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM
[2] Graduado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM
[3] Graduando em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM
[4] Doutor em Ciências Ambientais. Universidade Estadual de Maringá– UEM
[5] Doutor em Aquicultura. Universidade Federal do Triângulo Mineiro- UFTM

RESUMO

Estudar dinâmica ecológica das comunidades aquáticas são de extrema importância para compreensão dos padrões na composição da biodiversidade e na estrutura das comunidades. Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento da comunidade de macroinvertebrados em quatro distintos pontos de um riacho de pequena ordem na Bacia do rio Uberaba. As amostragens foram realizadas de setembro de 2017 a março de 2019. Foram coletados 9.488 organismos distribuídos em 3 filos, 11 ordens e 56 famílias. Após, foi construído uma matriz com as famílias de macroinvertebrados e calculado o índice de diversidade. Posteriormente, foi realizado a Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (N-MDS) para analisar a similaridade dos pontos amostrados. Em síntese, o presente trabalho demostrou que as atividades antrópicas podem influenciar na composição estrutural das comunidades nos trechos amostrados, principalmente no Ponto 1, local com maior pressão antropogênica, consequentemente, resultando na região com maior dissimilaridade dentre todos os pontos como foi creditado pela N-MDS. Também foi evidenciado que a heterogeneidade de habitats e a sazonalidade também refletem na distribuição espacial das comunidades biológicas.

Palavras-chave: Ambiente lóticos. Macrofauna. Impactos antrópicos.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da estrutura da assembleia de organismos aquáticos, como de macroinvertebrados, pode ajudar na detecção das condições qualitativas de um ecossistema aquático (BARRELLA; PETRERE, 2003) e do equilíbrio ecológico das comunidades ali instaladas (ELTON, 1958; KARR, 1981; KELLY; WHITTON, 1998; USSEGLIO-POLATERA et al., 2000; MUSTOW, 2002; CALLISTO et al., 2002). Nesse sentido, as comunidades e sua estrutura ecológica pode refletir um conjunto de fatores bióticos e abióticos de um respectivo ambiente (BENNEMANN et al., 2000), assim como a influência desses fatores nas comunidades aquáticas (SOUZA et al., 2013), especialmente nas comunidades de pequeno porte (WEITZMAN; VARI, 1988; CASTRO, 1999).

Além disso, a disponibilidade de recursos, a diversidade de hábitats e as características biogeográficas e hidrológicas, também podem atuar como um filtro ambiental local e regional explicando a presença das espécies (CASTRO,1999; GALDEAN et al*.,* 2000; ALBERT; REIS, 2011).

Um dos ambientes aquáticos de suma importância são os ecossistemas lóticos, em especial os de pequena ordem (CUNICO et al, 2009), pois estes ambientes possuem uma estreita ligação com ambiente terrestre em seu entorno, sendo a matéria orgânica alóctone a sua principal fonte de energia para as comunidades (VANNOTE et al., 1980).

Desta maneira, os ambientes lóticos devem receber uma grande atenção e prioridade em pesquisas que dizem respeito às características ecológicas, como as de estrutura/dinâmica das comunidades e de diversidade de espécies, assim como os estudos em sistemática, taxonomia, evolução, reprodução e biologia geral (CASTRO; MENEZES, 1998; CASTRO, 1999).

A ampla diversidade e a grande quantidade de áreas endêmicas nos ecossistemas aquáticos brasileiros propiciam uma das mais importantes regiões zoogeográficas do mundo. Desta forma, trabalhos de levantamento de espécies e de dinâmica ecológica das comunidades aquáticas são de extrema importância para compreensão dos padrões na composição da biodiversidade, na estrutura das comunidades, e na identificação de áreas ameaçadas com alto grau de endemismo (CASTRO; MENEZES, 1998). Também são essenciais para o conhecimento da

biodiversidade, contribuindo para o reconhecimento da distribuição geográfica de espécies ou de grupos de espécies similares em uma região (DUBOIS, 2010).

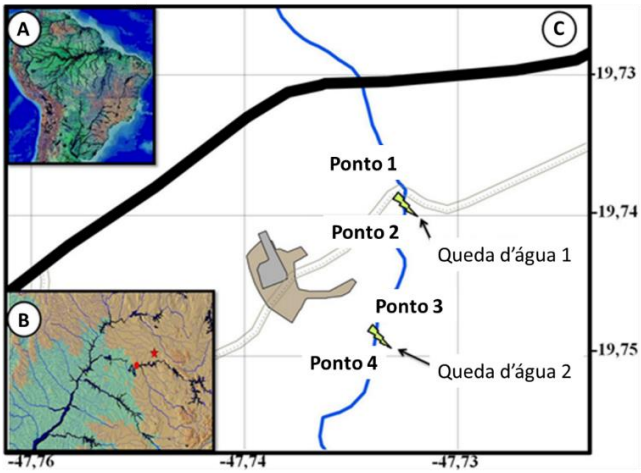
Alguns trabalhos que abordam a relação entre parâmetros ecológicos e a qualidade ambiental (LUIZ et al., 2005; SOUZA et al., 2013; CAMARGO et al., 2019) evidenciam a importância do respectivo trabalho, pois a constatação de alterações ecológicas negativas podem subsidiar tomadas de decisões, como propostas de reestruturação de mata ciliares, aplicação de programas em educação ambiental e reformulação de planos gerenciadores das bacias envolvidas. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento da comunidade de macroinvertebrados em riachos de pequena ordem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

As campanhas foram realizadas trimestralmente entre setembro de 2017 a março de 2019. O estudo ocorreu em quatros pontos (1-4), distribuídos entre duas quedas d'águas de um riacho de pequena ordem, pertencente a bacia do rio Uberaba, localizada no município de Uberaba-MG (Figura 1). A primeira queda d'água está situada entre os pontos 1 e 2, localizada nas coordenadas 19°44'20''S 47°44'01''W. A segunda está situada entre os pontos 3 e 4, nas coordenadas 19°44'53''S 47°44'09''W. Para amostragem biológica foram delimitado transecto de 100 m para cada ponto e realizado amostras aleatórias em triplicatas com um esforço amostral de 50 minutos. Para isso foi utilizado uma peneira de 1,0 x 0,50 m, com nós adjacentes de 3 mm. Os materiais coletados foram acondicionados em sacos plásticos com 500 ml de álcool 70%. Em laboratório sob estereomicroscópio Bel Photonics com magnificência máxima de 100 X, o material foi triado e identificado de acordo com Mugnai et al. (2012), Hamada et al. (2014) e Costa et al. (2006). Em seguida o material foi adicionado à coleção de organismos aquáticos continentais do Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM.

Figura 1 – Área de estudo. Localização na América do Sul (A). Localização na bacia do alto rio Paraná (B). Localização dos pontos amostrados (Ponto1 ao Ponto 4) no município de Uberaba-MG (C).



Fonte: Autoria própria.

2.2. ANÁLISE DE DADOS

Foi elaborado uma matriz com todas as famílias de macroinvertebrados e os respectivos anos e períodos amostrados. Em seguida foi realizado o cálculo de índice de diversidade como a riqueza; abundância; dominância; equitabilidade; diversidade de Shannon e diversidade de Simpson. Para analisar a similaridade de todos pontos e períodos foi realizado uma Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (N-MDS). Para o cálculo do índice de diversidade e da N-MDS foi utilizado *Software Past* (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

2.3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Ponto 1: Ponto montante das duas quedas d'água, nas coordenadas 19°44'17''S 47°44'01''W (Figura 1). A margem direita apresenta uma mata ciliar estreita que varia de 1 a 2 metros, região composta por árvores de grande porte, bastante serapilheira, não possui rochas e raízes expostas e encontra-se em um barranco. As raízes e troncos adentram-se na água e é perceptível a ação antrópica nesse ambiente. A margem esquerda apresenta aproximadamente 2 metros de mata ciliar, possui serapilheira no solo, raízes expostas, presença de erosão no barranco. Além disso, o trecho contém grande quantidade de rochas basálticas e a região apresenta árvores caídas na coluna d'água. O fluxo hídrico é predominantemente de poço, no leito encontra-se bastante

folhas, sedimento fino, presença de troncos, local parcialmente sombreado, localizado próximo a uma ponte. O local possui presença de atividade agrícola e de pastoreio em ambas as margens, com residência a 147,5 m da margem direita.

Ponto 2: Situado à jusante da primeira queda d'água, nas coordenadas 19°44'23''S 47°44'00''W (Figura 1). A margem direita possui uma mata ciliar densa de 60,64 m, e solo com serapilheira e raízes expostas; barranco com cerca de 3 a 4 metros diminuindo em direção a jusante. Além de, possuir galhos; troncos; raízes e cipós dentro da água. A margem esquerda consiste em uma faixa bem estreita de 2,08 m, com poucas árvores, grande quantidade de serapilheira, no solo raízes expostas, barranco com aproximadamente 1 a 2 metros, além de possuir trechos com erosão. A água é clara, fluxo hídrico é predominantemente de poço, mas com trechos de remanso. O leito apresenta folhas, sedimento fino e pequenas rochas, local é parcialmente sombreado.

Ponto 3: Ponto está localizado entre à jusante da primeira queda d'água 1 e à montante da segunda queda d'água, nas coordenadas 19°44'51''S 47°44'10''W (Figura 1). A margem direita apresenta mata ciliar densa de 82,33 m. Solo com muita serapilheira, raízes expostas e rochas de tamanho mediano. Consiste em um paredão de aproximadamente 10 a 15 m, diminuindo seu tamanho em direção a jusante. Nele encontra-se troncos de árvores e folhas caídos dentro da coluna d'água, raízes; pequenos bancos com distintas *Poeaceas* adentrando na água. A margem esquerda consiste em uma mata ciliar de baixa densidade de 142,24 m. Solo com raízes expostas e muita serapilheira. Apresenta um barranco desgastado devido à erosão da água, com altura de aproximadamente 2 metros, possui algumas árvores caídas e raízes na coluna d'água (correspondente a erosão da área). A água clara, fluxo hídrico caracteriza-se pela predominância de poços. Contudo encontra-se também remansos e corredeiras, o leito apresenta manchas de rochas basálticas e locais arenosos, muitas folhas e sedimento fino nas regiões de poços. Nota-se a que o local é totalmente sombreado.

Ponto 4: Localizado à jusante da segunda queda d'água, nas coordenadas 19°44'54''S 47°44'08'' (Figura 1). A margem direita apresenta uma mata ciliar densa recobrindo todo o trecho de 144,15 m. Um solo com muita serapilheira, raízes expostas, troncos e rochas de médio porte, o solo é plano e sem erosão. A margem esquerda apresenta uma mata ciliar média e densa de 313,34 m. Solo rochoso, possuindo muita

serapilheira e raízes expostas. A mata acolhe todo o trecho e possui um barranco íngreme com cerca de 10 a 15 metros, com pontos de erosão. Além disso, observa-se também raízes dentro da água. Água clara, o fluxo hídrico é composto por poço e remanso. O leito é caracterizado por apresentar predominantemente sedimento fino, com presença de folhas e rochas de médio porte. Além disso, o ambiente é sombreado, folhas na superfície da água em determinadas regiões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 9.488 organismos dividido em 3 filos distribuídos em 11 ordens e 56 famílias. O filo mais representativo foi Arthropoda (80,76%) seguido de Mollusca (19,17%) e Anellida (0,08%). As ordens mais abundantes foram Hemíptera (43,52%); seguida de Basommatophora (14,80%), Díptera (10,09%); Trichoptera (9,95%); Coleóptera (7,15%) e Odonata (6,07%). Já as famílias mais abundantes foram, Notonectidae com 3.041 indivíduos (32,05%), Planorbidae com 1.232 (12,98%) e Gerridae com 897 indivíduos (9,4%). Em contrapartida as famílias que evidenciaram menores abundância foram, Culicidae, Syrphidae, Tabanidae, Eletrophidae, Naucoridae, Leptohyphidae, Dytscidae, Dryopidae, Staphilinidae, Curculionidae, Scirtidae, Hydrobiosidae, Glossomatidae, Sialidae, Gripterygidae, todas com apenas 1 indivíduo cada (0,01%). (0,08%). (Tabela 1).

Tabela 1. Macroinvertebrados amostrados em um riacho de pequena ordem na Bacia do rio Uberaba.

Táxons	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Total
ANNELIDA					
Hhynchobdellida					
Hirundinae	-	-	2	-	2
Oligochaeta					
Oligochaeta ssp	-	3	2	1	6
ARTHROPODA					
Diptera					
Tipulidae	1	2	2	1	6
Chironomidae	156	70	97	60	383
Culicidae	-	-	-	1	1
Syrphidae	-	-	1	-	1
Simuliidae	39	459	19	39	556
Ceratopogonidae	-	-	3	2	5
Tabanidae	-	-	1	-	1

Ephrydidae	-	-	3	-	3
Empididae	1	1	-	-	2
Hemiptera					
Nepidae	12	10	4	2	28
Notonectidae	1.189	919	393	540	3.041
Gerridae	120	296	208	273	897
Veliidae	3	35	63	61	162
Helotrephidae	-	1	-	-	1
Naucoridae	-	1	-	-	1
Ephemeroptera					
Leptohyphidae	-	-	1	-	1
Baetidae	3	-	9	6	18
Leptophlebiidae	-	3	52	3	58
Odonata					
Calopterygidae	17	18	56	8	99
Belostamatidae	66	28	53	38	185
Libellulidae	14	26	38	10	88
Gomphydae	3	14	31	4	52
Aeshinidae	6	6	37	2	51
Dicteriadidae	1	-	3	7	11
Lestidae	-	11	27	27	65
Coenagrionidae	-	10	-	3	13
Protoneuridae	5	-	3	4	12
Coleoptera					
Hydrophilidae	34	145	105	145	429
Gyrinidae	5	12	25	2	44
Elmidae	9	27	89	58	183
Dytiscidae	2	1	2	1	6
Dryopidae	-	-	1	-	1
Staphilinidae	-	3	-	-	1
Curculionidae	-	1	-	-	1
Scirtidae	-	-	-	2	2
Psephenidae	-	-	11	1	12
Trichoptera					
Calamoceratidade	-	19	111	6	136
Odontoceridae	-	2	22	7	31
Hydropsychidae	63	151	113	63	390
Polycentropodidae	1	-	13	1	15
Philopotamidae	18	238	49	39	369
Leptoceridae	-	-	2	-	2
Hydrobiosidae	-	-	-	1	1

Glossosomatidae	1	-	-	-	1
Megaloptera					
Sialidae	-	-	1	-	1
Corydalidae	11	68	20	18	117
Plecoptera					
Perlidae	17	50	75	37	179
Gripterygidae	-	-	1	-	1
MOLIUSCA					
Basommatophora					
Physidae	4	27	15	31	77
Lymnaidae	13	-	70	13	96
Planorbidae	360	497	206	169	1.232
Caenogastropoda					
Hydrobiidae	6	4	70	5	85
Thiaridae	20	134	145	28	327
Ampullariidae	-	-	-	2	2

Fonte: Autoria própria.

No cálculo do índice de diversidade, os dados analisados exibiram diferenças entre os pontos 1 a 4 dos parâmetros: riqueza; abundância; dominância; diversidade de Shannon; diversidade de Simpson e equitabilidade.

O Ponto 1 evidenciou a menor riqueza; diversidade de Shannon; diversidade de Simpson; equitabilidade e alta dominância (Tabela 2). O ponto 2 exibiu a segunda menor riqueza; a maior abundância. Além disso, o local é o terceiro ponto com maior dominância e diversidade de Shannon, e o segundo ponto com a maior diversidade de Simpson e equitabilidade (Tabela 2).

O Ponto 3 é o ambiente com a maior riqueza; diversidade de Shannon; diversidade de Simpson; equitabilidade. Consequentemente, apresenta a menor dominância. Esse ambiente é o segundo ponto com maior abundância (Tabela 2). O Ponto 4 é o segundo ponto com maior riqueza e menor abundância, ainda expressou ser o segundo ponto com maior dominância; diversidade de Shannon e o terceiro ponto com maior diversidade de Simpson e equitabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Índice de diversidade entre todos os pontos amostrados.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Riqueza	31	35	45	41
Abundância	2.200	3.292	2.254	1.721
Dominância	0,3296	0,1408	0,06931	0,1484
D. Shannon	1,737	2,380	3,038	2,474
D. Simpson	0,6704	0,8592	0,9307	0,8516
Equitabilidade	0,5059	0,6694	0,798	0,6663

Fonte: Fonte: Autoria própria.

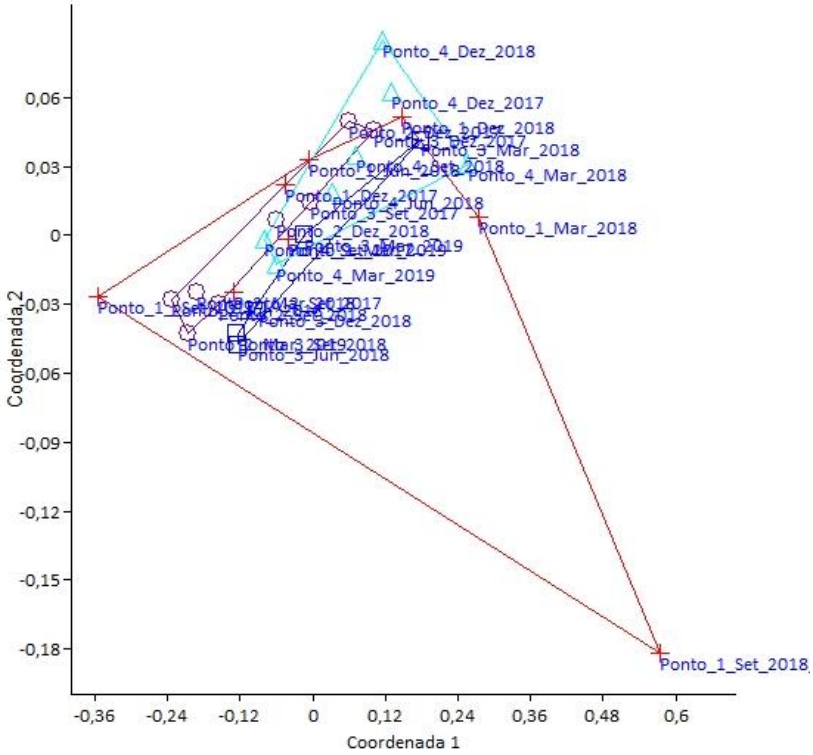
A análise de similaridade (N-MDS) apontou que o Ponto 1 exibiu a maior dissimilaridade dos parâmetros analisados (riqueza; abundância; dominância; diversidade de Shannon; diversidade de Simpson e equitabilidade entre todos os pontos amostrados (Figura 2). O Ponto 2 é o segundo local com maior dissimilaridade.

Em ambientes lóticos, mais especificamente riachos de pequena ordem, a manutenção do sistema aquático apresenta uma dependência maior de material orgânica de origem alóctone, ou seja, oriunda da mata ciliar, já que a produção primária se torna reduzida devido o sombreamento ocasionado pelos dosséis das árvores (TREVISAN; HEPP, 2007; HAUER; HILL, 2007; GIMENES et al., 2010). Os Pontos 1 e 2 apresentam uma faixa de mata ciliar mais estreita em relação aos pontos 3 e 4 (ver na caracterização ambiental acima). O grau de integridade da mata ciliar apresenta relação com a contribuição de entrada de nutrientes nos corpos hídricos (VANNOTE et al., 1980; GIMENES, 2010). Por conseguinte, esses dois pontos podem promover uma menor contribuição de nutrientes alóctones para a manutenção ecossistêmica no riacho.

Além disso, o Ponto 1 está localizado em uma região com maior pressão de atividade antrópica como a atividade agrícola e agropecuária. O ponto 2 está a jusante da primeira queda d'água, local utilizado como área de lazer, com presença de lixo (plásticos e calçados).

A sua margem esquerda apresenta atividade de pastoreio. Nesse sentido, as atividades antrópicas podem influenciar de maneira direta e indireta a distribuição espacial e temporal das comunidades de macroinvertebrados (BENSTEAD et al., 2003; SOUZA et al., 2013; BOBADILHA; ANDRADE, 2019; CAMARGO et al., 2019; URDANIGO et al., 2019).

Figura 2 – Análise de similaridade de Bray-Curtis de todos os pontos e períodos. Ponto 1 (cruz_ vermelha); Ponto 2 (círculo_ lilás); Ponto 3 (quadrado_ azul marinho) e Ponto 4 (triângulo_ ciano). As cruzes; círculos; quadrados e triângulos são os distintos períodos amostrados (setembro de 2017 a março de 2019).



Fonte: Fonte: Autoria própria.

Outro fator que pode subsidiar na compreensão da maior dissimilaridade apresentada é a questão da sazonalidade. Dentre os períodos amostrados no Ponto 1, setembro de 2018 foi o período mais *outlier*. Esse resultado fato pode ter associação com a estiagem que ocorreu nesse período. De acordo com Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) o mês de setembro de 2018 teve uma precipitação acumulada em 30 dias de 30 mm, valor bem abaixo se comparado com a campanha de dezembro de 2018, onde a precipitação foi de aproximadamente de 400 mm. Nesse sentido, estações com baixa precipitação pode influenciar na composição da comunidade de macroinvertebrados (CALLISTO et al., 2005; RIBEIRO; UEIDA, 2005; PIO et al., 2020).

O Ponto 3 está localizado em uma região de difícil acesso comparado com os pontos 1, 2 e 4. Esse ambiente apresentou menor dissimilaridade dentre todos os pontos amostrados. Esse ponto apresenta menor pressão das atividades antrópicas, e o

seu entorno é ocupado por matas ciliares relativamente largas. Sendo assim, o Ponto 3 apresenta uma maior contribuição de nutrientes alóctones ao sistema aquático (VANNOTE et al., 1980; MONTGOMERY, 1999). Além disso, o ponto exibiu maior heterogeneidade ambiental, variável que também pode explicar o resultado da Análise (N-MDS), já que ambientes mais heterogêneos favorecem em uma maior riqueza de espécies (SHOSTELL; WILLIANS, 2007; MACARTHUR; MACARTHUR, 1961; CAMILA et al., 2015; LOKE; TODD, 2016; NASCIMENTO; KEPPELER, 2017).

O Ponto 4 foi o segundo ponto que demonstrou menor dissimilaridade e maior riqueza de organismo. As características ambientais do Ponto 4 são semelhantes ao do Ponto 3. Um exemplo dessa similaridade é a presença de mata ciliar larga em ambas as margens e a diversidade de habitat. Sendo que essas variáveis amenizam a pressão das atividades antrópicas. Dessa forma, pode-se compreender que a multivariabilidade ambiental nos pontos amostrados refletem na composição estrutural das comunidades biológicas, caso já creditados na literatura (TURRA et al., 2018; AMO et al., 2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, o presente trabalho demostrou que as atividades antrópicas podem influenciar a composição estrutural das comunidades de macroinvertebrados nos trechos amostrados, principalmente no Ponto 1, local com maior pressão antropogênica, consequentemente, resultando na região com maior dissimilaridade dentre todos os pontos como foi creditado pela N-MDS. Também foi evidenciado que a heterogeneidade de habitats e a sazonalidade também refletem na distribuição espacial das comunidades biológicas, atuando de certa forma como um filtro ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM pelo apoio técnico. Ao Complexo Cultural e Científico de Peirópolis-UFTM pela utilização do espaço físico.

REFERÊNCIAS

ALBERT, J. S.; REIS. R. E. Introduction to Neotropical Freshwater. *In*: ____. **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater fishes**. Berkeley: University of California Press, p.3-19, 2011.

AMO, V.E. et al. Hydrological connectivity drives the propagule pressure of Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) in a tropical river-floodplain system. **Hydrobiologia**, v.848, p. 2043-5053. 2021.

BARRELLA, W.; PETRERE, M. JR. Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema rivers. **River Research and Applications**, v. 19, p. 59-76, 2003.

BENNEMANN, S. T.; SHIBATTA, O. A.; GARAVELLO, J. C. **Peixes da bacia do rio Tibagi:** uma abordagem ecológica. Londrina: EDUEL, 2000. 595 p.

BENSTEAD, J.; DOUGLAS, M.; PRINGLE, C. Relationships of Stream Invertebrate Communities to Deforestation in Eastern Madagascar. **Ecological Applications,** v. 13, 1473-1490. 2003.

BOBADILHA, S.F.; ANDRADE, M.H.S. Ocupação urbana e a qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do córrego lajeado, Campo Grande/MS. **Geofronter**, v. 3, n. 5, p. 34-51. 2019.

CALLISTO, M. et al. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 27, p. 43-755. 2005.

CALLISTO, M.; et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica* **Brasiliensia,** v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CAMARGO, P.R.S.; SOUZA, F.; BURANELLO, P.A.A. Influência de impactos antrópicos na comunidade de macroinvertebrados na Bacia do Baixo rio Grande. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 643-662. 2019.

CAMILA, G. et al. Influência da heterogeneidade ambiental sobre os atributos da comunidade de Chironomidae em lagoas de inundação neotropicais. **Lheringia Série Zoológica,** v.105, n. 1, p. 20-27. 2015.

CASTRO, R. M. C.; MENEZES, N. A. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do estado de São Paulo. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil:** síntese do conhecimento ao final do século XX, 6: vertebrados. São Paulo: Winner Graph, 1998. p.1-13.

CASTRO, R.M.C. Evolução da ictiofauna de riachos sulamericanos: Padrões gerais e possíveis processos causais. *In*: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO,

P. R. (Eds) **Ecologia de Peixes de Riachos**. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, v.6, p.139-155, 1999.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 249 p.

CUNICO, A. M. et al. Fish, Maringá Urban Streams, Pirapó River drainage, Upper Paraná River Basin, Paraná State, Brazil. **Check List**, v. 5, n. 2, p. 273-280, 2009.

DUBOIS, A. Describing new species. **Taprobanica**, v.2, n.1, p.6-24, 2010.

ELTON, C. S. **The Ecology of Invasions by Animals and Plants**. London: Methuen, 1958.

GALDEAN, N. et al. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, Southeast Brazil: water quality and a tentative classifications based on the benthic macroinvertebrate community. *Aquatic Ecosystem Health* **& Management**, Virginia, v. 3, n. 4, p.545-552, 2000.

GIMENES, K.Z.; CUNHA-SANTINO, M.B.; JUNIOR, I.B. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1075-1112. 2010.

HAMADA, N; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014. 724 p.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica,** v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HAUER, F.R.; HILL, W.R. Temperature, light, and oxygen**.** In: HAUER, F.R.; LAMBERTI, G.A. (eds.). **Methods in stream ecology**. 2 se Ed. San Diego: Academic Press, 2007. p. 103-117.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acessado em 23 maio 2021.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, Bethesda, v.6, n.6, p.21-27, 1981.

KELLY, M. G.; WHITTON, B. A. 1998. Biological monitoring of eutrophication in Rivers. **Hydrobiologia**, v. 384, n. 3, p. 55–67, 1998.

LOKE, L. H.; TODD, P. A. Structural complexity and component type increase intertidal biodiversity independently of area. **Ecology**, v. 97, p. 383–393, 2016.

LUIZ, E. A. et al. As assembleias de peixes de reservatórios hidrelétricos do estado do Paraná e bacias limítrofes. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A;

Gomes, L.C. **Biocenoses em reservatórios padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima editora, 2005.

MACARTHUR, R. H.; MACARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology,** v. 42, p. 594–598, 1961.

MONTGOMERY, D. R. Process domains and the river continuum. **Journal of the American Water Resources Association,** v. 3, n. 2. p. 397-410. 1999.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

MUSTOW, S. E. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. **Hydrobiologia**, v. 479, n. 3, p. 191–229, 2002.

NASCIMENTO, T.S.; KEPPELR, E.C. Diversidade e Riqueza de Rotíferos de um lago Meândrico da Planície de Inundação do rio Juruá, Acre. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology,** v. 21, n. 1, p. 28-36. 2017.

PIO, J. F. G. et al. Composition and diversity of benthic macroinvertebrates in a Brazilian Cerrado stream. **Lheringia Série Zoológica**, v. 110, p. 1-7. 2020.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n. 3, p.613-618. 2005.

SHOSTELL, J.M.; WILLIAMS, B.S Habitat complexity as a determinate of benthic macroinvertebrate community structure in cypress tree reservoirs. **Hydrobiologia,** v. 575, p. 389-399. 2007.

SOUZA, F. et al. Relação entre parâmetros ecológicos e qualidade ambiental em três córregos na bacia do alto rio Paraná. **Biotemas**, v. 26, n. 4, p. 101-110, 2013.

TREVISAN, A.; HEPP, L. U. Dinâmica de componentes químicos vegetais e fauna associada ao processo de decomposição de espécies arbóreas em um riacho do norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 2, n. 1, p. 55-60, 2007.

TURRA, B.L.; RAIMUNDI, E.A.; SOUZA-FRANCO, G.M. Influence of environmental variables in Araucaria Forest lotic environments on taxoncenosis of Odonata. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais,** v. 9, n. 3, p. 1-17. 2018.

URDANIGO, J.P. et al. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en quebradas con diferente cobertura ribereña en el bosque Protector Murocomba, Ecuador. **Revista de Biología Tropical**, v. 67, n. 4, p. 861-878. 2019.

USSEGLIO-POLATERA, P. et al. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? **Hydrobiologia**, v.422, n.1, p.153–162, 2000.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL G.W.; CUMMINS K.W.; SENADELL J.R.; CUSHING C.E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.

WEITZMAN, S. H.; VARI, R. P. Miniaturization in South American freshwater fishes, an overview and discussion. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 101, n. 2, p. 444-465, 1988.

CAPÍTULO XXIX

SOLOS DE MANGUEZAIS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-29

Maria Cecília Seara Santos [1]
Raquel Nascimento Souza [2]
José Denilson da Silva [3]
Maria Iraildes de Almeida Silva Matias [4]

[1, 2, 3] Mestrando em Ciências Ambientais. Programa de Pós- Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IFBaiano Campus Serrinha.
[4] Professora do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBaiano Campus Serrinha.

RESUMO

Os manguezais são ecossistemas de transição entre o continente e o oceano, periodicamente inundado pela frequência das marés. Esta condição permitiu que os organismos vegetais e animais, bem como os microrganismos desenvolvessem adaptações a um substrato inconsolidado, pobre em oxigênio, com oscilação de salinidade e exposto a ação de agentes físicos terrestres e marinhos. Os serviços ambientais proporcionados por esse sistema ecológico incluem condições e recursos para reprodução de uma diversidade de organismos, que por conseguinte são culturalmente consumidos por comunidades tradicionais. Estas, além de alimento, e matéria prima para lenha, encontram nesses ambientes microclima estabilizados, proteção contra ventos e erosão e excepcional beleza cênica. Estes atributos de diversidade funcional e biológica dos manguezais os tornam um patrimônio cultural em virtude da sua singularidade. Contudo, a localização costeira destes ecossistemas associados ao bioma mata atlântica, vem, historicamente sofrendo com os impactos das ações antrópicos, que por meio de desmatamentos, invasões, aterros, urbanização desordenada. Assim como a disposição de lixo inadequada, lançamento de esgotos sem tratamento, pesca predatória e descarga de metais pesados estão degradando de forma irreversível os manguezais. Portanto, é de suma importância que a vasta gama de aparatos legais vigentes sejam cumpridos e fiscalizada, para que esta área de proteção ambiental não tenha sua vegetação nativa suprimida e desta forma não altere as propriedades físicas e químicas deste solo orgânico do tipo gley não sejam comprometidos e por consequência este patrimônio entre em extinção.

Palavras-chave: Solos orgânicos. Comunidades tradicionais. Mangue. Código Florestal. Área de Preservação Permanente.

1. INTRODUÇÃO

O manguezal é definido por Scheffer-Novelli (1999) como um "sistema ecológico costeiro tropical, dominado por espécies vegetais típicas, às quais se associam outros componentes da flora e da fauna, microscópicos e macroscópicos". Estes organismos desenvolveram processos de adaptação a um substrato que, periodicamente é inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade (SCHEFFER-NOVELLI, 1999).

Os manguezais são ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica (ALVES, 2001), presentes nas faixas tropical e subtropical do planeta, ocupando regiões como: estuários, lagoas costeiras, baías e deltas (SCHEFFER-NOVELLI, 1999). Estas regiões caracterizam-se pelo encontro de águas doces e salgadas, na faixa de transição entre continente e oceano, mas este aspecto não constitui uma obrigatoriedade (ALVES, 2001).

Situam-se em cento e doze países, dos quais 75% estão nas linhas de costas tropicais, destacando-se o Indonésia, Austrália como as principais áreas e o Brasil (CABRAL, 2003 apud ALVES, 2001), que possui uma das maiores extensões de manguezais do mundo (BRANDÃO, 2011), que compreendem desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá até o Estado de Santa Catarina, tendo como limite sul o município de Laguna (SCHEFFER-NOVELLI, 1999).

O ecossistema manguezal é considerado como berçário do mar, pois nele ocorre a reprodução de um número bastante significativo de espécies (DA SILVA; DE ALMEIDA; MACEDO, 2017). A fauna e a flora destas áreas litorâneas, representam fundamental fonte de alimentos para as populações humanas (SCHAEEFER-NOVELLI, 1999), que coletam esses exemplares do ambiente natural através de atividades extrativistas como a pesca artesanal e a mariscagem (FALCÃO, 2019). Além do uso de outros recursos naturais como a madeira obtida dos mangues (BRANDÃO, 2011).

Ao longo da zona costeira, o efeito espacial da cobertura vegetal do mangue beneficia, sobremaneira, os processos de degradação do solo, protegendo a costa contra a erosão, retendo os sedimentos oriundos das bacias hidrográficas e estabilizando as margens, além da absorção dos poluentes (BRANDÃO, 2011). Guedes; Seehusen (2011), apresentam como serviços ambientais promovidos pelos manguezais, a estabilização de microclimas, beleza cênica explorada pelo ecoturismo, manutenção

da biodiversidade costeira e estoque pesqueiro. O que torna a diversidade funcional e biológica deste ecossistema um patrimônio cultural em virtude da sua singularidade (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERIZAÇÃO FAUNÍSTICA E FLORÍSTICA DO ECOSSISTEMA MANGUEZAL

As plantas encontradas no manguezal são popularmente conhecidas como mangues (ALVES, 2001). Ainda de acordo com este autor os mangues são classificados em: branco (*Laguncularia racemosa*); de botão (*Conocarpus erecta*); a siribeira, o mangue siriba ou preto (*Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*) e o mangue sapateiro ou vermelho (*Rhizophora mangle*). Estes exemplares também foram descritos por Schaeffer-Novelli (1999). No Brasil ainda existem outras duas espécies popularmente conhecidas como mangue vermelho (*Rhizophora harrisonii* e *Rhizophora racemosa*), as quais ocorrem nos manguezais dos Estados do Maranhão, do Pará e do Amapá (ALVES, 2011).

Além do mangue, são encontrados no ecossistema manguezal plantas que vivem em ambientes salobros (halófitas), devido ao desenvolvimento de dois sistemas de controle da concentração de sal em seus tecidos (osmorregulação), os quais procuram expulsar este produto para o exterior (ALVES, 2001). Ainda de acordo com Alves (2001), a composição arbórea do manguezal se desenvolve em substrato geralmente lamacento (inconsolidado) e pobre em oxigênio.

Devido a estas características, estas plantas ainda apresentam adaptações aos fatores ambientais, tais como: raízes aéreas como as escoras e pneumatóforos com presença de lenticelas (células especiais para captar o ar) e o enraizamento em forma de roda (rodel) para uma melhor fixação (PEREIRA FILHO; ALVES, 1999). As sementes germinam dentro dos frutos ainda fixos nas árvores, sendo denominados por propágulos (ALVES, 2001). Este fato possibilita uma melhor sobrevivência a partir de uma estratégia de fixação que garanta porque as espécies resistem mais às adversidades presentes neste ambiente (ALVES, 2001).

Em muitos manguezais é comum a ocorrência de plantas epífitas (vegetais fixos a outros), como as algas (vegetais aquáticos), os líquens (associação de fungos e algas), os gravatás ou bromélias (Família *Bromeliaceae*), as orquídeas (Família *Orchidaceae*) e as samambaias (Divisão *Pteridophyta*) (ALVES, 2001).

Ainda segundo Alves (2001), devido a um aspecto vegetal bastante característico, este ecossistema possui uma grande variedade de nichos ecológicos, o que resulta numa fauna diversificada que é distribuída nos diferentes compartimentos existentes neste ecossistema: água, sedimento e vegetação. No meio aquático encontram-se crustáceos (siris e camarões) e peixes (tainhas, robalos, manjubas etc.), enquanto no sedimento observam-se anelídeos (minhocas e poliquetas), moluscos (mariscos, ostras e caramujos) e crustáceos (caranguejos) e sobre o sedimento mamíferos (guaxinim ou mão-pelada) (ALVES, 2001).

A presença de animais nos manguezais, marismas, estuários e deltas tem sua origem nos ambientes terrestre, marinho e de água doce, permanecendo nesses ecossistemas toda sua vida como residentes ou apenas parte dela, na condição de semi-residentes, visitantes regulares ou oportunistas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). É no ambiente aquático que ocorre uma abundância de espécies dos grupos representados pelos peixes e crustáceos, decorrente da capacidade que estes têm de suportar as variações de salinidade resultantes da mistura das águas (ALVES, 2001).

Na vegetação verifica-se a presença de moluscos (caramujos, broca da madeira e ostras), crustáceos (caranguejos), insetos (moscas, mosquitos, borboletas, mariposas etc.) e aracnídeos (aranhas) (PEREIRA FILHO; ALVES, 1999). As aves habitam todos os meios alimentando-se na água e no sedimento e abrigando-se e reproduzindo-se na vegetação. As mais observadas são: garças, martins-pescadores, socós e maçaricos (ALVES, 2001).

A grande oferta de alimentos e uma baixa predação garantem uma alta produtividade na massa d'água (PEREIRA FILHO; ALVES, 1999). Os estoques de peixes, moluscos e crustáceos apresentam expressiva biomassa, constituindo excelentes fontes de proteína animal de alto valor nutricional (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). Ainda de acordo com a mesma autora, os recursos alcançam altos preços no mercado internacional, caracterizando-se como importante segmento econômico para o País.

Além destes atributos econômicos relacionados a fauna do manguezal, os caranguejos e as aves são de grande importância para este ecossistema, pois, desempenham papéis essenciais na dinâmica deste sistema. Alves (2001) afirma que, o ato da procura de alimento, a escavação das tocas e a movimentação destes animais revirando o sedimento permite, assim, mais oxigenação do substrato e liberação de nutrientes que vai enriquecer, mais ainda, a massa d'água.

2.2. PROCESSO DE ORMAÇÃO DOS MANGUEZAIS

A caracterização dos manguezais depende dos tipos de solos litorâneos e, sobretudo, da dinâmica das águas que age sobre cada ambiente costeiro. Importante na formação dos manguezais é a variação do nível médio do mar. Por ser um processo gradual e lento, durante esta variação ocorre uma reorganização constante no espaço destes ambientes. Sendo assim, o desenvolvimento de espaços novos pela fixação das espécies dos mangues é mais acelerado do que o processo de formação de solos. Deste modo, a cada redução ou elevação do nível médio do mar há uma adaptação dos manguezais evitando, portanto, a extinção do ecossistema (ALVES et al., 2001).

Nesse contexto, o ecossistema de manguezal, ao se estabelecer na interface do ambiente marinho e continental (COOPER, 2001), apresenta sua formação relacionada com as flutuações relativas do nível do mar quaternário, pelo preenchimento dos vales dos rios, margens de lagunas e baías com sedimentos tanto de origem continental como marinha (WOLANSKI; CHAPPELL, 1996).

Uma das características fundamentais para a fixação dos manguezais é o substrato acumulado nas superfícies inundadas pelas marés. Este se forma a partir do transporte de sedimentos oriundos dos rios e oceanos. O encontro das águas doces e salgadas, na região estuarina, faz com que os sedimentos transportados percam velocidade e se unam através de processos físico-químicos formando grumos (processo de floculação). A formação dos grumos implica em aumento do peso das partículas que vão para o fundo formando um sedimento fino composto basicamente por silte, argila e matéria orgânica, propiciando a instalação de espécies vegetais (ALVES et al., 2001).

Estes vegetais ao se desenvolverem emitem raízes que vão funcionar como barreira física aos sedimentos transportados pelas águas favorecendo daí, a deposição destes ao seu redor e criando novas áreas de sedimentos disponíveis para colonização

de novas plantas. Cabe ressaltar que este é um processo lento e contínuo que faz com que o manguezal cresça sempre em direção à água (ALVES et al., 2001). Os detritos compostos por biomassa, fitomassa e necromassa, que constituem a matéria orgânica (particulada ou dissolvida) produzidos no manguezal a partir da serapilheira são colonizados por uma miríade de micro-organismos, que compõem a base da cadeia alimentar.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DOS MANGUEZAIS

Os solos encontrados nos mangues são do tipo Gley orgânicos com tiomorfismo e solos Aluviais da era Cenozóica são também halomórficos oriundos de sedimentos fluviais e marinhos com considerável teor de matéria orgânica. Estes solos ocorrem em topografia plana na faixa costeira (EMBRAPA, 1978). As características físicas e químicas encontradas nos solos dos manguezais segundo Gamero et al. (2004), apresentam frações finas de argila e silte, grande quantidade de material orgânico e sais solúveis em decorrência do contato com o mar. São de cores acinzentadas e pretas, tendo como principal causa a decomposição da serapilheira e da saturação pela água, com presença de H_2S, podendo atingir relevante profundidade (GAMERO et al., 2004).

Segundo Prakasa; Swamy (1987), a composição mineralógica dos solos de mangue apresenta, com frequência, sequências relativas de minerais de argila correspondentes, principalmente, a montmorilonita > caulinita > ilita > clorita. Minerais, como o quartzo, halita e jarosita, também podem compor a assembléia mineralógica desses solos (MARIUS; LUCAS, 1991). Outros minerais, como a glauconita (ilita dioctaedral com Fe2+ e Fe3+ nas posições octaedrais), podem-se formar de acordo com as condições geoquímicas presentes nestes ambientes (FANNING et al., 1989).

A origem dos argilominerais em ambientes costeiros com influência constante dos aportes marinhos e fluviais pode ser de dois tipos: detrital (alóctone) ou autóctone. Argilominerais de origem detrital são trazidos de outros ambientes pela ação hídrica e, ou, eólica, enquanto os argilominerais autóctones são formados in situ. A origem autóctone de argilomineras, por sua vez, pode ter dois caminhos: a precipitação direta, a partir de íons presentes na solução (halmirólise), e a transformação, a partir de um mineral precursor (HILLIER, 1995).

O halomorfismo (meio concentrado em sais e com valores de pH entre 5,0 e 9,6), gerado pela influência do mar, e o hidromorfismo (meio não-percolante), causado pela marcante presença da água nos solos de mangue, tornam o intemperismo hidrolítico (perda de sílica e bases), comum em solos bem drenados, inoperante nestes ambientes. O intemperismo salinolítico é, portanto, priorizado, fazendo com que o processo cristaloquímico da bissialitização predomine nestes solos.

O alto teor de ácido sulfúrico nos solos de mangue também conhecido como horizonte sulfúrico é formado a partir da oxidação de minerais orgânicos ricos em sulfetos com concentrações consideráveis de enxofre oxidáveis, jarosita e materiais sulfídricos com 0,05% de sulfato solúvel em água (EMBRAPA, 1999). Gomes et al. (2002), afirma que a formação dos solos dessas regiões se aplica pelo desenvolvimento resultante da drenagem de materiais originalmente ricos em pirita, a oxigenação permite que o enxofre da pirita seja oxidado a ácido sulfúrico, reduzindo o pH a valores inferiores a 4.

A oxidação do mineral pirita está associado a redução do pH do solo tendo como característica elevados teores de sulfetos e ácidos que liberam Al3+. Outros efeitos de toxicidade estão ligados a consideráveis concentrações dos elementos ferro, manganês, hidrogênio e salinidade presente nos mangues (DENT, 1986). Valores encontrados de pH podem ser variáveis, irregulares ou acentuadas principalmente nos terrenos inundados. O pH eleva de forma gradual quando acontece a saturação por água chegando a atingir neutralidade, contudo na baixa da maré o pH reduz gradativamente (EMBRAPA, 1979).

A matéria orgânica apresenta-se como fonte de nutrientes ao ecossistema manguezal e em pesquisa realizada por Cardoso et al. (2016), conclui que a decomposição e mineralização participam ativamente na ciclagem de nutrientes, permitindo que parte do carbono incorporado no material através do processo de fotossíntese retorne à atmosfera como CO2.

2.4.FATORES LIMITANTES DO USO DO SOLO DOS MANGUEZAIS

Textura do solo: Associados a solos hidromórficos, mal drenados (solos Gley) que se apresentam encharcados nos trechos onde o lençol freático aflora. Os solos aluviais, juntamente com os de origem vulcânica (Terra Roxa Estruturada), são os de melhor

potencial agrícola da área. Os solos característicos de mangue, ambiente permanentemente sujeito à influência das marés, propícios, portanto, à deposição de sedimentos "de natureza argilo siltosa e argilosa [vasa ou lama] misturados a detritos orgânicos originários, principalmente, da decomposição das plantas do mangue e da intensa atividade biológica animal." (LGGM- UFPE/ CPRH-GERCO, 1997, p. 36). Dadas as fortes limitações que apresentam, esses solos são impróprios para a atividade agrícola (Clima e Solo).

Salinidade do solo e da água: A salinidade no ambiente marinho e no manguezal deve-se, principalmente, ao cloreto de sódio (NaCl) dissolvido na água, correspondente a 86% do total. outro problema enfrentado pelos manguezais, devido à salinidade e a elevada demanda evaporativa, é sua vulnerabilidade é a embolia ou cavitação que pode obstruir a condutância hidráulica (PASCOALINI et al., 2014).

Poluição: O desenvolvimento de atividades industriais, portuárias, pesqueira, de exploração mineral, turísticas, entre outras, sem planejamento adequado, vem colocando em risco os atributos básicos dos estuários e ecossistemas associados, como os manguezais. Essas atividades favorecem o acúmulo e vários poluentes no solo, entre eles o petróleo, gerando impactos consideráveis, inclusive sobre a microbiota. Poluentes como petróleo, metais pesados e lixo industrial e urbano afetam diretamente a vegetação de mangue, alterando a capacidade respiratória e osmorregulatória das raízes, podendo levar à morte (GETTER et al., 1981).

Assoreamento: O processo de assoreamento demonstra-se como sendo natural, sobretudo, em áreas estuarinas e de baías. No entanto, as atividades antrópicas podem alterar o estado de relativa estabilidade da paisagem em diferentes escalas, mudando a vazão de cursos d'água e/ou ampliando o aporte de sedimentos a serem transportados, por exemplo. Nestas condições o processo de assoreamento pode ser consideravelmente acelerado (PAULA, 2007). Para Afonso (2006) a retirada da vegetação original do mangue para a construção das palafitas traz modificações nos processos de sedimentação, já que o solo passa a ser carregado das margens para o estuário, culminando no assoreamento do rio e consequente diminuição da produtividade, poluição do ecossistema e extinção de diversas espécies.

Erosão: Quando se retira a mata que contorna o rio (mata ciliar), o solo fica descoberto e aí nada segura a chuva, que vai embora mal penetrando no solo. Correndo ladeira abaixo, a água da chuva arrasta parte do solo, que, por falta de vegetação, está desprotegido. A terra desliza para o rio acarretando outro problema: a erosão. A mistura de terra e água vai para os rios, estes ficam rasos e transbordam, sendo entupidos: é o chamado assoreamento. O material que chega à foz é depositado no manguezal. Com o uso indiscriminado de agrotóxicos e metais pesados em práticas agrícolas indevidas, acrescido de queimadas e desmatamento, o solo perde a camada que fica por cima, que é a mais rica. A terra fica fraca. A partir daí, planta-se e não se colhe quase nada. É o empobrecimento do solo (ALMEIDA et al., 2001)

Desmatamento: O corte da vegetação de mangue, além de destruir a flora, expõe o sedimento ao sol provocando ressecamento e a salinização do substrato resultando na morte de caranguejos e mariscos, como também afetando a produtividade e a pesca de caranguejos, camarões e peixes (ALMEIDA et al., 2001). As árvores típicas de mangue estabilizam o sedimento entre suas raízes e troncos, processo no qual também são aprisionados poluentes, prevenindo que estes contaminem as águas costeiras adjacentes. Além disso, servem de cortina-de-vento atenuando os efeitos de tempestades nas áreas costeiras como, também, abrandam a energia das ondas e das marés que, de outra forma ressuspender os sedimentos das áreas costeiras mais rasas. Dessa forma, há uma melhoria da qualidade das águas estuarinas e costeiras, garantindo o aporte de nutrientes de terra, sua imobilização e, ao mesmo tempo, atuando como filtro biológico e protegendo a linha de costa (NOVELLI et al., 2012).

2.5. IMPACTOS E CONSERVAÇÃO DOS SOLOS DOS MANGUEZAIS

Dentre os impactos mais comuns aos manguezais Alves (2001) apresenta os desmatamentos, invasões, aterros, urbanização desordenada, disposição de lixo inadequada, lançamento de esgotos sem tratamento, pesca predatória e descarga de metais pesados.

A qualidade dos recursos hídricos é um fator de extrema importância para a conservação dos solos dos manguezais que estão expostos a inundações decorrentes do regime de marés e processos de assoreamento. O material trazido ao longo dos cursos dos corpos como agrotóxicos e metais pesados se acumulam nestes habitats de baixa

energia mais sensíveis e de recuperação mais lenta a estes contaminantes, que se bioacumulam no organismo residentes neste ecossistema (ALVES, 2001). O oceano também pode ser o veículo de substâncias nocivas a saúde dos manguezais. Derramamentos de óleo e seus derivados podem provocar efeitos agudos e crônicos. Alves (2001) ainda destaca que as características do óleo irão determinar a sua toxicidade e o seu tempo de permanência no ambiente são fatores a serem considerados na avaliação dos efeitos aos manguezais.

O aterro é umas alterações antrópicas mais comuns e uma das grandes responsáveis pelo desaparecimento de grandes extensões de manguezal pois provocam a morte dos animais que vivem no sedimento; alteração do padrão de circulação de água, podendo esta ser cessada. Também aceleram os processos de sedimentação e por consequência interferem nos ciclos biogeoquímico e troca de gases e na intensificação do assoreamento (ALVES, 2001).

O lançamento de esgotos industriais e domésticos em cursos de rio ou diretamente em áreas de manguezal provocam a poluição e contaminação das águas, animais e vegetação, podendo culminar na morte destes devido a redução da quantidade de oxigênio da água (ALVES, 2001). Ainda segundo Alves (2001), o principal dano é sobre a saúde das comunidades que se utilizam destas áreas para pesca, recreação e lazer, que podem adquirir doenças transmitidas por vírus e bactérias e se contaminar por metais pesados e produtos químicos.

O manguezal foi considerado durante muito tempo como um ambiente inóspito pela presença constante de insetos como os borrachudos, mosquitos pólvora e mutucas, que provocam dor, irritação e inchaço nos locais da picada. De acordo com Brandão (2011), por se apresentar como uma floresta muitas vezes escuras, barrenta, sem atrativos estéticos, em relação as praias arenosas, até a década de 70, essas áreas foram utilizadas como experimento para cultivos como a carcinicultura e portos de concreto. Segundo Maciel (1991), o setor privado sempre pressionou muito para proteger suas metas econômicas, contra os interesses públicos em relação à proteção do patrimônio natural.

A localização dos manguezais coincide com a área de maior interesse para a ocupação humana (BRANDÃO, 2011). Desta forma, indústrias altamente poluidoras

foram instaladas próximo à baías e estuários, onde as autoridades não consideraram outras alternativas de uso ou necessidade de conservação (Maciel, 1991). A ocupação urbano-industrial associada às atividades portuárias justifica o rápido processo de ocupação da zona costeira, tornando-as local de lançamentos de resíduos sólidos e esgotos (BRANDÃO, 2011).

Acrescentam-se aos impactos antrópicos indiretos, a exploração imobiliária e o desmatamento para exploração da madeira ao nível comercial e de subsistência da população pobre, que se refugia nos mangues (BRITO; BEZERRA, 2020). Além destes, Cabral (2002) cita o plantio da cana-de-açúcar, notadamente no nordeste brasileiro, e, recentemente, as construções irregulares de viveiros para o cultivo do camarão. A sobrepesca de sardinha, camarão, cação, corvina, pescada, robalo, tainha, castanha, viola, dentre outros têm levado à redução dos estoques de pescado, por consequência de alimentos e empregos (ALVES, 2001).

Por volta dos anos 1960, observou-se uma mudança quanto a visibilidade dos ambientes de manguezal (SOUZA et al., 2018). Neste período, houve a inclusão do manguezal no Código Florestal Brasileiro como Área de Proteção Permanente (APP), na Lei nº 4.771 de 1965 (SOUZA et al., 2018), uma das primeiras legislações ambientais no Brasil, onde ficou instituído as florestas nacionais e vegetações naturais como bens de interesse comum e preservação permanente, situadas nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues (BRASIL, 1965).

Apesar do quadro de degradação em que os manguezais brasileiros se encontram, no tocante ao aspecto legal, são ecossistemas protegidos por diversos diplomas legais (ALVES, 2001).De acordo com Souza et al. (2018) os bosques de manguezal tiveram sua proteção assegurada pela Resolução CONAMA nº369 de 2006, onde foi estabelecido que “(...) não podendo ser suprimidos ou sofrer qualquer tipo de intervenção, minimização ou perda de suas características vitais, ou mesmo extinção das espécies endêmicas a eles associadas, sob risco de penalizações e sanções” (BRASIL, 2006).

O Novo Código Florestal, Lei Federal nº 12651 de 2012, define áreas de Preservação Permanente - APP como “áreas protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a

estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora e assegurar o bem-estar das populações humanas" (BRASIL,2012). No entanto, de acordo com o artigo 8º do Novo Código Florestal, está definido que poderá ocorrer intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente em casos de "utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental" (BRASIL, 2012). Esta flexibilização do uso das APP's no Código Florestal vigente é menos rígida que o anterior (BRITO; BEZERRA, 2020).

O corte da vegetação de mangue, além de destruir a flora, expõe o solo ao sol, provocando a evaporação mais rápida da água e, consequentemente, a salinização do substrato o que resulta na morte do próprio mangue restante, bem como de caranguejos e mariscos, o que afeta a produtividade e a pesca de caranguejos, camarões e peixes (ALVES, 2001). Este quadro de degradação dos mangues contraria a Constituição Federal de 1988, apresenta em seu art. 225, que"Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1988a).

A Lei Federal n° 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais), dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 1998) e o Decreto Federal n° 99.274/90, regulamenta a Lei nº 6.902/81 e a Lei nº 6.938/81, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (APP) e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA);

Quanto às resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente, a Resolução Conama 004/85, dispõe ao que concerne às Reservas Ecológicas e define os manguezais como reserva, em toda a sua extensão (BRASIL, 1985). Enquanto a Resolução Conama 001/86, estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1986).

A Resolução Conama 312/02, dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira (BRASIL, 2002) e a Lei 7.661 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro), reafirma a zona costeira como patrimônio

nacional e faz restrições ao EIA/RIMA para construções (BRASIL, 1988b). Os manguezais vêm sofrendo impactos significativos, apesar da vasta legislação que regulamenta a matéria, tendo em vista um processo de ocupação desordenada (BRITO; BEZERRA, 2020). A extinção em setembro de 2020 da resolução Conama nº 303/2002, preocupa quanto aos danos permanentes em áreas de restinga e manguezal. Visto que, definiam critérios específicos e mais rigorosos para a aplicação das leis, sendo a única norma que estabelecia a obrigação de se preservar uma faixa de 300m a partir da preamar (BRASIL, 2002).

Ameaçados pela ação antrópica, os mangues presentes na costa litorânea do Brasil precisam urgentemente de atenção, necessitando tanto de ações preventivas como corretivas para o seu planejamento e gestão (BRITO; BEZERRA, 2020). Segundo Brandão (2011), a fim de atingir padrões de sustentabilidade, deve-se impor à sociedade e ao poder público, a tomada de atitudes para defesa e preservação na perspectiva da equidade intergeracional, sobretudo em época das mudanças climáticas e do aumento do nível do mar. Ainda, somando-se a falta de consciência de sua importância pela população litorânea, em todos os níveis sociais e o desconhecimento da existência dessas normas jurídicas de proteção (BRANDÃO, 2011).

Somente uma campanha maciça de informação sobre a importância dos manguezais, atrelada ao planejamento ambiental e cumprimento da legislação ambiental vigente pelos órgãos competentes, será capaz de reverter este quadro (ALVES, 2001). Segundo Schaeffer-Novelli (1999), a conservação dos recursos naturais pode ser realizada através de pesquisas básica e aplicada para o melhor conhecimento da estrutura e função dos ecossistemas e o estudo de grupos animais e vegetais auxiliam o manejo e conservação de áreas a serem preservadas pois atuam como laboratórios naturais no desenvolvimento de programas e Educação Ambiental em diversos níveis, e áreas de interesse social para as comunidades do entorno (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). Maciel (1991) afirma que a parte educativa teria tido custo muito baixo, se tivesse sido implementada anualmente, e o produto dessa educação teria minimizado em muito as perdas sofridas pelo ecossistema e pelo País, nos seus recursos pesqueiros e na proteção à fauna.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todos os serviços ecossistêmicos proporcionando pelo sistema ecológico do manguezal, o mesmo ainda se encontra ameaçado pelas atividades antrópicas abusivas na zona costeira. Contudo, vale ressaltar, que este ambiente sofre as consequências de atividades que ocorrem tanto no continente quando no oceano por esta localizado em uma área de transição.

Os diversos aparatos legais que atribuem aos manguezais a titulação de Área de Proteção Legal (APPs) desde de 1965 vem sofrendo com extinções de Resoluções Conama, deixando-os vulneráveis a pressão para supressão de vegetação nativa e redução de áreas de proteção, o que deixa claro a necessidade de implantação e fiscalização destas leis, que são atreladas a conscientização e sensibilização da população de suma importância para a efetiva conservação desse ecossistema.

A educação ambiental é uma ferramenta poderosa para a conservação da fauna e flora dos manguezais, pois, essas relações ecológicas garante o funcionamento físico-químico destes ambientes, a exemplo da manutenção das características dos solos. Os solos são nestes ambientes aquáticos a matriz de nutrição de todo ambiente, pois neles se encontram a abundante matéria orgânica base da cadeia alimentar. Graças ao solo do manguezal, sem definição concreta por sua origem recente, povos e comunidades tradicionais perpetuam em suas localidades. Portanto, cada um dos indivíduos que recebem os benefícios, direta ou indiretamente desse sistema ecológico de transição, necessita se tornar responsável por sua conservação.

REFERÊNCIAS

AGEITEC. Agencia Embrapa de Informação e Tecnologia. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html. Acesso em: 18 de outubro de 2020.

ALVES, Jorge Rogério Pereira. Manguezais: educar para proteger. **Rio de Janeiro: Femar: Semads**, v. 96, 2001.

BONFIM, Marcela Rebouças et al. **Genesis, Characterization, and Classification of Mangrove Soils in the Subaé River Basin, Bahia, Brazil.** Received for publication on August 28, 2014 and approved on May 8, 2015. DOI:

10.1590/01000683rbcs20140555. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n5/0100-0683-rbcs-39-5-1247.pdf>.Acesso em out 2020.

BRANDÃO, Eraldo José. O ecossistema manguezal: aspectos ecológicos e jurídicos. **Revista do Curso de Direito da UNIABEU**, v. 1, n. 2, p. 1-16, 2011.

BRASIL. Resolução Conama nº 001, de 17 de fevereiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Apoio acadêmico Ambiente. Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal (Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012.). Brasília, DF, 15 set. 1965.

BRASIL. Constituição (1988a). Constituição da República Federativa do Brasil.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988b. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Lei Nº 7.661, de 16 de Maio de 1988. Brasília, DF, 16 maio 1988b.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. Brasília, DF.

BRASIL. Resolução Conama nº 004, de 18 de setembro de 1985. Dispõe sobre definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas.

BRASIL; BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2012.

BRASIL, R. F. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 303, de 20 de março de 2002. **Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2002.

BRASIL. Decreto n° 99.274, 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

BRITO, Viviane; BEZERRA, Denilson. Áreas de preservação permanente: análise legislativa e da ocupação de manguezais na ilha do Maranhão. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 10, n. 1, 2020.

CARDOSO et al. **Microbiologia do solo.** ESALQ,2016.221p. Disponível em:< https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/Microbiologia_solo.pdf >. Acesso em out 2020.

CONAMA, RESOLUÇÃO. Nº 369, DE 28 DE MARÇO DE 2006. **Publicada no DOU**, n. 236, p. 20388, 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 312 de 10 de outubro de 2002.

COOPER, J.A.G. Geomorphological variability among microtidal estuaries from the wave-dominated South African coast. Geomorphology, 40:99-122, 2001.

CPRH. Diagnóstico Sócio-ambiental: Litoral Sul de Pernambuco. 1999. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/14_ClimasESolos.pdf Acesso em: 17/10/2020

DE ALMEIDA, Irene Maria Silva; BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro. PROJETO VIA MANGUE: SUPRESSÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM RECIFE-PE. 2017.

DE CRIAÇÃO, Diretoria. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).2020. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/programaseprojetos/107-projeto-manguezais-do-brasil#:~:text=O%20Projeto%20Manguezais%20do%20Brasil%20foi%20criado%20pelo,de%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%20da%20Biodiversidade%20que%2C%20para%20cumprir%20. Acesso em 28 de outubro de 2020.

DENT, D. **Acid sulphate soils: a baseline for research and development**. Int. Inst. For Land Reclamation and Improvement, 1986. 203p.

EMBRAPA. **Manual de classificação de solos**. 3ª edição. Disponível em:< https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00053080.pdf>. Acesso em out 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro.** Reunião de classificação, correlação e Interpretação de aptidão agrícola dos solos, 1979. 276p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de Solos.** Brasília:Embrapa. Produção de informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FANNING, D.S; KERAMIDAS, V.Z.; EL-DESOKY, M.A. Micas. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B., eds. Minerals in soils environments. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.551-634

GAMERO, R. M. Prada et al**. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio iriri no canal de bertioga (santos, sp).** R. Bras. Ci. Solo, 28:233-243, 2004. Disponível em: < https://www.rbcsjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/0100-0683-rbcs-S010006832004000200002/0100-0683-rbcs-S0100-06832004000200002.pdf>. Acesso em out 2020.

GERAIS, Disposições. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. O Presidente da República.

GETTER, Charles D.; SCOTT, Geoffrey I.; MICHEL, Jacqueline. The effects of oil spills on mangrove forests: A comparison of five oil spill sites in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. In: **International Oil Spill Conference**. American Petroleum Institute, 1981. p. 535-540.

GOMES, Felipe Haenel. **Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus -BA.** UFV,2002.96p. Disponível em: < https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10767/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em out 2020.

HILLIER, S. Erosion, sedimentation and sedimentary origin of clays. In: VELDE, B., ed. Origin and mineralogy of clays: clays and de environment. Berlin, Springer, 1995. p.162-214

MACIEL, Norma Crud. Alguns aspectos da ecologia do manguezal. ESTADO DE PERNAMBUCO, CPRH–COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL E DE ADMINISTRAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste.** Recife: CPRH, p. 9-37, 1991.

MARIUS, C.; LUCAS, J. Holocene mangrove swamps of West Africa: sedimentology and soils. Afric. J. Earth Sci., 12:41- 54, 1991.

OLIVEIRA, Mara Lucia Jacinto et al. **Mercúrio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, estado de São Paulo.**Quím.Nova vol.30 no.3 São Paulo May/June 2007. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422007000300003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em out 2020.

PASCOALLINE, Sávia Soares, et al: Abordagem ecofisiológica dos manguezais: Uma revisão, Espírito Santo 2014.

PRAKASA, R.M.; SWAMY, A.S.R. Clay mineral distribution in the mangrove of the Godavari delta. Clay Res., 6:81-86, 1987.

PEREIRA FILHO, O.; ALVES, JRP. **Conhecendo o manguezal**: apostila técnica, grupo mundo da lama. 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A. R. A. Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum. **São Paulo**, 1999.

SÉRGIO, Carine et al. **Caracterização morfofisiológica do manguezal de cananéia**. July 16 - 19, 2006, Santos, BRAZIL Environmental and Health World Congress. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/27367096/ambiental162.pdf?1346950152=&response-content>. Acesso em out 2020.
SOUZA, Caroline A. et al. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. **Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: Unesp**, p. 16-56, 2018.

WOLANSKI, E.; CHAPPELL, J. The response of tropical Australian estuaries to a sea level rise. J. Marine Syst., 7:267-279, 1996.

CAPÍTULO XXX

A ETNOECOLOGIA E A PECUÁRIA FAMILIAR: CAMINHOS PARA A CONSERVAÇÃO DO BIOMA PAMPA[1]

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-30

Letícia Fátima de Azevedo [2]
Tatiane Almeida Netto [3]

[1] Artigo elaborado a partir da monografia de Especialização em Educação Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria da primeira autora.
[2] Professora titular do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU Bagé e Professora temporária do Instituto Federal Sul Rio-grandense – IFSul Bagé.
[3] Pós-Doutoranda em Geografia (Posgea/UFRGS) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Bolsista CAPES/PNPD e colaboradora UFRGS.

RESUMO

Este estudo apresenta como objetivo geral compreender a partir do contexto etnoecológico, se as práticas produtivas utilizadas pelos pecuaristas familiares do Território do Alto Camaquã – RS contribuem para conservar o Bioma Pampa. Trata-se de um estudo etnoecológico-descritivo com abordagem qualitativa, utilizando-se a pesquisa bibliográfica e de campo. As técnicas de levantamento dos dados foram realizadas com observações diretas em propriedades de pecuária familiar do Território do Alto Camaquã, utilização de diário de campo e dados da dissertação de mestrado da autora. Percebe-se a relevância dos saberes tradicionais dos pecuaristas familiares como modo legítimo de produção de conhecimento. Dessa forma, as práticas produtivas realizadas pelos pecuaristas familiares do Território do Alto Camaquã, o modo de apropriação da natureza, a racionalidade ecológica campesina, contribuem para a preservação do Bioma Pampa.

Palavras-chave: Conhecimento tradicional. Pecuarista familiar. Pampa. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo, o desenvolvimento visto como crescimento econômico acarretou uma série de pressões negativas, tanto no âmbito social, econômico quanto ambiental. No meio rural, o desenvolvimento teve o intuito de modernização, não atingindo a todos igualmente. Para alguns, esse processo de modernização foi bastante positivo, já para outra parcela da população a consequência foi de desigualdades,

acelerando problemas como a pobreza, a concentração da renda e a degradação ambiental.

No decorrer dos anos, mundialmente, ficou evidente que a crise ambiental está fortemente relacionada à degradação da qualidade de vida humana e o triunfo deste quadro compreende outros assuntos como justiça social, distribuição de renda e educação.

Aqueles agricultores tachados como atrasados começam a receber certa consideração, através de um novo conceito, a etnoecologia, que valoriza o conhecimento ecológico local, e mais, o conhecimento das populações tradicionais, visualizado como uma possível ferramenta no uso sustentável dos recursos naturais.

Nesse sentido, a etnoecologia pode ser utilizada como instrumento para a educação ambiental formal ou informal, considerando os argumentos apresentados por Tristão (2008), em que abordar os conhecimentos tradicionais no ambiente escolar mostra-se relevante, uma vez que a escola tem importante função de construir valores e estratégias que permitam aos alunos um novo contato com o meio que convivem.

Destaca-se o espaço que os pecuaristas familiares da referida pesquisa estão inseridos, o Bioma Pampa, um ecossistema natural, com uma biodiversidade única de riquezas naturais e sustentabilidade dos campos. Especificamente, o Território do Alto Camaquã de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2007) está inserido na rota de áreas avaliadas como prioridade “extremamente alta” para a conservação da biodiversidade.

Ligado a isso, esse conhecimento ancestral, tradicional, passado de geração em geração, faz com que os pecuaristas familiares produzam a proteína animal de qualidade, assegurando a conservação do Pampa. Séculos de trabalho, adoção de técnicas que harmoniosamente se relacionam com a natureza e o modo de vida singular desses sujeitos merecem incentivos e um maior reconhecimento no próprio país, o que mundialmente é muito valorizado.

Neste cenário que envolve conhecimentos empíricos, aspectos paisagísticos, florísticos e faunísticos específicos de uma região, ao qual adquirem sentido a partir dos usos e apropriação de uma cultura construída neste espaço, a etnoecologia pode

contribuir na valorização cultural e na conservação ambiental do Pampa, bem como, ser empregada como instrumento para a educação ambiental formal ou informal.

Assim, o objetivo geral foi compreender, a partir do contexto etnoecológico, as práticas produtivas utilizadas pelos pecuaristas familiares do Território do Alto Camaquã – RS como contribuição para conservar o Bioma Pampa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E ETNOECOLOGIA

As questões relacionadas ao meio ambiente têm obtido, nos últimos anos, uma imensa importância em nossa sociedade. Foi a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972 que se ampliou o conceito de educação ambiental e em 1977 na Conferência de Tibilisi que internacionalmente a educação ambiental foi descrita como "um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos" (SATO, 2002, p.23-24).

A questão ambiental é colocada como problema planetário e inseparável do processo de desenvolvimento econômico e social, somente a partir de 1987, no Relatório "Nosso Futuro Comum", elaborado pela Comissão das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD (LIMA, 1999). Nesse mesmo Relatório foi exposto o conceito de desenvolvimento sustentável, como "aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades" (CNUMAD, 1991, p.46).

Jacobi (2003 p. 190) propõe ser necessária uma "reflexão sobre os desafios para mudar as formas de pensar e agir em torno da questão ambiental numa perspectiva contemporânea". Essa mudança tem que abranger o meio ambiente no todo, que para Nishijima (2008) deve envolver os aspectos naturais, econômicos, políticos, sociais, histórico-culturais, científicos, tecnológicos, morais e éticos.

No que se refere à conservação da natureza, a mesma está pautada em adotar uma prática como outra qualquer, unindo comportamentos, conhecimentos e metodologias. É um conjunto de diretrizes projetadas para o manejo e uso sustentado

dos recursos naturais, a uma condição excelente de resultado e preservação da diversidade biológica (IBAMA, 2017).

Estudos demonstram que as populações tradicionais exibem modos de apropriação da natureza que asseguram de forma eficaz sua conservação. Diegues (2000) propõe que o conhecimento e as práticas de manejo utilizadas pelas populações tradicionais deveriam ser um dos pilares para o conservacionismo, considerando que tanto o conhecimento científico como o local são relevantes de igual forma. Nesse sentido, as populações tradicionais mostram-se atuantes como agentes protetores e conservadores da natureza e apresentam um dos modos de vida que equilibra subsistência, reprodução e natureza.

Ao final do século XX, especialmente no meio acadêmico, o conhecimento local - tradicional é revalorizado, focando na diversidade cultural e sua conexão com a agrodiversidade e a biodiversidade regional, resultado do crescente interesse pela sustentabilidade. Uma das linhas para a valorização do conhecimento local relativo aos recursos naturais é a etnociência, a partir de suas diferentes abordagens como a etnobotânica, etnoecologia, etnozoologia, etnogeografia, etnobiologia, entre outras.

Arruda e Diegues (2001, p.31) descrevem que o conhecimento tradicional é composto pelo "conjunto de saberes e saber-fazer a respeito do mundo natural e sobrenatural, transmitido oralmente, de geração em geração". Ou seja, a utilização dos recursos naturais e a transmissão oral dos conhecimentos são especificidades das populações tradicionais. Para Cunha (1999, p.156) os conhecimentos tradicionais são "[...] uma combinação de pressupostos, formas de aprendizado, de pesquisas e de experimentação".

Conforme a FAO/Incra (1994) o conhecimento local está relacionado com a informação que as populações, num espaço específico, desenvolveram no decorrer dos anos. Fundamentado na experiência, adaptado à cultura e ambiente local e está em constante desenvolvimento. Este conhecimento é empregado para sustentar a comunidade, sua cultura e os recursos genéticos necessários para a sobrevivência e reprodução da comunidade.

Toledo define a etnoecologia como "um enfoque interdisciplinar que estuda as formas pelas quais os grupos humanos vêem a natureza, através de um conjunto de

conhecimentos e crenças; e como os humanos, a partir de seu imaginário, usam e/ou manejam os recursos naturais" (TOLEDO, 2003, p.7, tradução nossa). A etnoecologia possui enfoque holístico e multidisciplinário, sendo fundamentada na trilogia "*kosmos-corpus-práxis*" (K-C-P). Essa trilogia oferece um abalroamento agregado para estudos de apropriação da natureza, articulam o saber empírico local sobre a natureza, os recursos naturais e permitem a compreensão das relações entre interpretação, representação e uso e manejo da natureza e suas metodologias. O complexo *K-C-P* permite a elucidação da maneira como os produtores compreendem, idealizam e conceituam os recursos naturais necessários para a sobrevivência, bem como, prestígio do valor cultural. Outro ponto a ser destacado é que a etnoecologia está inerentemente comprometida com a ética ambiental (TOLEDO, 1990).

Nesse sentido, Begossi (1998) considera que os estudos focados nas etnociências são relevantes para abarcar as relações constituídas entre o homem e o meio ambiente, o que possui enorme sentido para a manutenção, manejo e práticas produtivas sustentáveis. O enfoque etnoecológico demanda integrar, confrontar e apoiar modelos com participação dos sujeitos locais e que visem o desenvolvimento local endógeno e sustentável.

Toledo, Alárcon-Chaires e Barón (2002) reforçam que as populações tradicionais, aquelas que não aderiram as práticas de intervenção e que englobam muitos elementos anteriores à modernização, proporcionam oportunidades concretas para o fomento de "modernidades alternativas" através de estratégias pós-modernas de desenvolvimento, como a adoção de um novo modo de apropriação da natureza.

2.2. BIOMA PAMPA E A PECUÁRIA FAMILIAR

O Bioma Pampa no Brasil está limitado ao Rio Grande do Sul (RS), ocupando 178.243 km², correspondendo a 63% do território estadual e 2,07% do território nacional, apresentando um enorme patrimônio cultural associado à biodiversidade (MMA, 2017).

"Por ser um conjunto de ecossistemas muito antigos, o Pampa apresenta flora e fauna próprias e grande biodiversidade, ainda não completamente descrita pela ciência. [...] Trata-se de um patrimônio natural, genético e cultural de importância nacional e global" (MMA, 2017, s/p). São estimadas para o Rio Grande do Sul 3000 espécies de

plantas, com notável diversidade de gramíneas (523 espécies). Nas áreas de campo natural, também se destacam as espécies de compostas (357 compostas), de leguminosas (250 espécies) e de ciperáceas (200 espécies). A fauna é expressiva, com quase 500 espécies de aves e mais de 100 espécies de mamíferos terrestres, incluindo muitas espécies endêmicas e algumas ameaçadas de extinção (MMA, 2017). Apesar de toda essa diversidade e riqueza, apenas 0,36% do Bioma estão incluídos no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) no RS, sendo o segundo Bioma mais devastado do país (MMA, 2017).

Devido as características físicas e biológicas do Pampa proporcionarem a atividade da pecuária, principalmente vinculadas a aspectos históricos de formação territorial, tem-se a presença de pecuaristas familiares neste território, que segundo a Emater/RS (2003) é um agricultor familiar oriundo das condições históricas de luta e adaptação ao meio. Na metade sul do RS, a categoria de pecuaristas familiares representa 70% do total de aproximadamente 60 mil famílias presentes no Estado (FETAG/RS, 2014). O RS tem 10 milhões de cabeças de bovinos de corte, sendo que desses, 3 milhões pertencem à pecuária familiar. Também são responsáveis ainda por 40% da produção de terneiros de corte do RS (EMATER/RS, 2014).

Reconhecendo a importância econômica e social desta categoria, foi instituído no Rio Grande do Sul um programa específico para este público, o Programa Estadual de Desenvolvimento da Pecuária de Corte Familiar, por meio da Lei Estadual Nº 13.515, de 13 de setembro de 2010. Regulamentada pelo Decreto Nº 48.316, de 31 de agosto de 2011, apresenta no seu Art. 3º as condições para a definição de pecuarista familiar: ter como atividade predominante a cria ou recria de bovinos e/ou caprinos e/ou bubalinos e/ou ovinos com finalidade de corte; utilizar na produção trabalho predominantemente familiar, podendo utilizar mão de obra contratada em até 120 dias/ano; deter a posse, a qualquer título, de estabelecimento rural com área total, contínua ou não, inferior a 300 hectares; ter residência no próprio estabelecimento ou em local próximo a ele e; obter no mínimo 70% de sua renda provinda da atividade pecuária e não agropecuária do estabelecimento, excluídos os benefícios sociais e os proventos previdenciários decorrentes de atividades rurais (EMATER/RS, 2021).

Borba et al. (2009) trabalham com a hipótese de que a pecuária familiar da Serra do Sudeste, onde se localiza o Território do Alto Camaquã - foco deste estudo -, qualifica-se por uma racionalidade ecológica camponesa, ligados a fatores como uso mínimo de máquinas e equipamentos agrícolas, baixo grau de integração ao mercado, alta dependência dos recursos naturais e predominância de fontes de energia renováveis.

De acordo com o exposto, Azevedo (2013) constatou que os pecuaristas familiares do Pampa brasileiro possuem extrema semelhança com o modo de apropriação da natureza camponês. Isto evidenciado a partir de dados quanto ao uso da energia, tamanho da terra, autossuficiência, uso da força de trabalho, diversidade da produção, produtividade, desejos e anseios, formas e transmissão dos conhecimentos e visão frente à natureza e ao mundo. Portanto, enquanto forma de produção camponesa resistiu a modernização, conservando a paisagem e os recursos naturais traduzidos em formas de produção de baixo impacto e capazes de gerar serviços ecossistêmicos suficientemente importante para que a pecuária familiar seja considerada uma atividade estratégica.

3. METODOLOGIA

O local de estudo é o Território do Alto Camaquã, situado entre as coordenadas geográficas 30º 25’ a 31º 33’ de latitude Sul e 52º 48’ a 54º 12’ de longitude Oeste, sobre o Escudo Cristalino (formação geológica). Este Território engloba áreas dos municípios de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Encruzilhada do Sul, Lavras do Sul, Piratini, Pinheiro Machado e Santana da Boa Vista, abrange uma área total de 8.670 km^2 (ADAC, 2017). O estudo apresenta como recorte espacial os municípios de Caçapava do Sul, Pinheiro Machado e Piratini.

Segundo a Adac (2017) a região do Alto Camaquã possui mais de 70% de cobertura de vegetação natural configurando-se como uma das regiões mais preservadas do Rio Grande do Sul. Do ponto de vista produtivo se caracteriza pelo predomínio da pecuária em pastagem natural realizada em unidades produtivas familiares.

Trata-se de um estudo etnoecológico-descritivo com abordagem qualitativa, utilizando-se a pesquisa documental, bibliográfica e de campo. Os dados levantados

para a análise na presente pesquisa são oriundos da dissertação desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural (2013) e de dados da Associação para o Desenvolvimento Sustentável do Alto Camaquã (2017), além de diário de campo e observações diretas em propriedades de pecuária familiar do Território do Alto Camaquã realizadas duramente visitas de campo no primeiro semestre de 2017.

As propriedades visitadas e analisadas foram indicadas por informantes chaves, sendo estes extensionistas da Emater e presidentes dos sindicatos dos trabalhadores rurais. Além disso, os pecuaristas familiares selecionados atenderam as condições estipuladas no Decreto Nº 48.316, de 31 de agosto de 2011.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento que os pecuaristas familiares do Território do Alto Camaquã aplicam são baseados no que aprenderam com suas gerações passadas, pois a atividade da pecuária é tradição familiar, sendo que a grande maioria dos pecuaristas familiares possuem a terra por meio de herança familiar. Isso vai de encontro com o que Neske (2009) menciona que o modo de “se fazer pecuária” que se destaca no Alto Camaquã representa um patrimônio cultural e simbólico, na qual vem se reproduzindo a tradição “ganadera”.

Percebe-se que o conhecimento utilizado nas práticas produtivas, corrobora com o que Toledo e Alárcon-Chaires (2012) apontam, que o conhecimento desvendado na mente de um só produtor, é uma miscelânea de distintas fontes. São elas: a experiência acumulada ao longo do tempo histórico e transmitida de geração em geração; as experiências compartidas socialmente pelos membros de uma geração contemporânea; a experiência compartilhada na família ou no grupo doméstico e; a experiência pessoal e particular acumulada do manejo e apropriação material da natureza, por meio da repetição dos ciclos anuais naturais e produtivos e enriquecida pelas mudanças percebidas e as condições inesperadas integradas à elas.

Uma das características do Território é que boa parte das localidades rurais são organizadas socialmente por meio das associações comunitárias. Com o fortalecimento e conexão destas, surge a Rede de Produtores do Alto Camaquã - ReAC. Desde agosto de 2008 a ReAC realiza o Fórum do Alto Camaquã, objetivando reunir todos os atores

sociais presentes no Território. A partir do Fórum decidiu-se criar em 2009, a Associação para o Desenvolvimento Sustentável do Alto Camaquã (Adac) com o intuito de estabelecer uma estrutura formal para vincular as associações dos oito municípios que abrangem o Território.

A Adac cunhou uma marca territorial coletiva, marca está vinculada ao Território, ao saber-fazer, ao local, fazendo com que os produtos e serviços gerados nesse espaço passassem a serem reconhecidos por uma identidade e qualidades associadas à origem. A "marca Alto Camaquã" atualmente é composta por 25 associações comunitárias, totalizando 500 famílias (ADAC, 2017).

Além da produção pecuária bovina e ovina, uma série de outros produtos, aproximadamente trinta, produzidos nas propriedades de pecuária familiar foram identificados com potencial para comercialização. Considerando a organização e comercialização com a "marca Alto Camaquã", foram classificados em cinco linhas: 1) carnes, 2) turismo, 3) arte rural (artesanato), 4) produtos transformados e 5) produtos primários.

Os produtos elegidos pela associação para comercialização, que possuíam o processo produtivo e comercial mais aperfeiçoado foram: carnes de cordeiro (ovinos e caprinos), mel, terneiros, artesanato em lã e pele ovina, bolo de amendoim, figada, ambrosia e doces diversos, licor, roteiros e eventos turísticos. Dentre estes, o produto escolhido como carro-chefe da marca coletiva territorial, foi a carne de cordeiro ovino que conta com o apoio da indústria frigorífica Adiale Vitória (Encruzilhada do Sul/RS), responsável pelo abate, e a comercialização primeiramente se dava apenas no Shopping da Carne em Porto Alegre/RS, porém hoje com a perspectiva de ampliação do mercado, ocorre também a venda em uma casa de carnes em Encruzilhada do Sul.

A comercialização dos demais produtos ocorre de forma informal e formalmente na "Expo Alto Camaquã", que acontece anualmente em Bagé/RS e também em demais feiras agropecuárias (Expointer, por exemplo).

O mercado da carne de cordeiro se dá sob a responsabilidade de uma associação comunitária a cada semana, os animais são aglomerados, pesados e levados ao frigorífico com um caminhão próprio da associação (adquirido por meio de políticas públicas). A associação conta com dois caminhões: um boiadeiro e um frigorífico. O valor

recebido pela venda foi estipulado por produtores e demais atores envolvidos, visando este ser maior que o do mercado convencional.

Segundo a Adac (2017, s/p) a carne de cordeiro do Alto Camaquã "possui aspectos que a tornam diferente das demais carnes de ovinos comercializadas no Brasil". A qualidade da carne tem relação com "ativos culturais, sociais, econômicos, produtivos, institucionais e ambientais presentes no local". A forma extensiva de criação, o campo nativo, o "saber-fazer dos pecuaristas representam importantes elementos de qualidade da carne de cordeiro".

Os produtos do Território são definidos como "naturalmente únicos", pois estão "integrados a processos produtivos em que a cultura "pecuária" desenvolveu formas específicas de relação com a natureza, mantendo preservado ao longo do tempo, a paisagem e os recursos naturais" (ADAC, 2017, s/p).

A mão de obra familiar é indispensável na atividade pecuária bovina/ovina. A dedicação na atividade pelos chefes de família ocorre integralmente (300 dias/ano), já o auxílio dos demais membros da família não, isso devido ao fato dos filhos estudarem em algum turno do dia e as esposas dedicarem-se a atividades do lar e não agrícolas (doces, pães, bolachas, bolos, queijo, artesanato em lã, etc). Os chefes de família também realizam atividades agrícolas fora da propriedade, o que juntamente com as atividades não agrícolas complementam a renda familiar.

A realização da troca de serviços é recorrente nas propriedades. Essa reciprocidade acontece nas atividades de castração, manejo e serviços a campo e na mangueira, evitando assim a possível contratação de mão de obra terceirizada. Para Mauss (1974) a reciprocidade é a teoria da dádiva, caracterizada por ser voluntária, livre e gratuita. É o ato de dar/retribuir/receber generosamente, fortalecendo a confiança e constituindo um processo de ajuda mútua e solidário.

O cavalo é um dos principais e indispensáveis instrumentos de trabalho para as atividades com os bovinos/ovinos. A relação entre pecuarista e cavalo abarca aspectos históricos, culturais e sociais, é considerado como parte da família.

Os bovinos e ovinos de corte são criados extensivamente em pastagem natural. As utilizações de pastagens cultivadas são raras, por um lado, porque existem propriedades localizadas em campos mais acidentados impossibilitando o uso de

equipamentos agrícolas. Porém, naquelas propriedades que é possível, os pecuaristas preferem manter a pastagem natural. Segundo um dos pecuaristas familiares do Território, a pastagem natural "é um recurso que temos de graça, é rico em espécies, é só saber utilizar pra colher os frutos que vêm dele, nesse caso o gado, que é nossa subsistência".

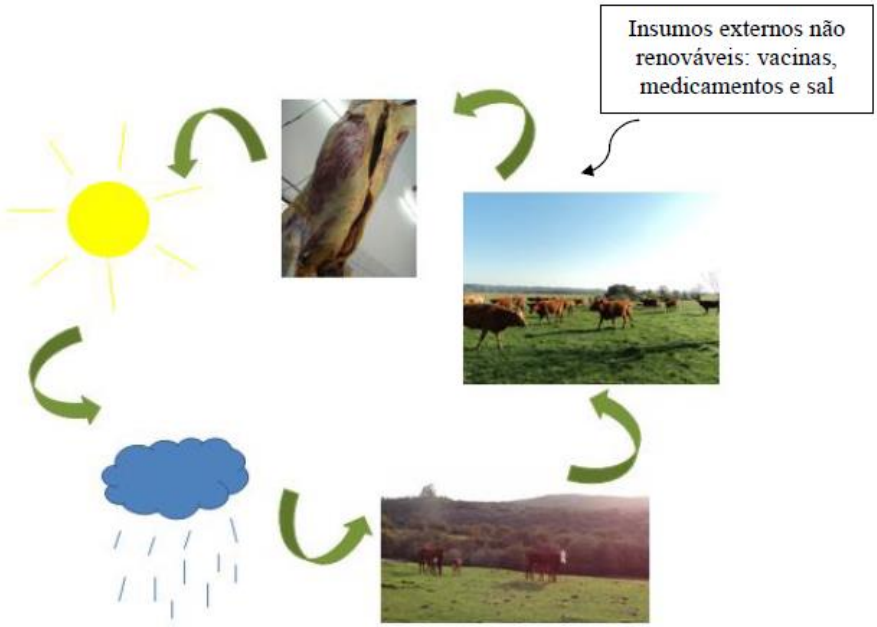
Boa parte dos pecuaristas familiares fazem melhoramento do campo, introduzindo espécies forrageiras de inverno, como o azevém e a aveia, para que no período mais crítico, o mesmo esteja com melhor oferta de forragem. Outras práticas realizadas são o diferimento do campo e o pastoreio rotativo, práticas estas que começaram a se alavancar por meio da assistência da Embrapa e Emater. Alguns pecuaristas comentam a extrema importância de deixar o campo "descansar" quando percebem que o mesmo está "baixo" (com pouca oferta de forragem).

A escala de produção de bovinos é pequena, em função da estrutura fundiária das propriedades. Diferentemente de uma parte da produção da carne de cordeiro vendida com a marca do Alto Camaquã, a carne bovina produzida é comercializada por meio de atravessadores ou para outros pecuaristas. Mesmo assim, quando vendida a atravessadores, é necessário muitas vezes se juntar com outros pecuaristas vizinhos para "fechar uma carga".

Alguns pecuaristas possuem uma alta taxa de lotação de animais nos campos, podendo causar efeitos negativos nos recursos naturais, no entanto, a definição da lotação animal é realizada a partir da condição da pastagem. Segundo Borba (2006) essas altas taxas não depreciam de tal modo que os recursos se esgotem, pois são reversíveis.

Azevedo (2013) expõe que além da pastagem natural (solo), os pecuaristas familiares apropriam-se também do sol (luminosidade) e da água (chuva) para produzirem o bovino/ovino de corte. Isso comprova a pequena utilização de insumos externos, que nesse caso são as vacinas obrigatórias (febre aftosa e brucelose), medicamentos como vermífugos e carrapaticidas e o sal comum ou mineral (distribuídos a campo em cochos de pneu na sua grande maioria), e a dependência dos recursos naturais para a produção. Assim, contata-se a inter-relação existente entre pecuária familiar e natureza (Figura 1).

Figura 1 – Esquema representativo do sistema de produção de bovinos de corte praticado pelos pecuaristas familiares



Fonte: Azevedo (2013).

Para o manejo dos animais, a mangueira é uma instalação necessária, mas nem todas as propriedades possuem. A maioria dessas instalações possui de 25 a 30 anos, e algumas estão em condições precárias, fazendo assim com que pecuaristas de Pinheiro Machado e Piratini utilizem as mangueiras das associações comunitárias. A balança é um equipamento importante na produção de bovinos, devido ao fato da venda dos animais serem efetuadas pelo peso vivo, entretanto, mais da metade dos pecuaristas familiares não possuem e realizam a venda dos animais por meio do peso “a olho”.

Com relação ao manejo reprodutivo dos bovinos e ovinos a estação de monta ocorre basicamente nos meses de dezembro à fevereiro, priorizando a idade do primeiro acasalamento (monta natural) com “2 dentes” nos ovinos e entre 2,5 – 3 anos nos bovinos (dependendo das condições (peso) que a novilha apresenta). A estação de monta sofreu modificações no decorrer dos anos, antigamente deixavam o reprodutor o ano todo com as fêmeas, porém os animais não eram padronizados e existia uma maior dificuldade no controle sanitário e zootécnico dos animais.

O desmame ovino acontece aos 6-7 meses, no mês de novembro, e nos bovinos é realizado o desmame tradicional aos 6-8 meses, no mês de maio. A castração dos

ovinos ocorre aos 3-4 meses de idade, durante os meses de agosto a setembro e nos bovinos aos 10 meses de idade nos meses de agosto a setembro, na grande maioria, mas alguns pecuaristas fazem a castração aos 5 meses. A castração "a faca" é o método mais utilizado, embora alguns pecuaristas já utilizam para bovinos o alicate castrador "burdizzo", método mais atual e considerado menos doloroso aos animais. A esquila dos ovinos geralmente é realizada "a martelo" (tesoura de esquilar), de outubro a novembro.

Os pecuaristas familiares não possuem acompanhamento técnico, normalmente buscam o auxílio apenas em extrema urgência. Vale ressaltar que os pecuaristas do Território, por meio do Projeto Alto Camaquã possuem um assessoramento da Embrapa no sistema de produção.

Boa parte dos pecuaristas familiares acreditam nos aprendizados não científicos (crenças) das antigas gerações, como as fases da lua para castração; a medicina campeira – benzeduras; o calendário ritual para plantar milho, mandioca, batata; o sol, o vento e o arco íris para verificar o tempo. Levam em conta estas crenças para as práticas produtivas.

Visualizamos que os pecuaristas familiares usam todos os recursos naturais disponíveis, reciclam materiais e energia, diversificam os produtos obtidos pelo ambiente e fundamentalmente integram diferentes práticas (agricultura para subsistência, criação de bovinos de corte em pequena escala, artesanato, entre outros). Dessa maneira, concordamos com Toledo e Alárcon-Chaires (2012) que as populações tradicionais, possuem uma produção não especializada, focada na diversidade de recursos e práticas.

Considera-se que a produção pecuária familiar está ligada com valores expressivos e sociais, que para Gasson (1973) os valores expressivos são aqueles baseados nas habilidades e aptidões para a atividade agropecuária, com sentimento de orgulho e satisfação em praticar essa atividade, e os valores sociais são os ligados ao reconhecimento social e continuidade da tradição familiar.

Azevedo (2013) comenta que por se relacionarem a intercâmbios com a natureza, os pecuaristas familiares são sujeitados a adotar um modo de sobrevivência

que abona um fluxo ininterrupto de bens, matéria e energia, produzindo de maneira não especializada, mas na heterogeneidade de recursos e de práticas produtivas.

Considerando a forma de produzir e viver, a pecuária familiar é uma forte aliada na preservação do Bioma Pampa, onde o manejo adequado da pastagem natural pode favorecer a sustentabilidade da mesma. Conjuntamente, está preservando um patrimônio cultural com ampla biodiversidade, assegurando o potencial de desenvolvimento sustentável da região, seja por manter espécies de valor forrageiro, alimentar, ornamental e medicinal, seja pelo comprometimento dos serviços ambientais proporcionados pela vegetação campestre (MMA, 2017).

Os pecuaristas familiares resistiram a modernização agrícola, conservando a paisagem e os recursos naturais traduzidos em formas de produção de baixo impacto e capazes de gerar serviços ecossistêmicos suficientemente importante para que a pecuária familiar seja considerada uma atividade estratégica. Ou seja, os pecuaristas familiares se constituem como parte do ambiente, justamente pelo fato das suas práticas produtivas serem praticadas a partir da utilização sustentável do espaço – o Pampa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise, constatou-se que os pecuaristas familiares pesquisados adotam o modelo tradicional de produção pecuária. Os seus sistemas produtivos são organizados por meio de uma relação de dependência com os recursos naturais, especialmente, a pastagem natural, a qual destaca-se como principal fonte de nutrição para os bovinos/ovinos. Dessa forma, as práticas produtivas realizadas pelos pecuaristas familiares do Território do Alto Camaquã, o modo de apropriação da natureza, a racionalidade ecológica campesina, contribuem para a preservação do Bioma Pampa. Vislumbra-se que a pecuária familiar tem conservado uma série de elementos (socioculturais, econômicos e ecológicos) para o desenho de estratégias sustentáveis de desenvolvimento.

A partir dos resultados apontados percebemos a importância dos estudos etnoecológicos como forma de valorizar a educação ambiental, o conhecimento ambiental, os pecuaristas familiares e a conservação do Pampa.

Percebe-se a relevância dos saberes tradicionais dos pecuaristas familiares como modo legítimo de produção de conhecimento. Nesse sentido, verifica-se que as políticas públicas para esta categoria devem ser de caráter *endógeno,* impedindo que o conhecimento científico seja imposto como a única forma de aprendizagem e conhecimento. Necessita-se do estabelecimento de políticas de valorização desses atores, exemplo por meio de serviços ambientais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ALTO CAMAQUÃ - ADAC. Disponível em: <http://www.altocamaqua.com.br/quem-somos/#o-territorio>. Acesso em: 25 abril 2021.

ARRUDA, R. S. V.; DIEGUES, A. C. **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil.** Brasília/São Paulo: Ministério do Meio Ambiente/USP, 2001.

AZEVEDO, L. F. de. **Saberes e práticas tradicionais:** uma análise do modo de apropriação da natureza pelos pecuaristas familiares da Serra do Sudeste/RS. 2013. 168f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Programa de Pós Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

BEGOSSI, A. Ecologia humana: um enfoque das relações homem-ambiente. **Interciência,** nº 18, 1993. p.121-132.

BORBA, M. S. Avaliação da sustentabilidade de diferentes sistemas (agro)pecuários do Rio Grande do Sul usando a análise emergética. In: IV Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Anais…** Belo Horizonte/MG, 2006.

_____. et al. Ecologização da Pecuária Familiar na Serra do Sudeste. Documento Técnico, nº 98. 2009. Disponível em: <http://www.cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes:list/231>. 2009. Acesso em: 10 maio 2021.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum.** Ed. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2ª edição, Rio de Janeiro, 1991, p. 46.

CUNHA, M. C. Populações tradicionais e a Convenção da Diversidade Biológica. **Revista de Estudos Avançados,** n. 13, 1999. p. 147-163.

DIEGUES, A. C. A etnoconservação da natureza. In: _____.(Org.). **Etnoconservação:** novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. 2. ed. São Paulo: Hucitec e NUPAUB, 2000. p.1-46.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER/RS. Pecuária familiar. Porto Alegre, 2003. 78p. (**Série Realidade Rural**, 34).

_____. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-animal/pecuaria-familiar.php#.WOZF-4grLIU>. Acesso em: 5 abril 2021.

_____. 2014. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-animal/pecuaria-familiar.php#.VEP6OiLF8u0>. Acesso em: 15 fev. 2021.

FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL – FETAG/RS. 2014. Disponível em: <http://www.fetagrs.org.br/site/index.php?idp=MTQ4>. Acesso em: 19 fev. 2021.

GASSON, R. **Goals and values of Farmers.** Journal of Agricultural and Resource Economics, v.24, 1973. p.521-537.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Disponível em: **<**www.ibama.gov.br>. Acesso em: 08 mar. 2021.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa.** n. 118, 2003. p.189-205.

LIMA, G. F. da C. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, NEPAM/UNICAMP, Campinas, ano II, nº 5, 1999. p.135-153.

MAUSS, M. **Ensaio sobre a dádiva:** forma e razão da troca nas sociedades arcaicas. Sociologia e antropologia. São Paulo: EDUSP, v.2, 1974. p.49-209.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade>. Acesso em: 12 fev. 2021.

NISHIJIMA, T. **Água e solos:** educação ambiental. Santa Maria, Equipe Multidisciplinar de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Educação – ETIC, UAB/UFSM, 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA – FAO; INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Diretrizes de política agrária de desenvolvimento sustentável para produção familiar.** Versão Preliminar. Brasília: FAO/INCRA, 1994.

SATO, M. **Educação Ambiental.** São Carlos: Rima, 2002. p.23-24.

TOLEDO, V. M. **La perspective etnoecológica:** cinco reflexiones acerca de las "ciências campesinas" sobre la naturaleza con especial referencia a México. Ciencias, especial 4, 1990.

_____; ALÁRCON-CHAIRES, P.; BARÓN, L. **La modernización rural de México:** un análisis socioecológico. México. 2002. 132p.

_____; ALÁRCON-CHAIRES, P. 2012. Laboratório de Etnoecologia. México. Disponível em: <http://www.oikos.unam.mx/etnoecologia/>. Acesso em: 11 maio 2021.

_____. Indigenous peoples and biodiversity. In: LEVIN, S. A., et al. (Orgs.). **Encyclopedia of Biodiversity.** New York: Academic Press, 2003. 22p.

TRISTÃO, M. **A educação ambiental na formação de professores**. 2.ed. São Paulo: Annablume; Vitória: Fapitec, 2008.

CAPÍTULO XXXI

AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA NO BIOMA CAATINGA LOCALIZADA NA BACIA DO RIO PIRANHAS-AÇÚ, ESTADO DA PARAÍBA

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-31

Ênio Mizael de Holanda [1]
Lauter Silva Souto [2]
João de Andrade Dutra Filho [3]
Rômulo Gil de Luna [4]
Karla da Nóbrega Gomes [5]
Anielson dos Santos Souza [6]

[1] Engenheiro Agrônomo. Profissional autônomo.
[2] Professor Associado. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
[3] Professor Adjunto. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
[4] Professor Adjunto. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
[5] Mestre em Sistemas Agroindustriais. Profissional autônomo.
[6] Professor Associado. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo quantificar mensalmente a biomassa depositada sob a superfície do solo e avaliar a taxa de decomposição das 4 espécies de maior importância em um remanescente de Caatinga no município de Pombal. Para a coleta da serapilheira: folhas, flores, frutos, galhos e miscelânea, foram implantadas 20 caixas coletoras e postadas acima da superfície do solo. Para avaliar a taxa de decomposição da biomassa, foi empregado o método das bolsas de decomposição (litter bags). As bolsas de decomposição foram confeccionadas com tela de náilon com malha e em cada bolsa foram colocadas a parte aérea das plantas de cobertura. A fração folha foi a que se encontrou com a maior taxa de deposição, com 1.588,12 $Kg.ha^{-1}$. Verificou-se que a decomposição das folhas do *Croton blanchetianus* obteve uma queda brusca após 120 dias da instalação do experimento, onde a partir daí se verifica que houve diferenças significativas nos resultados avaliados. A deposição de serapilheira foi maior após o término do período chuvoso. A decomposição das folhas mostrou-se relativamente lenta no período experimental, sendo o tempo de avaliação insuficiente para decompor o material por completo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Semiárido. Ciclagem de nutrientes.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro, abrange aproximadamente 900 mil Km^2 ou 54% da região Nordeste do Brasil. Está compreendido entre os paralelos de 2º 54' S a 17º 21' S e envolvem áreas dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, o sudoeste do Piauí, partes do interior da Bahia e do norte de Minas Gerais (Andrade et. al., 2005). A elevada biodiversidade deste bioma propicia diversas atividades econômicas na área de fármacos e de produtos alimentícios, com uma enorme possibilidade do seu uso de forma sustentável.

Além do conhecimento da vegetação, o estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira, é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais (Paula et. al., 2009). Para Vital et al. (2004), parte do processo de devolução da matéria orgânica e de nutrientes para o piso florestal se dá por meio da deposição da serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo.

A serapilheira é a camada de resíduos de origem orgânica depositada na superfície do solo devido à queda das folhas, galhos, cascas, frutos e o acúmulo de restos de animais, a qual é considerada a principal via de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais (Diniz et. al., 2015). O estudo da deposição da serapilheira e sua influência, em médio e longo prazo fornecem subsídios para um melhor entendimento das relações existentes em áreas florestais. As informações relacionadas à deposição, acúmulo e decomposição da serapilheira é de relevante importância para se definir estratégias para o manejo sustentável de determinado ecossistema, a exemplo da Caatinga (Ferreira, 2011).

Muitas pesquisas indicam a importância da qualidade da serapilheira aportada em ecossistemas florestais, como condicionante da velocidade do processo de decomposição dos resíduos vegetais encontrados sobre a superfície do solo (Gama-Rodrigues et. al., 2003, Costa et. al. 2005; Teixeira et. al., 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a dinâmica da deposição e taxa de decomposição das espécies de maior importância no bioma Caatinga, Estado da Paraíba.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em remanescente de Caatinga em Pombal, PB (06º46'08'' S, 37º47'45" W e 175 m de altitude). Os solos predominantes da área experimental são Luvissolos em associação com Neossolos Litólicos (Santos et. al., 2018) ou Entisols em associação com Aridisols (SOIL SURVEY STAFF, 2014). O clima da região é BSh (Sistema de Classificação de Köppen), semiárido quente, com média anual de precipitação de 800 mm e média anual da temperatura do ar superior a 25ºC.

Para a coleta da serapilheira, como folhas, flores, frutos, galhos e miscelânea, foram implantadas 20 caixas coletoras com dimensões de 1,0 m^2, com os lados formados de madeira, altura de 15,0 cm e o fundo de tela de náilon com malha de 1 mm^2, suspensos a 15 cm acima da superfície do solo. Cada caixa foi implantada no centro de cada unidade amostral, e a coleta foi realizada em um período de 10 meses (Setembro/2010 à Junho/2011).

Após este procedimento, o material foi encaminhado ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, para separação dos constituintes: folhas, estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), galhos (correspondente às partes lenhosas arbóreas com dimensões menores que 1 cm de diâmetro, mais cascas) e miscelânea (material vegetal que não pode ser determinado e material de origem animal).

Após a triagem, os fragmentos foram acondicionados em sacos de papel, identificados, levados para estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até atingir peso constante e pesado em balança de precisão (semi analítica). Através da quantidade média de serapilheira encontrada nos coletores, foi estimada a biomassa devolvida mensalmente (kg ha^{-1} ano^{-1}) para o solo florestal.

A produção de serapilheira foi estimada através da seguinte equação matemática: PAS = (PS x 10.000)/Ac, em que: PAS = produção média anual de serapilheira (kg ha^{-1} ano); PS = produção média mensal de serapilheira (kg ha^{-1} mês); e Ac = área do coletor (m^2).

O experimento adotou um delineamento em blocos casualizados, num esquema fatorial de 5 x 4 x 10, sendo 5 caixas coletoras, 4 repetições e 10 meses do ano, cujo esquema de análise de variância se encontra na tabela 1.

Tabela 1 – Esquema representativo para a obtenção dos resultados referentes a análise de variância referente a deposição de serapilheira em um remanescente de caatinga, PB.

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	r-1	SQB	QMB	
Meses	m-1	SQM	QMM	QMM/QMR
Resíduo	(r-1)(m-1)	SQR	QMR	
Total	mr-1	SQTo		

Média = m/m CV% = $\sqrt{QMR/m}$. Fonte: Autoria própria.

Para avaliar a taxa de decomposição da biomassa, foi empregado o método das bolsas de decomposição (litter bags). As bolsas de decomposição foram confeccionadas com tela de náilon com malha de 1 mm de abertura, e com dimensões 20 x 20 cm. Em cada bolsa foram colocadas 10g de parte aérea das plantas de cobertura (secas em estufa, a 65 ºC até peso constante). Foram distribuídas 16 bolsas na superfície do solo, sendo divididos por 4 espécies (*Croton blanchetianus*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Poincianella pyramidalis* e *Combretum leprosum*) individuais em cada bolsa próximas as caixas coletoras.

A cada 60 dias foi coletada 1 bolsa por unidade amostral, e posteriormente foram levadas ao laboratório onde o seu conteúdo foi examinado para retirada de partículas de solo e, em seguida, seco em estufa a ± 65 °C até peso constante.

Realizou-se analise de variância, para comparar as taxas de decomposição mensais, dessa forma realizou-se teste de Scott-Knott a 5% para agrupar as médias, utilizando-se o programa Assistat.

Os dados referentes ao período de avaliação foram submetidos a análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Assistat.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância revelou diferenças significativas entre as deposições mensais de serrapilheira (Tabela 2).

Tabela 2 – Produção total (Kg.ha^{-1}) e percentual (%) da serapilheira durante 10 meses em um remanescente de Caatinga localizado no município de Pombal-PB.

Frações	Produção Total (Kg.ha^{-1})	Percentual (%)
Folha	1.588,12**	82,63
E. Reprodutiva	223,01**	11,60
Galho	99,16^{ns}	5,16
Miscelânea	11,71**	0,61
Total	1.922,00	100

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

^{ns}Não significativo Fonte: Autoria própria.

Este resultado revela que a deposição mensal foi contrastante ao longo dos meses. A análise final dos dados da serapilheira mostrou diferenças entre as médias de deposição por frações. A quantidade de folha coletada nesse período foi superior à quantidade de estrutura reprodutiva, e esta foi superior a quantidade de galhos e miscelânea. Estes valores correspondem respectivamente a 82,63% (1.588,12 Kg.ha^{-1}); 11,60% (223,01 Kg.ha^{-1}); 5,16% (99,16 Kg.ha^{-1}); e 0,61% (11,71 Kg.ha^{-1}). Com isso, observou-se que durante o período de avaliação obteve-se um total de serapilheira produzida de 1.992,00 kg.ha^{-1} depositada sobre a superfície do solo.

Segundo Nascimento et al. (2013), a produção de serapilheira, principalmente da fração folhas, está associada a redução da precipitação ao longo do ano; o que terminou colaborando para favorecer o estresse hídrico na presente área de estudo e a maior deposição da fração folhas das espécies; mecanismo esse que está relacionado à fisiologia das plantas da caatinga denominado de caducifólia que evita a perda de água por transpiração (Henriques et. al., 2016). Desta forma, as folhas é a principal fração que contribui com o acúmulo de serapilheira sobre a superfície do solo, colaborando para a melhoria da agregação e fertilidade do solo, como também, sendo de crucial importância para diminuir o escoamento superficial e a produção de sedimentos através da erosão hídrica (Xiang et. al., 2014).

A fração folhas apresentou sua maior taxa de deposição no mês de junho, com o valor médio de 495,7 Kg.ha^{-1}, quando comparado aos demais meses, devido a ocorrência do período chuvoso ocorrer nos meses anteriores ou ao início da estação seca neste período, no qual as folhas se depositam em maior intensidade devido as

características das plantas caducifólias, esse valor corresponde a 31,23% dos meses avaliados. Observou-se que entre os meses de Outubro de 2010 à Fevereiro de 2011 não houve diferença significativa para a deposição da fração folhas. Segundo Souto (2006), a precipitação pluvial exerce elevada influência na deposição da fração folhas, principalmente nos períodos em que há a ausência dela, porém, logo que chegam as primeiras chuvas, a vegetação começa a readquirir suas folhas.

Pode-se verificar que a fração estrutura reprodutiva (Tabela 3) teve em média uma deposição de 22,25 $Kg.ha^{-1}$, estando o mês de fevereiro com a maior taxa de aporte desta fração com 52,0 $Kg.ha^{-1}$ o que corresponde a 23,37% no total. A porcentagem da fração folhas e estruturas reprodutivas aumentou no período de inverno (chuvoso). Este fato pode ser imputado ao regime pluviométrico, que promove no período de seca maiores perdas de folhas e estruturas reprodutivas das espécies do bioma Caatinga.

Tabela 3 – Médias mensais de deposição das frações, Folha ($Kg.ha^{-1}$), Estrutura reprodutiva ($Kg.ha^{-1}$), Galhos ($Kg.ha^{-1}$) e Miscelânea ($Kg.ha^{-1}$), com os respectivos resultados.

Meses	Folha	E. Reprodutiva	Galho	Miscelânea
	----------$Kg.ha^{-1}$----------			
Setembro/2010	209,3 a	32,2 a	9,7 a	0,1 b
Outubro/2010	62,4 c	14,3 b	7,0 a	0,4 b
Novembro/2010	97,4 c	24,1 b	13,4 a	1,7 b
Dezembro/2010	34,4 c	5,2 b	8,4 a	0,6 b
Janeiro/2011	86,6 c	18,2 b	14,1 a	0,1 b
Fevereiro/2011	74,0 c	52,0 a	13,3 a	0,2 b
Março/2011	168,0 b	49,8 a	8,6 a	0,6 b
Abril/2011	247,7 b	12,0 b	2,1 a	0,9 b
Maio/2011	112,1 c	11,3 b	8,7 a	0,3 b
Junho/2011	495,7 a	3,4 b	13,3 a	6,3 a

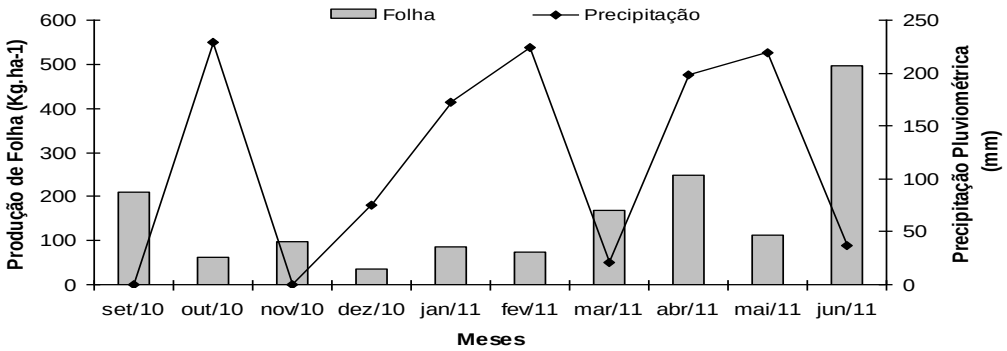
* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observou-se que a fração miscelânea obteve um valor muito maior no mês de junho quando comparado com os meses anteriores, apresentando uma taxa no valor de 6,3 $Kg.ha^{-1}$ sendo 56,25% no valor total do período avaliado. Para as condições do presente estudo, não se deve imputar as quantidades quase inexistentes da fração

miscelânea à ocorrência ou não da precipitação, como pode ser observado ao longo dos meses de coleta, no qual pouco ocorreu deposição dessa fração. Esta fração é composta principalmente de fragmentos de folhas, galhos, ramos, flores, frutos e sementes, também é composta de insetos e fezes, apresentando desta forma elevada variabilidade no padrão de deposição.

A fração folha foi a que se encontrou com a maior taxa de deposição, com 1.588,12 Kg.ha^{-1}. Os meses de outubro, fevereiro e maio tiveram maiores precipitações pluviométricos com 229,6 mm, 224,0 mm e 219,4 mm respectivamente, e consequentemente pouca produção de serapilheira, já no mês de junho que houve estiagem, obteve-se o maior valor médio de produção da fração (Figura 1). Lopes et al. (2009), verificaram que a produção da fração folhas em área de Caatinga apresentou uma estreita relação com o regime pluviométrico, sendo seu ápice logo após a quadra chuvosa.

Figura 1 – Produção da fração folha (Kg.ha^{-1}) e da pluviosidade (mm) em uma área de Caatinga, Pombal-PB.



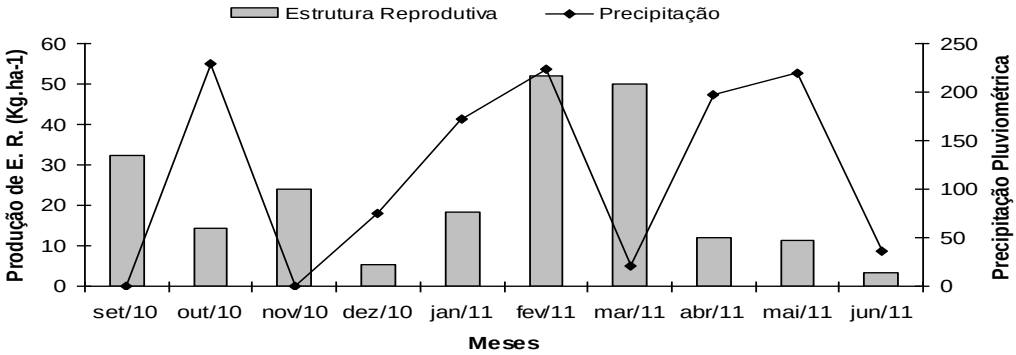
Fonte: Autoria própria.

Para Correia e Andrade (1999), fatores bióticos e abióticos afetam a quantidade de serapilheira que vai se formar sobre a superfície do solo, como precipitação, temperatura, regime de luminosidade, deciduidade da vegetação, idade e densidade das espécies, e antes de mais nada, é a distribuição da precipitação pluvial a qual influencia a disponibilidade de água no solo e a produtividade vegetal.

Na produção de estruturas reprodutivas (Figura 2), observou-se que os meses de fevereiro e março tiveram o valor maior de serapilheira com 52,0 e 49,8 Kg.ha^{-1},

respectivamente, e tendo dezembro e junho como os meses de menores valores como 5,2 e 3,5 Kg.ha^{-1}. Conforme descrito por Lima et al. (2015), avaliando a deposição de serapilheira em área de Caatinga em Santa Luz, PI, os mesmos observaram que, com a redução da precipitação ao longo dos meses ocorreu um aumento no aporte de serapilheira, principalmente da fração folhas.

Figura 2 – Deposição da fração estrutura reprodutiva (Kg.ha^{-1}) e da pluviosidade (mm) em uma área fitofisionomica de Caatinga na Paraíba.

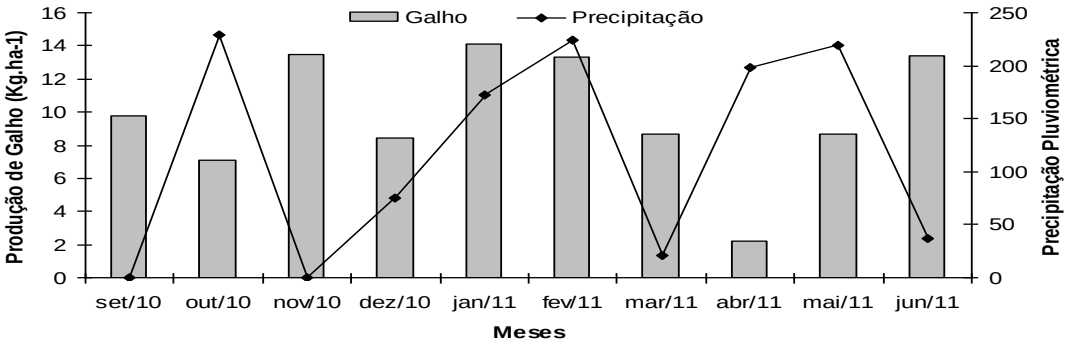


Fonte: Autoria própria.

Em seu estudo sobre a deposição de serapilheira em uma área de caatinga no município de Santa Terezinha – PB, Andrade et al. (2008) verificou que a fração estruturas reprodutivas, que inclui flores, frutos e sementes foram responsável por 8,72% da produção total da serapilheira, o que correspondeu a 198,96 kg.ha^{-1}.

Na figura 3, observa-se a contribuição da fração galho depositada ao solo, tendo como novembro, janeiro, fevereiro e junho como os meses que apresentaram a maior taxa de deposição com 13,49; 14,14; 13,34 e 13,40 Kg.ha^{-1} respectivamente, assim totalizando 54,37 Kg.ha^{-1}, ou seja, 54,83% da fração galho que apresentou 99,16 Kg.ha^{-1} sendo a terceira maior contribuição de serapilheira.

Figura 3 – Aporte da fração galho (Kg.ha^{-1}) e da pluviosidade (mm) em um remanescente de Caatinga na Paraíba.

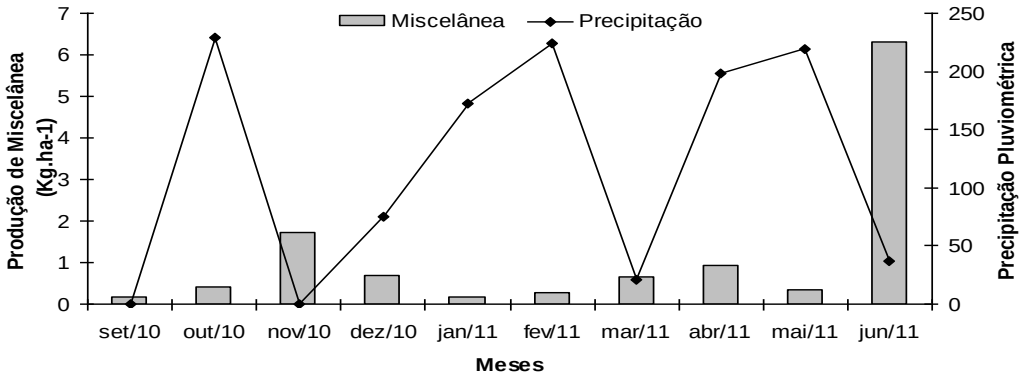


Fonte: Autoria própria.

Verificou-se também que no mês de abril houve a menor taxa de deposição, com 2,18 Kg.ha^{-1}. Essa fração, apesar de contribuir com expressiva biomassa da serapilheira em todos os biomas, é pouco estudada e compreendida, apresentando resultados extremamente variáveis, possivelmente em função da metodologia de coleta utilizada, como o diâmetro mínimo dos galhos e a área dos coletores (Santana, 2006).

Na fração miscelânea (Figura 4), verificou-se uma deposição total de 11,71 Kg.ha^{-1} sendo o maior pico registrado no mês de junho com 6,31 Kg.ha^{-1}, ou seja, 53,89% no valor total da fração, os demais meses não tiveram nenhum registro acima de 2 Kg.ha^{-1}, Observou-se nessa fração a difícil identificação, pois vai além dos próprios resíduos vegetais bastante fragmentados, a parte de insetos e fezes.

Figura 4 – Contribuição da fração miscelânea (Kg.ha^{-1}) e da pluviosidade (mm) depositadas em um fragmento com vegetação de Caatinga na Paraíba.

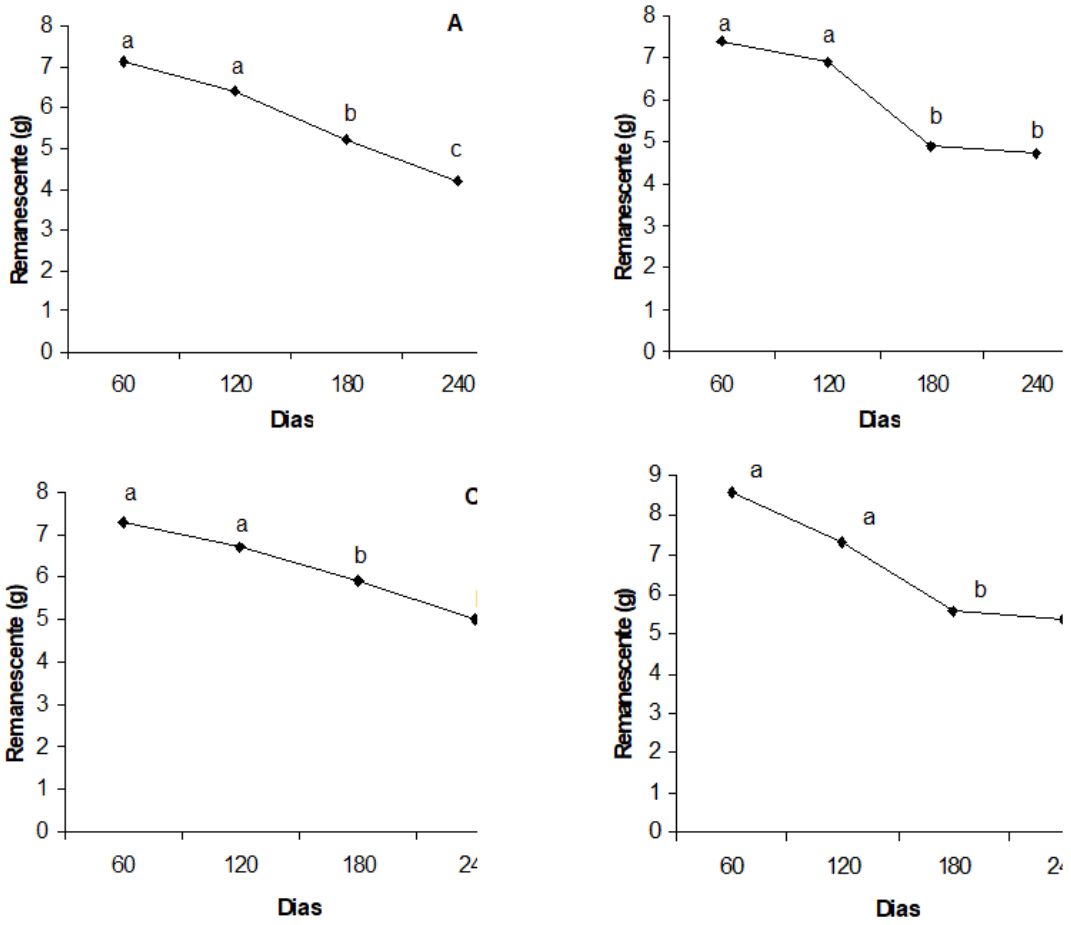


Fonte: Autoria própria.

A figura 5A representa a decomposição da espécie *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), em que observou uma taxa de decomposição muito elevada, pois aos 60 dias, a matéria seca apresentou uma perda de 0,7g, quando comparado à massa seca inicial (10 g), chegando ao final de 240 dias com 2,9 g. Quando comparada com as demais espécies analisadas foi a que obteve a maior taxa de decomposição, concordando com os resultados obtidos por Alves et al. (2006), em estudo realizado em área de Caatinga em Patos-PB, os quais observaram que os resíduos vegetais remanescentes foram de aproximadamente 50,0% para um período de avaliação de 210 dias.

Após os 120 dias de instaladas em campo, verificou-se que a decomposição das folhas do *Croton blanchetianus* (Marmeleiro)(Figura 5B), teve uma queda brusca, onde a partir daí se verifica que houve diferenças estatísticas no período de avaliação. Esta maior taxa de decomposição pode ser atribuída às condições favoráveis de conteúdo de água no solo, visto que nesse período ocorreu uma precipitação pluviométrica elevada alta (AESA/PB, 2021), ou seja, o equivalente a 63,0% da precipitação total observada durante o período de avaliação das taxas de decomposição das espécies. Para Krishna e Mohan (2017), o processo de decomposição da serapilheira é bastante complexo e abrange uma série de fatores físicos, químicos e biológicos; ainda assim, há poucas informações com relação à taxa de decomposição da serapilheira e o papel de vários fatores em diferentes ecossistemas.

Figura 5 – Taxa de decomposição das espécies, *Aspidosperma pyrifolium* (A); *Croton blanchetianus* (B); *Poincianella pyramidalis* (C) e *Combretum leprosum* (D). Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Fonte: Autoria própria.

A taxa de decomposição da *Poincianella pyramidalis* (Catingueira)(Figura 5C) é considerada estável, pois ela apresenta em média uma perda de massa seca de 0,6g a cada 60 dias, porém, não significa dizer que o período de avaliação não influenciou na taxa de decomposição, pois, verifica-se que a partir dos 120 dias observou-se diferença significativa em relação aos períodos anteriores de avaliação quanto à decomposição da espécie. Provavelmente, o que pode ter determinado a taxa de decomposição desta espécie foi a relação C:N, a qual foi observado por Silva et al. (2018), ao estudar a composição mineral da serapilheira foliar de *Poincianella pyramidalis* uma relação C:N de 37,3, o que indica uma baixa taxa de decomposição desta espécie e sua importância para a ciclagem de nutrientes. Para Terror, Sousa e Kozovitz (2011), a relação C:N é

considerada um excelente índice da qualidade nutricional da serapilheira que se encontra sobre a superfície do solo, sendo que valores menores indicam que as fração folhas irá apresentar uma alta proporção de N e consequentemente, uma elevada taxa de decomposição.

A figura 5D representa a taxa de decomposição do *Combretum leprosum* (Mofumbo), e no período de 240 dias observou-se que foi a espécie com a menor taxa de decomposição em relação as outras espécies avaliadas. Não muito diferente das espécies *Croton blanchetianus* e *Poincianella pyramidalis* a mesma também veio apresentar diferenças estatísticas a partir dos 120 dias de avaliação. O que justifica essa menor taxa de decomposição para as folhas da espécie *Combretum leprosum* (Mofumbo) quando comparada com as demais, pode estar relacionada com o tipo de folha, pois a espécie tem uma folha coriácea o que lhe confere uma menor taxa de decomposição. Em estudos conduzidos por Lopes et al. (2009) em área de Caatinga em Iguatu-CE, estes observaram que as espécies *Aspidosperma pyrifolium* Mart. e *Croton sonderianus* Muell. Arg. representavam mais de 50% da população, e que a taxa decomposição da serapilheira mostrou-se relativamente lenta durante o período de avaliação.

É possível que as diferenças nas taxas de decomposição das espécies *Aspidosperma pyrifolium, Croton blanchetianus*, *Poincianella pyramidalis* e *Combretum leprosum* estão relacionadas com a composição ou dureza foliar. Por exemplo, a presença de lignina dificulta a ação dos microrganismos decompositores do solo, conforme relatam Gallardo e Merino (1993), ao observarem em plantas que esta fração orgânica é muito resistente à degradação microbiana e uma das últimas substâncias presentes nas espécies a serem decompostas.

A decomposição da serrapilheira corresponde a uma das etapas mais importante da ciclagem de nutrientes em um bioma. O seu acúmulo na superfície do solo é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e sua taxa de decomposição. Quanto maior o aporte da serrapilheira e quanto menor a sua velocidade de decomposição, maior será a camada de serrapilheira acumulada (HAAG, 1985).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deposição total de serapilheira apresentou caráter sazonal, com maior aporte após o término do período chuvoso.

A produção de serapilheira da fração folhas apresentou correlação com o período chuvoso, sendo a máxima produção observada após este período.

A taxa de decomposição das folhas das espécies foi relativamente lenta, sendo o tempo insuficiente para decompor o material por completo.

REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas. 2021. Meteorologia – Chuvas. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas grafico/?id_municipio=150&date_chart=2011-12-31&period=year. Acessado em 08/03/2021.

ALMEIDA, E. J.; LUIZÃO, F.; RODRIGUES, D. J. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta Amazonica**, v.45, n.2, p.157-166, 2015.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, n. Único, p.57-63, 2006.

ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de Caatinga na RPPN Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.223-230, 2008.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, v.11, n.3, p.253-262, 2005.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.197-225.

DINIZ, A. R.; MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; BALIEIRO, F. C.; MENEZES, C. E. G. Biomassa, estoque de carbono e denutrientes em estádios sucessionais da Floresta Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.3, p.443-451, 2015.

FERREIRA, C. D. Deposição, acúmulo e decomposição de serapilheira em área de caatinga preservada **[Monografia]**. Campina Grande: Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba; 2011.

GALLARDO, A.; MERINO, J. Leaf decomposition in two Mediterranean ecosystems of Southeast Spain: influence substrate quality. **Ecology**, v.74, n. 1, p.721-727, 1993.

GAMA-RODRIGUES, A. C., BARROS, N. F.; SANTOS, M. L. Decomposição e liberação de nutrientes do folhedo de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no Sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n. 6, p.1021-1031, 2003.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985, 114p.

HENRIQUES, Í. G. N.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; LIMA, T. S. Acúmulo, deposição e decomposição de serapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n.1, p.84-89, 2016.

KRISHNA, M. P.; MOHAN, M. Litter decomposition in forest ecosystems: a review. **Energy, Ecology and Environment**, v.2, n.4, p.236-249, 2017.

LIMA, R. P.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T. Aporte e Decomposição da Serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.42-49, 2015.

NASCIMENTO, A. F. J.; SILVA, T. O.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FILHO, R. N. A.; DANTAS, T. V. P. Quantificação de serapilheira em diferentes áreas sob fragmentos do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe. **Semina**: Ciências Agrárias, v.34, n.6, p.3271-3284, 2013.

PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na Ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, v.19, n.2, p.139-148, 2009.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e ciência da terra,** v.6, n.2, p.232-242, 2006.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Ed. Rev. Ampl. -Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356p.

SILVA, P. H. M.; MACÊDO, I. M.; SOARES, G. S. C.; SILVA, N. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; RUFINO, A. M. R.; MEDEIROS, A. N. **Anais...** 55ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia. Composição mineral da serapilheira foliar de *Poincianella pyramidalis* (TUL.) L. P. Queiroz na região semiárida do cariri paraibano. p.1-5, 2018.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service; 2014.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2006. 146p.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, v.30, n.1, p.55-64, 2012.

TERROR, V. L.; SOUSA, H. C.; KOZOVITS, A. R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.1, p.113-121, 2011.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparia. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

XIANG, L; JIANZHI, N.; BAOYUAN, X. The Effect of Leaf Litter Cover on Surface Runoff and Soil Erosion in Northern China. **Plos One**, v.9, n.9, p.1-15, 2014.

CAPÍTULO XXXII

MUDANÇAS CLIMÁTICAS MEDIADAS POR AÇÕES ANTROPOGÊNICAS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-32

Valberto Barbosa de Oliveira [1]
Lucas Albuquerque Rosendo da Silva[2]
Renata Raianny da Silva[3]
Thayná Rhomana da Silva Cândido[4]
Yslla Emanuelly da Silva Faccioli[5]
Galba Maria de Campos-Takaki [6]

[1,2,3,4,5] Programa de Pós-graduação Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP. 50.050-900 Recife-PE, Brasil
[6] Pós-doutora em Microbiologia e Imunologia. Professora Titular da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP. 50.050-900 Recife-PE, Brasil

RESUMO

As mudanças climáticas são caracterizadas principalmente, pela elevação da temperatura global causada pela ação humana, uma vez que o homem, devido ao aumento do gás carbônico na atmosfera terrestre. Uma grande preocupação quanto aos riscos de sua intensificação e os seus reflexos sobre o clima no planeta. Assim, as alterações no efeito estufa causam mudanças climáticas globais, sugerindo dificuldade no desenvolvimento de modelos que possam prever as consequências. O clima é um conceito complexo que envolve temperatura, umidade, tipos e quantidade de precipitação, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, radiação solar, tipo de nuvens e a área destinada para alterações. A finalidade dos estudos realizados foi compreender os pontos importantes dos efeitos ambientais nas mudanças climáticas diante das ações antrópicas e naturais. As mudanças climáticas em geral são fenômenos naturais inevitáveis, onde a ação antropogênica na terra gera consequências nos ecossistemas. Neste sentido, torna-se necessário entender os ciclos biogeoquímicos, principalmente para se compreender os fenômenos da natureza, e investigar meios eficazes para a mitigação dos efeitos ambientais, a fim de reduzir a liberação de poluentes, como alternativas para reduzir as mudanças climáticas.

Palavras-Chave: Ciclos biogeoquímicos. Mudanças climáticas. Carbono. Efeito estufa.

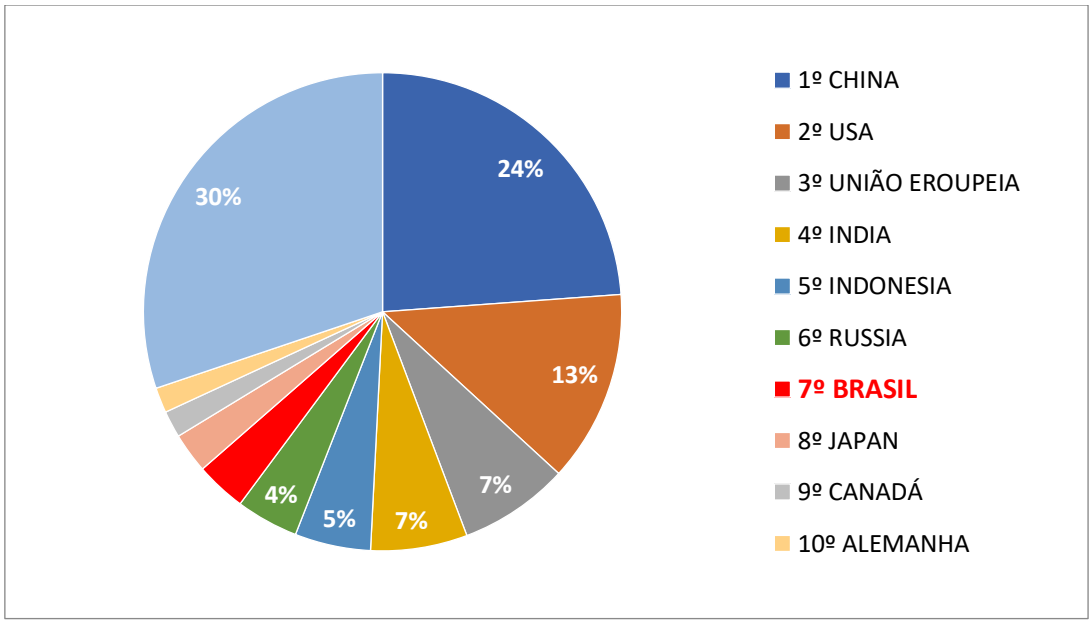
1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas acompanham a história do planeta, intercalando épocas glaciares com o aumento de temperatura global, decorrentes de processos naturais como alterações de correntes marítimas, erupções vulcânicas, entre outros

acontecimentos geológicos. No entanto, somando-se às ações naturais, as alterações climáticas de origem antropogênica se tornaram um dos maiores desafios da contemporaneidade (NOBRE, 2012). Informações diversas indicam que as mudanças climáticas, são caracterizadas principalmente, pelo aumento da temperatura global causada por ação humana, uma vez que o homem tem causado danos ambientais de diferentes maneiras para aumentar a quantidade de gás carbônico na atmosfera terrestre (IPCC, 2001). Apesar da importância das emissões de CO2 para a compreensão da mudança climática global, não existem sistemas para monitorar as emissões globais em tempo real. As emissões de CO2 são relatadas como valores anuais, ou mesmo anos após o final do ano, como dados de eletricidade de alta frequência, uso de combustível fóssil e observações da concentração de CO. No entanto, a influência da variabilidade natural do ciclo do carbono e da meteorologia é que demonstra a variabilidade do sinal antropogénico (BALLANTYNE *et al.,*2012; CRISP, 2017).

Segundo dados do relatório do Observatório do Clima em 2018 (Figura 1), mostra os dez primeiros responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa, destacando o Brasil como o sétimo país como maior emissor desses gases no mundo. Contudo, entre os 10 países somam aproximadamente 70% da emissão GEE, quando comparado aos outros países que emitem cerca de aproximadamente 2% desses gases.

Figura 1 - Relação da emissão de gases de efeito estufa pelo Observatório do clima, (2018).



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os GEE são gases presentes na atmosfera terrestre que têm a propriedade de bloquear parte da radiação infravermelha. Muitos deles, como vapor d'água, CO2, CH4 e N2O e ozônio (O3), existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta. Sem a presença desses gases a Terra seria, em média, 30°C mais fria. Como consequência das atividades do homem na biosfera, o nível de concentração de alguns desses gases, como CO2, CH4 e N2O, vem aumentando na atmosfera (ASSAD; MARTINS; CORDEIRO; EVANGELISTA, 2019).

Dentre as questões mais discutidas estão àquelas relacionadas ao aquecimento global e às mudanças climáticas, envolvidas em controvérsias sobre a ação antrópica no aumento do CO2 – gás carbônico - atmosférico, e sua possível relação com o clima da Terra, como desmatamentos e queima de combustíveis fósseis e, portanto, produção e consumo de combustíveis, de energia, produção industrial, sociedade consumista (MACHADO, 2005).

Segundo o SEEG (Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa), do Observatório do Clima (2018), "no período 1990-2015, as emissões globais cresceram de forma quase contínua mais de 35%, alcançando cerca de 55 bilhões de toneladas (GtCO2 eq). No Brasil, as variações ao longo do tempo são explicadas especialmente pelas alterações do uso da terra (em especial o desmatamento na Amazônia), que já chegaram a representar quase 80% das emissões brutas brasileiras e posteriormente, caíram para 46% do total, mas mantêm-se como principal fonte de emissões no país. Há uma grande preocupação quanto aos riscos de sua intensificação e aos seus reflexos sobre o clima do planeta. Avalia-se que alterações no Efeito Estufa estejam causando Mudanças Climáticas Globais, o que dá uma ideia da dificuldade existente no desenvolvimento de modelos que prevejam suas consequências. O clima é um conceito abstrato e complexo que envolve dados de temperatura, umidade, tipos e quantidade de precipitação, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, radiação solar, tipo de nuvens e a área que cobrem, bem como outros fenômenos do tempo como nevoeiro, tempestades, geadas e as relações entre eles (PETERS *et al*., 2017; SCHWANDNER *et al*., 2017).

Do ponto de vista dos discursos, significações científicas, tal informação nos remonta ao estudo e a compreensão do ciclo biogeoquímico de tal elemento químico,

conhecido como Ciclo do Carbono, já que ele é a principal forma pela qual o meio ambiente faz transferências e armazenamentos energéticos desta substância na natureza (BARROS, 2011). O objetivo da presente pesquisa visa compreender pontos importantes das relações dos efeitos ambientais nas mudanças climáticas diante das ações antrópicas e naturais.

2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS

O impacto global sobre o planeta de tais mudanças, na constituição química da atmosfera, ainda não está bem entendido, mas poderá ser significativo em muitos casos. A sua compreensão detalhada, contudo, requer que os processos sejam estudados em um contexto mais amplo, que envolva não apenas a atmosfera, mas também a hidrosfera e a litosfera, em seus diversos ciclos globais (MARTINS et al, 2003). Para o Brasil, especificamente, é preciso considerar o aumento no risco de incêndios florestais na área amazônica pelo aumento na secura do ar dada a diminuição do nível dos rios (MARENGO, 2006). Atualmente, temos vendo esse tipo depleção da camada de ozônio, efeito estufa e chuva ácida, entre outros, que já foram incorporados ao cotidiano do cidadão comum (MARTINS et al, 2003).

Segundo o IPCC (2014), a maior parte das pesquisas realizadas em termos dos possíveis impactos das mudanças climáticas sugere que os países pobres, sobretudo aqueles localizados em baixas latitudes, serão os mais prejudicados. Esses países estão situados em regiões onde as condições climáticas já são adversas, possuem baixa capacidade adaptativa e apresentam alta dependência em relação ao setor primário, responsável por expressiva parcela de seu Produto Interno Bruto (PIB).

2.1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NATURAIS

Mudanças climáticas naturais sempre ocorreram na Terra, motivadas por fatores diversos, internos e externos: A formação da Terra e a deriva dos continentes, as variações dos parâmetros orbitais da Terra, a quantidade de aerossóis naturais, as erupções vulcânicas, os fenômenos El Niño e La Niña, o crescimento das montanhas, que pode afetar os padrões de circulação atmosférica, e os fenômenos climáticos que

podem modificar o clima localmente, como furacões, ciclones, tempestades violentas etc. (BRASIL, 2009).

Erupções vulcânicas são ocasionais, podendo gerar grandes forçantes negativas cujos efeitos podem persistir por alguns anos. A radiação solar recebida pela Terra também sofre oscilações lentas e características. As nuvens representam um dos principais fatores de incerteza nos modelos climáticos. Alterações nos padrões das nuvens tanto poderão produzir um efeito de aquecimento quanto resfriamento, dependendo das características que prevaleçam (XAVIER; KERR, 2004).

2.2. ALTERAÇÕES NOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

2.2.1. CICLO DO CARBONO

O ciclo do carbono é o motor químico que fornece energia e massa à maior parte da vida na Terra, além de estar intimamente relacionado com a regulação da atmosfera global e, consequentemente, com o clima. Ele pode ser dividido em duas partes, o ciclo terrestre e o ciclo marinho, ambos com um reservatório em comum: a atmosfera (BRASIL, 2009).

O ciclo é afetado pelas atividades humanas e é também ligado a outros processos biogeoquímicos e climatológicos, deste modo é natural o interesse de pesquisadores em seu funcionamento, portanto, tem se levantado grande quantidade de informações sobre aspectos específicos do ciclo do carbono, mas muitos dos acoplamentos e suas ligações com outros sistemas ainda são mal compreendidos (FALKOWSKI, 2000).

Os reservatórios de carbono na Terra e nos oceanos são maiores que o total de CO^2 na atmosfera. Pequenas mudanças nestes reservatórios podem causar grandes efeitos na concentração atmosférica. O carbono emitido para atmosfera não é destruído, mas sim redistribuído entre diversos reservatórios de carbono. Os outros gases causadores do efeito estufa, ao contrário, normalmente são destruídos por ações químicas na atmosfera (BARROS, 2011). Contudo, a concentração atmosférica global do dióxido de carbono (CO_2) esteve elevada nos últimos dez anos, em comparação com a média no período de 1960 a 2005 (IPCC, 2007).

2.2.2. CICLO DO NITROGÊNIO

Muitos compostos contendo nitrogênio são encontrados na natureza, pois este elemento químico possui grande capacidade de fazer ligações químicas, com números de oxidação variando de (–3) a (+5). É o mais abundante elemento químico na atmosfera terrestre, contribuindo com aproximadamente 78% de sua composição. A molécula de N2 é extremamente estável e quase não desempenha papel químico importante, exceto na termosfera (altitude maior que 90 km) onde pode ser fotólise ou ionizada. Os constituintes minoritários, tais como óxido nitroso (N2 O), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO2), ácido nítrico (HNO_3) e amônia (NH3) são quimicamente reativos e têm importantes papéis nos problemas ambientais contemporâneos, incluindo a formação e precipitação ácida (chuva ácida), poluição atmosférica (smog fotoquímico), aerossóis atmosféricos e a depleção da camada de ozônio (MARTINS et al, 2003).

As ações humanas no último século provocaram intensas mudanças no ciclo do nitrogênio. Outra alteração significativa é o aumento na emissão de gases de nitrogênio como NOx e N2O, embora somente este último seja considerado um gás de efeito estufa. Quando analisada as emissões de gases de efeito estufa por setores da economia, observa-se que apenas uma pequena parcela do óxido nitroso é oriunda da queima de combustíveis para a geração de energia. A grande maioria do N2 O gerado por atividades humanas advém das atividades de manejo agrícola (BRASIL, 2009).

2.2.3. CICLO DO ENXOFRE

Grandes quantidades de enxofre são lançadas na atmosfera na forma de dióxido de enxofre, um dos mais comuns poluentes atmosféricos. As principais fontes de emissão deste gás são a queima de combustíveis fósseis e atividades industriais (refino de petróleo, metalurgia, cimento), enquanto, a atividade vulcânica é a principal fonte associada a emissões naturais de SO2 (MARTINS et al, 2003).

A transformação das espécies de enxofre na atmosfera também é responsável pela formação do aerossol de sulfato, como gotas de H2 SO4 ou partículas de sais: (NH4) 2 SO4, MgSO4, CaSO4, etc. Estas partículas possuem diâmetro < 10mm (PM10), penetram profundamente nos pulmões e causam doenças respiratórias. Além disso, o aerossol de sulfato provoca a diminuição de visibilidade no ambiente, como consequência do fenômeno da dispersão da luz. Aerossóis contendo partículas de

sulfato são também responsáveis por mudanças climáticas, já que absorvem e refletem uma fração significativa da radiação solar incidente, podendo provocar redução da temperatura na superfície terrestre (MARTINS et al, 2003).

2.3. FENÔMENOS CLIMÁTICOS

2.3.1. EFEITO ESTUFA

A atmosfera terrestre é constituída de gases que são relativamente transparentes à radiação solar, enquanto absorvem grande parte da radiação emitida pela superfície aquecida da Terra. Isso faz com que a sua superfície tenha uma temperatura maior do que se não houvesse a atmosfera. Tal processo é conhecido como Efeito Estufa (XAVIER; KERR, 2004). Assim, poderíamos definir o efeito estufa como o aumento da temperatura terrestre devido, principalmente, à absorção de energia reemitida pela superfície terrestre. A presença de vapor d'água, nitrogênio, oxigênio e gases ricos em carbono – como o gás carbônico, o monóxido de carbono, o metano, óxido nitroso e óxido nítrico – faz com que o calor refletido pela superfície da Terra seja absorvido e com que a temperatura média na atmosfera do planeta seja de 15ºC. É justamente a presença desses gases que provoca o efeito estufa natural. Esse efeito tem aumentado sensivelmente devido às atividades humanas, tais como as emissões advindas da indústria, dos veículos automotores, do aumento das áreas de cultivo e dos resíduos líquidos e sólidos, do uso da terra (desmatamento, agropecuária, queimadas, expansão urbana, uso cada vez mais intenso de fertilizantes químicos) (BRASIL, 2009).

Os clorofluorcarbonetos (CFCs) também são gases causadores do efeito-estufa. Uma molécula de CFC pode ser de cinco a dez vezes mais eficiente como gás de efeito estufa do que uma molécula de dióxido de carbono (CO_2) (HOUGHTON, 1999). Entretanto, o principal problema atribuído aos CFCs parece ser o buraco na camada de ozônio, pois o gás exerce papel decisivo na destruição de moléculas de O3. A diminuição da quantidade de ozônio na estratosfera possibilita aumento da incidência de raios ultravioleta na superfície da Terra, e pode aumentar a incidência de casos de câncer de pele entre as pessoas. Em função dos efeitos prejudiciais, a utilização industrial dos CFCs foi proibida a partir da década de 1990, depois de acordos entre governos (HOUGHTON, 1999).

2.3.2. OZÔNIO TROPOSFÉRICO E SMOG FOTOQUÍMICO

Grande parte de todo o ozônio atmosférico é encontrado na estratosfera onde está presente na camada de ozônio, que é responsável por reduzir a incidência de radiação ultravioleta emitida pelo sol sobre a superfície da Terra. Assim como outros constituintes gasosos o ozônio também pode ser encontrado na troposfera, camada mais próxima da superfície da Terra a qual estamos expostos, porém em uma quantidade menor quando encontrado na estratosfera, e mesmo com uma quantidade minoritária pode ser um risco á saúde da população (SOUZA et. al., 2004). O ozônio é considerado como um "gás do efeito estufa" e em ordem de relevância está como o terceiro, perdendo apenas para o dióxido de carbono e o metano (DERWENT et.al, 2002). Além do efeito estufa o ozônio está relacionado ao problema ambiental denominado Smog fotoquímico (FREITAS, 2019).

O Smog fotoquímico é o fenômeno ambiental que se dá ao surgimento de uma neblina com tonalidade mais escura sobre as áreas urbanas com elevados índices de poluição, em sua maioria em centros de cidades e pólos industriais (BAIRD, 2002). A neblina com coloração diferenciada é o resultado do acúmulo de produtos das reações químicas que acontecem na atmosfera por fotoindução. Os poluentes primários que são emitidos para a atmosfera e considerados precursores destas reações, são os óxidos de nitrogênio NO e os compostos orgânicos voláteis COVs (BAIRD, 2002).

2.3.3. IMPACTOS DA CHUVA ÁCIDA

Normalmente, a chuva é fracamente ácida, com pH de 5,7 devido à presença de ácido carbônico, H2CO3, que resulta da combinação do gás carbônico, CO2, com água, H2O. O ácido carbônico é um ácido fraco que não é prejudicial ao ambiente. Entretanto, vários outros gases, que são produzidos em inúmeros processos químicos, ao se dissolverem na água que compõe as nuvens, formam outros ácidos, muito mais fortes e prejudiciais (FRANCISCO, 2003).

O fenômeno da chuva ácida é, principalmente, local, pois a composição da chuva depende dos poluentes lançados naquele mesmo lugar. Algumas vezes, as nuvens poluídas se deslocam, regando áreas mais afastadas com sua água ácida. Os principais agentes poluidores, típicos de regiões altamente industrializadas, são os óxidos de enxofre e nitrogênio, que, dissolvidos em água, formam os ácidos sulfúrico e nítrico

(FRANCISCO, 2003). Todos esses ácidos fortes se acumulam nas nuvens. A chuva que essas nuvens faz cair é, na verdade, uma solução muito ácida, e que acaba alterando o equilíbrio químico do solo. Uma das consequências diretas é a diminuição do cálcio disponível, um elemento metálico fundamental para as plantas. Isto afeta muito mais as áreas de florestas nativas que as áreas de agricultura (FRANCISCO, 2003). A chuva ácida polui rios e lagos, causando danos à flora e fauna aquáticas e à vegetação. Ao se infiltrar nos solos, os ácidos presentes na água de chuva reagem com diversas substâncias, liberando íons metálicos tóxicos como Al3+, Pb2+, Cd2+, os quais podem ser introduzidos na cadeia alimentar. A acidez aliada à alta concentração de metais tem sido responsável pela devastação de peixes e plantas aquáticas em vários locais (MARTINS et al, 2003).

3. MEDIDAS UTILIZADAS NA REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GEE

A Convenção sobre Mudança do Clima, pelo acordo inicial de 1992, estabeleceu como meta a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível, essa convenção então constitui-se como peça central do esforço mundial da prevenção dos GEE. Foi a Convenção do Clima que delegou ao núcleo de estudos internacional, o Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC), a missão de avaliar o atual status de conhecimento sobre o sistema e a mudança do clima, os impactos ambientais, econômicos e sociais das mudanças do clima, e as possíveis estratégias de resposta (BRASIL, 2009).

No ano 1997, novas metas de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) foram definidas pelo Protocolo de Kioto. Foi aí também que representantes dos Estados Unidos na Convenção do Clima criaram o voluntary agreement [acordo voluntário, na tradução livre], que propunha que os países em desenvolvimento concordassem em assumir reduções de emissão de modo voluntário, já que a Convenção do Clima não os obrigava a isso. Alguns países em desenvolvimento, como a Argentina, aderiram voluntariamente à proposta. Brasil, Índia e China sofreram pressões para que concordassem com esse instrumento (BRASIL, 2009).

O Brasil se insere internacionalmente no debate acerca da redução do nível de emissões de GEE sediando a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o

Desenvolvimento (Eco-92) em 1992. Em 2009, o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de GEE de 36,1% a 38,9% (cerca de 1 bilhão de toneladas de CO2 eq) em relação ao que emitiria em 2020. Nesse contexto, a meta para o setor agropecuário é reduzir de 133,9 a 162,9 milhões t CO2 eq até 2020 por meio da adoção de diversas técnicas agropecuárias mitigadoras de GEE (ASSAD *et al.,* 2019). Mais recente, como assinante do Acordo de Paris (2015), o país apresentou metas de redução das emissões de GEE precisamente estabelecidas (BRASIL, 2015).

3.1. RETARDAMENTO DA EMISSÃO DE GEE

Segundo Martelli et al. (2013), essa crise ambiental que o planeta está passando pela exploração indevida e as consequências a que estamos sujeitos, têm mobilizado vários setores da sociedade como autoridades civis, instituições governamentais e não governamentais. Esta preocupação mundial com o meio ambiente tem motivado a realização de vários encontros internacionais, regionais e locais, visando à discussão e a elaboração de propostas de soluções para o assunto. É notório que os problemas ambientais influenciem estados e municípios a pensarem em políticas públicas ou planos de ações, tendo em vista, reeducarem a sociedade de maneira a estimular processos continuados que possibilitem alternativas para a conservação, recuperação e melhoria desse ambiente (CUNHA, 2018).

A agropecuária é a principal causa do desmatamento, consumo de água e poluição e é responsável por mais gases de efeito estufa do que o setor de transporte. É o principal motor de destruição da floresta, extinção de espécies, perda de habitat, erosão do solo, de “zonas mortas” nos oceanos e praticamente todos os outros problemas ambientais (VALIM, 2019). Uma forma de mitigar o efeito desses gases seria o aumento do número de árvores, as quais podem modificar as condições de radiação de forma considerável proporcionando alívio com suas sombras durante os períodos de elevada temperatura do ar (KÁNTOR *et al.*, 2009). Além da influência no microclima, a arborização urbana é uma forma de mitigação das mudanças climáticas, podendo ser uma solução ambiental sustentável, pois os vegetais absorvem CO_2 da atmosfera, um dos GEE (FORESTRY COMMISSION, 2010).

As metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) 13 pretende tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

Através da sensibilização da população, sobre a importância da mudança comportamental da prática da queima dos resíduos sólidos urbanos e vegetais, assim como, do consumo de materiais e/ou equipamentos que reduzem a emissão de gases do efeito estufa. É indiscutível que ao melhorar a educação, aumenta-se a conscientização, e assim, a capacidade humana e institucional sobre a problemática da mudança do clima, seus riscos, mitigação, adaptação, impactos, e alerta precoce, permitido através do planejamento dessas ações, como esperado na meta 13.3. A meta 13.b aborda a necessidade ao estímular a ampliação da cooperação em suas dimensões tecnólogicas e educacional objetivando fortalecer capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz (SEABRA; GONÇALVES, 2019).

Em nome da ação climática, por exemplo, tecnologias altamente questionáveis de "captura e armazenamento de carbono" (geralmente refere-se à captura mecânica de emissões de CO_2 provenientes de fontes industriais, mas pode também incluir a geoengenharia.) estão ganhando terreno. A Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS, sigla em inglês para Bioenergy with Carbon Capture and Storage), por exemplo, está sendo promovida como uma tecnologia-chave no âmbito da nova abordagem de "superação" (overshoot approach), para zerar emissões líquidas. BECCS implica plantar uma quantidade enorme de gramíneas e árvores, queimar a biomassa para gerar eletricidade, capturar o CO2 emitido e bombeá-lo em reservatórios geológicos subterrâneos (MORENO; CHASSÉ; FUHR, 2016).

Segundo Fernandez; Tanizaki (2019) existe uma gama de alternativas para combater a crise climática, com diferentes tecnologias e em diferentes níveis, por meio do sequestro de carbono e da redução de suas emissões. Dentre elas, estão:

- A intensificação das práticas de florestamento e reflorestamento; O uso de bioenergia, com captura e armazenamento de carbono; O sequestro de carbono marinho por fertilização dos oceanos; O sequestro geológico por injeção de gás carbônico em espaços subterrâneos; O aumento da alcalinidade dos oceanos; A produção e dispersão nos solos de biocarvão; O uso de energia solar, eólica e das marés, lâmpadas mais eficientes e carros elétricos; A adoção da agricultura de baixo carbono (baixa emissão), o emprego de sistemas agroflorestais, e o uso de biocombustíveis.

3.2. SEQUESTRO DO CARBONO GEOLÓGICO

O Sequestro Geológico de Carbono, ou a Captura e Armazenamento Geológico de CO2 (Carbon Capture and Geological Storage – CCGS) consiste na separação do CO2 de processos industriais e processos relacionados à geração e/ou consumo de energia, seguido de transporte para um local de estocagem segura, de modo que haja o isolamento do gás em relação à atmosfera por um longo período de tempo (IPCC, 2005; IPCC, 2007; IEA, 2010; NOGUEIRA et al., 2014; ROCHEDO, 2016;).

3.3. SEQUESTRO DO CARBONO NA AGRICULTURA

Sequestro e fixação dizem respeito a um mesmo fenômeno, que é a absorção do dióxido de carbono por determinado meio. Se o aquecimento atualmente observado tem no aumento do dióxido de carbono a principal causa do fenômeno e se, além disso, a origem do gás for dominantemente antrópica, a fixação do carbono pode ser esperança para o quadro futuro do clima associado ao dióxido de carbono. A fixação acontece naturalmente, porque faz parte da dinâmica do Sistema Terra. Há diversas formas de fixação, tanto nos oceanos como nos continentes. Os oceanos são os mais importantes sorvedouros do dióxido de carbono atmosférico, enquanto os ecossistemas terrestres assumem papel secundário (ROSCOE, 2003).

As atividades agrícolas que influenciam a emissão de N_2O do solo para a atmosfera é mediada por microrganismos, e os processos de nitrificação e desnitrificação são os mais importantes. “Entre os fatores que influenciam esses processos, destacam se a umidade, as temperaturas do ar e do solo, o ph, a textura, o manejo do solo e a rotação de culturas “(SNYDER et al., 2009). O uso e o manejo conservacionista do solo pela adoção de sistemas integrados associados a práticas que empregam o envolvimento mínimo do solo, a cobertura da superfície do solo e a rotação de culturas podem favorecer a alta produção de resíduos vegetais e o acúmulo de nutrientes na superfície do solo e, portanto, aumentar os estoques de C do solo contribuindo para mitigar a emissão de GEE (LAL, et al., 2007). Práticas de manejo, como, por exemplo, a adição de adubos orgânicos ou a rotação de pastagens, podem aumentar os estoques de carbono presentes no solo. A principal forma em que o carbono fica armazenado nos solos é a matéria orgânica. Os resultados apontaram que

somente a camada superior de 30 centímetros dos solos cultivados globais poderiam sequestrar entre 0,9 e 1.85 gigatoneladas de carbono ao longo de 20 anos. Nesse cenário, práticas de manejo são disseminadas e adotadas em escala global, fazendo com que os solos explorados pela agricultura armazenem entre 0,55 e 1,15 toneladas de carbono por hectare por ano (ZOMER et al., 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

O efeito estufa, o aquecimento global, as mudanças climáticas no geral, são fenômenos naturais que são inevitáveis. A atuação antropogênica do homem na terra faz com que suas ações causem um aceleramento dos eventos, gerando consequências no ecossistema. Entender os ciclos biogeoquímicos se faz necessário, principalmente para se compreender os fenômenos da natureza, e tentar investigar meios eficazes para a mitigação dos efeitos ambientais. Várias tecnologias são desenvolvidas a fim de reduzir a liberação de poluentes, como alternativas para reduzir as mudanças climáticas. As leis e protocolos são criados a fim de conscientizar os governos e populações da importância de reinventar os cuidados com o meio ambiente, educação ambiental, uso de energia renováveis, contudo, no Brasil essas normas faltam o rigor e fiscalização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da Capes (Edital Pró-equipamentos, No. 843504/2017 e Bolsas PPGDPA-CAPES), CNPq (Processo No. 314422/2018-8), FACEPE (APQ-0638-2.01/19 e Bolsa Processo: IBPG-1803-3.06/19) e UNICAP, Bolsa PPGDPA-FASA.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; EVANGELISTA, B. A. **Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados.** Capitulo 11. EMBRAPA, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202846/1/CAP-11-LUIZ-ADRIANO.pdf>.

AUBRY, T. J.; JELLINEK, A. M.; DEGRUYTER, W.; BONADONNA, C.; RADIC, V.; CLYNE, M.; QUAINOO, A**. Impact of global warming on the rise of volcanic plumes and**

implications for future volcanic aerosol forcing. 2016. Advancing Earth and space science. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2016JD025405>.

BAIRD, C. **Química ambiental.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARROS, C. de O. **Discursos escolares sobre o ciclo do carbono.** Universidade Estadual de Campinas, Intituto de Geociências, Campinas/SP, 2011. Disponível em: <http: //www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286747>.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Mudanças climáticas: Coleção explorando o ensino**. Brasília: MEC/SEF/MCT/INPE, vol 13. 2009.

BRASIL. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (Indc) Para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** [S.l: s.n.], 2015.

BALLANTYNE, A. P., ALDEN, C. B., MILLER, J. B., TANS, P. P. & WHITE, J. W. C. Increase in observed net carbon dioxide uptake by land and oceans during the last 50 years. **Nature,** v. 488, p. 70–72 ,2012.

CRISP, D. et al. The on-orbit performance of the orbiting carbon observatory-2 (OCO-2) instrument and its radiometrically calibrated products. Atmospheric Measurement **Techniques**, v.10, p.59–81, 2017.

CUNHA, F. C. **Educação ambiental: uma descrição das ações realizadas no município de Cruz das Almas (BA).** Revbea, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 76-95, 2018.

DERWENT, R; COLLINS, W. JOHNSON, C.; STEVENSON, D. **Global ozone concentrations and regional air quality.** Environmental Science and Technology, v. 36, n. 19, p. 379-382, 2002.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. CD Deluxe, 2001.

FALKOWSKI, P. et al. 2000. **of Earth as a System The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge**, Science 290-291.

FERNANDEZ, V.; TANIZAKI, K. **Sequestro de carbono: o poder das soluções simples.** 2019. Departamento de Análise Geoambiental – Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/sequestro-de-carbono/>.

FORESTRY COMMISSION. 2010. **Mitigation: Planting more trees.** Disponível em: <http://www.forestry.gov.uk/pdf/6_planting_more_trees.pdf/$FILE/6_planting _more_trees.pdf

FRANCISCO, R. H. P. Meio ambiente e chuva ácida. Revista Eletrônica de Ciências – **Número 15** – **Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo – USP**/ São Paulo, 2003.

FREITAS, C. S. **Desenvolvimento de sensor portátil para monitoramento de ozônio gasoso utilizando µPADs, impressão 3D e smatphones**. 2019. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28379.

HOUGHTON, J. 1999. **Global Warming: the complete briefing**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press. 1999.

IEA, 2010. Disponível em: <http://www.co2captureandstorage.info/project_specific.php?project_id=>.

IPCC. **Climate change 2001: the scientific basis**. Cambridge, New York; Cambridge University Press, 2001.

IPCC. **"Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage".** Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2005.

IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Genebra: IPCC. , 2014

LAL, R.; FOLLETT, R.F.; STEWART, B.A.; KIMBLE, J.M. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. **Soil Science**, v.172, p.943-956, 2007. DOI: 10.1097/ ss.0b013e31815cc498.

KÁNTOR, N., GULYÁS, A., ÉGERHÁZI, L., UNGER, J**. Objective and subjectives aspects of an urban square's human comfort- case study in Szeged (Hungary).** Japanese German Meeting On Urban Climatology, v. 5, p. 241-246, 2009.

MACHADO, P. L. O. de A. 2005. **Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global.** Embrapa Solos, Rio de Janeiro- RJ. Química Nova vol.28 no.2 São Paulo Mar/Apr. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000200026>

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo século XXI.** Brasília: MMA, 2006.

MARTELLI, A. Educação ambiental aliada ao método de recuperação por plantio em uma nascente localizada na área urbana do município de Itapira–SP. **REGET - Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.17, n. 17, p. 3357-3365, 2013.

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. de.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. de**. Ciclos de carbono, nitrogênio e enxofre: A importância na química da atmosfera**. 2003. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, nº 5.

MORENO, C.; CHASSÉ, D. S.; FUHR, L. A Métrica do Carbono: abstrações globais e epistemicídio ecológico. – Rio de Janeiro: **Fundação Heinrich Böll**, 2016. 80 p. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/carbonmetrics_livro_boll.pdf>.

NOBRE, C. A. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas.** São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012.

NOGUEIRA, L., LUCENA, A., RATHMANN, R., ROCHEDO, P., SZKLO, A., SCHAEFFER, R., 2014. **"Will thermal power plants with CCS play a role in Brazil's future electric power generation?"** International Journal of Greenhouse Gas Control. Vol. 24, pp. 115 – 123.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Brasil 1970 - 2017. Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa - SEEG Coleção 6,** São Paulo, 2018.

PETERS, G. P. et al. Towards real-time verification of CO2 emissions. **Nature Climate Change** v.7, p.848–850,2017.

ROSCOE, R.; BUURMAN, P. **Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado Oxisol**. Soil and Tillage Research, Amsterdam, 2003. No prelo.

ROCHEDO, P.; COSTA, I., et al., 2016. **"Carbon capture potential and costs in Brazil**". **Journal of Cleaner Production,** Vol 131, p. 280-295.

SCHWANDNER, F. M. et al. Spaceborne detection of localized carbon dioxide sources. **Science** v.358, eaam5782, 2017.

SEABRA, F. R. B.; GONÇALVES, P. R. O lixo tem jeito, sim: a sensibilização da administração pública do município de Portel sobre a coleta seletiva á luz dos ODS. **Escola nacional de Administração Pública (ENAP).** 2019. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4971>.

SNYDER, C. S.; BRUULSEMA, T. W.; JENSEN, T.L.; FIXAN, P. E. **Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.133, p.247-266, 2009. DOI: 10.1016/j.agee.2009.04.021.

SOUZA, K. A. F. de; FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Ozônio: um problema analítico e ambiental para o século XXI. **Saneamento Ambiental,** n. 110, p. 36-40, 2004.

VALIM, J. D. Conspiração da vaca: a sustentabilidade secreta. **Revista panorâmica – UFMT**. 2019 Disponível em: < http://oca.ufmt.br/revista/index.php/revistapanoramica/article/viewFile/1090/19192289>.

XAVIER, M. E. R.; KERR, A. S. **A análise do Efeito Estufa em textos para-didáticos e periódicos jornalísticos.** Caderno Brasileiro de Ensino da Física. Volume 21, nº3: páginas 335-349. 2004.

ZOMER, R. J.; BOSSIO, D. A.; SOMMER, R.; VERCHOT, L. V. **Global sequestration pontential of increased organic carbon in cropand soils.** 2017. Scientific Reports. Disponível em: < https://www.nature.com/articles/s41598-017-15794-8>.

CAPÍTULO XXXIII

IMPACTOS AMBIENTAIS MEDIADOS PELOS TRANSPORTES

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-33

Yslla Emanuelly da Silva Faccioli [1]
Lucas Albuquerque Roseno da Silva [2]
Renata Raianny da Silva [3]
Thayná Rhomana da Silva Cândido [4]
Valberto Barbosa de Oliveira [5]
Galba Maria de Campos Takaki [6]

[1,2,3,4,5] Programa de Pós-graduação Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP. 50.050-900 Recife-PE, Brasil
[6] Pós-doutora em Microbiologia e Imunologia. Professora Titular da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP. 50.050-900 Recife-PE, Brasil

RESUMO

A poluição do ar gerada pelos transportes tornou-se um dos fatores que mais afetam a qualidade de vida da população, uma vez que ocasiona prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente em geral. A elevada motorização, o transporte individual, os congestionamentos de grandes extensões nos horários de pico, o maior gasto de combustível são questões que fazem parte da realidade dos centros urbanos. A queima de combustíveis fósseis, utilizados por esses automóveis, que são substâncias de origem mineral formadas pelos compostos de carbono, provenientes da decomposição de materiais orgânicos, essa queima acaba sendo de forma incompleta quando são utilizados veículos automotores, e esse processo acaba resultando no lançamento de um grande quantidade de monóxido e dióxido de carbono o famoso gás carbônico (CO, CO2) na atmosfera, e com isso acabam se tornando uma das principais causas da poluição do ar quando se refere ao aquecimento global e efeito estufa. Existem também outros gases que são liberados de forma incorreta no ar, e acabam acarretando poluição como os hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), aldeídos (CHO), óxidos de enxofre (SOx) e compostos de chumbo (Pb), cada um tem sua contribuição negativa para o meio ambiente. Essas interferências humanas acabam gerando danos, em alguns casos até irreversível, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde de todos, as autoridades precisam tomar medidas cada vez mais eficazes para que esses impactos sejam amenizados e a população no geral precisam conscientizar-se e fazer a parte que lhe cabe para a redução desses danos.

Palavras-chave: Meios de transportes. Poluição do ar. Meio Ambiente. Impactos.

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica urbana é um tema que vem sendo um dos maiores problemas que assolam a sociedade, não só dos países industrializados, mas também aqueles em desenvolvimento. Com o adventos das tecnologias, e aumento da industrialização o aumento das emissões atmosféricas nas últimas décadas, são notáveis os impactos causados pela poluição atmosférica nas comunidades e no meio ambiente, que são afetados negativamente de modo constante pelos níveis elevados de poluição do ar, visto que a qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição de emissões veiculares e industriais, bem como a intensidade das mesmas revela-se de crucial importância para estudo destas emissões (CETESB, 2011).

Os transportes são atividades de extrema importância para a sociedade e produz uma grande variedade de benefícios, possibilitando a circulação das pessoas e das mercadorias utilizadas por elas e, por consequência, a realização das atividades sociais e econômicas desejadas. No entanto, este transporte implica em alguns efeitos negativos, aos quais chamaremos "impactos". Assim, o uso da palavra "impacto", no que se refere à relação entre transporte e meio ambiente, tem uma conotação negativa (VASCONCELLOS, 2006).

A questão ambiental assume proporções alarmantes no mundo e o setor de transporte tem contribuído para isto de maneira muito significativa. Normalmente, quando se fala da relação entre transporte e meio ambiente, a associação imediata é feita com seus efeitos mais visíveis como o consumo de energia e a emissão de poluentes, estes dois problemas são, sem dúvida, da maior relevância e têm ocupado crescentes espaço na percepção da sociedade e, consequentemente, tanto em escala mundial como no Brasil, se observam avanços expressivos em medidas mitigadoras de ambos (BICALHO, 2007).

Durante os últimos 30 anos, o impacto ambiental das atividades das empresas tornou-se uma preocupação constante dos ambientalistas, legisladores, clientes, autoridades públicas e sociedade em geral. Nos últimos 15 anos, as empresas aumentaram sua divulgação a respeito da estratégia ambiental para responder às pressões institucionais. Essas estratégias são apresentadas por meio de indicadores que

podemos classificar de acordo com o compromisso que representam ao meio ambiente (ALBERTINI, 2013).

Os poluentes locais afetam especialmente as áreas de abrangência da operação do transporte. O transporte motorizado, com base na queima de combustíveis fósseis, é responsável pela emissão de vários poluentes nocivos à saúde e que degradam o ambiente urbano, com destaque para o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), os materiais particulados, os óxidos de nitrogênio (NOx) e os óxidos de enxofre (SOx) (CARVALHO, 2011).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TRANSPORTES E MEIO AMBIENTE

O transporte de carga e de passageiros constitui um setor energético particularmente importante, devido a sua alta taxa de consumo de energia e ao uso intensivo de combustíveis fósseis. O transporte por caminhão consome cerca de 10 vezes mais energia por tonelada transportada que o transporte por navio ou trem. Infelizmente, o transporte de cargas no Brasil é feito majoritamente por caminhões, que poluem mais o ambiente, pois utilizam diesel como combustível (atualmente 95% de diesel e 5% de biodiesel) e assim apresentam 140 vezes maior contribuição para o aquecimento global e nas mudanças climáticas. Ao mudar o meio de transporte para o transporte público (ônibus municipal e intermunicipal, metro) consome muito menos energia por passageiro transportado que o transporte em automóveis. Entretanto, as condições do transporte público no Brasil não favorecem a sua utilização e o que se vê são milhares de carros nas ruas todos os dias, na maioria das vezes transportando apenas uma ou duas pessoas (NASCENTES; COSTA, 2011).

O transporte coletivo urbano exerce papel importante na atual configuração dos deslocamentos urbanos como meio de transporte que propicia a interligação entre as diversas regiões das cidades, constituindo-se numa alternativa para a redução de graves problemas encontrados nas cidades, tais como: congestionamentos, acidentes de trânsito e impactos ambientais (RODRIGUES; SORRATINI, 2008).

A priorização do transporte rodoviário, como acontece no Brasil, deixa de lado outros modais mais baratos e, principalmente, menos nocivos ao meio ambiente. A

emissão de gases pelos meios de transporte de cargas é agravada ainda mais pelas deficiências do setor que conta com péssima conservação, pouco investimento e não utilização do imenso potencial dos diferentes modais de transporte (GONÇALVES E MARTINS, 2008).

As emissões causadas por veículos automotores carregam uma grande variedade de substâncias tóxicas, as quais quando em contato com o sistema respiratório, podem ter os mais diversos efeitos negativos sobre a saúde. Essas emissões, devido ao processo de combustão e queima incompleta do combustível, são compostas de gases como: óxidos de carbono (CO e CO2), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), dentre os quais estão alguns considerados cancerígenos, óxidos de enxofre (SOx), partículas inaláveis (MP10), entre outras substâncias (TEXEIRA et al, 2008).

Essas emissões têm impactos sociais importantes, contribuindo para a baixa qualidade do ar e gerando efeitos negativos sobre a saúde humana, incluindo doenças cardíacas, acidentes vasculares cerebrais, câncer de pulmão, asma e doenças pulmonares obstrutivas crônicas. Os ônibus também são uma fonte importante de emissões de poluentes climáticos, incluindo dióxido de carbono (CO2) e carbono negro, um potente poluente de curta duração que representa aproximadamente 75% do MP emitido por motores a diesel de tecnologia mais antiga (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2012).

Classifica-se os poluentes atmosféricos em dois grandes grupos: poluentes primários e poluentes secundários. Os poluentes primários são emitidos diretamente pelas fontes emissoras, como exemplo: o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre, NOx, entre outros. Estes poluentes podem, na baixa atmosfera, sofrer transformações e reações fotoquímicas dando origem a poluentes denominados secundários. Dado que a formação de poluentes secundários, tais como o ozônio, necessita de certo tempo e ocorre à medida que as massas de ar se deslocam, é normal que concentrações elevadas destes poluentes atinjam áreas mais afastadas das fontes de emissão que os poluentes primários (LOUREIRO, 2005).

2.2. POLUENTES ATMOSFÉRICOS CAUSADOS PELOS TRANSPORTES

Segundo a PROCONVE (programa de controle de poluição do ar por veículos automotores), Os principais poluentes veiculares, entre eles o monóxido de carbono

(CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), aldeídos (CHO), óxidos de enxofre (SOx) e compostos de chumbo (Pb)1 . Inclui-se aí o dióxido de carbono (CO2) que, embora não seja considerado um poluente devido à sua baixa toxidade, deve ser levado em consideração, pois compõe os gases que contribuem para o efeito estufa.

2.2.1. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

O monóxido de carbono (CO) é emitido diariamente em centenas de milhões de toneladas à atmosfera, sendo oriundos de processos naturais e antropogênicos. O monóxido de carbono é um poluente que apresenta grande toxicidade ao ser humano. É um produto intermediário resultante do processo de combustão em situações de baixa concentração de oxigênio (GUIMARÃES, 2011).

É um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa). É formada pela relação oxigênio/combustível presente na câmara de combustão e pela eficiência da queima da mistura ar/ combustível (DRUMM et al, 2014).

2.2.2. ÓXIDOS DE NITROGÊNIO (NO, NO2)

Gás de ação oxidante, emitido mais por fontes naturais, a exemplo do metabolismo de bactérias, do que por fontes antropogênicas. (MANDALHO, 2018) Pertencente ao grupo dos óxidos de nitrogênio (NOx), incluindo óxido nítrico e o óxido nitroso, ele é considerado o indicador de representação do grupo. (EPA US, 2016) Assim como o SO2, o NO2 é um precursor da chuva ácida e, em altas concentrações, é capaz de irritar as vias aéreas do sistema respiratório. Em curtos e longos períodos de vinte exposições, podem agravar sintomas de doenças respiratórias, como tosse e coriza, promover o aumento das admissões hospitalares e ambulatoriais (WHO, 2018; EPA US, 2016), causar alterações no metabolismo pulmonar e aumentar a suscetibilidade a infecções pulmonares (KÜNZLI et al, 2010).

2.2.3. HIDROCARBONETOS (HC)

Combustível não queimado ou, ainda, como frações de compostos orgânicos que não foram queimadas ou que sofreram apenas oxidação parcial. Diversos hidrocarbonetos como o benzeno são cancerígenos e mutagênicos, não havendo uma concentração ambiente totalmente segura (DRUMM et al, 2014).

2.2.4. MATERIAL PARTICULADO (MP)

A denominação de material particulado (MP), se encontra uma classe de poluentes constituídas de poeiras, fumaças e todo o tipo de material sólido e líquido que, devido ao pequeno tamanho, mantém-se suspenso na atmosfera. As fontes destes poluentes vão desde as incômodas "fuligens" emitidas por veículos até as fumaças expelidas pelas chaminés industriais, passando pela poeira que se deposita nas ruas a qual é movimentada pelos veículos. A legislação brasileira preocupava-se, até 1989, apenas com as Partículas Totais em Suspensão (PTS), ou seja, todos os tipos e tamanhos de materiais sólidos ou líquidos que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça ou fuligem com uma faixa de tamanho menor que 100 mm, causando efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite (PCPV, 2005).

Pesquisas mostram que quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito sobre a saúde, ou seja, quanto mais fina a partícula, mais profunda ela penetra no aparelho respiratório. Desta forma, a partir de 1990, a legislação brasileira passou a também se preocupar com as Partículas Inaláveis (PI), menores que 10 mm, originadas do processo de combustão industrial, de veículos automotores e do aerossol secundário (formado na atmosfera). Partículas minúsculas como as emitidas por veículos, principalmente, os movidos a diesel, podem ser menores do que a espessura de um fio de cabelo (VESILIND; MORGAN, 2011).

2.2.5. ALDEÍDOS (RCHO)

Resultam da oxidação parcial do combustível ou de reações fotoquímicas na atmosfera envolvendo os hidrocarbonetos que são emitidos durante a queima dos combustíveis. Os principais aldeídos em termos de quantidade emitida são o formaldeído e o acetaldeído. Que causam efeitos nocivos à saúde como a irritação das mucosas, dos olhos, do nariz e das vias respiratórias em geral e podem causar crises asmáticas, são ainda compostos carcinogênicos potenciais (DRUMM et al, 2014).

2.2.6. ÓXIDO DE ENXOFRE (SOX)

O dióxido de enxofre (SO2) pertence ao grupo de óxidos de enxofre (SOx) e é o mais presente na atmosfera, se comparado aos demais gases do conjunto. (EPA US, 2016). É um gás incolor e de odor forte que comumente é produzido a partir da queima

de derivados de enxofre, carvão e petróleo, para aquecimento doméstico e geração de energia e transporte (WHO, 2018)

O SO2, em altos níveis de concentração, é capaz de comprometer as funções pulmonares, instigando processos inflamatórios capazes de agravar problemas preexistentes, como a asma e bronquite crônica, causar irritação dos olhos e aumentar o número de admissões hospitalares por doenças cardiovasculares (WHO, 2018). Ele também prejudica o crescimento da vegetação (EPA US, 2016) e é um dos precursores da chuva ácida, ou deposição úmida, e da deposição seca, processos que culminam na deterioração de estruturas públicas e danos em ecossistemas marinhos e terrestres. (EPA US, 2016)

2.2.7. COMPOSTOS DE CHUMBO (PB)

O composto chumbo é um dos elementos usado em algumas gasolinas que ainda são produzidas, e isso mostra que nas áreas onde ainda a gasolina com chumbo na sua composição é usada, o trânsito contribui com até 90% das concentrações totais desse metal na atmosfera, o que pode causar intoxicação, provocando uma espécie de "envenenamento do sangue" (DRUMM et al, 2014).

No Brasil, não são conhecidos parâmetros que limitem a concentração do chumbo, no ar, assim como não existem normas específicas para o seu controle na atmosfera (VANZ et al., 2003). Mas, vale ressaltar que, a melhoria da qualidade dos combustíveis está sendo um parâmetro importante do Ministério do Meio Ambiente (MMA) por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), que em parceria com a Agência Nacional de Petróleo (ANP) e a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), vem conseguindo resultados expressivos, como a retirada do chumbo da gasolina, a adição de álcool à gasolina, a redução gradativa do teor de enxofre do óleo diesel e da gasolina (CORRADINE, 2005).

2.2.8. DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)

Conhecido como gás carbônico é um composto químico constituído por dois átomos de oxigênio e um de carbono, é um gás essencial para a vida na terra, visto que é um dos compostos fundamentais para a realização da fotossíntese, sua libertação pode ocorrer por diversas maneiras, como, por exemplo, no processo de respiração dos seres humanos, queima de combustíveis fosseis (gasolina, diesel, querosene, carvão

mineral, carvão vegetal), degradação de matéria orgânica, entre outros (BUENO et al., 1994).

O aumento expressivo da utilização de combustíveis fósseis na indústria e nos transportes ao passar dos anos tem provocado um grande acréscimo de gás carbônico na atmosfera, como sabemos o CO2 é um dos principais compostos químicos responsáveis pela intensificação do efeito estufa, o que tem preocupado o mundo inteiro. Segundo pesquisadores do Global Carbon Project as emissões de CO2 crescerão cerca de 2,7% em 2018 atingindo 37,1 giga toneladas – um recorde na história da humanidade (EL PAÍS, 2018).

2.2.9. OXÔNIO (O3)

O ozônio é um gás altamente reativo, incolor e inodoro nas concentrações ambientais, sendo o principal componente da névoa fotoquímica. É produzido quando os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio reagem na atmosfera, ativados pela radiação solar. Embora tenha origem natural nas camadas superiores da atmosfera, onde exerce uma importante função ecológica, absorvendo as radiações ultravioleta do sol, pode ser nocivo nas camadas inferiores da atmosfera (BRAGA, 2005).

2.3. IMPACTOS

Os poluentes atmosféricos atingem os seres humanos e ao meio ambiente causando vários efeitos prejudiciais, diretos ou indiretos, sobre a saúde e o bem-estar humano, sobre os animais e a vegetação, sobre os materiais, as construções, a atmosfera, solos e os corpos d'água (PIRES, 2014).

Os efeitos dessa exposição têm sido marcantes e plurais quanto à abrangência. Em países desenvolvidos e em desenvolvimento, crianças, adultos e idosos, previamente doentes ou não, sofreram e ainda sofrem seus malefícios, como citado anteriormente. As principais fontes poluidoras, que são os veículos automotivos e as indústrias, estão presentes em todos os grandes centros urbanos. Nas últimas três décadas, o melhor conhecimento das origens, composições, comportamentos, interações e, do ponto fulcral, os mecanismos de ação desses verdadeiros inimigos da saúde pública têm mobilizado esforços e recursos tecnológicos e financeiros diversos. (BRAGA et al. 2002).

Na saúde da população exposta, os impactos manifestam-se principalmente através dos seguintes sintomas: dores de cabeça, palpitações no coração, vertigens, irritação dos olhos, nariz, garganta e pulmões; asma aguda e crônica, bronquite e enfisema; câncer; destruição de enzimas e proteínas (ozônio); degeneração do sistema nervoso central e doenças nos ossos, principalmente em crianças (chumbo). O material particulado causa irritação e entupimento dos alvéolos pulmonares. O monóxido de carbono é o contaminante do ar mais abundante da camada inferior da atmosfera. Outros poluentes são óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, dióxidos de enxofre, hidrocarbonetos, o ozônio (o mesmo que exerce um efeito benéfico na alta atmosfera, protegendo-nos dos raios ultravioletas), chumbo, aldeídos e material particulado (TORRES et al., 1997, MENG et al., 1997 e KATSOUYANNI, 2003).

2.3.1. EFEITO ESTUFA

O problema de maior importância causado pelo uso dos combustíveis fosseis é o efeito estufa, que pode ser definido como o acréscimo constante da temperatura média da Terra em consequência do aumento da concentração atmosférica de alguns gases, tais como o gás carbônico (CO2), os clorofluorcarbonos (CFCs), o metano (CH4), o óxido nitroso (N2O), etc. Estes gases são conhecidos como gases estufa e capturam parte da radiação infravermelha que a terra devolve para o espaço, provocando o aumento da temperatura atmosférica com as decorrentes mudanças climáticas (LORA; TEIXEIRA, 2001).

O gás de efeito estufa de maior importância é o dióxido de carbono que é o principal composto resultante da combustão completa de combustíveis. Quando em grande quantidade, o gás carbônico e outros poluentes acabam formando um filtro na atmosfera, durante o dia a Terra é aquecida pelo sol e à noite perde o calor armazenado tendo, por consequência, uma redução de temperatura. Entretanto, com a camada de poluentes presentes, o calor fica retido na Terra, provocando um aumento na temperatura média (MOREIRA, 2007).

O setor de transporte tem uma participação considerável nas questões climáticas. Contribuem em 22% para a emissão global de gases de efeito estufa, empregando praticamente 100% de combustíveis fósseis (RIBEIRO et al, 2000).

2.3.2. CHUVA ÁCIDA

O impacto das chuvas ácidas provoca profundas alterações dos ambientes naturais, das águas (acidificação de lagos e rios), dos solos e, principalmente, da vegetação, além de deteriorar muitos dos materiais empregados na construção civil e nos monumentos históricos (RIBEIRO, 2009). Os principais agentes poluidores, típicos de regiões altamente industrializadas, são os óxidos de enxofre e nitrogênio, que, dissolvidos em água, formam os ácidos sulfúrico e nítrico. (FRANCISCO, 2003).

As chuvas ácidas também podem ser prejudiciais à agricultura. Chuvas com pH entre 2,5 e 3,0 afetam culturas tais como o alface, a beterraba, a cebola, o soja e o tabaco, causado danos (como: amarelecimento das folhas, desfolhamento prematuro, diminuição do crescimento e da produtividade). No entanto, a chuva ácida pode ter efeito positivo, a longo prazo, por causa da ação fertilizante do nitrogênio. (MOREIRA, 2007)

Em ambientes quentes, como dentro de motores de carros, o oxigênio e o nitrogênio do ar se combinam, formando esses óxidos de nitrogênio. Neste ambiente de ar aquecido, forma-se monóxido de nitrogênio (NO). Este composto se combina rapidamente com o oxigênio do ar, transformando-se em dióxido de nitrogênio (NO2). O NO2 é tem bastante afinidade por água, e nela passa à forma de ácido nítrico (HNO3), um ácido forte e bastante prejudicial ao ambiente. (FRANCISCO, 2003).

2.4.SOLUÇÕES

Preventivamente para a redução de poluentes na atmosfera é necessário que as políticas públicas criem condições para aumento de forma eficiente a rede de transporte coletivo (a emissão per capta de poluentes na atmosfera é reduzida no uso de transporte coletivo) e o investimento em tecnologias para utilização de combustíveis mais limpos, principalmente, o aumento do biodiesel na composição do diesel, a renovação das frotas, a implementação de um sistema de transportes integrados e menos focados no setor rodoviário. Assim, uma gestão eficiente do transporte público, e investimentos na estrutura de circulação do trânsito ou para refinamento das combustões tradicionais é considerado estratégias de proteção do meio ambiente, possibilitando uma melhoria nessas condições, implica na melhora da saúde da

população reduzindo os problemas de poluição do ar (CORRÊA. 2010; FELTRAN; MARTINS, 2017).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a poluição do ar e a exposição prolongada aos seus elevados níveis interfere em todo ecossistema, causando problemas para o meio ambiente e modificações no clima, no solo, na vegetação e principalmente, na saúde promove desenvolvendo alterações inflamatórias das vias aéreas, com prejuízo dos mecanismos de defesa dos pulmões contra os micro-organismos. Assim, torna-se necessário que medidas sejam tomadas, visando minimizar as tensões causadas pela poluição mediada pelos transportes, havendo uma grande necessidade de redução de poluentes na atmosfera que causam os grandes impactos ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da Capes (Edital Pró-equipamentos, No. 843504/2017 e Bolsas PPGDPA-CAPES), CNPq (Processo No. 314422/2018-8), FACEPE (APQ-0638-2.01/19 e Bolsa Processo: IBPG-1803-3.06/19) e UNICAP, Bolsa PPGDPA-FASA (Fundação Antônio dos Santos Abranches).

REFERÊNCIAS

ALBERTINI, E. A descriptive analysis of environmental disclosure: A longitudinal study of French companies. **Journal of Business Ethics**, v. 121, n. 2, p. 233-254, 2013.

BRAGA, et al., Introdução a Engenharia Ambiental, 2°ed, Prentice Hall Brasil, 2005.

BUENO, Marco A. F., HELENE, Maria Elisa Marcondes, NUNES, Edelci, GUIMARAES, Regina, PACHECO, Maria Raquel. POLUENTES ATMOSFÉRICOS. [s.i]: Scipione, 1994. 63 p. (PONTO DE APOIO).

CAVALCANTI, P.M.S., 2003, Avaliação dos Impactos Causados na Qualidade do Ar pela Geração Termelétrica. Tese de M.Sc.COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,Brasil.

CETESB. Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. 2011. Governo do Estado de São Paulo – Secretaria do Meio Ambiente, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, SP.

CORRADINE. Efeito Da Temperatura Do Líquido de Arrefecimento na Produção de Emissões Poluentes De Motor De Ignição Por Faísca. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo- 2005.

DRUMM, C. *et al*. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** - REGET e-ISSN 2236 1170 - V. 18 n. 1 Abr 2014, p. 66-78

EL PAÍS. EMISSÕES GLOBAIS DE CO2 CRESCEM E BATEM NOVO RECORDE: O dióxido de carbono procedente dos combustíveis e da indústria aumentou 2,7% este ano. [Madri]: **El País**, 05 dez. 2018. Disponível em: Acesso em: 30 jun. 2020.

EPA (U.S). Sulfur Dioxide (SO2) Pollution [Internet]. US EPA. 2016 [citado 20 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/so2-pollution

EPA (U.S). Sulfur Dioxide Basics [Internet]. US EPA. 2016 [citado 20 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics

EPA (U.S). What is Acid Rain? [Internet]. US EPA. 2016 [citado 22 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain

FELTRAN, F. R; MARTINS, J.T. A Mediação em Casos de Impactos Ambientais Decorrentes do Sistema de Mobilidade Urbana: Experiências em Grandes Cidades. **Revista do Curso de Direito da Universidade Braz Cubas** V1 N1: Maio de 2017

FRANCISCO, R.H.P. Meio ambiente e chuva ácida. **Revista Eletrônica de Ciências** - Número 15 - Janeiro de 2003.

GONÇALVES, J. M. F.; MARTINS, G. Consumo de energia e emissão de gases do efeito estufa no transporte de cargas no Brasil. Brasil Engenharia/2008. Disponível em: Acesso em: 30 de Junho/2020.

GUIMARÃES Estudo Sobre As Relações Entre As Doenças Respiratórias E A Poluição Atmosférica E Variáveis Climáticas, Na Cidade De Curitiba, Paraná, Brasil. Tese apresentada ao Curso de Pós graduação em Engenharia Florestal, UFP- CURITIBA 2011.

KATSOUYANNI, K. (2003). Ambienta ir pollution and health. **Br Med Bull** 68:143 – 156.

KÜNZLI N, PEREZ L, RAPP R, European Respiratory Society. Qualità dell'aria e salute. Lausanne: **ERS, European Respiratory Society**; 2010.

LORA, E.S; TEIXEIRA, F.N. Energia e meio ambiente. Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. Itajubá, MG: FUPA, 2001, cap. 2, p.30-89.

MANDALHO L. Poluentes Atmosféricos [Internet]. [20-?] [citado 18 de julho de 2018]. Disponível em:http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-doar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html

MENG, Z., DABDUB, D., SEINFELD, J. H. (1997). Chemical Coupling Between Atmospheric Ozone and Particulate Matter. **Science** 277: 116 – 119.

MOREIRA O. C. L.; Comparação Entre Os Poluentes Atmosféricos E Ruídos Emitidos Por Uma Caldeira Flamotubular Movida A Gás Natural E A Óleo Combustível Bpf 2ª. Dissertação Universidade Federal do Mato Grosso de Sul, 2007.

PCPV (2005) Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso. Governo Do Estado Do Ceará.

RIBEIRO, S. K., COSTA, C. V., David, E.G., Real, M. V., D´Agosto, M. A. Transporte mudanças climáticas. Rio de Janeiro, MAUAD E RIBEIRO. Impactos da chuva ácida nas florestas. 2009. Disponível em :< http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAO5cAK/impactos-chuva-acida-nas-florestas > Acesso em: 15 jan. 2013

TEIXEIRA, E. C; FELTES, S; SANTANA, E. R. R. Estudo Das Emissões De Fontes Móveis Na Região Metropolitana De Porto Alegre, Rio Grande Do Sul. **Química Nova**, Vol. 31, pag 244, 2008.

TORRES, A., et al. (1997). Airway Inflammation in Smokers and Nonsmokers with Varying Reponsiveness to Ozone. **Am J Crit Care Med** 156: 728 – 736.

U.S. Environmental Protection Agency. (2012). Report to Congress on black carbon. EPA-450/R-12-001. Disponível em: https://www3.epa.gov/airquality/ blackcarbon/2012report/fullreport.pdf.

ASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Edição do Autor, 2006.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Cengage Learning, 2°ed, 2011.

WHO. Ambient (outdoor) air quality and health [Internet]. 2018 [citado 16 de julho de 2018]. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient- (outdoor)-air-quality-and-health

CAPÍTULO XXXIV

COMPORTAMENTO DO ESTADO DA PARAÍBA DIANTE DA EXPOSIÇÃO A ANOS SECOS E NÃO SECOS

DOI: 10.51859/amplla.mas498.2121-34

Yáscara Maia Araújo de Brito [1]
Higor Costa de Brito [2]
Manoel Mariano Neto da Silva [3]
Jéssica Kaori Sasaki [4]

[1] Doutoranda em Engenharia de Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
[2] Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
[3] Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
[4] Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

RESUMO

As secas e a escassez hídrica são adversidades que marcam a convivência no Nordeste Brasileiro, sobretudo na região Semiárida. Entretanto, os impactos observados no último século são menos agravantes do que os observados anteriormente. Diante dessa temática, o capítulo objetiva analisar o comportamento que o Estado da Paraíba apresenta diante da exposição ao fenômeno da seca para um ano considerado seco (julho de 2016 a junho de 2017) e para um ano considerado não seco (julho de 2019 a junho de 2020). Para isso, são utilizados dados mensais do Monitor de Secas Brasileiro expostos através de gráficos de área tabular que indicam os percentuais de área do Estado categorizados em cada tipologia de seca do Monitor. Os resultados apontam que no ano seco, entre os meses de novembro de 2016 e janeiro de 2017, a Paraíba tinha 89,59% da sua extensão em seca excepcional, a categoria de maior severidade. Quanto ao ano não seco, entre novembro de 2019 e fevereiro de 2020, o Estado ainda apresentava seca grave entre 50% e 60% da extensão territorial. Portanto, conclui-se que mesmo em anos não secos, a região ainda apresenta registros de seca com impactos que atingem a agropecuária, além de escassez de água com algumas restrições de uso impostas.

Palavras-chave: Monitor de Secas. Impactos. Tipologias de seca. Escassez hídrica.

1. INTRODUÇÃO

Seca define-se como um desequilíbrio natural e transitório na disponibilidade de água, originado a partir de déficits de precipitação cujas características como severidade, frequência e duração são variáveis de um evento para outro, ocorrendo em

áreas com pluviosidades altas ou baixas, e seus impactos atingem a agricultura, os recursos hídricos e os ecossistemas naturais (BRITO et al., 2018; MISHRA; SINGH, 2010; PEREIRA; PAULO, 2011).

Ao definir secas, deve-se levar em consideração a sua duração no recorte espacial e quais os consequentes impactos gerados (CUNHA et al., 2017). Estas são vistas em todos os regimes climáticos mundiais e na grande parte destes, gera impactos econômicos, sociais e ambientais (WILHITE, 2012). De acordo com Vargas e Paneque (2017), o risco resulta não somente do evento natural, contudo a interação entre o ambiente e a sociedade e, para fazer esta análise, adentra o conceito de vulnerabilidade.

Segundo o IPCC (2014) vulnerabilidade caracteriza-se como "a propensão ou predisposição a ser afetada adversamente". Esta é atrelada à fatores sociais, como por exemplo, características demográficas, políticas e comportamento social, sendo essa, portanto, a parcela plausível de alteração. Deste modo, autores como Wilhite (2000) apontam que "o risco associado à seca para uma região é um produto da exposição da região ao evento (ou seja, probabilidade de ocorrência em vários níveis de severidade) e da vulnerabilidade da sociedade ao evento". Este fenómeno natural e recorrente é considerado "um desastre natural" sempre que ocorre de forma intensiva em regiões altamente povoadas, resultando em danos matérias e humanos significativos, além de perdas socioeconômicas (ALVALÁ et al., 2017).

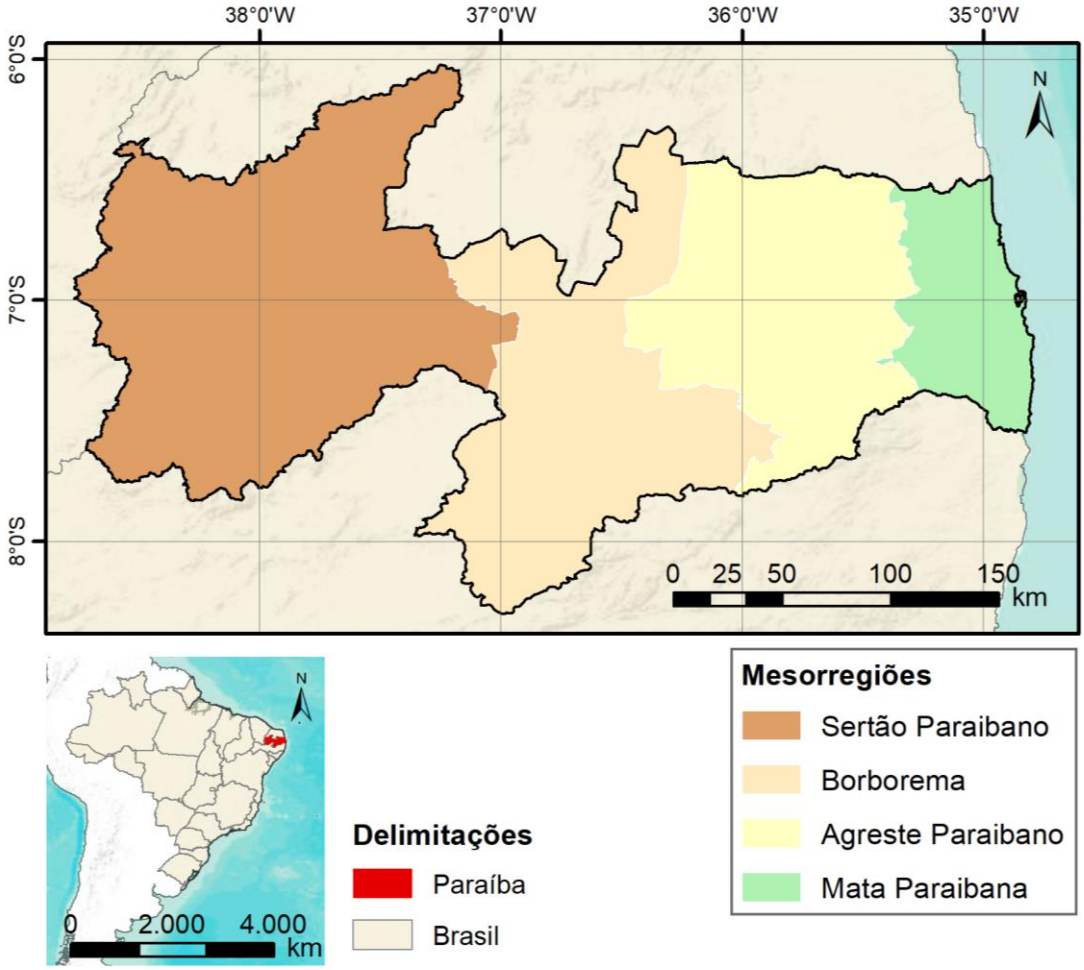
Diante do exposto, o artigo objetiva analisar o comportamento que o Estado da Paraíba apresenta diante da exposição ao fenômeno da seca para um ano considerado seco (julho de 2016 a junho de 2017) e para um ano considerado não seco (julho de 2019 a junho de 2020). Para essa verificação, utiliza-se de dados mensais do Monitor de Secas do Brasil (MSB) expostos através de gráficos de área tabular.

1.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA

O Estado da Paraíba situa-se na região Nordeste brasileira e apresenta uma área de 56.467,242 km². A população estimada é de 4.039.277 habitantes, para o ano de 2020, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2021). A Paraíba compreende 223 municípios que estão distribuídos em 23 microrregiões e quatro mesorregiões, que são: Agreste Paraibano, Borborema, Mata Paraibana e Sertão Paraibano (conforma aponta a Figura 1).

A capital do Estado é o município de João Pessoa, localizado no litoral (região da Mata Paraibana) e Campina Grande é a segunda maior localidade da Paraíba, posicionando-se no Agreste Paraibano. O Estado tem ainda 91% do seu território inserido na região do Semiárido Brasileiro (SAB), região essa delimitada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Figura 1 – Mapa de localização do Estado da Paraíba



Fonte: Elaborada a partir de IBGE (2019).

Os critérios utilizados pela SUDENE para definir a inserção de uma municipalidade dentro dos limites do SAB são, no mínimo, um dos seguintes critérios: (i) precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; (ii) índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; (iii) percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2017).

2. METODOLOGIA

O estudo consiste em verificar o comportamento do Estado da Paraíba em um ano seco (entre julho de 2016 e junho de 2017) e em um ano não seco (entre julho de 2019 e junho de 2020). O período seco analisado corresponde a um ano inserido na maior seca plurianual já registrada no Nordeste Brasileiro (2012 a 2018). Já o ano não seco representa um período de recuperação. Para fazer essa análise de comportamento, utilizou-se de gráficos de área tabular mensais que indicam o percentual de área da Paraíba em cada tipologia de seca do Monitor de Secas do Brasil, conforme aponta o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificações de severidade de seca com as tipologias e os possíveis impactos associados às categorias do Monitor de Secas Brasileiro

Categoria	Descrição	Impactos Possíveis
S0	Seca Fraca	**Entrando em seca:** veranico de curto prazo diminuindo plantio, crescimento de culturas ou pastagem. **Saindo de seca:** alguns déficits hídricos prolongados, pastagens ou culturas não completamente recuperadas.
S1	Seca Moderada	Alguns danos às culturas, pastagens; córregos, reservatórios ou poços com níveis baixos, algumas faltas de água em desenvolvimento ou iminentes; restrições voluntárias de uso de água solicitadas.
S2	Seca Grave	Perdas de cultura ou pastagens prováveis; escassez de água comuns; restrições de água impostas.
S3	Seca Extrema	Grandes perdas de culturas/pastagem; escassez de água generalizada ou restrições
S4	Seca Excepcional	Perdas de cultura/pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência.

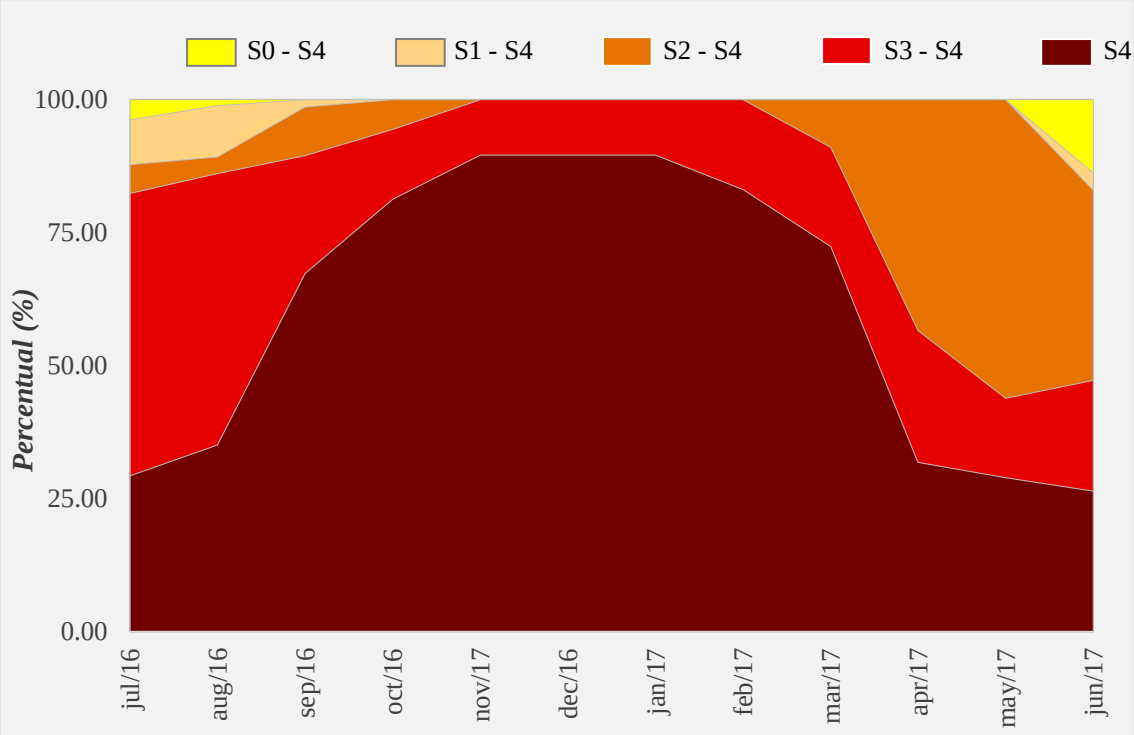
Fonte: Elaborada a partir de Svoboda et al. (2002), ANA (2020) e NDMC (2020).

O MSB apresenta 5 tipologias de seca, a saber, em ordem crescente de severidade: seca fraca, seca moderada, seca grave, seca extrema e seca excepcional. Essa última apresenta perdas agropecuárias generalizadas, assim como escassez de água para abastecimento, o que ocasiona decretos de situação de emergência reportados ao Sistema Integrado de Informação sobre Desastres (S2iD).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 retrata um gráfico de áreas tabulares que indica quantos porcento do Estado da Paraíba estava em cada tipologia do Monitor de Secas do Brasil. O período analisado tem escala mensal e compreende o ano que vai de julho de 2016 a junho de 2017. O gráfico demonstra que, entre os meses de novembro de 2016 e janeiro de 2017, a Paraíba tinha 89,59% da sua extensão em seca excepcional, a classe de seca mais intensa, que tem como possíveis impactos, de acordo com a ANA (2021), "perdas de cultura/pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência".

Figura 2 – Gráfico do percentual de áreas tabulares do Estado da Paraíba para cada mês de um ano seco que vai de julho de 2016 a junho de 2017.



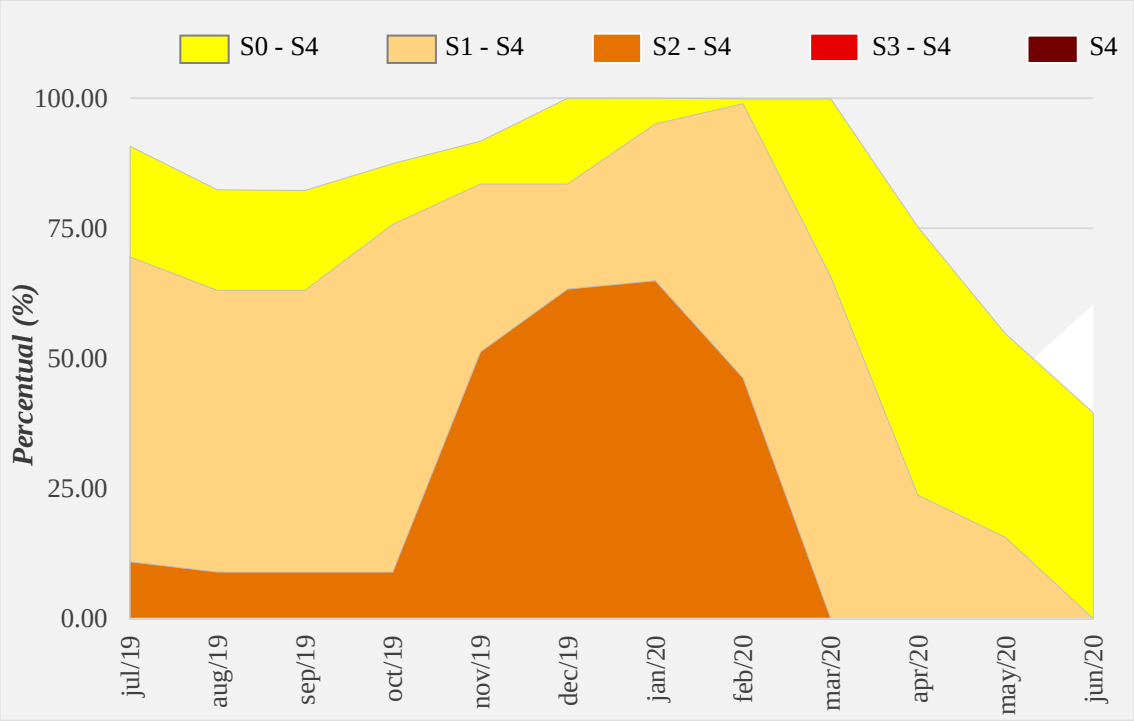
Fonte: Elaborada a partir de ANA (2021).

A Figura 3, por sua vez, retrata o ano não seco que vai de julho de 2019 a junho de 2020. Nesse período, a Paraíba ainda apresentava parte do seu território com secas grave, moderada e fraca, porém, essas são tipologias menos severas que registram impactos reversíveis com algumas restrições de uso de água e perdas de culturas ou

pastagens amenas, conforme aponta a ANA (2021). Entre novembro de 2019 e fevereiro de 2020, o Estado ainda apresentava seca grave entre 50% e 60% da extensão territorial.

Em março de 2017, o reservatório Epitácio Pessoa, mais conhecido como Boqueirão, chegou ao menor volume, com 3,18% da sua capacidade total, atingindo um estado de colapso no abastecimento de água. O Açude abastece importantes cidades paraibanas, entre quais está o município de Campina Grande. Outro importante açude do Sertão Paraibano, o Mãe-D'água, em janeiro de 2018 atingiu o volume mínimo de 2,75%, entretanto, do fim de 2016 ao início de 2020, o reservatório apresentou volumes não superiores a 10,54% (AESA, 2021).

Figura 3 – Gráfico do percentual de áreas tabulares do Estado da Paraíba para cada mês de um ano não seco que vai de julho de 2019 a junho de 2020.



Fonte: Elaborada a partir de ANA (2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do trabalho, demonstra-se que o Estado da Paraíba apresenta tipos menos severos de seca, mesmo em anos considerados não secos. Os possíveis impactos atrelados são mais brandos, entretanto ainda causam perdas tanto para as atividades

agropecuárias, quanto restrições de água impostas para o abastecimento humano. No ano seco analisado, por outro lado, o percentual de área em secas mais severas, como a excepcional e a extrema, chegam a 100% da área total do Estado, o que indica decreto de estado de emergência para os municípios atingidos.

Os reservatórios que abastecem os múltiplos usos da água nos municípios da Paraíba chagaram ao volume morto em 2017, chegando ao colapso do sistema de abastecimento. A alternativa adotada para lidar com tal situação foi o abastecimento através de carros-pipa. A seca plurianual que se estendeu de 2012 a 2018 indica o fenômeno mais longo já registrado na região Nordeste. Entretanto, os impactos associados são mais brandos do que os registrados nos séculos passados pelos sertanejos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado para o desenvolvimento de pesquisas.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. *Monitoramento,* 2021. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/>. Acesso em: mai. 2021.

ALVALÁ, R. C. S. et al. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. Anais da Academia Brasileira de Ciências, p. 1–15, 2017.

AMS - AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY. Drought. Disponível em: <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/about-ams/ams-statements/statements-of-the-ams-in-force/drought/>. Acesso em: abr. 2021.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Monitor de Secas do Brasil*, 2021. Disponível em: <http://monitordesecas.ana.gov.br/dados-sig?ano=2020>. Acesso em: abr. 2021.

BRITO, S. S. B. et al. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. International Journal of Climatology, v. 38, n. 2, p. 517–529, 2018.

CUNHA, A. P. M. DO A. et al. Avaliação de indicador para o monitoramento dos impactos da seca em áreas de pastagens no Semiárido do Brasil. Revista Brasileira de Cartografia, v. 69, n. 1, p. 89–106, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Downloads - Geociências*, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: abr. 2020.

_____. *Cidades*, 2021. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: mai. 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and vulnerability. Glossary. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.

MISHRA, A. K.; SINGH, V. P. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, v. 391, n. 1–2, p. 202–216, 2010.

NDMC – National Drought Mitigation Center. What is the USDM. Disponível em: https://droughtmonitor.unl.edu/About/WhatistheUSDM.aspx. Acesso em: mai. 2021.

PEREIRA, L. S.; PAULO, A. A. Avanços na gestão do risco em secas. In: Galvão, C. O.; CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; MEDEIROS, M. G. A. de. (Orgs.). *Recursos Hídricos para a Convivência com o Semi-Árido: Abordagens por Pesquisadores no Brasil, Portugal, Cabo Verde, Estados Unidos e Argentina.* 1. ed. Porto Alegre/RS: ABRH e UNIVERSITÁRIA UFPE, 2011. p. 515–541.

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Resolução nº 107/2017, de 27 de julho de 2017.* Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Brasília: DOU de 13/9/2017.

SVOBODA, M.; LECOMTE, D.; HAYES, M. et al. The drought monitor. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, 1181–1190, 2002. doi: 10.1175/1520-0477-83.8.1181

WILHITE, D. A. Breaking the Hydro-Illogical Cycle : Changing the Paradigm for Drought Management. Earth Magazine, v. 57, n. 7, p. 71–72, 2012.

WILHITE, D. A. Drought as a natural hazard: Concepts and definitions. Drought: A Global Assessment, p. 3–18, 2000.

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

PESQUISA, REFLEXÕES E DIÁLOGOS EMERGENTES

EDITORA AMPLLA

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

PESQUISA, REFLEXÕES E DIÁLOGOS EMERGENTES

9 786588 332498

EDITORA AMPLLA