



# ATUALIDADES NA SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL

VOLUME 4



## ORGANIZADORES

VICTOR HUGO VIEIRA RODRIGUES  
GLENDA ROBERTA FREIRE LIMA  
THAÍS MARIA ARAÚJO BATISTA



EDITORA  
IN VIVO



**ATUALIDADES NA SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL**  
**VOLUME 4**

**VICTOR HUGO VIEIRA RODRIGUES**

**GLENDA ROBERTA FREIRE LIMA**

**THAÍS MARIA ARAÚJO BATISTA**

**(Organizadores)**



**2021**

2021 by Editora In Vivo  
Copyright © Editora In Vivo  
Copyright do Texto © 2021 O autor  
Copyright da Edição © 2021 Editora In Vivo



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC BY 4.0).

O conteúdo desta obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, permitindo-se uso para fins comerciais.

#### **Editor Chefe**

Dr. Everton Nogueira Silva

#### **Conselho Editorial**

##### **1 Colégio de Ciências da Vida**

###### **1.1 Ciências Agrárias**

Dr. Aderson Martins Viana Neto  
Dra. Ana Paula Bezerra de Araújo  
MSc. Edson Rômulo de Sousa Santos  
Dr. Fágner Cavalcante P. dos Santos  
MSc. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra  
Dra. Lina Raquel Santos Araújo  
Dr. Luis de França Camboim Neto  
MSc. Maria Emília Bezerra de Araújo  
MSc. Yuri Lopes Silva

###### **1.2 Ciências Biológicas**

Dra. Antonia Moemia Lúcia Rodrigues Portela

###### **1.3 Ciências da Saúde**

Dra. Ana Luiza M. Cazaux de Souza Velho  
Dr. Isaac Neto Goes Silva  
Dra. Maria Verônyca Coelho Melo  
MSc. Paulo Abílio Varella Lisboa  
Dra. Vanessa Porto Machado  
Dr. Victor Hugo Vieira Rodrigues

##### **2 Colégio de Humanidades**

###### **2.1 Ciências Humanas**

Dra. Alessandra Maria Sousa Silva  
MSc. Francisco Brandão Aguiar  
MSc. Julyana Alves Sales

###### **2.2 Ciências Sociais Aplicadas**

MSc. Cícero Francisco de Lima  
MSc. Erivelton de Souza Nunes  
Dra. Maria de Jesus Gomes de Lima  
MSc. Maria Rosa Dionísio Almeida  
MSc. Marisa Guilherme da Frota  
MSc. Tássia Roberta Mota da Silva Castro

##### **3 Colégio de Ciências Exatas, Tecnológica e Multidisciplinar**

###### **3.1 Ciências Exatas e da Terra**

MSc. Francisco Odécio Sales  
Dra. Irvila Ricarte de Oliveira Maia

###### **3.2 Engenharias**

MSc. Amâncio da Cruz Filgueira Filho  
MSc. Gilberto Alves da Silva Neto  
MSc. Henrique Nogueira Silva  
Dr. João Marcus Pereira Lima e Silva  
MSc. Ricardo Leandro Santos Araújo

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP**

---

R696a Rodrigues, Victor Hugo Vieira.  
Atualidades na saúde e bem-estar animal [livro eletrônico]. / Organizadores: Victor Hugo Vieira Rodrigues, Glenda Roberta Freire Lima e Thaís Maria Araújo Batista. Fortaleza: Editora In Vivo, 2021.  
v. 4, 234 p.

#### **Bibliografia.**

ISBN: 978-65-995500-4-1

DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1

1. Bem-estar animal. 2. Saúde e bem-estar animal –. 3. Saúde e Bem-estar animal – atualidades. I. Título. II. Organizadores.

CDD 590.7

---

Denise Marques Rodrigues – Bibliotecária – CRB-3/CE-001564/O

## APRESENTAÇÃO

O quarto volume desta obra é dirigido para aqueles que precisam das informações essenciais e atuais sobre a saúde das diversas espécies animais, bem como o seu bem-estar, abrangendo diversas áreas da medicina veterinária e zootecnia. Procuramos fornecer os fatos clínicos mais importantes, assim como estratégias de manejo animal para uma maior efetividade e produtividade proveniente do bem-estar animal. Nós oferecemos nesta obra uma apresentação baseada em trabalhos realizados na patologia animal, patologia clínica, clínica médica, reprodução e produção animal, genética e bem-estar, tanto nas espécies domésticas como nas espécies silvestres.

Os diversos trabalhos publicados nesta obra relatam da importância do bem-estar animal, o acometimento de espécies não domiciliadas com patologias majoritariamente urbanas, manejo animal e revisões de literatura atuais sobre diversos assuntos da clínica médica para auxiliar em um melhor entendimento e conduta clínica do médico veterinário, afim de promover uma melhor qualidade de vida aos animais e proporcionar um maior conhecimento sobre a prevenção, controle e diagnóstico dessas doenças.

Esperamos que este volume seja útil a todos os que estejam à procura de uma literatura concisa sobre a saúde animal e, conseqüentemente, seu bem-estar como base para estudos médicos veterinários e áreas afins que corroboram com o tema.

*Boa leitura!*

*Victor Hugo Vieira Rodrigues*

*Glenda Roberta Freire Lima*

*Thaís Maria Araújo Batista*



## SUMÁRIO

Capítulo 1 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-1	
BEM-ESTAR SUÍNO: FATORES CRÍTICOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	06
Capítulo 2 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-2	
A IMPORTÂNCIA DAS TÉCNICAS DE MANEJO <i>CAT FRIENDLY</i> E COMO PRATICÁ-LAS.....	25
Capítulo 3 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-3	
LEISHMANIOSE EM RAPOSAS: REVISÃO DE LITERATURA.....	40
Capítulo 4 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-4	
ANEMIA HEMOLÍTICA IMUNOMEDIADA: REVISÃO DE LITERATURA....	53
Capítulo 5 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-5	
A IMPORTÂNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL PARA FELÍDEOS SELVAGENS MANTIDOS EM CATIVEIRO.....	61
Capítulo 6 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-6	
ASPECTOS ETIOLÓGICOS, PATOGÊNICOS E FISIOLÓGICOS DA UROLITÍASE: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	76
Capítulo 7 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-7	
SÍNDROME DOS BEZERROS ANORMAIS – REVISÃO DE LITERATURA....	89
Capítulo 8 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-8	
ESTUDOS DAS PRINCIPAIS DOENÇAS GENÉTICAS ACOMETIDAS EM CÃES: REVISÃO LITERÁRIA.....	116

Capítulo 9 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-9	
ESTUDOS DOS PRINCIPAIS BIOMARCADORES GENÉTICOS E TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO APLICADOS AO MELHORAMENTO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO.....	130
Capítulo 10 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-10	
COEFICIENTES ANTROPOGÊNICOS NA DEFAUNAÇÃO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA.....	146
Capítulo 11 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-11	
PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DO MORMO NO ESTADO DE SERGIPE, BRASIL.....	159
Capítulo 12 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-12	
GENÉTICA NA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DE CAVALOS ATLETAS.....	171
Capítulo 13 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-13	
HERPESVÍRUS BOVINO 4 (BHV-4): INFECÇÃO EM CÉLULAS EPITELIAIS DE GLÂNDULA MAMÁRIA BOVINA <i>IN VITRO</i> .....	193
Capítulo 14 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-14	
PRINCIPAIS HELMINTOS EM MACACOS-PREGO ( <i>SAPAJUS SPP.</i> ): REVISÃO SISTEMÁTICA.....	200
Capítulo 15 - DOI: 10.47242/978-65-995500-4-1-15	
JACARÉ-DE-PAPO-AMARELO ( <i>Caiman latirostris</i> ) COMO ESPÉCIE SENTINELA.....	208
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	231
ÍNDICE REMISSIVO.....	233



## BEM-ESTAR SUÍNO: FATORES CRÍTICOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

### Michelle Costa e Silva

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Fortaleza - CE

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3563-3812>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2140592626597725>

### Annira Aquino Cortez

Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará (ADAGRI), Fortaleza - CE

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3034-9399>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2260281716882676>

### Isaac Neto Goes da Silva

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Fortaleza - CE

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6055-1790>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1191488997675957>

### Jose Nailton Bezerra Evangelista

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Fortaleza - CE.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9084-217X>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3648513271604631>

### Lina Raquel Santos Araújo

Centro Universitário Fametro, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3325-4130>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7591378438576586>

### Ricardo Toniolli

Universidade Estadual do Ceará, Laboratório de Reprodução Suína e Tecnologia de Sêmen, Fortaleza - CE

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4277-3656>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4931712701458453>

#### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

13/09/2021

Aceito em:

16/09/2021

Data de publicação:

16/11/2021

Palavras-chave:

Suinocultura

Estresse

#### RESUMO

O Bem-Estar Animal (BEA) tem apresentado crescente relevância para as relações comerciais de consumo de produtos de origem animal. Na cadeia produtiva da espécie suína, legislações focadas no BEA, tem determinado mudanças em vários países. A implementação de tais mudanças nos sistemas de criação de suínos ocorre como resultado de estudos à cerca dos diversos fatores indicadores de bem-estar nessa espécie. Diante disso, este trabalho tem como objetivo abordar os vários fatores críticos e critérios de avaliação do bem-estar nas criações de suínos que vêm sendo estudados e adotados mundialmente, a fim de estabelecer um equilíbrio entre as necessidades dos animais e as relações comerciais. De acordo com dados científicos, na avaliação do bem-estar suíno, não há um só fator determinante, devendo haver uma verificação criteriosa do plano logístico durante todas as etapas de produção na cadeia suínica. A identificação da diminuição dos parâmetros de estresse a partir das análises físicas, hematológicas,

Avanços

bioquímicas e comportamentais dos animais, podem sinalizar sobre as condições de bem-estar suíno, contribuindo assim para mais pesquisas e mudanças significativas para o desenvolvimento da suinocultura moderna dentro dos padrões humanitários para os animais.

---

## SWINE WELFARE: CRITICAL FACTORS AND ASSESSMENT CRITERIA

### ABSTRACT

Animal Welfare (BEA) has shown increasing relevance for the commercial relations of consumption of products of animal origin. In the swine production chain, legislation focused on the BEA has determined changes in several countries. The implementation of such changes in the swine breeding systems occurs as a result of studies on the various factors that indicate well-being in this species. In view of this, this work aims to address the various critical factors and criteria for assessing welfare in pig farms that have been studied and adopted worldwide, in order to establish a balance between the needs of animals and commercial relations. According to scientific data in the assessment of pig welfare, there is not a single determining factor, and there must be a careful verification of the logistical plan during all stages of production in the pig chain. The identification of the reduction of stress parameters from the Physical, hematological, biochemical and behavioral analyzes of animals can signal the conditions of pig welfare, thus contributing to further research and significant changes to the development of modern pig farming within humanitarian standards for animals.

**Keywords:**

Pig farming

Stress

Advances

---

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) define Bem-Estar Animal (BEA) como as condições intrínsecas e extrínsecas em que os animais vivem (OIE, 2019). Em vários países a sociedade civil vem desempenhando um papel crucial no desenvolvimento deste conceito, devido à sua importância nas relações comerciais (VERBEKE, 2009). Os produtos oriundos de sistemas de mais alto grau de bem-estar apresentam valores agregados, de ordem econômica e ética.

A introdução de melhorias nas etapas de produção se constitui numa excelente oportunidade para que as indústrias ampliem seus negócios com destaque no mercado de produtos de origem animal, se antecipando às novas demandas e exigências de mercado e

aliando também a reflexão sobre a ética das ações que preservam o sofrimento animal (PEDRAZZANI *et al.*, 2007).

Os produtores de proteína animal têm sofrido a pressão da sociedade (OLIVEIRA *et al.*, 2008), a qual passou a exigir que as práticas com os animais sejam abordadas cientificamente (DIAS *et al.*, 2015). Essa preocupação pública acaba estimulando mudanças nos sistemas de produção, que estimulam uma produção de alimentos de origem animal, com maior competitividade e sustentabilidade (CORNISH *et al.*, 2016; SMITH, 2019).

Mudanças nas criações de suínos tem proporcionado alterações no BEA desses animais (RICCI *et al.*, 2018). Sob o ponto de vista comercial a garantia de bem-estar da produção de carne suína está associada a uma maior lucratividade e qualidade da carne (THORSLUND *et al.*, 2017). Com base nos níveis mínimos de bem-estar estabelecidos pelas diretrizes políticas de âmbito legal, do plano de ação europeu, para o BEA (AVERÓS *et al.*, 2013), têm sido desenvolvidos sistemas de certificações na suinocultura com o objetivo de oferecer segurança aos consumidores (ABCS, 2014).

Para a determinação dos processos de certificação a rastreabilidade da cadeia produtiva tem sido uma ferramenta importante (GOTTMAN *et al.*, 2008) nos estudos e pesquisas para o controle do bem-estar nos sistemas produtivos (BOND *et al.*, 2012) estão sendo frequentemente realizados, baseando-se em critérios de avaliação que incluem alimentação, moradia, saúde e comportamento animal (VELARDE e DALMAU, 2012).

Diante disso, este trabalho teve por objetivo, abordar os fatores críticos e critérios de avaliação do bem-estar nas criações de suínos que vêm sendo estudados e adotados mundialmente, a fim de estabelecer um equilíbrio entre as necessidades de bem-estar dos animais e as relações comerciais.

## **2 AVALIAÇÃO E BEM-ESTAR EM SUÍNOS**

A avaliação do bem-estar animal baseia-se na análise de aspectos físicos (peso para idade, frequência de doenças), mentais (como o animal se sente, frustrado, deprimido ou ativo) e na capacidade dos animais de agirem naturalmente, realizando comportamentos que fazem parte de seu repertório natural, como fuçar e explorar o ambiente ao seu redor (POLETTO, 2010). Nesse sentido, para se analisar as condições de bem-estar em suínos, vários aspectos devem ser considerados durante todas as etapas da sua cadeia produtiva tais como, as características do ambiente físico e social dos animais; os tipos de acomodações (geram alterações comportamentais); o manejo de leitões; os aspectos nutricionais; as

condições de manejo pré-abate e a análise dos indicadores laboratoriais de estresse (SPINKA, 2017).

Segundo o Decreto 2008/120/EC do Conselho da União Europeia, normas específicas de proteção no manejo das criações suínolas intensivas (MAGRAMA, 2011) têm se tornado obrigatórias em todo seu sistema de produção de suínos, a fim de garantir o bem-estar dos animais (CFMV, 2016).

O manejo de animais de produção apresenta diversas variáveis que incluem diferentes práticas e procedimentos de biossegurança, as quais podem ser organizadas através da estrutura de acomodações, pelo contato com animais e pessoas, pelo transporte, pela alimentação e pela adoção de procedimentos sanitários (COSTARD *et al.*, 2009). Observa-se que não basta ter a melhor genética, alta produtividade e uma nutrição equilibrada, se o manejo com os animais for incorreto (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

O bem-estar de um animal, varia em uma escala de muito bom à muito pobre, contendo elementos físicos e mentais. Os elementos físicos, tais como: comportamento, fisiologia, saúde, produtividade e patologia, podem ser medidos com relativa facilidade em um ambiente experimental, mas o estado emocional permanece muito mais difícil de se quantificar (MARCHANT-FORD, 2015).

### **3 MANEJO E AMBIENTE DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS**

O subsídio de área livre mínima, o controle climático e o enriquecimento ambiental são relevantes para a determinação do bem-estar físico e mental de todas as categorias de animais (AVERÓS *et al.*, 2013; RICCI *et al.*, 2018). Por isso tem-se estudado muito a influência do tipo de alojamento sobre o bem-estar de suínos, em que muitas vezes são vistas alterações de ordem comportamentais (ANDERSEN *et al.*, 2014).

O cuidado animal e ambiental, a saúde, a segurança do produto e a aceitação do consumidor, têm se tornado cada vez mais importantes para a avaliação do alojamento de suínos, onde as condições de moradia devem passar por um processo de documentação e certificação, como parte de um esquema de garantia de qualidade. O grupo de trabalho “Pecuária e Bem-Estar Animal” da Sociedade Alemã de Produção Animal, propôs um conceito para a “Avaliação de Alojamento e Gestão de Animais de acordo com os critérios de Bem-Estar e Ambiente”, com a finalidade de analisar pontos críticos de controle relacionados à saúde, ambiente e comportamento dos animais (VON-BORELL *et al.*, 2001).

Essa preocupação deve-se ao fato de que nas últimas décadas os sistemas de produção de suínos tiveram uma grande e rápida evolução e de forma permanente levando a adoção de métodos mais confinados, com o aumento da densidade de animais nas instalações, maior número de instalações por granjas e maior concentração de granjas em limitadas áreas geográficas, com objetivo de otimizar o desempenho econômico e produtivo (CORRÊA et al., 2012). Por outro lado, os produtores sofrem a pressão da sociedade para que se valorize o BEA, sendo necessárias medidas alternativas de manejo (OLIVEIRA et al., 2008).

A avaliação da influência dos ambientes térmicos, aéreo e acústico em instalações para reprodutores de suínos (cachaços), demonstra que os desconfortos térmico e acústico interferem de maneira negativa sobre o bem-estar desses animais (TOLON et al., 2010). A atenção às condições térmicas deve começar principalmente no manejo de leitões, em que o controle no manejo e na manutenção da temperatura adequada, reduzem significativamente os riscos de mortalidade na fase pré-desmame (KILBRIDE et al., 2014).

O conforto do suíno vem sendo alterado pela intensificação da produção, caracterizada pela restrição de espaço, movimentação e interação social, o que traz como consequência a diminuição de seu conforto térmico e de sua produtividade. No sistema intensivo de suínos, os animais passam toda sua vida em instalações fechadas podendo gerar diversas situações de estresse. Esse sistema pode ser melhorado através do “enriquecimento ambiental”, que consiste em introduzir melhorias no sistema de confinamento, tornando o ambiente mais adequado aos animais (CARVALHO et al., 2013; RICCI et al., 2018).

### **3.1 Alojamento para reprodutores**

O alojamento coletivo para reprodutoras suínas já é uma realidade na suinocultura brasileira, em que até 2045 todo o plantel brasileiro deve se adequar a este modelo de criação em detrimento ao uso de gaiolas durante todo o período de gestação. O alojamento de matrizes com acesso livre a locomoção e alimentação, é reconhecido como o melhor tipo de acomodação para o conforto e bem-estar animal (RIOJA-LANG et al., 2013). Ele proporciona uma melhor interação entre os animais, mesmo em sistemas de criação semi-intensivo (CHIDGEY et al., 2017). No entanto, porcas mantidas em grupos, é comum o desenvolvimento de laminites durante os primeiros dias de interação, normalmente ocasionada por lutas hierárquicas (PLUYM et al., 2017).

É de interesse mundial a busca de alojamentos alternativos para a gestação de porcas, pois ao se comparar aspectos do bem-estar de porcas gestantes alojadas em grandes grupos, ou em gaiolas convencionais, observou-se níveis de cortisol mais elevados no primeiro grupo. Por outro lado, quando esses animais são alojados em gaiolas, a presença de lesões locomotoras é significativamente maior (KARLEN et al., 2007). Tais lesões poderiam ser devido ao tipo de piso utilizado, contudo, ao se comparar grupos de fêmeas com acesso a pisos de borracha ou de concreto, não foram observadas diferenças na prevalência de lesões e claudicações (DÍAZ e BOYLE, 2014).

Existe uma pressão crescente da sociedade, expressa pela legislação governamental de vários países e pelas escolhas de compra dos consumidores, para abolir os sistemas pecuários considerados prejudiciais para o bem-estar dos animais. Atualmente as legislações da União Europeia e de alguns estados dos EUA, proíbem o uso de gaiolas de gestação. A indústria de carne suína canadense, indica a criação de porcas em grupos, com a finalidade de melhorar o enriquecimento ambiental e incentivar comportamentos naturais positivos.

No Brasil, no final de 2020 entrou em vigor a Instrução Normativa (IN) n.113 que estabelece boas práticas de manejo nas granjas de suínos comerciais. Tal normativa permite o uso de gaiolas individuais de gestação somente até o 35º dia de gestação, o período restante deve ser conduzido em baias de gestação coletivas. Granjas que utilizam este tipo de alojamento individual têm até 1º de janeiro de 2045 para se adequarem (BRASIL, 2020). Mesmo antes desta IN entrar em vigor, a indústria suinícola, através das três maiores produtoras de carne suína do país (BRF, JBS e Aurora), já havia se posicionado sobre o tema e anunciaram o fim das gaiolas de gestação. As fêmeas deixam de ser alojadas em celas, tendo seu espaço duplicado, permitindo caminhar e viver em grupos de acordo com a hierarquia (CRMV, 2016). Tal modelo de criação, fornece a esses animais espaço para exibirem seu comportamento de forma natural, proporcionando-lhes oportunidade para mais exercício e usando um baixo nível de antibióticos (SORENSEN, 2015).

A IN 113/2020 (BRASIL, 2020) também definiu uma área livre mínima por categoria animal, em que marrãs vazias e gestantes em devem dispor em alojamento coletivo um mínimo 1.30 m<sup>2</sup> e 1.50 m<sup>2</sup> por fêmea, respectivamente. Já as matrizes a partir do primeiro parto devem dispor de uma área livre mínima de 2.0 m<sup>2</sup> por fêmea quando em alojamento coletivo. Enquanto os cachaços alojados em baias individuais com área mínima de 6 m<sup>2</sup>. Além disso, recomendou que gaiolas de gestação ou maternidade tenham largura e altura

suficientes de forma a não permitir que as fêmeas toquem de forma simultânea nas laterais da gaiola ou nas barras superiores quando em repouso ou levantadas.

Uma possibilidade para melhorar o bem-estar animal também é a criação de suínos mais calmos e menos agressivos, em que de acordo com estudos genéticos há evidências da herdabilidades de características moderadas relacionadas à agressividade, reduzindo os efeitos negativos das interações agonísticas (TURNER et al., 2009). Na prática algumas medidas de gerenciamento na alocação dos animais têm obtido bons resultados como a alocação de maiores espaços para cada grupo de animais, formação de pequenos grupos de animais ou mesmo grupos homogêneos de fêmeas com mesmo número de parições.

Esses fatores são simples, mas apresentam resultados na redução das agressões (GREENWOOD et al., 2014), que também podem ser reduzidas através de estímulo positivo de brincar com os animais no ambiente neonatal. A interação com os animais é fundamental na obtenção de efeitos sociocognitivos indiretos e diretos na fase pós-desmame, o que influencia nas interações sociais positivas, reduzindo as agressões em grupo (MARTIN et al., 2015).

#### **4 MANEJO NUTRICIONAL**

Diversas situações estressantes podem estar relacionadas ao manejo nutricional, como a dificuldade dos animais se alimentarem de uma só vez, falha em obedecer um padrão alimentar, uso de rações inadequadas para a idade dos animais ou com ingredientes desbalanceados, presença de substâncias imunodepressoras na ração, frio ou calor excessivos e variações bruscas de temperatura (BARCELLOS et al., 2011). As variações de temperatura podem interferir diretamente no bem-estar desses animais que apresentam uma estreita faixa de conforto térmico, o que pode possibilitar uma redução do consumo de alimentos (RODRIGUES et al., 2010). Essa redução seria consequência da ação inibidora do calor sobre o centro do apetite, devido ao aumento da frequência respiratória e redução da atividade do trato gastrointestinal, reduzindo a taxa de passagem do alimento pelo tubo digestivo (LE BELLEGO et al., 2002).

Quanto ao aspecto nutricional, os animais jamais devem ficar sem ração por mais tempo que o estabelecido entre os arraçoamentos. Os sistemas automáticos devem ser constantemente monitorados, em que os comedouros e bebedouros, devem garantir a possibilidade de alimentação sem causar estresse ou lesões, como também evitar o desperdício. Nesse sentido, recomenda-se calhas e chupetas fixas à parede (ABCS, 2016).

Outro aspecto relevante é que em criações comerciais os leitões são desmamados abruptamente e antes da idade na qual ocorreria o desmame natural. Dessa forma, muitos leitões recém-desmamados não estão fisiologicamente adaptados para ingerir alimentos sólidos, o que acarreta episódios de diarreia, menor desenvolvimento e comportamentos prejudiciais como cheirar a barriga de outros animais, característicos da redução de bem-estar. Tais problemas, podem ser evitados com a ingestão precoce de alimentos sólidos e um estresse reduzido durante o desmame, além disso uma maior interação dos leitões com a porca durante a lactação pode reduzir a relutância dos leitões em comer alimentos novos, aumentar a ingestão de alimentos sólidos pré-desmame e reduzir o desenvolvimento de comportamentos prejudiciais após o desmame (OOSTINDJER et al., 2014).

## 5 CONDIÇÕES PRÉ-ABATE

Dentro da questão do bem-estar animal, está incluído o que acontece antes da morte, incluindo a forma como são tratados também durante os últimos momentos de suas vidas no período pré-abate (BROOM, 2011). Perdas e problemas graves de saúde podem ser monitorados na planta de abate, na qual ocorrem todos os procedimentos desde a recepção até o atordoamento e sangria dos animais. Durante essas atividades, podem ser visualizados animais com dificuldades de movimentação, o que pode estar associado a níveis altos de ractopamina na alimentação, pode-se ainda atentar para um período de descanso adequado, o qual influenciaria na ocorrência de alterações *pale, soft and exudative* (PSE) na carne (GRANDIN, 2014). A carne se apresenta com as seguintes características: pálida, mole e exsudativa, as quais são atribuídas a fatores genéticos e às condições de estresse as quais o animal é submetido, apresentando um declínio de pH em carcaça ainda com temperatura elevada (LESIÓW e XIONG, 2013).

As informações registradas nos procedimentos de inspeção *ante-mortem* e *post-mortem* muitas vezes podem ser utilizadas como indicadores do bem-estar dos suínos na granja. Isso porque alguns tipos de lesões registradas na carcaça são correlacionadas a comportamentos negativos realizados por suínos durante o ciclo de produção, como por exemplo, lesões de mordida da cauda (caudofagia) e arranhões no dorso (STAAVEREN, 2015), tais lesões estariam relacionadas a uma resposta ao baixo enriquecimento ambiental e a mistura entre diferentes lotes respectivamente (BRAGA et al., 2018).

Para melhor avaliação das condições de estresse pré-abate, existem duas categorias de programas de bem-estar que podem ser aplicados em uma planta de abate: 1) Condições agudas que ocorreram recentemente, associadas ou carregamento e transporte como: contusões, lesões recentes e animais mortos e 2) Condição crônica de longo prazo, devido problemas que estavam presentes antes dos animais serem carregados para transporte como: claudicação (dificuldade em andar), feridas nos ombros de porcas, jarretes inchados e prolapsos necróticos (GRANDIN, 2017).

### **5.1 Embarque e desembarque de suínos**

Pouca preocupação é dada à fase entre a retirada do animal da granja e o abate, o que pode justificar uma elevada proporção de perdas produtivas nesta etapa (SILVA e VIEIRA, 2010). A qualidade da carne depende inteiramente da qualidade do transporte dos animais. É importante a qualidade do manuseio dos animais, que inclui a forma de recolhimento, embarque e desembarque, durante todo o período de transporte, a fim de proporcionar um melhor bem-estar, além de uma carcaça em condições adequadas e, conseqüentemente um melhor produto cárneo (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Os níveis sonoros durante o carregamento e procedimentos pré-abate de suínos não devem ser superiores a 85Db (VERMEULEN et al., 2015), pois interferem na qualidade da carne suína, devido ao aumento das condições de estresse e conseqüente ocorrência de PSE (VERMEULEN et al., 2016).

Os animais devem ser transportados ao lugar do abate de maneira que interfira o menos possível na sua saúde e bem-estar. O transporte deve ser realizado conforme as recomendações da OIE (2019), com a condução dos animais sem estresse, uma quantidade limite e rampas de embarque e desembarque adequadas para impedir traumas. Claudicação e presença de lesões podais são indicadores de reduzido bem-estar, podendo estar associados à antecipação do momento do abate (LISGARA et al., 2015).

### **5.2 Transporte dos animais para abate**

Segundo Pereira et al. (2017) o transporte é o momento em que ocorre maior intensidade de estresse nos suínos em todo o manejo pré-abate. O manejo adequado de animais de produção durante o transporte e o período de pré-abate deve ser monitorado

como parte de um esquema de garantia de qualidade, baseado na aplicação da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), no manuseio pré-abate e no transporte de suínos (BORELLA e SCHAFFERB, 2005). A qualidade do projeto das instalações, que propiciam um correto embarque dos animais e os procedimentos de manuseio destes, desempenha um papel fundamental na determinação dos efeitos de resposta dos suínos ao estresse pré-abate. Essas ações podem contribuir para redução do tempo de embarque, a carga de trabalho da equipe e o bem-estar dos animais (GOURMON e FAUCITANO, 2017).

Outro fator muito importante para o bem-estar suíno pré-abate é a densidade de animais no transporte. Ela deve permitir que o suíno permaneça sentado ou deitado, visando se recuperar da fadiga do embarque e poder retomar o conforto térmico durante essa etapa. Programas de bem-estar têm utilizado as recomendações da Comissão Europeia com 235kg/m<sup>2</sup> ou 0,425 m<sup>2</sup>/suíno de 100kg, valor este que pode variar 20% para mais ou menos, dependendo da situação climática da região (ABCS, 2016). O monitoramento da densidade de animais no transporte ainda tem relevante importância sobre a quantidade de lesões observadas em animais, que podem ser evitadas, garantindo melhores condições de bem-estar dos suínos e reduzindo perdas econômicas na comercialização dos produtos (STAAVEREN, 2015).

As distâncias a serem percorridas também é outro fator relevante. A menor distância entre granja e frigorífico apresenta maior número de animais cansados, com maiores níveis de cortisol, em virtude da produção de estresse agudo, enquanto a maior distância ocasiona maiores perdas por estresse crônico e mortalidade (OCHOV et al., 2010). Em virtude do estresse, há aumento da ocorrência de carne com decréscimos bruscos de pH, ocasionando alterações de PSE na carne, um dos maiores problemas na indústria de carne suína (FRISBY et al., 2005).

As maiores incidências de PSE foram observadas em animais que viajaram por duas horas, enquanto os casos foram menores em animais que viajaram por mais tempo (GAJANA et al., 2013). Embora o efeito do tempo de transporte em parâmetros de bem-estar e qualidade de carne, tenha se mostrado mais importante do que o genótipo e sexo dos animais, do ponto de vista das atividades enzimáticas no sangue, fêmeas parecem ser geneticamente mais susceptíveis ao estresse quando transportadas por 3 horas, apresentando altos níveis de lesão muscular (PÉREZ et al., 2002).

Sob o ponto de vista genético, a presença do gene do halotano nos animais, tem um efeito muito importante sobre a sua resposta ao estresse durante o transporte. Em estudo

realizado em dois matadouros na Catalunha, num total de mais de 100 suínos que morreram durante o trânsito, 70% dos animais eram nn e 25% Nn, demonstrando a relevância da predisposição genética ao estresse (MANTECA, 2011). Há ainda uma relação entre a presença do gene do halotano e a determinação de características de quantidade e qualidade da carne suína (CULAU et al., 2002).

## **6 ATORDOAMENTO E SANGRIA DOS ANIMAIS**

Outro requisito importante para o bem-estar pré-abate é a garantia do atordoamento adequado. De acordo com (VERMEULEN *et al.*, 2015) o ponto mais crítico do estresse pré-abate de suínos, ocorre em torno dos instantes que antecedem o atordoamento. Melhorias têm sido implementadas nos processos de manipulação dos animais e nas técnicas de atordoamento, através do manuseio dos animais sem estresse. Várias características devem ser respeitadas como: o tempo de descanso, os banhos de aspersão e uma execução efetiva da insensibilização. Outro fator importante que deve ser levado em consideração, é o uso de classificação numérica de cada animal, a qual torna possível monitorar e documentar os processos de insensibilização elétrica e sangria, prevenindo o retorno da sensibilidade em suínos (GRANDIN, 2017).

Segundo o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue, a sangria deve ser iniciada logo após a insensibilização do animal, de modo a provocar um rápido, profuso e mais completo escoamento do sangue, antes que o animal recupere a sensibilidade (BRASIL, 2000). No entanto, há ainda uma grande preocupação com relação ao bem-estar no momento do abate devido à ausência ou diminuição do atordoamento (GRANDIN, 2014), pois nem todos os matadouros suínos apresentam sistemas de atordoamento eficazes (MANTECA, 2011).

## **7 INDICADORES LABORATORIAIS DO ESTRESSE SUÍNO**

De maneira geral, além dos indicadores utilizados para mensurar o bem-estar em suínos, como a verificação comportamental e avaliação da porcentagem de animais com lesões nos membros (cascos) (ABCS, 2014), medidas fisiológicas post-mortem, podem ser usadas diariamente. Essas medidas são ferramentas de monitoramento do bem-estar dos suínos de terminação e no momento do abate, sendo úteis para a implementação de soluções em matadouros que assegurem um melhor nível de bem-estar animal (BRANDT et al., 2015).

Dentre todos os indicadores sanguíneos de estresse, durante o manejo pré-abate e abate, os mais avaliados são os hematológicos. Observam-se alterações celulares relativas à hemograma de estresse com leucocitose e neutrofilia (THRALL et al., 2015). Os indicadores bioquímicos, podem demonstrar altas correlações entre as altas dosagens de creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), glicose e aspartato aminotransferase (AST) e a presença de condições de estresse físico (LUDTKE et al., 2012) e à presença de carne PSE (QU et al., 2017).

Em razão das condições de estresse pré-abate, há também um aumento da concentração do cortisol plasmático em suínos (LUDTKE et al., 2012), o qual pode ser mensurado na saliva ou soro através de reações imunoenzimáticas [69] ou por meio de técnicas de radioimunoensaio (RIA) (SANTANA et al., 2009; DALLA COSTA et al., 2009; (LUDTKE et al., 2012)). Essa análise é utilizada como marcador de estresse e da qualidade carnea, já que há uma correlação entre a acidez da carne a altos níveis de cortisol e adrenalina (FOURY et al., 2005).

A análise de estresse em suínos tem sido estudada também ao nível molecular. A resposta da proteína de fase aguda suína (Pig-MAP) tem sido avaliada como marcador de estresse oxidativo após o transporte prolongado em condições comerciais. Isto porque a concentração sérica de proteínas de fase aguda aumenta na presença de doenças como também em condições de estresse, demonstrando ser um dos parâmetros notáveis para a avaliação global da saúde e bem-estar animal (PIÑEIRO et al., 2007).

No entanto, estudos com testes rápidos de imunocromatografia têm apresentado eficácia quando comparados à dosagem de proteínas de fase aguda pelo método de ELISA, podendo ser utilizados na rotina para o diagnóstico de estresse animal (PIÑEIRO et al., 2013). Análises moleculares mais detalhadas de potenciais biomarcadores para avaliação de estresse suíno permitiram a identificação também da actina como um novo potencial marcador de estresse. A partir desta informação determinou-se um "perfil laboratorial de tensões", o qual inclui a proteína de fase aguda em suínos (Pig-MAP), as dosagens de cortisol e CK e a avaliação molecular de actina. Este perfil deve ser validado em estudos com um maior número de animais e de outras condições de stress em suínos (MARCO-RAMELL, 2011).

Com base na análise proteômica tem-se avaliado o estresse oxidativo a partir das análises do catabolismo lipídico, os quais aumentam em animais confinados em razão da dieta, proteínas de fase aguda como a haptoglobina, proteínas do sistema imune inato

(lactotransferrina, protegrina 3 e galectina 1) e proteínas intracelulares presentes no soro (MARCO-RAMELL, 2016). A avaliação das fibras musculares na fase post-mortem por meio de biópsia, também tem auxiliado na verificação do pH muscular e sua correlação com a qualidade da carne e com as condições de bem-estar (KIM et al., 2018).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação do bem-estar suíno não há um só fator determinante, devendo haver uma verificação criteriosa do plano logístico durante todas as etapas de produção na cadeia suinícola, onde a identificação da diminuição dos parâmetros de estresse à partir das análises físicas, hematológicas, bioquímicas e comportamentais dos animais podem sinalizar sobre as condições de bem-estar suíno, contribuindo assim para mais pesquisas e mudanças significativas para o desenvolvimento da suinocultura moderna dentro dos padrões humanitários para os animais.

## REFERÊNCIAS

ANDERSEN, E. M. O.; SPANGSBERG, R. PEDERSEN, K. S.; BARINGTON, K.; JENSEN, H. E. In: **International Pig Veterinary Society Congress (IPVS)**, México, 2014. 126 p.

AVERÓS, X.; APARICIO, M. A.; FERRARI, P.; GUY, J. H.; HUBBARD, C.; SCHMID, O.; ILIESK, V.; SPOOLDER, H. A. M. The Effect of Steps to Promote Higher Levels of Farm Animal Welfare across the EU. Societal versus Animal Scientists' Perceptions of Animal Welfare. **Animals**, v. 3, n.3, p. 786-807, 2013.

ABCS. **Associação Brasileira de Criadores de Suínos**. Produção de suínos: teoria e prática / Coordenação editorial Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal. Brasília, 2014. 908 p.

ABCS. **Associação Brasileira de Criadores de Suínos**. Bem-estar animal na produção de suínos: transporte / Coordenação editorial Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal, Brasília, DF, Sebrae, 2016. 38 p.

BARCELLOS, D. E.; SATO, J. P. H.; DE ANDRADE, M. R. **Diarreias nutricionais dos suínos: uma visão do veterinário clínico nutritional diarrheas in pigs: a clinician view**. In: VI Simpósio Internacional de Suinocultura (SINSUI). Porto Alegre, RS; 2011.

BOND, G. B.; ALMEIDA, R.; OSTRENSKY, A. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1286-1293, 2012.

BORELLA, E. V.; SCHAFFERB, D. Legal requirements and assessment of stress and welfare during transportation and pre-slaughter handling of pigs. **Livestock Production Science**. v. 97, p. 81-87, 2005.

BRAGA, J.S.; MACTELLI, F.; LIMA, V.A.; DIESEL, T. O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 2, p.204-226, 2018.

BRANDT, P.; AASLYNG, M. D.; ROUSING, T.; SCHILD, S. L. A.; HERSKIN, M. S. The relationship between selected physiological post-mortem measures and an overall pig welfare assessment from farm to slaughter. **Livestock Science**, v. 180, p. 194-202, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 113, de 16 de dezembro de 2020**. Diário Oficial da União, Seção 1, p.5, 18 dez. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/publicacoes/INM00000113.pdf>> Acesso em: 27 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N.º 3, de 17 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue, 2000. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf>> Acesso em 20 de fevereiro de 2019.

BROOM, D. M. **Bem-estar animal. In: Comportamento Animal**, YAMAMOTO, M. E.; VOLPATO, G. L., 2. ed. Editora da UFRN, p. 457-482, 2011.

CARVALHO, C. M. C.; ANTUNES, R. C.; CARVALHO, A. P.; CAIRES, R. M. Bem-Estar na Suinocultura. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 193, v. 11, n. 02, p. 2272–2286, 2013.

CHIDGEY, K. L.; MOREL, P. C. H.; STAFFORD, K. J.; BARUGH, I. W. Sow and piglet behavioral associations in farrowing pens with temporary crating and in farrowing crates. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 20, p. 91-101, 2017.

CFMV. **Conselho Federal de Medicina Veterinária**. O Bem-estar dos suínos e os novos desafios profissionais. Brasília, DF, ano XXII, v. 68, p. 27-30, 2016.

CORNISH, A.; RAUBENHEIMER, D.; MCGREEVY, P. What we know about the public’s level of concern for farm animal welfare in Food Production in Developed Countries. **Animals**, v. 6, p. 1-15, 2016.

CORRÊA, M. B. V.; AGUIAR, D. M.; JÚNIOR, J. G. C. Aspectos sanitários e produtivos das unidades de terminação suinícolas do estado de Mato Grosso, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo. v. 79, n. 2, p. 153-160, 2012.

COSTARD, S.; PORPHYRE, V.; MESSAD, L.; RAKOTONDRAHANTA, S.; VIDON, H.; ROGER, F.; PFEIFFER, D. U. Multivariate analysis of management and biosecurity practices in smallholder pig farms in Madagascar. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 92, p. 199-209, 2009.

CULAU, P. D. O. V.; LÓPEZ, J.; RUBENSAM, J. M.; LOPES, R. F.F.; NICOLAIEWSKY, S. A contribuição do gene halotano sobre as características de qualidade da carne suína. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 115-119, 2002.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; COLDEBELLA, A.; KICH, J. D.; COSTA, M. J. R. P.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J.V.; DALLAROZA, D. Efeito do manejo pré-abate sobre alguns parâmetros fisiológicos em fêmeas suínas pesadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 852-858, 2009.

DIAS, C. P.; DA SILVA, C. A. MANTECA X. The brazilian pig industry can adopt european welfare standards: a critical analysis **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 1079-1086, 2015.

DÍAZ, J. A. C.; BOYLE, L. A. Effect of rubber slat mats on the behaviour and welfare of group housed pregnant sows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 151, p. 13-23, 2014.

FOURY, A.; DEVILLERS, N.; SANCHEZ, M. P.; GRIFFON, H.; MORMÈDE, P. Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White × Duroc pigs. **Meat Science**, v. 69, p. 703-707, 2005.

FRISBY, J.; RAFTERY, D.; KERRY, J. P.; DIAMOND, D. Development of an autonomous, wireless pH and temperature sensing system for monitoring pig meat quality. **Meat Science**, v. 70, p. 329-336, 2005.

GAJANA, C. S., NKUKWANA, T. T.; MARUME, U.; MUCHENHE, V. Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. **Meat Science**, v. 95, p. 520-525, 2013.

GRANDIN, T. Animal welfare and society concerns finding the missing link. **Meat Science**, v. 98, p. 461-469, 2014.

GRANDIN, T. On-farm conditions that compromise animal welfare that can be monitored at the slaughter plant. **Meat Science**, v. 132, p. 52-58, 2017.

GOTTMANN, T.; PEZZATO, A. C.; DUCATTI, C.; DENADAI, J. C.; MORI, C.; MITUO, M. A. O.; SARTORI, J. R. Rastreabilidade de subprodutos de origem animal em dietas com levedura e trigo para frangos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1641-1647, 2008.

GOUMON, S.; FAUCITANO, L. Influence of loading handling and facilities on the subsequent response to pre-slaughter stress in pigs. **Livestock Science**, v. 200, p. 6-13, 2017.

GREENWOOD, E. C.; PLUSH, K. J.; VAN WETTERE, W. H. E. J.; HUGHES, P. E. Hierarchy formation in newly mixed, group housed sows and management strategies aimed at reducing its impact. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 160, p. 1-11, 2014.

- KARLEN, G. A. M.; HEMSWORTH, P. H.; GONYOU, H. W.; FABREGA, E.; SMITS, R. J. The welfare of gestating sows in conventional stalls and large groups on deep litter. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 105, p. 87–101, 2007.
- KILBRIDE, A. L.; MENDEL, M.; STATHAM, P.; HELD, S.; GREEN, L. E. Risks associated with preweaning mortality in 855 litters on 39 commercial outdoor pig farms in England. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 117, n.1, p. 189–199, 2014.
- KIM, J.; LIM, K. S.; KO, K. B.; TYU, Y. C. Estimation of pork quality in live pigs using biopsied muscle fibre number composition. **Meat Science**, v. 137, p. 130-133, 2018.
- LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 3, p. 691-701, 2002.
- LESIÓW, T.; XIONG, Y. L. A simple, reliable and reproductive method to obtain experimental pale, soft and exudative (PSE) pork. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 489-494, 2013.
- LISGARA, M.; SKAMPARDONIS, V.; KOUROUPIDES, S.; LEONTIDES, L. Hoof lesions and lameness in sows in three Greek Swine Herds. **Journal of Swine Health and Production**, v. 23, n. 5, p. 244-251, 2015.
- LUDTKE, C.B. et al. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. **Ciência Rural** [online]. v. 42, n. 3, pp. 532-537, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000300024>.
- MAGRAMA. **Ministério de Agricultura**, Alimentación y Medio Ambiente de España. Eurostat y estadísticas del magrama. Sacrificio de cerdos en Europa 2011. Available from: <<http://www.3tres3.com>>. Acesso: 20 de outubro de 2018.
- MANTECA, X. Bienestar animal en explotaciones de porcino. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuárias**, v. 24, p. 303-305, 2011.
- MARCHANT-FORDE, J. N. The science of animal behavior and welfare: challenges, opportunities, and global perspective. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 2, p. 16, 2015.
- MARCO-RAMELL, A. Identification of serum stress biomarkers in pigs housed at different stocking densities. **The Veterinary Journal**, v. 190, n.1, p. 66-71, 2011.
- MARCO-RAMELL, A. Biochemical and proteomic analyses of the physiological response induced by individual housing in gilts provide new potential stress markers. **Veterinary Research**, v.12, n. 265, p.1-11, 2016.
- MARTIN, J. E.; ISON, S. H.; BAXTER, E. M. The influence of neonatal environment on piglet play behaviour and post-weaning social and cognitive development. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 163, p. 69-79, 2015.

MAGRAMA. **Ministério de Agricultura**, Alimentación y Medio Ambiente de España. Eurostat y estadísticas del magrama. Sacrificio de cerdos en Europa 2011. Available from: <<http://www.3tres3.com>>. Acesso: 20 de outubro de 2018.

OCHOVE, V. C. C.; CARAMORIJR, J. G.; CORRÊA, G. S. S.; BERTOLONI, W.; ROÇA, R. O.; SILVA, G. S.; CRUZ, R. A. S. Influência da distância no bem-estar e qualidade de carne de suínos transportados em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1117-1126, 2010.

OLIVEIRA, C. B.; BORTOLI, E. C.; BARCELLOS, J. O. J. Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2092-2096, 2008.

OIE. **Organização Mundial de Sanidade Animal**. Código Sanitário de Animais Terrestres, 2019. Disponível: <<https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-manual-online-access/>> Acesso em: 15 mai. 2021.

OLIVEIRA, C. B.; BORTOLI, E. C.; BARCELLOS, J. O. J. Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2092-2096, 2008.

OOSTINDJER, M.; KEMP, B.; BRAND, H.; BOLHUIS, J.E. Facilitating 'learning from mom how to eat like a pig' to improve welfare of piglets around weaning. **Applied Animal Behaviour Science**. v. 160, p.19-30, 2014.

PEDRAZZANI, A. S; MOLENTO, C. F. M.; FALANGHE, P. C.; CASTILHO, M. F. Senciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. **Panorama da Aquicultura**, p. 24-29, 2007.

PÉREZ, M. P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M. P.; ACEÑA, M. C.; CHACÓN, G.; VERDE, M. T.; CALVO, J. H.; ZARAGOZA, M. P.; GASCÓN, M.; BELENGUER, S. G. Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. **Veterinary Record**, v. 33, n.3, p. 239-250, 2002.

PIÑEIRO, M.; PÑERO, C.; CARPINTERO, R.; MORALES, J.; LAMPREAVE, F. Characterisation of the pig acute phase protein response to road transport. **The Veterinary Journal**. v. 173, n.3, p. 669–674, 2007.

PIÑEIRO, M.; MORALES, J.; VIZCAÍNO, E.; MURILLO, J. A.; PIN~ERO, C. The use of acute phase proteins for monitoring animal health and welfare in the pig production chain: The validation of an immunochromatographic method for the detection of elevated levels of pig-MAP. **Meat Science**, v. 95, n.3, p. 712-718, 2013.

POLETTTO, R. Bem-estar animal. **Suíno.com**, Tangará, 5 abr, 2010. Série especial bem-estar animal por Rosângela Poletto. Disponível em: <<http://tinyurl.com/4t6z4bk>>. Online. Acesso em: 15 de dez de 2018.

PLUYM, L. M.; MAES, D.; WEYENBERG, S. V.; NUFFEL, A. V. Risk factors for development of lameness in gestating sows within the first days after moving to group housing. **The Veterinary Journal**, v. 220, p. 28-33, 2017.

QU, D.; ZHOU, X.; YANG, F.; TIAN, S.; HAN, J. Development of class model based on blood biochemical parameters as a diagnostic tool of PSE meat. **Meat Science**, v. 128, p. 24-29, 2017.

RICCI, G.D.; TONON, E.; TITTO, C.G.; GODOY, P.C.; TITTO, E.L. Interesse comportamental de machos suínos por diferentes tipos de enriquecimentos ambientais. **Medicina Veterinária** (UFRPE), Recife, v.12, n.3 (jul-set), p.241-247, 2018

RIOJA-LANG, F. C.; HAYNE, S. M.; GONYOU, H. W. The effect of pen design on free space utilization of sows group housed in gestation pens equipped with free access stalls. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 148, p. 93-98, 2013.

RODRIGUES, N. E. B.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 110. v. 7, n.2, p. 1197-1211, 2010.

SANTANA, A. P.; MURATA, L. S.; McMANUS, C. P.; BERNAL, F. E. M. Dosagem de cortisol sanguíneo em suínos submetidos ao manejo pré-abate e insensibilização elétrica. **Archives of Zootechnia**, v. 58, n. 221, p. 149-152, 2009.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archives of Zootechny**, v. 59, p.113-131, 2010.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L. A.; CROWE, T. G. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 92, p. 227-243, 2012.

SMITH, R. P. Review of pig health and welfare surveillance data sources in England and Wales. **Veterinary Record**, v.186, p. 1-12, 2019.

SORENSEN, J. T. Animal welfare in organic pig production. Improving Pig Welfare - What are the ways forward? In: **International Conference on Pig Welfare**. Copenhagen; 2015.

SPINKA, M. **Advances in Pig Welfare**. Elsevier. 1. ed., Woodhead Publishing. 2017. 506 p.

STAAVEREN, N. V. The effect of mixing entire male pigs prior to transport to slaughter on behaviour, Welfare and Carcass Lesions. **PLoS ONE**, v. 10, n. 4, p. 1-15, 2015.

THORSLUND, C. A. H.; AASLYNG, M. D.; LASSEN, J. Perceived importance and responsibility for market-driven pig welfare: Literature review. **Meat Science**, v. 125, p. 37-45, 2017.

THRALL, M. A.; WWISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 2. ed., São Paulo: Roca; 2015. 688p.

TOLON, Y. B.; BARACHO, M. S.; NÄÄS, I. A.; ROJAS, M.; MOURA, D. J. Ambiência térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 1-13, 2010.

TURNER, S. P.; kato, k.; suzuk, k. Genetic validation of postmixing skin injuries in pigs as an indicator of aggressiveness and the relationship with injuries under more stable social conditions. **Journal of Animal Science**, v. 87, N.10, p. 3076–3082, 2009.

VELARDE, A.; DALMAU, A. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. **Meat Science**, v. 92, p. 244-251, 2012.

VERBEKE, W. Stakeholder, citizen and consumer interests in farm animal welfare. **Animal Welfare**, v. 18, p. 325–333, 2009.

VERMEULEN, L.; PERRE, V. V.; PERMENTIER, L.; DE BIE, S.; GEERS, R. Sound levels above 85 dB pre-slaughter influence pork quality. **Meat Science**, v. 100, p. 269-274, 2015.

VERMEULEN, L.; PERRE, V. V.; PERMENTIER, L.; DE BIE, S.; GEERS, R. Pre-slaughter sound levels and pre-slaughter handling from loading at the farm till slaughter influence pork quality. **Meat Science**, v. 116, p. 86-90, 2016.

VON-BORELL, E.; BOCKISCH, F. J.; BUESCHER, W.; HOY, S. Critical control points for on-farm assessment of pig housing. **Livestock Production Science**, v. 72, n. 1, p. 177-184, 2001.



---

## A IMPORTÂNCIA DAS TÉCNICAS DE MANEJO *CAT FRIENDLY* E COMO PRATICÁ-LAS

### **Mariana Lima Duarte**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1018-8495>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7400262130017852>

### **Beatriz Dantas da Silva**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9517-5900>

### **Karine Azevedo Fernandes**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4615-2996>

### **Ana Claudia do Nascimento Oliveira**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9352-3641>

### **Victória Araújo Brito**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1643-7800>

### **Maria Luiza Dantas Silva**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0877-8987>

### **Clarice Carvalho Maia de Queiroz**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9014-9703>

### **Maria Julia Araujo de Medeiros**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6378-6141>

### **Rebeca de Sousa Meneses**

Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO), Juazeiro do Norte - CE

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7448-1332>

### **Sabrina Lorena Virginio Araújo**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9229-5210>

### **Ályd Paloma Mendes Barros**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8606-5144>

---

Informações sobre o  
artigo:

Recebido em:  
30/09/2021

Aceito em:  
11/10/2021

Data de publicação:  
16/11/2021

Palavras-chave:  
Bem-estar  
Estresse  
Cat friendly  
Felinos

## RESUMO

Em alguns países, o número de gatos domesticados já ultrapassa o de cães, gerando aumento no atendimento veterinário dos felinos, e isso requer o conhecimento teórico e prático do comportamento felino para se utilizar de maneiras que possam diminuir o estresse gerado desde a saída de casa até a clínica veterinária e melhorar o bem-estar do animal. Os níveis de estresse no sistema urinário os tornam bastante sensíveis e suscetíveis a inflamações vesicais, como em casos de cistite idiopática felina que sua sintomatologia se exacerba como resposta a episódios estressantes. A prática de manejo amigável deve começar em casa e com as orientações do médico veterinário. Assim, o profissional habilitado precisa repassar ao tutor a importância de habituar o felino ao manuseio desde filhote, preparando-o para experiências positivas, e o emprego de enriquecimento ambiental na residência é de extrema importância para evitar problemas comportamentais e para o tratamento da maioria deles. A hospitalização dos felinos deve ser evitada sempre que possível, já que esses podem apresentar ansiedade e estresse ao ficar longe de casa e tal fato pode afetar negativamente na sua recuperação e no seu bem-estar. Dessa maneira, nota-se que os felinos apresentam particularidades comportamentais as quais exigem um manejo diferenciado. Cada processo que contribui para a redução do medo e ansiedade dessa espécie discutido no presente texto é essencial para um atendimento de qualidade, o que acarretará em diagnósticos mais precisos. Portanto, objetivou-se através de uma revisão bibliográfica abordar a importância das práticas *Cat friendly*, nas clínicas veterinárias, e como colocá-las em execução, visando o manejo adequado nesse ambiente para diminuição do estresse felino.

## THE IMPORTANCE OF CAT FRIENDLY HANDLING TECHNIQUES AND HOW TO PRACTICE THEM

### ABSTRACT

In some countries, the number of domesticated cats already exceeds that of dogs, generating an increase in veterinary care for felines, and that requires theoretical and practical knowledge of feline behavior to be used in ways that can reduce the stress generated since leaving home to the veterinary clinic and improve the animal's well-being. Stress levels in the urinary system can make them very sensitive and susceptible to bladder inflammation, as in cases of feline idiopathic cystitis, whose symptoms are exacerbated in response to stressful episodes. The practice of friendly management should start at home and under the guidance of the veterinarian. Thus, the qualified professional needs to convey to the tutor the importance of getting the feline used to handling it as a puppy, preparing it for positive experiences, and using environment enrichment in their home is extremely important to

**Keywords:**

Welfare

Stress

Cat Friendly

Feline

avoid behavioral problems and to treat most of them. The hospitalization of cats should be avoided whenever possible, as they can present anxiety and stress when away from home and this fact can negatively affect their recovery and well-being. Thus, it is noted that felines have behavioral peculiarities which require a different management. Each process that contributes to the reduction of fear and anxiety of this species discussed in this work is essential for quality care, which will lead to accurate diagnoses. Therefore, the objective, through a literature review, was to approach the importance of *Cat friendly* practices, in veterinary clinics, and how to put them into practice, aiming at the proper management in this environment to reduce feline stress.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Durante as consultas médicas, os felinos domésticos podem passar por experiências traumáticas, o que conseqüentemente causa ao seu tutor a sensação que levar seu animal para atendimentos com o médico veterinário pode ser mais prejudicial à saúde do felino do que não ter uma rotina de cuidados veterinários. Com isso, nota-se que os proprietários levam seus felinos a consultórios veterinários menos do que o esperado, considerando que há maior número de felinos domésticos comparados a cães em diversos países (STRACK, 2021).

Em 2012, a International Society of Feline Medicine (ISFM) e a American Association of Feline Practitioners (AAFP) começaram a disseminar práticas conhecidas como *Cat Friendly*, que foram criadas principalmente com o intuito de melhorar a saúde e o bem estar animal durante as práticas médicas (SPARKES; MANLEY, 2012).

O estresse nos felinos pode agravar doenças como a cistite intersticial felina, entre outras comorbidades (STELLA; CRONEY; BUFFINGTON, 2013). Ademais, resulta em mudanças comportamentais, como agressividade e o medo, além de, no ambiente hospitalar, provocar alterações nos parâmetros fisiológicos, como pressão arterial, frequência respiratória e frequência cardíaca (QUIMBY; SMITH; LUNN, 2011; STELLA; CRONEY, 2016).

O manejo *Cat Friendly* advém da compreensão do comportamento felino, o modo de se expressar e como são afetados pelas ações ao seu redor. À medida que esses conhecimentos são adquiridos, as práticas adequadas garantem o bem estar animal, como também maior segurança para os gatos, os tutores e a equipe veterinária (RODAN, 2010).

Portanto, objetivou-se através de uma revisão bibliográfica abordar a importância das práticas *cat friendly*, tanto em clínicas veterinárias como nas residências dos tutores, e como colocá-las em execução, visando o manejo adequado nesses ambientes para diminuição do estresse felino.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A partir de um levantamento bibliográfico, o estudo se estruturou nos seguintes tópicos e subtópicos: comportamento felino; estresse como fator de risco para o desenvolvimento de doenças; manejo *cat friendly*; preparação do felino na residência e transporte; o ambiente veterinário e abordagem correta do felino; procedimentos na rotina clínica; hospitalização; e enriquecimento ambiental na residência. Os materiais foram pesquisados através de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e livros dos últimos 16 anos, obtidos pelas plataformas Google Acadêmico, Scielo e Pubvet.

### 2.1 Comportamento Felino

O comportamento apresentado por um gato é resultado da sua predisposição genética e das experiências com o meio em que vive (LITTLE, 2018). A definição dos felinos como animais solitários é simplista, pois os gatos possuem um sistema social flexível, podendo viver em grandes grupos e solitários. Estima-se que as comunidades felinas vivem dependentes de fontes alimentares, ou seja, são capazes de tolerar outras espécies desde que não falte comida (SILVA, 2017).

Devido à característica territorialista, os gatos apresentam dificuldade em modificações ambientais e por esse motivo são necessárias adaptações de forma gradual (VIEIRA, 2018). Quando esses animais não se sentem seguros, exprimem alterações comportamentais oriundas do estresse, tais como o medo e a agressão (STRACK, 2021).

Quanto aos sentidos, os gatos delimitam distâncias com precisão e possuem uma boa visão noturna, sua audição é quatro vezes mais potente comparada aos homens e possuem de 5 a 10 vezes mais epitélio respiratório, sendo o olfato utilizado para localizar a presa e avaliar os sinais de comunicação deixados por outros gatos (LITTLE, 2018; VIEIRA, 2018).

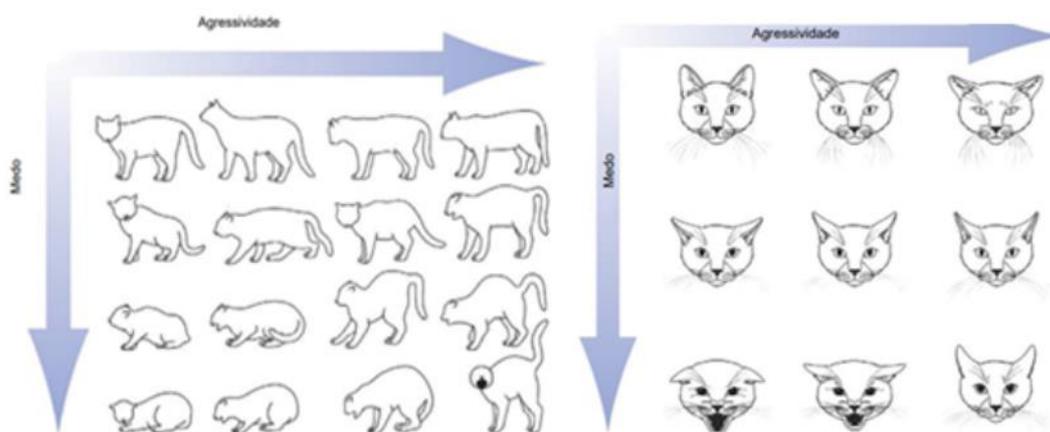
A comunicação entre os indivíduos dessa espécie é direcionada com o principal objetivo da autoproteção, evitando modificações de ambiente e brigas. Os gatos sempre vão

optar por ambientes nos quais já estão familiarizados e seguros, criando uma sensação de controle (ELLIS *et al.*, 2013).

Na medicina felina, um dos principais desafios são as respostas que esses animais têm ao medo: ficam congelados durante o atendimento, brigam, preparam-se para atacar e fogem do recinto (VIEIRA, 2018). É importante que os médicos veterinários e tutores saibam reconhecer os sinais apresentados pelos felinos, pois desse modo é possível antecipar respostas negativas e prevenir o estresse (STRACK, 2021).

O comportamento normal dos felinos compreende-se em: escalar, pular, arranhar e vocalizar. Quando esses animais passam por quadros de estresse podem-se notar alterações na sua linguagem corporal: mudanças no diâmetro da pupila, posição da cauda e do dorso, olhos arregalados e visibilidade dos dentes definem um gato preparado para o ataque (STRACK, 2021). Quando um gato fica com as costas arqueadas ele está pronto para lutar e quanto mais próximo ele estiver do chão mais amedrontado está (LITTLE, 2018). Segundo Rodan (2012), reações posturais e faciais são um direcionamento para a identificação das reações dos felinos dentro ou fora do consultório, na figura 1 observa-se a evolução das reações desses animais de acordo com quadros de estresse.

**Figura 1** - Posturas corporais e expressões faciais indicativas de medo e possível agressão



**Fonte:** Modificado de Little (2018, pág. 5).

## 2.2 Estresse como fator de Risco para o Desenvolvimento de Doenças

O estresse é considerado um agrupamento das reações emocionais, cognitivas e somáticas a inúmeros estímulos agradáveis ou não. Fisiologicamente, exerce função de conservar a estabilidade psicológica e física do animal, manifestando-se em eventos adversos e em situações de desequilíbrio da homeostase (LEVINE, 2008).

Na medicina felina o estresse é conceituado como aspecto determinante na saúde e qualidade de vida dos gatos (MILLS; KARAGIANNIS; ZULCH, 2014). O desafio de estimar os níveis de estresse nesses animais, tal qual sua resposta, não se estabelece apenas pela natureza do agente estressante. Igualmente, é preciso considerar a sua percepção individual, pois diversos fatores de origem em estímulos auditivos; visuais; olfativos; e táteis (de ocorrência típica no âmbito hospitalar) influenciam diretamente os felinos e possuem o potencial de acometer diferentes sistemas do organismo (LITTLE, 2018; RODAN; HEATH, 2016).

Conforme Rodan e Heath (2016), o nível de estresse no sistema urinário o torna bastante sensível e suscetível a inflamações vesicais. Em casos de cistite idiopática felina, sua sintomatologia se exacerba como resposta a episódios estressantes. Dessa forma, durante esse feedback, ocorre associação da sua fisiopatologia com a elevação da permeabilidade do urotélio da bexiga, e nos quadros mais graves frequentemente há aumento dos níveis sanguíneos de catecolaminas.

No trato gastrointestinal dos felinos, o estresse se correlaciona a quadros de diarreia intermitente, vômitos ou diminuição do apetite, principalmente quando o agente estressante está ligado ao confinamento e isolamento do animal. Estas mudanças inesperadas no manejo levam os gatos a diminuírem o consumo de água e apetite. Como consequência, há uma potencialização do risco de constipação, uma vez que estes evitam eliminar seus excrementos por 24 horas (MILLS; KARAGIANNIS; ZULCH, 2014).

Os episódios crônicos de estresse no sistema imunológico conseguem ocasionar diminuição na resposta imunológica, tornando-o sensível a patógenos invasores. Níveis elevados desse mal também podem desenvolver quadros de infecção no trato respiratório superior dos animais e, além disso, a disponibilidade de glicocorticóides pelo mesmo origina depressão nesse sistema, viabilizando as infecções virais como a peritonite infecciosa felina (MILLS; KARAGIANNIS; ZULCH, 2014; RODAN; HEATH, 2016).

Segundo Rodan e Heath (2016), as relações do estresse com o sistema reprodutivo nos felinos são pouco observadas. Entretanto, existem relatos de depressão das funções

hipofisárias; ovarianas; e interrupção do ciclo estral nas fêmeas, provocadas por esse mal. Já os autores Mills, Karagiannis e Zulch (2014) afirmam que casos de estresse durante a gravidez conseguem reduzir a imunocompetência na prole, ocasionando, por exemplo, um atraso ou baixo ganho de peso nos filhotes.

Além dessas alterações explanadas acima, também existe a viabilidade dos agentes estressantes acometerem a saúde mental e social dos gatos. Seja através de hábitos repetitivos (excesso de lambedura), ou provocando enfermidades psicológicas como fobias, ansiedade, compulsão e dominação (RODAN; HEATH, 2016). Na clínica de felinos, esse fator consegue interferir tanto nos resultados de exames físicos complementares, quanto na coleta de amostras laboratoriais. Ademais, resulta nas seguintes anormalidades: aumento da frequência respiratória, taquicardia, bradicardia, dilatação de pupilas e hipertermia (LITTLE, 2018).

### 2.3 Manejo Cat Friendly

A partir dos conhecimentos a respeito do comportamento natural dos gatos a equipe veterinária deve primeiramente estabelecer uma relação de confiança com o tutor do animal e, logo em seguida, promover condutas visando o bem-estar dos felinos na clínica veterinária e durante os procedimentos necessários (SILVA, 2017).

Os principais objetivos do manejo *cat friendly* são a constatação prévia de alterações clínicas, diminuição do risco de lesões às pessoas que manipulam o felino e a redução do medo e da dor, sendo essas metas imprescindíveis para a aprovação e confiança do responsável legal do animal e do sucesso da equipe. Para que esse sucesso seja alcançado faz-se necessário não só planejamento estrutural, mas também um treinamento especializado para todos os funcionários (recepcionistas, serviço de limpeza, estagiários e veterinários) do ambiente (SILVA, 2017).

O manejo amigável dos gatos (*cat friendly*) é um programa criado pela Associação Americana de Medicina Felina (*American Association of Feline Practitioners - AAFP*), com propósito de aperfeiçoar o atendimento a partir da compreensão do comportamento natural dos felinos, obtendo sucesso nos procedimentos, hospitalização e tratamento e fornecendo bem-estar e segurança (NUNES, 2021).

Com o objetivo de disseminar essas práticas, a AAFP e a Sociedade Internacional de Medicina Felina (*International Society of Feline Medicine - ISFM*) publicam conteúdos

destinados ao ambiente veterinário e aos tutores. De modo geral, esses manuais indicam as melhores maneiras de lidar com o gato durante situações do cotidiano e hospitalar (SILVA, 2017). Ademais, nos esquemas disponibilizados também são encontrados diversos pré-requisitos para o atendimento amigável dos felinos. Desse modo, com os equipamentos, instalações próprias para o atendimento e um profissional membro da AAFP (com cadastro atualizado) a clínica veterinária é considerada um ambiente *cat friendly*. Locais classificados como adequados para o manejo amigável poderão usar selos da AAFP e ISFM e serão listados em sites da internet, garantindo assim atendimento especializado para felinos (SILVA, 2017).

### 2.3.1 Preparação do felino na residência e transporte

A prática de manejo amigável deve começar em casa e com as orientações do médico veterinário. Assim, o profissional habilitado precisa repassar ao tutor a importância de habituar o felino ao manuseio desde filhote, preparando-o para experiências positivas, e o responsável pelo animal deve associar práticas como a palpação do corpo a reforços positivos, como brincadeiras e petiscos (CARNEY *et al.*, 2012; RODAN *et al.*, 2011; RODAN, 2016).

Além disso, é importante que o tutor habitue o felino à caixa de transporte, agregando técnicas de reforço positivo para incentivo com objetos do ambiente doméstico, como cobertores e brinquedos (CARNEY *et al.*, 2012; RODAN *et al.*, 2011). A transportadora necessita ser estável e com design que favorece a remoção do animal com medo ou debilitado (RODAN *et al.*, 2011; RODAN, 2016).

Com o objetivo de deixar o ambiente tranquilo, pode-se colocar uma toalha ou cobertor com o odor do gato ao redor da caixa, impedindo assim a perturbação visual, e durante o transporte a caixa tem que ser mantida segura no solo do carro ou presa pelo cinto de segurança (CARNEY *et al.*, 2012; RODAN *et al.*, 2011; RODAN, 2016).

### 2.3.2 O ambiente veterinário e abordagem correta do felino

O ambiente *cat friendly* busca alcançar o bem-estar respeitando o comportamento natural dos felinos. Dessa forma, práticas são adotadas com o objetivo de reduzir o medo e a dor dos pacientes durante as consultas, evitar lesões aos profissionais envolvidos, além de

alterações nos exames pelo desencadeamento de estresse, ansiedade e agressividade que o animal possa apresentar (RODAN; HEATH, 2016).

O primeiro passo seria focar no ambiente fora do consultório. Desenvolver uma sala de espera com zonas separadas para cães e gatos, cortando o máximo de contato entre esses animais, reduz o medo e a excitação. Ademais, consultas com hora marcada, minimizando o tempo do animal na sala de espera, como também evitar o uso de borrifadores de ar e outros odores fortes no ambiente colaboram para diminuir o estresse dos felinos. Por fim, dispor de zonas de descanso elevadas para as caixas de transporte fornece uma maior segurança para os gatos (RODAN; HEATH, 2016).

Antes de cada consulta é importante higienizar o consultório com desinfetantes sem cheiro, a fim de neutralizar qualquer odor que desperte os feromônios de alerta. Além disso, a higiene do veterinário e da mesa de atendimento também deve ser realizada. Após a limpeza, pode ser utilizado o feromônio facial felino como tática para redução da ansiedade e agressividade, além de incentivar o *grooming* (auto-limpeza) e o apetite (RODAN *et al.*, 2011).

Um ambiente climatizado, livre de ruídos e com baixa iluminação corrobora para uma menor chance de excitação, susto e ansiedade. Por fim, preencher a sala com brinquedos demonstra que aquele é um ambiente divertido e seguro (RODAN *et al.*, 2011).

Durante o atendimento, é importante que o gato tenha um controle sobre si mesmo. Antes da anamnese, o veterinário deve abrir a caixa de transporte e deixar o animal livre para sair por conta própria e, enquanto obtém o histórico, avaliar sempre à distância o paciente, evitando o contato visual direto. Entretanto, para aqueles felinos que optaram por não sair da caixa, pode-se retirar o teto e examiná-los na parte inferior sem precisar removê-los do lugar. Em casos de animais muito assustados, é indicado o uso da toalha enrolando ao redor do abdômen e dos membros pélvicos como forma de imobilização amigável (LITTLE, 2018).

É importante que o profissional e sua equipe auxiliar trabalhem de forma lenta e mais tranquila possível para não assustar o animal. Devem-se evitar ao máximo as contenções, usando o artifício da massagem na cabeça, no pescoço e atrás das orelhas para distrair os animais. Desse modo, o médico constrói relações de confiança com o animal e com o tutor (LITTLE, 2018).

Contudo, em casos de pacientes com certo grau de agressividade, a equipe precisa trabalhar com paciência, de forma lenta respeitando o tempo do felino e deter o máximo à força excessiva. Isto posto, tentativas como examinar o paciente na presença ou não do tutor,

avaliando qual das situações deixar o animal calmo ou ansioso, utilizar o brinquedo favorito, recompensá-lo com petiscos e cobrir os olhos, restringindo os estímulos, podem ser aplicadas para diminuir o medo e proporcionar maior segurança e confiança para o felino. Todavia, caso não obtenha sucesso, faz-se uso da contenção química, a qual deve ser discutida previamente com o tutor (MOFFAT, 2008).

A contenção química é uma medida que traz segurança tanto para o paciente como para a equipe veterinária. Sendo assim, deve ser aplicada antes do animal apresentar picos de agressividade, visto que a agitação pode alterar na ação dos sedativos. Portanto, para a realização, predispõe a escolha por agentes reversíveis, sendo a combinação da cetamina com a detomidina por via oral, o procedimento de escolha (STRACK, 2021).

### 2.3.3 Procedimentos na rotina clínica

A fim de reduzir o estresse na sala de exames, algumas orientações podem ser seguidas, como verificar se todos os equipamentos necessários estão na sala de exames, impedindo o fluxo desnecessário no ambiente; garantir que o profissional esteja preparado e confiante, para que a interação com o paciente seja tranquila; e realizar uma abordagem calma e lenta, evitando que o felino fique ansioso ou com medo (RODAN *et al.*, 2011).

Ainda visando a realização de um exame físico agradável, é interessante manter o contato com o felino uma vez que os procedimentos já tenham começado, visto que o primeiro toque é considerado mais intimidante para o paciente. Entretanto, é válido ressaltar que esse contato seja feito apenas através do toque no animal, pois o contato visual deve ser evitado sempre que possível (RODAN, 2016). Além disso, faz-se pertinente, que o veterinário inicie pelos procedimentos que forem considerados menos invasivos, como a mensuração da pressão arterial, que precisa ser o primeiro exame a ser realizado pelo médico veterinário, pois o gato estará mais calmo e relaxado, não apresentando um grau de estresse que poderia provocar uma alteração na sua pressão (LITTLE, 2018). Ademais, é importante que o ambiente para a aferição seja calmo e silencioso, se possível, afastado de outros animais e com a presença do tutor (BROWN *et al.*, 2007 *apud* LITTLE, 2018).

Geralmente, o gato precisa de 5 a 10 minutos antes de se realizar a medição da pressão para poder se acostumar com um novo ambiente, sendo um tempo suficiente para que o veterinário possa obter o histórico clínico e realizar a anamnese do paciente, diminuindo as chances da “síndrome do jaleco-branco” (BROWN *et al.*, 2007; LOVE; HARVEY, 2006 *apud* LITTLE, 2018). Essa síndrome ocorre em situações de estresse ou

excitação, estimulando o sistema nervoso simpático e causando um aumento transitório da pressão arterial nos felinos (FEIJÓ *et al.*, 2016).

A mensuração da pressão no gato pode ser feita por meio do antebraço, perna ou cauda. O momento para realização da aferição deve ser quando o animal estiver se sentindo confortável, seja no colo do tutor ou do profissional presente, na caixa de transporte ou em algum lugar de sua preferência. O veterinário deve usar fones de ouvido e um gel aquecido, para diminuir as chances de o animal apresentar algum grau de estresse (LITTLE, 2018).

Já a coleta de sangue pode ser realizada em mais de um local, dependendo do animal e da veia, muitos animais passam pelo procedimento sendo contidos apenas por uma pessoa. A coleta pela veia jugular é bem aceita pela maioria dos gatos, sendo escolhida por possibilitar a coleta de uma amostra mais volumosa em um período mais curto. Nesse procedimento também pode ser usada a veia safena medial ou a veia cefálica, que são escolhidas quando o animal se sente mais à vontade visualizando o procedimento (LITTLE, 2018).

A aplicação do creme anestésico com lidocaína/prilocaína é utilizada quando o animal apresenta uma alta sensibilidade à picada de agulha, dessa forma, esse creme é aplicado pelo menos 30 minutos antes da coleta e logo depois o local deve ser coberto para que o gato não possa lamber o creme (LITTLE, 2018). Os resultados desses exames podem apresentar alterações devido ao comportamento do felino, sendo o estresse um dos fatores responsáveis por comprometer a amostra (PARREIRA; BUZIN, 2012).

Em relação à coleta de urina, a cistocentese diagnóstica configura-se como um dos principais meios usados quando deseja-se uma amostra não contaminada desse líquido. Entretanto, é importante que a bexiga seja manuseada de forma delicada principalmente quando há suspeita de obstrução uretral, pois assim como em outros procedimentos, a falta de cautela pode acarretar traumas ao paciente, além de dor, fraqueza extrema, vômitos e até a ruptura da bexiga. A contenção apropriada é feita de forma a posicionar o gato em decúbito dorsal direito, com a cabeça virada de lado e com os membros pélvicos distendidos. Com ajuda de um auxiliar, utilizar o antebraço para apoiar e manter a coluna vertebral do gato em alinhamento reto. Para uma apalpação adequada, deve-se fazer uma forma de C com uma das mãos, posicioná-la próxima a cavidade pélvica e movê-la até a coluna vertebral. A bexiga será sentida ao encontrar uma leve resistência, semelhante a um balão cheio de água. Após a bexiga ser devidamente isolada, pode-se iniciar o procedimento normal de cistocentese (LOVELACE, 2012).

### 2.3.4 Hospitalização

Segundo Patronek e Sperry (2001 *apud* LITTLE, 2018), a hospitalização dos felinos deve ser evitada sempre que possível, já que esses podem apresentar ansiedade e estresse ao ficar longe de casa, pelo fato de haver uma quebra no seu ciclo social. Tal fato pode afetar negativamente na sua recuperação e no seu bem-estar (RODAN; HEATH, 2016). Ao serem submetidos aos ambientes hospitalares, os gatos possuem uma facilidade em se retrair e ficarem inativos, ou seja, o estresse provocado pelo hospital resulta em uma inibição dos atos normais do animal, por exemplo, alimentação e sono, permitindo que haja um entendimento de que o animal não está estressado, quando na realidade ele está (GRIFFIN; HUME, 2006 *apud* LITTLE, 2018).

Apesar do mencionado, há alguns casos em que é necessário internar o animal, como em situações essenciais de anestesia, de terapia para choque e de analisar os sinais vitais (RODAN; HEATH, 2016). Assim, caso a hospitalização seja indispensável, os gatos devem ser mantidos distante de outros animais, em um lugar mais tranquilo, a fim de evitar o estresse (LITTLE, 2018). Já que durante o período de hospitalização, o felino encontra-se em uma nova rotina, com novos cheiros, imagens e animais desconhecidos o rodeando, o que pode causar medo pela mudança do seu manuseio e dos seus novos horários e resultar em uma demora na adaptação desse animal. Então, antes de internar o animal, o veterinário deve avaliar os riscos e os benefícios para o gato, e se o tratamento pode ser realizado em casa pelo tutor do animal. Dessa forma, caso a hospitalização seja necessária deve-se haver alguns questionamentos, como de que forma pode-se evitar o estresse e o medo dos felinos, como garantir a segurança do pessoal e como solucionar as preocupações do dono do animal (RODAN; HEATH, 2016).

### 2.3.5 Enriquecimento Ambiental na residência

O enriquecimento ambiental é definido como uma agregação de fatores e modificações no ambiente com o objetivo de proporcionar e melhorar a qualidade de vida dos animais que estão inseridos nele (ROCHLITZ, 2005). Este método é empregado, principalmente, em ambientes habitados por gatos domésticos mantidos em espaços fechados (HERRON; BUFFINGTON, 2010).

Os gatos apresentam mecanismos únicos para lidar com situações difíceis. Entretanto, quando esses animais são inseridos em ambiente antrópico, ocorrem

modificações comportamentais que, por sua vez, interferem na expressão desses mecanismos. Portanto, verifica-se a necessidade de introduzir técnicas de enriquecimento ambiental para alterar esta realidade (MOREIRA, 2011; ROCHLITZ, 2005).

Os métodos utilizados para o enriquecimento ambiental na residência devem estar vinculados a uma melhoria no bem-estar do animal. Assim, sugere-se abordagens físicas, sociais, sensoriais, ocupacionais e nutricionais para enriquecer o ambiente em que o gato vive. Nesse sentido, é fundamental que o tutor ofereça áreas de descanso abertas, bem como locais onde os gatos possam ficar escondidos. Além disso, o ambiente deve contar com barreiras visuais, como painéis verticais, cortinas e outras divisões (ROCHLITZ, 2005). O enriquecimento olfativo, arranhadores e prateleiras que possibilitem a escalada também são essenciais para os felinos expressarem comportamentos naturais da espécie (LITTLE, 2018).

Dessa forma, nota-se que a prática de enriquecimento ambiental é extremamente importante para evitar problemas comportamentais e para o tratamento da maioria deles (LITTLE, 2018).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os felinos apresentam particularidades comportamentais que exigem um manejo diferenciado nas clínicas veterinárias. A técnica *cat friendly* deve ser considerada quando há interesse em melhorar o bem-estar animal durante as consultas, otimizando o tempo do profissional e promovendo um exame mais aperfeiçoado (inclusive os mais invasivos), o que conseqüentemente gera uma maior satisfação do tutor. Cada processo que contribui para a redução do medo e estresse dessa espécie discutido no presente trabalho é essencial para um atendimento de qualidade.

É imprescindível que o médico veterinário compreenda o comportamento felino e as práticas de manejo amigável no ambiente hospitalar, a fim de diminuir a tensão não somente do paciente mas também do tutor e do próprio profissional. Com isso, as chances de sucesso profissional no manuseio da espécie felina durante o procedimento serão consideravelmente maiores.

## REFERÊNCIAS

CARNEY, H. C. et al. AAFP and ISFM feline-friendly nursing care guidelines. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 14, n. 5, p. 337-349, Apr. 2012.

ELLIS, S. L. H. et al. AAFP AND ISFM Feline Environmental Needs Guidelines. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 15, p. 219-230, 2013.

FEIJÓ, D. V. S. et al. Fisiopatologia da hipertensão arterial sistêmica em pequenos animais. **Investigação**, Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 16 - 25, mar. 2016.

HERRON, M. E.; BUFFINGTON, C. A. T. Environmental Enrichment for Indoor Cats. **Compend Contin Educ Vet**, v. 32, n. 12, p. 1-7, 2010.

LEVINE, E. D. Feline Fear and Anxiety. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v. 38, n. 5, p. 1065-1079, 2008.

LITTLE, S. E. **O gato: medicina interna**. Rio de Janeiro: Roca, 2018.

LOVELACE, K. M. Venipuncture and Cystocentesis. *In*: SCHMELTZER, L. E.; NORSWORTHY, G. D. (eds.) **Nursing the Feline Patient**. Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2012. cap. 8, p. 66–69.

MILLS, D.; KARAGIANNIS, C.; ZULCH, H. Stress – Its Effects on Health and Behavior: A Guide for Practitioners. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v. 44, n. 3, p. 525-541, 2014.

MOFFAT, K. Addressing Canine and Feline Aggression in the Veterinary Clinic. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 38, n. 5, p. 983-1003, 2008.

MOREIRA, H. I. C. D. **Problemas comportamentais nos animais de companhia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

NUNES, Y. F. et al. **A importância do manejo cat friendly no atendimento clínico de felinos domésticos**. *In*: Anais do Simpósio em Bem-estar Animal. Bom Jesus (PI) Cangaceiro Vet, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/simbea21/375365-A-IMPORTANCIA-DO-MANEJO-CATFRIENDY-NO-ATENDIMENTO-CLINICO-DE-FELINOS-DOMESTICOS>>. Acesso em: 28/09/2021 às 17:00.

PARREIRA, I. M.; BUZIN, E. J. W. K. Realização de Colheita de Sangue em Felinos Domésticos: Dificuldades e Soluções. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 8, n. 14, p. 2168 - 2173, jun. 2012.

QUIMBY, J. M.; SMITH, M. L.; LUNN, K. F. Evaluation of the effects of hospital visit stress on physiologic parameters in the cat. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 13, n. 10, p. 733-737, out. 2011.

ROCHLITZ, I. A review of the housing requirements of domestic cats (*Felis silvestris catus*) kept in the home. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 93, p. 97-109, fev. 2005.

RODAN, I. Understanding Feline Behavior and Application for Appropriate Handling and Management. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 25, n. 4, p.178-188, nov. 2010.

RODAN, I. **Understanding the cat and feline-friendly handling**. Missouri: Elsevier, 2012.

RODAN, I. et al. AAFP and ISFM feline-friendly handling guidelines. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 13, n. 5, p. 364-375, may. 2011.

RODAN, I.; HEATH, S. **Feline Behavioral Health and Welfare**. Missouri: Elsevier, 2016.

SILVA, D. S. **Novas Diretrizes Para o Manejo Clínico do Paciente Felino**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SPARKES, A.; MANLEY, D. S. From small acorns... the new Cat Friendly Clinic/Cat Friendly Practice Programmes. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 14, n. 3, p. 180-181, fev. 2012.

STELLA, J.; CRONEY, C.; BUFFINGTON, T. Effects of stressors on the behavior and physiology of domestic cats. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 143, p. 157-163, Jan. 2013.

STELLA, J. L.; CRONEY, C. C. Environmental Aspects of Domestic Cat care and Management: Implications for Cat Welfare. **The Scientific World Journal**. Hindawi Publishing Corporation, v. 2016, p. 1-7, Sept. 2016.

STRACK, A. **Manejo amigável de felinos domésticos: revisão de literatura**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina Veterinária) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2021.

VIEIRA, J. F. **Estudo do fluxo de atendimento de felinos do hospital veterinário da FMU: diagnóstico da situação conforme modelo “cat-friendly” e sugestão de ferramentas para treinamento dos envolvidos na gestão do atendimento utilizando parâmetros de bem-estar animal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado no programa de bem-estar e saúde animal) – Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo, 2018.



## LEISHMANIOSE EM RAPOSAS: REVISÃO DE LITERATURA

### Victoria Paola Nogueira Moreira Silva

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8437996011915470>

### Nina Maria Castelo Branco Ramada Campos

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2385242841367993>

### Nicole Souza Willers

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4358778511005891>

### Mariana Farias da Rocha

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6045169040330883>

### Glenda Roberta Freire Lima

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### Thaís Maria Araújo Batista

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

### Victor Hugo Vieira Rodrigues

Centro universitário Estácio do Ceará, Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

#### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

14/10/2021

Aceito em:

20/10/2021

Data de publicação:

16/11/2021

Palavras-chave:

Testes

Canídeos

Hospedeiro

ELISA

IFAT

#### RESUMO

A leishmaniose é uma doença que acomete não só os animais, como também os humanos, sendo por isso considerada uma zoonose. Os animais que abrigam o parasita em seu corpo são comumente os cães domésticos, porém existem outros hospedeiros vertebrados, visto que a doença também foi diagnosticada em animais silvestres, como as raposas, sendo a espécie conhecida popularmente como raposa comedora de caranguejo, o principal reservatório da *Leishmania* de canídeos silvestres no país. Nessa perspectiva, reconhecendo a relevância de se conhecer mais sobre a doença, o objetivo deste trabalho foi agrupar as informações divulgadas em vários trabalhos científicos relacionados ao tema, visando a análise dos aspectos que se apresentaram mais recorrentes e que caracterizam a doença nesses animais silvestres. A metodologia utilizada para a pesquisa foi o levantamento bibliográfico de trabalhos, usando artigos e sites tanto nacionais quanto internacionais, compilando as informações sobre a epidemiologia não só do Brasil, como também de outros países, as espécies de raposas mais acometidas, os sinais clínicos mais observados e os métodos de diagnósticos utilizados. Por fim,

se obteve como resultado que as raposas, por serem reservatório natural da doença, não apresentavam sinais clínicos comumente observados nos cães domésticos. E, com relação aos métodos de diagnósticos utilizados, se observou a coleta de sangue, de medula óssea e de pele, para realizarem reação em cadeia de polimerase (PCR), além de exame parasitológico direto, aspirando algumas regiões, como o linfonodo.

---

## LEISHMANIASIS IN FOXES: LITERATURE REVIEW

### ABSTRACT

Leishmaniasis is a disease that affects not only animals, but also humans, and is therefore considered a zoonosis. The animals that harbor the parasite in their body are commonly domestic dogs, but there are other vertebrate hosts, as the disease has also been diagnosed in wild animals such as foxes, with the species popularly known as the crab-eating fox, the main reservoir of *Leishmania* of wild canids in the country. In this perspective, recognizing the importance of knowing more about the disease, the objective of this work was to group the information disclosed in several scientific works related to the subject, aiming at analyzing the aspects that were most recurrent and that characterize the disease in these wild animals. The methodology used for the research was a bibliographic survey of works, using both national and international articles and websites, compiling information on the epidemiology not only in Brazil, but also in other countries, the most affected species of foxes, the most clinical signs observed and the diagnostic methods used. Finally, it was obtained as a result that foxes, as they are a natural reservoir of the disease, did not present clinical signs commonly observed in domestic dogs. And, with regard to the diagnostic methods used, blood, bone marrow and skin collection were observed to perform polymerase chain reaction (PCR), in addition to direct parasitological examination, aspirating some regions, such as the lymph node.

#### Keywords:

Tests

Canine

Host

ELISA

IFAT

---

## 1 INTRODUÇÃO

A leishmaniose é uma doença causada pelo protozoário do gênero *Leishmania*, havendo cerca de 20 espécies desse gênero que são patogênicas aos humanos (WHO, 20120; LOUZIR *et al.*, 2020), cujas sintomatologias divergem e são agrupadas em três formas principais: leishmaniose visceral, leishmaniose cutânea e leishmaniose mucocutânea (LOUZIR & DELLAGI, 1999; LOUZIR *et al.*, 2020). A transmissão se faz através do

repasto sanguíneo nos hospedeiros vertebrados, por insetos fêmeas do gênero *Lutzomyia*, passando as formas parasitárias através da saliva (ANDERSON et al., 2006; DOSTALOVA, 2012; TELLERIA et al., 2021).

Cães domésticos são considerados os principais hospedeiros vertebrados que medeiam a transmissão para o homem, tendo em vista o fato de, juntamente com marsupiais e roedores (GOMES *et al.*, 2007), serem reservatórios importantes desse patógeno. Contudo, animais silvestres também são foco desta doença, sendo frequentemente destacados canídeos, a exemplo de espécies de raposas, como reservatório e veículo de transmissão para cães e humanos (TENÓRIO *et al.*, 2011).

Destarte, tendo em vista a escassez literária acerca da leishmaniose em raposas e a relevância do tema proposto, objetivou-se a realização de uma revisão bibliográfica, a fim de reunir o máximo de informações já registradas na literatura, de modo a estabelecer os principais aspectos relativos a esta patologia nesses animais e destacar a epidemiologia global e nacional, os principais sinais clínicos e os diagnósticos mais frequentemente utilizados.

## 2 ASPECTOS RELATIVOS À LEISHMANIOSE EM RAPOSAS

### 2.1 Epidemiologia Geral

Cunha & Chagas (1937) acreditam que a *Leishmania* spp., agente etiológico da Leishmaniose, tenha tido origem na América do Sul durante o Paleoceno ou o Eoceno, e posteriormente se espalhado a níveis globais, migrando para Ásia, Europa e demais continentes, nos quais se adaptou a diferentes vetores, como os flebotomíneos *Phlebotomus dubosq* e *Lutzomyia longipalpis*, nativos do velho e do novo mundo, respectivamente. Nesse cenário, justifica-se o fato de a leishmaniose ser considerada uma zoonose de ampla distribuição geográfica, configurando, ainda nos dias atuais, um impasse em pelo menos 98 países, com a estimativa de mais de 1 bilhão de pessoas infectadas (WHO, 2020; TELLERIA, 2021). Desse modo, essa é uma das doenças infecciosas mais importantes para humanos e canídeos, sendo ambos considerados como principais hospedeiros definitivos da *Leishmania* (MOHEBALI et al., 2015).

Os cães domésticos representam os principais reservatórios do agente etiológico dessa patologia (TENÓRIO et al., 2011), entretanto, os canídeos silvestres também foram sinalizados como reservatórios importantes desse protozoário, a exemplo da raposa vermelha (*Vulpes vulpes*), chacal-dourado (*Canis aureus*) e da raposa comedora de caranguejo

(*Cerdocyon thous*), sendo esta considerada reservatório natural de *Leishmania*. Diferentemente do cão doméstico, a *Cerdocyon thous* geralmente não apresenta sintomatologia quando infectada, devido ao sugestivo estágio de coexistência do parasita a este organismo, gerado por milhares de anos de adaptação entre este protozoário e a resposta imune desse hospedeiro vertebrado (CUNHA & CHAGAS, 1937).

Courtenay et al. (2002) em seu estudo relativo à transmissão de *Leishmania spp.* provenientes de raposas comedoras de caranguejo, concluiu que esta espécie de raposa não contribui para a transmissão da doença, uma vez que indivíduos contaminados possuem baixo índice de infecção aos flebotomíneos. Por outro lado, o estudo de Gomes et al. (2006), demonstrou existir um ciclo silvestre de leishmaniose, tendo observado que os flebótomos se alimentam do sangue de raposas comedoras de caranguejo e, além de possuírem, transmitem o parasita da leishmaniose para flebotomíneos da espécie *Lutzomyia longipalpis* através do repasto sanguíneo. Do mesmo modo, Mohebbi et al. (2015), demonstrou que a raposa vermelha (*Vulpes vulpes*), o chacal-dourado (*Canis aureus*) e outros canídeos silvestres possuem potencial no ciclo de transmissão silvestre de leishmaniose visceral em áreas endêmicas.

Desse modo, para que as medidas de controle de reservatórios sejam efetivas, deve-se considerar a existência e influência do ciclo silvestre nessa zoonose (GOMES et al., 2006).

## 2.2 Epidemiologia no Brasil

As raposas são canídeos que, devido ao alto valor de suas pelagens, estão em perigo de extinção em diversos locais do mundo, sendo das 37 espécies já catalogadas, apenas 23 estão presentes no mundo atualmente e somente 3 são encontradas em terras brasileiras, como: a raposa comedora de caranguejo (*Cerdocyon thous*), mais frequentemente encontrado no cerrado (TROVATI, 2007); a raposa do campos (*Lycalopex vetulus*), única espécie de canídeo brasileiro endêmica do Brasil (LEMOS et al., 2013); e o graxaim do campo (*Lycalopex gymnocercus*), presente no Sul do país.

Alguns fatores estão pressionando a vida selvagem a utilizar de forma cada vez mais frequente as paisagens que sofreram alterações antrópicas, como a crescente redução dos seus habitats e o fato de canídeos selvagens comumente explorarem grandes áreas e habitats diferentes. Com isso, os canídeos selvagens podem ter cada vez mais contato com os domésticos, favorecendo relações eco-epidemiológicas, como o transbordamento do parasito. Porém, não se sabe até que ponto essa mudança de ecossistema e esse contato mais

íntimo entre os canídeos pode afetar a transmissão da leishmaniose, tendo em vista que a degradação ambiental também obriga o vetor das áreas silvestres para as urbanas, facilitando a disseminação da doença (JUSI et al., 2011; (BRANDÃO et al., 2020).

Como já citado anteriormente, a espécie *Cerdocyon thous* é considerada um reservatório do protozoário abordado. Dessa forma, quando infectado, o animal geralmente não apresenta sintomatologia. Essa circunstância, provavelmente, é o que acarretou o fato dessa espécie ser considerada com menor potencial de risco para dispersão de Leishmaniose Visceral (TENÓRIO et al., 2011). Ainda assim, vale ressaltar que, nem sempre existe ausência de sinais clínicos, sendo seu envolvimento na epidemiologia da Leishmaniose Visceral discutido em vários estudos realizados no Brasil, principalmente em regiões tropicais (TENÓRIO et al., 2011). Em zoológicos, quando há transferência desses canídeos selvagens assintomáticos, ocorre o favorecimento da disseminação desta doença (JUSI et al., 2011).

No estudo de JUSI et al. (2011), buscou-se a presença de *Leishmania* spp. em 14 animais silvestres em cativeiro de um zoológico na Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, local onde a Leishmaniose Visceral é endêmica, sendo, dentre eles, 3 animais da espécie *C. thous* e uma da *P. vetulus*. Em todas as raposas os exames deram negativo, com exceção de uma Raposa Comedora de Caranguejo, cujos exames foram todos positivos, menos no PCRb (reação em cadeia da polimerase com medula óssea e amostras de sangue). Nesse estudo, foi afirmado que os animais da espécie *C. thous* podem desenvolver sintomas de Leishmaniose Visceral como consequência de alguma redução da resistência imunológica, ou seja, isso pode ocorrer em animais de zoológicos, devido ao estresse causado pelo manejo constante. Desse modo, uma vez que não há programas de controle de doenças para esses animais em cativeiro, surge a necessidade de serem estabelecidas medidas de controle de Leishmaniose Visceral nesses animais.

Em ambientes de cativeiro, também ocorre de outros cães domésticos terem acesso interno e externo ao zoológico, o que pode, eventualmente, disseminar a doença nesses locais. Uma Raposa Comedora de Caranguejo nascida e mantida por 14 anos em um zoológico localizado na Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, denominado Centro de Conservação de Animais Silvestres de Ilha Solteira apresentou diversos sinais clínicos e, com isso, acredita-se que o motivo, além do animal ter vivido em um zoológico, também seria sua idade, e o risco de haver alguma outra doença concomitante. Tal caso demonstrou que a Leishmaniose Visceral é uma grave doença visceral não apenas para canídeos domésticos, mas também para selvagens, além de enfatizar que existe a necessidade de medidas de controle a serem adotadas mais eficientes para os animais mantidos em cativeiros (TENÓRIO et al., 2011).

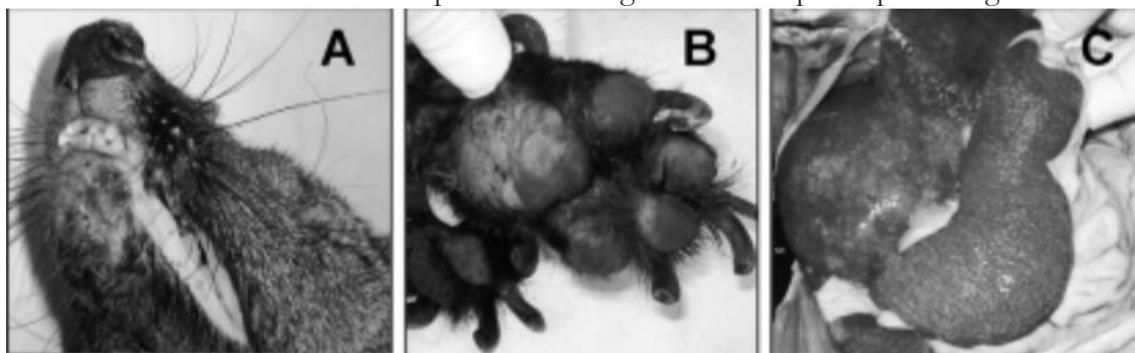
Assim como este zoológico supracitado, toda região em que existe um grande acúmulo de matéria orgânica decomposta favorece o ciclo de vida dos vetores de *Leishmania spp.* Além disso, as condições ambientais e climáticas de altas temperaturas e umidade também favorecem o ciclo epidemiológico da doença, sendo assim, o manejo preventivo e o controle da população de cães domésticos, o contato que eles mantêm com a fauna e o controle dos flebótomos devem se tornar uma realidade estratégica de prevenção dessa doença (TENÓRIO et al., 2011).

### 2.3 Sinais clínicos

Atualmente, ainda há poucos registros de casos de infecção por *Leishmania em Cerdocyon thous* citando sinais clínicos, apesar dessa espécie ser considerada um reservatório da doença no Brasil (COURTENAY et al., 1996; JUSI et al., 2011). Sendo assim, geralmente não é observado sintomatologia nestes animais. Entretanto, em alguns casos de imunossupressão, sinais clínicos podem ocorrer, como em animais idosos, doentes ou constantemente em situações de estresse, como é o caso de animais de cativeiro.

No estudo de Fallah e Khanmohammadi (2011), 52 raposas da espécie *Vulpes vulpes*, ou raposa vermelha, foram submetidas a necropsias e uma única apresentou sinais clínicos de leishmaniose, sendo esses: alopecia, impotência, linfadenopatia local ou geral, ceratite, hepatoesplenomegalia, linfadenopatia, lesões dérmicas, onicogribose e caquexia, sinais semelhantes aos apresentando em cães domésticos (FERREIRA et al., 2014).

**Figura 1** - A - Raposa comedora de caranguejo. A - lesão cutânea em boca e lábios. B - lesões cutâneas em coxim plantar e onicogribose. C - hepatoesplenomegalia.



Fonte: TENÓRIO (2011).

Já no caso da raposa da espécie *C. thous* no zoológico abordado no estudo de Tenório et al. (2011), vários sinais clínicos foram observados em diversos testes diagnósticos (fig. 1), sendo eles: diferentes alterações cutâneas (como alopecia, hiperkeratose e lesões ulcerativas nos membros e outras diversas regiões), onicogribose, progressiva perda de peso, conjuntivite com secreção, opacidade da córnea, linfadenomegalia, hepatoesplenomegalia, desidratação, fraqueza, anemia, diarreia, vômito e insuficiência renal (como consequência de uma lesão secundária causada por imunocomplexos depositados no glomérulo renal causada pela glomerulonefrite), antes do animal chegar a óbito. A raposa também apresentava um nível elevado de anticorpo imunoglobulina G contra *Leishmania*. Ademais, foram detectadas formas amastigotas no espaço intracelular de neutrófilos e macrófagos (não encontradas no cérebro, pulmões ou rins), além de DNA do parasito em tecidos, especialmente a pele, o que comprova que esta espécie (*C. thous*) é um hospedeiro adequado para *L. infantum* e reforça a importância da doença, principalmente em zoológicos de áreas endêmicas.

Nesse estudo (TENÓRIO et al., 2011), o animal também apresentou palidez no fígado, com manchas brancas, o que indicava muitas regiões granulomatosas, e a polpa branca do seu baço estava hipertrofiada e com áreas granulocíticas detectáveis. Além disso, seus linfonodos poplíteos, submandibulares e pré escapulares estavam hipertróficos, seus pulmões estavam hemorrágicos e enfisematosos, e seus rins estavam pálidos, hipertrofiados e congestionados. Além disso, sua língua apresentava lesões ulcerativas e hemorrágicas, com presença de líquido vermelho na cavidade peritoneal, e parede intestinal espessada de forma difusa com hemorragia da mucosa e conteúdo intestinal hemorrágico. Neste caso, a suscetibilidade elevada do parasita foi relacionada com um atraso na maturação dos granulomas hepáticos, com esplenomegalia aumentada e uma diminuição na expressão induzível de óxido nítrico sintase dentro de granulomas.

**Figura 2** - Manifestações clínicas da LVC a) Cão com blefarite; b) Cão com alopecia; c) Cão com hiperqueratose no nariz; d) Onicogribose ; e) Emaciação ; f) Lesão ulcerativa na orelha; g) Alopecia na zona ocular.



Fonte: DUARTE (2009)

O quadro de parasitismo na pele dos canídeos é crítico, visto que é fonte de infecção do flebotomíneo. São diversos os tipos de lesões que podem ser apresentadas na pele em cães domésticos (fig. 2) e muitos podem ocorrer também em canídeos silvestres, sendo alguns: úlceras, alopecia multifocal, lesões crostosas na orelha, focinho e região periorbital, e descamação furfurácea (FERREIRA et al., 2014). A presença de diversas lesões cutâneas e de formas amastigotas do protozoário em todas as lesões examinadas foram associadas a processos inflamatórios. Em suma, as alterações clínicas e patológicas que foram observadas neste animal foram semelhantes às normalmente encontradas em cães domésticos.

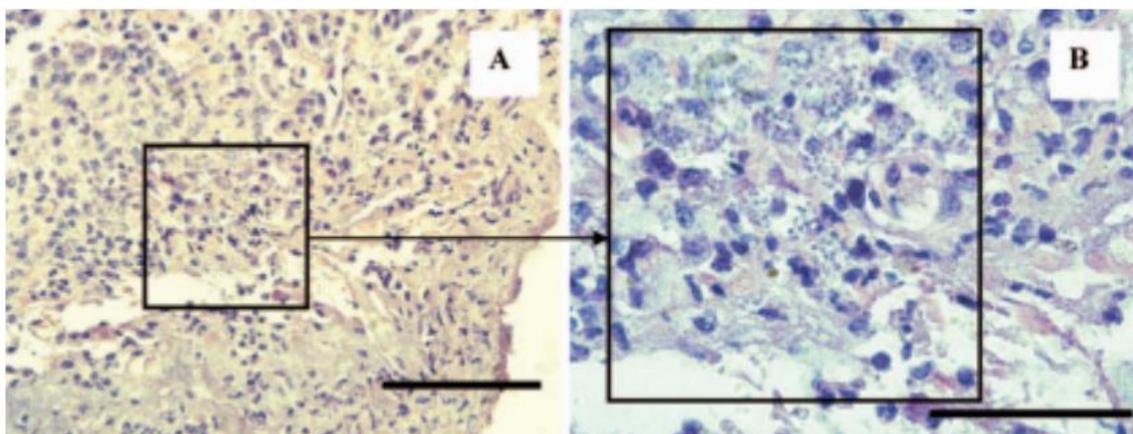
## 2.4 Diagnóstico

Depois de analisar, compreender e comparar diferentes artigos relacionados à Leishmaniose em raposa, concluiu-se que os diagnósticos mais precisos e citados nos artigos são através da coleta de sangue, de medula óssea e de pele, para serem usados em amostras de soro e de reação em cadeia de polimerase (PCR). A doença foi confirmada por diferentes testes diagnósticos, incluindo métodos sorológicos, parasitológicos e moleculares que demonstraram o parasita em múltiplos órgãos. (ANDERSON et al., 1980; ASSIS et al., 2008;

TASCA et al., 2009; QUEIROZ et al., 2010; SOUZA et al., 2010; TENÓRIO et al., 2011; JUSI et al., 2011)

É testemunhado que, desde 1980, no artigo ‘*Endemic Canine Leishmaniasis*’,relata-se sobre como esfregaços de impressão de um linfonodo pré-escapular e medula óssea colhidos na necropsia tinham numerosas leishmanias dentro dos macrófagos, demonstrando como essa doença pode afetar múltiplos órgãos. De acordo com o estudo, os macrófagos na polpa vermelha do baço, as Células de Kupffer e macrófagos na tríade portal do fígado, bem como macrófagos na lâmina própria e submucosa do estômago, duodeno, jejuno, íleo e cólon continham leishmania, confirmando a apresentação sistêmica da doença (ANDERSON et al., 1980).

**Figura 3** - A e B representam a área de tecido do coxim do pé de uma raposa comedora de caranguejo, mas B é uma ampliação maior do que A, infectadas com *Leishmania infantum*, mostrando lesão inflamatória crônica com várias formas amastigotas intracitoplasmáticas



Fonte: TENÓRIO (2011).

Os métodos utilizados para diagnóstico foram a coleta de amostras de pele, medula óssea e linfonodo para detecção e caracterização de *Leishmania* sp, usando seis raposas (*Cerdocyon thous*) e um cachorro vinagre (*Speothos venaticus*), utilizando-se da técnica de PCR-RFLP para avaliação da patogenia. O resultado foi que todos os animais pesquisados apresentaram resultados positivos para a *Leishmania*. As amostras de medula óssea, linfonodo e fragmentos cutâneos das seis raposas e do cachorro-vinagre foram positivas para a presença de DNA e *Leishmania* sp pela técnica de PCR-RFLP (SOUZA et al., 2010).

No artigo ‘*Visceral Leishmaniasis in a Captive Crab-Eating Fox Cerdocyon thous*’, foram usados métodos sorológicos, parasitológicos e moleculares para o diagnóstico. Amostras de sangue foram retiradas da veia cefálica para, através das amostras de soro obtidas,

realizar testes sorológicos e confirmar a suspeita da doença. No exame parasitológico direto também foram aspiradas através de agulha fina, amostras de linfonodo poplíteo, pré-escapulares, submandibulares e de medula óssea, sendo transferidas para lâminas de preparo do esfregaço e coradas pelo método de coloração de Giemsa, revelando-se, ao exame citológico, amastigotas intracitoplasmáticas em células mononucleares, particularmente macrófagos (TENÓRIO et al., 2011).

Após o óbito do animal, foram colhidas amostras de tecido de vários órgãos, como baço, fígado, entre outros, para o teste histoquímico, imuno-histoquímico e teste de reação em cadeia da polimerase (PCR). Diante desses testes, foi possível detectar *Leishmania* em formas amastigotas na pele, linfonodos, baço e fígado, o que dá suporte ao diagnóstico histopatológico (fig. 3) de LV (TENÓRIO et al., 2011).

Nos exames sorológicos, a presença de anti-*Leishmania*, anticorpos no soro, foi investigado neste animal por um método ELISA indireto clássico, o animal possui um elevado de anticorpo imunoglobulina G contra *leishmania*. Promastigotas de *Leishmania* spp. mantidas em meio de cultura foram utilizadas para a preparação das lâminas e um procedimento de teste de fluorescência indireta de anticorpos (IFAT), sendo sorologicamente positivo (TENÓRIO et al., 2011).

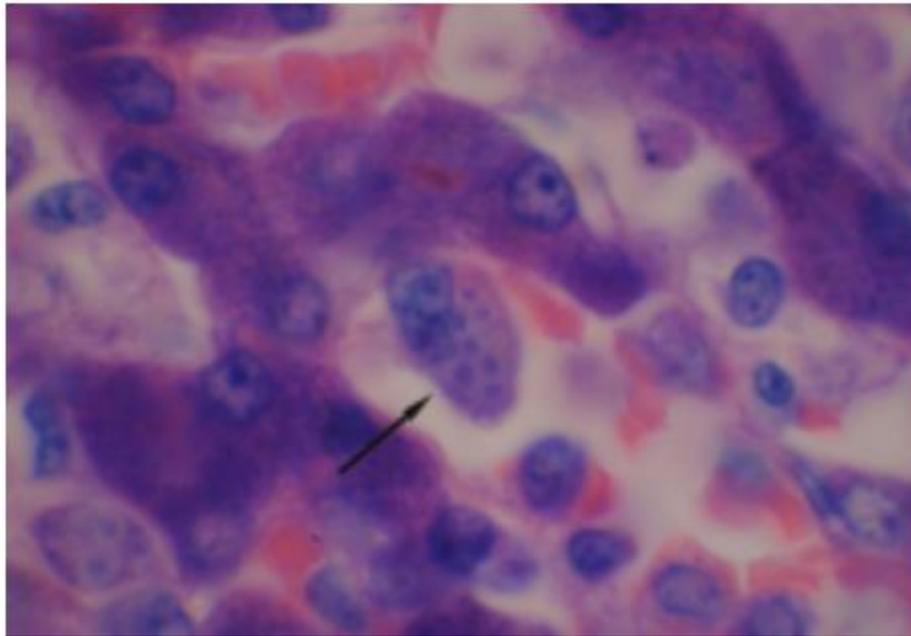
No artigo “*Molecular and serological detection of Leishmania spp. in captive wild animals from Ilha Solteira, SP, Brazil*” buscaram a presença de *Leishmania* spp. Usando métodos sorológicos e moleculares em animais selvagens em cativeiro de um zoológico localizado em Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, uma área onde a LV é endêmica e afeta cerca de 9% da população canina doméstica de 3.798 (ASSIS et al., 2008; TASCIA et al., 2009; QUEIROZ et al., 2010).

As amostras de soro foram analisadas pelo teste de imunofluorescência indireta (RIFI) e ensaio imunoenzimático (ELISA), conforme descrito por Oliveira et al. (2008). PCR específico para *Leishmania* spp. foi realizada conforme descrito por Michalsky et al. (2002) usando os iniciadores L (5'- GGG GAG GGG CGT TCT GCG AA-3 ') e L (5'-GGC CCA CTA TAT TAC ACC AAC CCC-3'). (JUSI et al., 2011)

O diagnóstico de rotina do parasita em esfregaços é observado em parasitas amastigotas obtidos do baço e medula óssea (fig. 4); entretanto, embora o exame microscópico seja rápido, fácil e barato, ele carece da sensibilidade necessária quando o número de parasitas no tecido é baixo e não pode detectar as espécies de parasitas. O teste IFA é completamente sensível e específico como um teste qualitativo usado no diagnóstico da leishmaniose (FALLAH & KHANMOHAMMADI, 2011).

Todos os canídeos (silvestres ou domésticos) positivos nos ensaios parasitológicos e/ou moleculares também foram positivos nos testes sorológicos, exceto um *C. thous* (+ no Leishmania kDNA-PCR em amostra de pele mas – nos testes sorológicos). Dos canídeos infectados com leishmania spp, 4 foram diagnosticados como *L. infantum*, + no TR DPP (teste rápido para diagnóstico de leishmaniose visceral canina (BRANDÃO et al., 2020.)

**Figura 4** - Polpa vermelha com grupos de macrófagos contendo numerosas formas amastigotas de espécies de Leishmania no baço. Giemsa x 100



Fonte: FALLAH & KHANMOHAMMADI (2011)

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados analisados, pode-se concluir que, apesar de raposas comedoras de caranguejo e outras espécies (como a raposa vermelha) serem considerados reservatórios naturais de Leishmania, estas demonstram-se comumente assintomáticas frente a doença, sendo necessário o diagnóstico através de exames sorológicos e moleculares. Nesse contexto, chama-se atenção para a ocorrência dos animais em fase assintomática, pois, no estudo de 52 raposas, apenas uma demonstrou sinais clínicos, dificultando a identificação da patogenia. Além disso, é demonstrado a associação da destruição da fauna com a atração dos animais silvestres para a região urbana e, conseqüentemente, o contato com os cães domésticos, facilitando a dispersão dessa zoonose de notificação compulsória. Faz-se necessário então, a conscientização dos que procuram aumentar o pastoril, diminuindo as áreas de floresta, e

consequentemente fazendo os canídeos silvestres se aproximarem do meio urbano, e decorrente a isso, os cães domésticos são mais suscetíveis a adquirir a doença. Portanto, é essencial o uso da vacinação no tempo correto contra a Leishmaniose para os cães, para impedir a proliferação da zoonose, podendo ser aplicada a partir de 4 meses.

## REFERÊNCIAS

BRANDÃO, E. M. V., et al. Wild and Domestic Canids and Their Interactions in the Transmission Cycles of *Trypanosoma Cruzi* and *Leishmania* spp. in an Area of the Brazilian Cerrado. **Pathogens**, v. 9, n. 10, p. 818, out. 2000.

COURTENAY, O. et al. Low infectiousness of a wildlife host of *Leishmania infantum*: the crab-eating fox is not important for transmission. **Parasitology**, Reino Unido, v. 125, n. 5, p. 407-414, jun. 2002.

FALLAH, E; KHANMOHAMMADI, M. A case report of visceral leishmaniasis in red fox (*Vulpes vulpes*). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 86, p. 19941-19946, dez. 2011.

GOMES, R. B. et al. Antibodies against *Lutzomyia longipalpis* saliva in the fox *Cerdocyon thous* and the sylvatic cycle of *Leishmania chagasi*. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, p. 127-133, 2007.

GONTIJOL, C. M. F.; MELO, M. N. Leishmaniose Visceral no Brasil: quadro atual, desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 7, n. 3, 2004.

JUSI, M. M. G. et al. Detecção molecular e sorológica de *Leishmania* spp. nos animais selvagens em cativeiro de Ilha Solteira, SP, Brasil. **Revista Brasileira Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 219-222, jul. 2011.

LEMOS, F. G. et al. Avaliação do risco de extinção da Raposa-do-campo *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, v. 3, n.1, p. 160-171, 2013.

LOUZIR, H. et al. Les leishmanioses vues au travers du réseau international des Instituts Pasteur. **Médecine/Sciences**, v. 29, n. 12, p. 1151-1160, dez. 2013.

MOHEBALI, M. et al. Canine Visceral Leishmaniasis in Wild Canines (Fox, Jackal, and Wolf) in Northeastern Iran Using Parasitological, Serological, and Molecular Methods. **Journal of Arthropod Borne Diseases**, v. 10, n.4, p. 538-545, dez. 2016.

SILVA, E. S. et al. Visceral leishmaniasis in the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in south-east Brazil. **Veterinary Record**, v. 147, n. 15, p. 421-422, out. 2000.

SILVEIRA, F. T. et al. *Leishmania chagasi* Cunha & Chagas, 1937: nativa ou introduzida? Uma breve revisão. **Rev Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v.1, n.2, p. 143-147, jun. 2010.

TELLERIA, E. L. et al. *Lutzomyia longipalpis* Antimicrobial Peptides: differential expression during development and potential involvement in vector interaction with microbiota and leishmania. **Microorganisms**, v. 9, n. 6, p. 1271, jun. 2021.

TENÓRIO, M. S. et al. Visceral Leishmaniasis in a Captive Crab-Eating Fox *Cerdocyon thous*. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 42, n. 4, p. 608-616, fev. 2011.

TROVATI, R. G. et al. Área de uso e utilização de habitat de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* LINNAEUS,1766) no cerrado da região central do Tocantins, Brasil. **Mastozoología Neotropical**, Mendoza, v. 14, n. 1, p. 61-68, 2007.

FERREIRA, S. A. et al. Leishmaniose visceral canina - Revisão da literatura. **Medvop Dermato - Revista de Educação Continuada em Dermatologia e Alergologia Veterinária**, v. 3, n.10, p. 1-637, 2014.



## ANEMIA HEMOLÍTICA IMUNOMEDIADA: REVISÃO DE LITERATURA

### Catarina Cunha Campelo de Carvalho

Centro Universitário Maurício de Nassau, Medicina Veterinária, Fortaleza - Ceará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8156808126133336>

### Davillanne Coelho Valentim

Centro Universitário Maurício de Nassau, Medicina Veterinária, Fortaleza - Ceará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4142982390832511>

### Victor Hugo Vieira Rodrigues

Centro Universitário Estácio do Ceará, Medicina Veterinária, Fortaleza - Ceará.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

#### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

25/10/2021

Aceito em:

28/10/2021

Data de publicação:

16/11/2021

Palavras-chave:

Anemia

Cães

Eritrócitos

Hemólise

Tratamento

#### RESUMO

Anemia Hemolítica Imunomediada (AHIM) é uma patologia imunológica de maior prevalência em cães (preferencialmente cadelas de meia idade). Sendo caracterizada pela destruição das hemácias pelo próprio sistema imune do hospedeiro. Por ser uma doença de evolução geralmente aguda exige rápido diagnóstico e início mais breve possível de assistência. Os sinais clínicos dependem do tempo de aparecimento (agudo ou crônico) e de quão acentuada está a anemia neste sistema. Animais com anemia hemolítica geralmente tendem a apresentar sintomatologia geral de anemia (cansaço, palidez), comumente com aspectos hemolíticos (icterícia, hemoglobinúria). Em relação à terapia da AHIM o tratamento é diverso, variando de acordo com a patologia causadora. Casos em que a doença atua como secundária é necessário tratar a causa primária. Porém, alguns estudos relatam o uso de corticoides como prednisona, dexametasona, juntamente com imunossupressores como a azatioprina, ciclosporina e imunoglobulina intravenosa humana.

#### IMMUNOMEDIATED HEMOLYTIC ANEMIA: LITERATURE REVIEW

#### ABSTRACT

Immune-mediated Hemolytic Anemia (AHIM) is an immunological pathology most prevalent in dogs (preferably middle-aged female dogs). It is characterized by the destruction of red blood cells by the host's own immune system. As it is a disease of generally acute evolution, it requires rapid diagnosis and the earliest possible start of assistance. Clinical signs depend on the time of onset (acute or chronic) and how severe the anemia is in this system. Animals with hemolytic anemia usually tend to have

**Keywords:**  
**Anemia**  
**Dogs**  
**Erythrocytes**  
**Hemolysis**  
**Treatment**

general symptoms of anemia (tiredness, palor), commonly with hemolytic features (jaundice, hemoglobinuria). Regarding AHIM therapy, the treatment is diverse, varying according to the causative pathology. In cases where the disease acts as a secondary, it is necessary to treat the primary cause, However, some studies report the use of corticosteroids such as prednisone, dexamethasone, along with immunosuppressants such azathioprine, cyclosporine and human intravenous immunoglobulin

## 1 INTRODUÇÃO

A anemia hemolítica imunomediada (AHIM) é uma patologia decorrente da destruição das hemácias, resultando um declínio acentuado nos eritrócitos, devido a um rompimento dentro de vasos sanguíneos (RAFAEL,2007).

O período de vida dos eritrócitos é de aproximadamente 100 a 120 dias, em cães, e 70 a 78 dias, em gatos, e esse período pode ser reduzido em razão a uma enfermidade hemolítica que pode advir de variadas origens, sejam elas infecções parasitárias, uso excessivo de medicação ou até mesmo doenças que afetem a produção na medula óssea, como defeitos eritrocitários hereditários ou adquiridos (JERICÓ, M. et al, 2015).

A AHIM pode surgir com uma doença secundária, como a glomerulonefrite, leptospirose e uremia, também pode ser ocasionada por alguns parasitas, como a *Babesia* sp, *Mycoplasma*, também por algumas bactérias, como o *Clostridium hemolyticum*, *Leptospira* sp (RAFAEL,2007).

A hemólise pode ocorrer de forma intravascular (ruptura dos eritrócitos dentro vasos sanguíneos) e extravascular (perda dos eritrócitos pelo sistema fagocítico mononuclear). As hemólises intravasculares e/ou extravascular podem vir a afetar o animal, porém cães são suscetíveis a hemólise extravascular, sendo o baço e fígado os órgãos primários mais atingidos pela fagocitose do eritrócito (JERICÓ, M. et al, 2015).

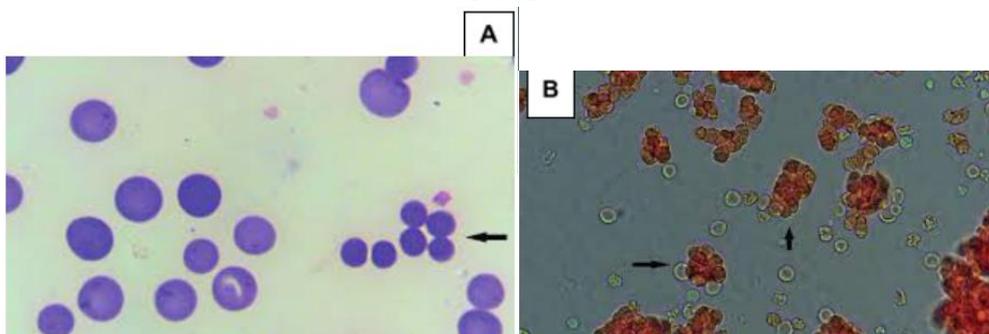
Diante disso, no presente trabalho serão abordados aspectos relevantes relacionados à temática da anemia hemolítica imunomediada, com o objetivo de fazer uma revisão de literatura acerca do tema.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para realização do diagnóstico, utilizam-se as bases norteadoras presentes no hemograma, para dosagem da hemoglobina e hematócrito, a contagem de reticulócitos e exame detalhado do esfregaço sanguíneo para complementar o diagnóstico da AHIM, juntamente com exames bioquímicos, com a dosagem de proteínas totais, bilirrubinas, perfil hepático e renal, teste de Coombs.

No eritrograma, é possível observar o tamanho e cor dos eritrócitos, nas anemias regenerativas percebe-se as hemácias com macrocitose e uma leve hipocromasia, ou seja, eritrócitos imaturos, já no leucograma a um aumento no número de neutrófilos com desvio à esquerda e presença de granulações tóxicas, ponteados basófilos, também se faz de suma importância observar a presença de esferócitos e aglutinação das hemácias, para melhor diagnosticar a presença de esferócitos é feito o teste de fragilidade osmótica, onde usa diferentes graus de concentração de NaCl em soluções aquosas, observando que quanto maior a presença de esferócitos, maior é a fragilidade osmótica (PEREIRA et al, 2006).

**Figura 1** - Características morfológicas celular (A) mostra a presença de esferócitos no esfregaço sanguíneo corados no panóptico, (B) reação positiva em teste de aglutinação em NaCl

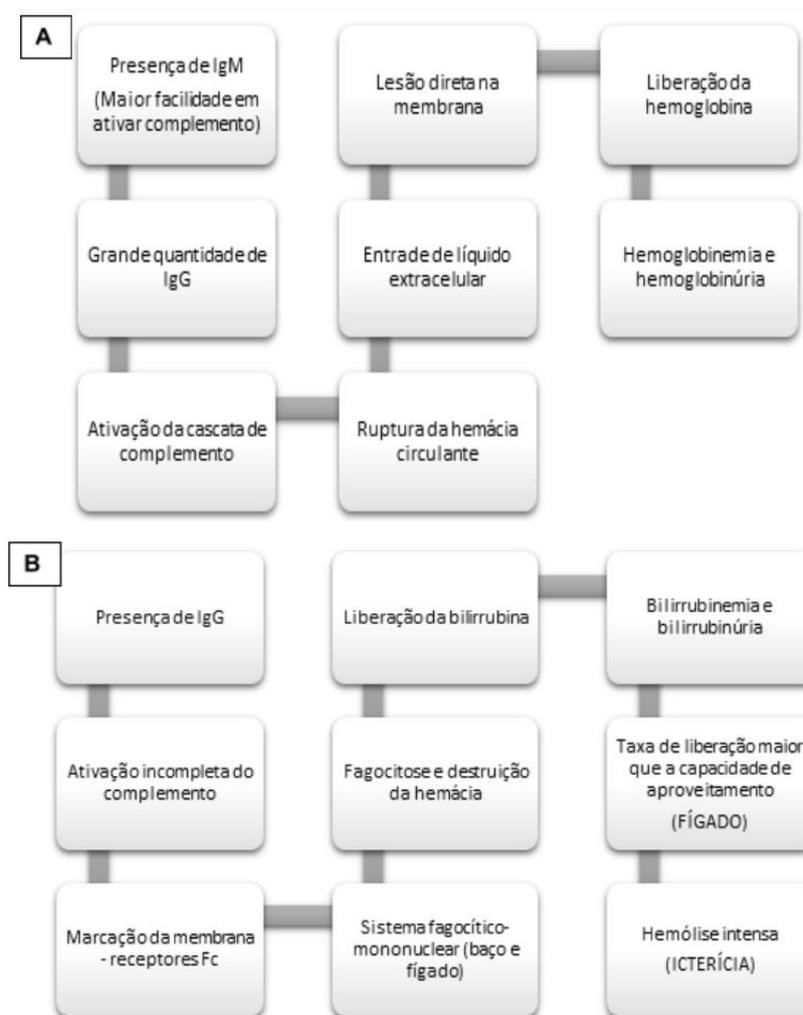


Fonte: GORENSTEIN, T. G et al, (2019).

No processo comum da hemólise acontece a remoção dos eritrócitos velhos pelas células do sistema monolítico-fagocitário (SFM). Sendo que a destruição frenética pode ser desencadeada por hemólise intra ou extravascular (JERICÓ, M. et al, 2015). Neste tipo de anemia (AHIM) acontece a destruição antecipada de maneira direta ou fagocitária de uma grande quantidade de hemácias que possuam em suas membranas imunoglobinas (Ig), especialmente IgG, IgM, IgA e/ou Complemento (c3) (MCALEES, 2010).

Podemos diferenciar os dois tipos pela maneira de destruição dos eritrócitos, sendo que na intravascular ocorre a destruição pelo anticorpo complemento, agentes infecciosos, ou desequilíbrios metabólicos, havendo a liberação de hemoglobina. Enquanto na extravascular a destruição é por meio de células fagocitárias mononucleadas (macrófagos) (JERICÓ, M. et al, 2015). Sendo importante ressaltar que uma vez que ocorre a hemólise intravascular pode notar-se hemoglobinúria devido à excreção da hemoglobina pelo rim, desta maneira a urina adquire uma coloração com tonalidade marrom (HILL, et. al. 2017). (Figura 2).

**Figura 2** - Representa a formação das hemólises (A) cascata de complemento não ativada completamente, ocorrendo a hemólise extravascular, (B) representa cascata de complemento ativada e o eritrócito é hemolisado



Fonte: JERICÓ, M. et al, (2015)

Teste de autoaglutinação também faz parte do diagnóstico de AHIM, considerado um teste simples, seu método utiliza sangue no tubo de coleta, observando macroaglutinação ou a gota de sangue com uma gota de solução fisiológica em uma lâmina, após homogeneização, coloca-se uma lamínula e encaminha-se ao microscópio, observando microaglutinação (SCOTT-MONCRIEFF et al., 2001). (Figura 3).

**Figura 3** - Representa a presença de auto-aglutinação em tubo de coleta sanguínea.



Fonte: LEITE, A. et al, (2011)

O prognóstico é discreto, podendo levar de semanas a meses, relata-se que os pacientes podem vir a necessitar de tratamento contínuo por toda a vida. Na literatura a taxa de mortalidade é variada, indo de 26% a 70%, porém, expõe-se que a enfermidade tromboembólica é a maior causadora do óbito (JERICÓ, M. et al, 2015). Scott-Moncrieff et al. (2001), analisou que 15% dos cães com AHIM que sobreviveram pelo período de 60 dias manifestaram recidiva quando o tratamento foi descontinuado.

Advertências utilizadas para prevenir a coagulação intravascular disseminada (CID) e o tromboembolismo envolvem o uso da heparina não fracionada, heparina de baixo peso molecular ou doses baixas de aspirina (THOMPSON et al, 2004). Expõe-se altas taxas de eficácia com pouca complicação, reduzindo a necessidade de monitoração constante do paciente (WEINKLE et al, 2005).

Em relação a terapia a ser administrada alguns estudos, relatam o uso de corticoides como prednisona, dexametasona, juntamente com imunossupressores como a azatioprina, ciclosporina e a imunoglobulina intravenosa humana, recomendam também o uso de ciclofosfamida e oxiglobulina, porém, elas causam um risco de morte maior, visto que a ciclofosfamida é utilizada para leucemias, doenças autoimunes e pode provocar anemias em pacientes que a utilizam, ou seja, pode agravar a anemia hemolítica nos cães. (GRUNDY & BARTON, 2001). Mason et al (2003), observou que a combinação de prednisona com azatioprina ou apenas a prednisona, são opções mais eficazes para o início do tratamento contra a anemia hemolítica imunomediada.

Os sinais clínicos dependem do tempo de aparecimento (agudo ou crônico) e de quão acentuada está a anemia neste sistema. Existem relatos de casos de pacientes assintomáticos com a patologia em estágio recente ou moderado. Animais com anemia hemolítica geralmente tendem a apresentar sintomatologia geral de anemia (cansaço, palidez), comumente com aspectos hemolíticos (icterícia, hemoglobinúria). Valendo ressaltar que o tempo de evolução da doença geralmente é agudo. O quadro clínico da anemia aguda costuma ser associado a alterações cardiovasculares (vasoconstrição, taquicardia, hipotensão). Enquanto, o quadro clínico da anemia crônica está associado com a deficiência do ferro (tornando-se arregenerativa ou regenerativa modificada) (BALCH; MACKIN, 2007).

A sintomatologia frequentemente da doença abrange intolerância ao exercício e ao frio, anorexia, cansaço, mucosas pálidas, icterícia, taquipneia, dispneia, diarreia, urina podem apresentar tonalidade amarelo escuro a um tom marrom (bilirrubinúria - hemólise extravascular, hemoglobinúria - hemólise intravascular). Alterações essas que podem estar associadas a esplenomegalia, hepatomegalia, linfadenomegalia. Eventualmente pode apresentar poliúria e polidipsia (REIMER et al, 1999).

Vale ressaltar que a frequência é maior em cadelas de meia idade (média de 6 anos), porém cães de 1 a 13 anos podem apresentar a doença (WEINKLE et al, 2005).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na rotina clínica, a anemia hemolítica imunomediada deve ser tratada como emergência, a fim de reduzir a taxa de mortalidade e recidiva, além do diagnóstico, a intervenção terapêutica adequada, se torna indispensável para o tratamento. Com isso, é

essencial destacar a importância de mais estudos sobre a AHIM, para auxiliar os médicos veterinários e tutores durante o tratamento.

## REFERÊNCIAS

BALCH, Andrea; MACKIN, Andrew. **Canine immune-mediated hemolytic anemia: pathophysiology, clinical signs, and diagnosis.** *Compend*, v. 29, n. 4, p. 217-225, 2007

BRANDÃO, Leonardo Pinto et al. **Anemia hemolítica imunomediada não regenerativa em um cão.** *Ciência Rural*, v. 34, p. 557-561, 2004.

DE CARVALHO LEITE, João Henrique Artero; DE CARVALHO, Luciana Curotto Nolasco; PEREIRA, Patricia Mendes. **Anemia hemolítica imunomediada em cães—relato de três casos.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 319-326, 2011

FIGHERA, R. A. **Anemia em medicina veterinária.** Editora Pallotti, Santa Maria. 214p, 2001

FIGHERA, Rafael Almeida. **Anemia hemolítica em cães e gatos.** *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 35, n. Supl 2, p. 264-266, 2007

GARRATTY, G. **drug-induced immune hemolytic anemia – the last decade.** *Immunohematology*. v. 20, n. 3, p. 138-146, 2004.

GORENSTEIN, Tatiana Geraissate et al. **Anemia hemolítica imunomediada primária em cães—Revisão de literatura.** *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 22, n. 2, 2019.

GRUNDY, Sophie A.; BARTON, Claudia. **Influence of drug treatment on survival of dogs with immune-mediated hemolytic anemia: 88 cases (1989–1999).** *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 218, n. 4, p. 543-546, 2001

HILL, Quentin A. et al. **The diagnosis and management of primary autoimmune haemolytic anaemia.** *British journal of haematology*, v. 176, n. 3, p. 395-411, 2017.

JERICÓ, Márcia Marques; KOGIKA, Márcia Mery; DE ANDRADE NETO, João Pedro. **Tratado de medicina interna de cães e gatos.** Grupo Gen-Guanabara Koogan, 2015.

MASON, Nicola et al. **Cyclophosphamide exerts no beneficial effect over prednisone alone in the initial treatment of acute immune-mediated hemolytic anemia in dogs: a randomized controlled clinical trial.** *Journal of veterinary internal medicine*, v. 17, n. 2, p. 206-212, 2003

MCALLEES, T. J. **Immune-mediated haemolytic anaemia in 110 dogs in Victoria, Australia.** *Australian veterinary journal*, v. 88, n. 1-2, p. 25-28, 2010.

PEREIRA, Patrícia Mendes. **Avaliação de métodos diagnósticos (Citometria de fluxo, teste da antiglobulina direta, auto-aglutinação, presença de esferócitos) e achados clínico-laboratoriais na anemia hemolítica imuno-mediada em cães.** 2006

REIMER, Michele E.; TROY, Gregory C.; WARNICK, Lorin D. **Immune-mediated hemolytic anemia: 70 cases (1988-1996).** *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 35, n. 5, p. 384-391, 1999

SCOTT-MONCRIEFF, J. Catharine et al. **Hemostatic abnormalities in dogs with primary immune-mediated hemolytic anemia.** *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 37, n. 3, p. 220-227, 2001.

THOMPSON, Mary F.; SCOTT-MONCRIEFF, J. Catharine; BROOKS, Marjory B. **Effect of a single plasma transfusion on thromboembolism in 13 dogs with primary immune-mediated hemolytic anemia.** *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 40, n. 6, p. 446-454, 2004.

WEINKLE, Tristan K. et al. **Evaluation of prognostic factors, survival rates, and treatment protocols for immune-mediated hemolytic anemia in dogs: 151 cases (1993–2002).** *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 226, n. 11, p. 1869-1880, 2005.



## A IMPORTÂNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL PARA FELÍDEOS SELVAGENS MANTIDOS EM CATIVEIRO

### Julyanne Vasconcelos Lima

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza - Ceará  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6323010886199675>

### Renan Carlos de Souza Lima

Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO, Fortaleza - Ceará  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1930445450863512>

### Giovanna Cândido Carvalho Lima

Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO, Fortaleza - Ceará  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1462897783689293>

### Glenda Roberta Freire Lima

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### Thaís Maria Araújo Batista

Universidade de Fortaleza, Centro de Ciências da Saúde, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

### Victor Hugo Vieira Rodrigues

Centro universitário Estácio do Ceará, Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

#### Informações sobre o artigo:

#### Recebido em:

25/10/2021

#### Aceito em:

28/10/2021

#### Data de publicação:

16/11/2021

#### Palavras-chave:

Zoológicos

Cativeiro

Bem-estar

Comportamentos

#### RESUMO

Animais mantidos em cativeiro ou por alguma instituição, são considerados importantes na conservação de espécies e no desenvolvimento de pesquisas científicas em diversas áreas. No entanto, estar fora de seu habitat natural pode trazer consequências negativas à esses animais, assim comprometendo diretamente o seu bem-estar e predispondo o desenvolvimento de comportamentos anormais para a espécie. Com o objetivo de elucidar algumas soluções sobre tais problemas, o enriquecimento ambiental se torna essencial no cotidiano destes. Desta forma, o estudo abordou o surgimento dos primeiros zoológicos e a manutenção de felídeos selvagens, as consequências do cativeiro para esses animais, e a aplicação de técnicas de enriquecimento ambiental como aliada para garantir o bem-estar de animais cativos.

## THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT FOR WILD FELIDS KEPT IN CAPTIVITY

### ABSTRACT

**Keywords:**

Zoos

Captivity

Welfare

Behaviors

Animals kept in captivity or by some institution are considered important in the conservation of species and in the development of scientific research in several areas. However, being out of their natural habitat can have negative consequences for these animals, thus directly compromising their well-being and predisposing the development of abnormal behavior for the species. In order to elucidate some solutions to such problems, environmental enrichment becomes essential in their daily lives. Thus, the study addressed the emergence of the first zoos and the maintenance of wild felids, the consequences of captivity for these animals, and the application of environmental enrichment techniques as an ally to ensure the well-being of captive animals.

## 1 INTRODUÇÃO

Os animais selvagens eram atribuídos a hábitos errôneos e convenientes aos seres humanos, sendo inseridos em guerras, utilizados em caças e capturados para o comércio estético. A partir desses costumes, surgiram zoológicos com princípios destinados apenas à coleção e exibição de espécies com fins lucrativos, promovendo o estresse e desequilíbrio no bem-estar dos animais (SAAD *et al.*, 2011).

Conforme o passar dos anos, ocorreu-se grande evolução em virtude das técnicas de bem-estar e saúde animal, no qual os animais passaram a ser usados para promoção de um ambiente de pesquisa científica, reprodução, conservação e educação ambiental, procurando respeitar as exigências básicas dos animais e buscando reproduzir um ambiente mais próximo da realidade encontrada na natureza (SAAD *et al.*, 2011).

O enriquecimento ambiental pode ser compreendido como o conceito de melhorar a qualidade de vida dos animais de cativeiro, através de manejos e estimulações do ambiente a fim de alcançar o bem-estar e diminuir a ação do estresse nas condições em que vivem (SHEPHERDSON *et al.*, 1999; CAMPOS *et al.*, 2010). Esse processo consiste em deixar o ambiente mais interativo, estimulando atividades para ocupação dos animais (FABIANO *et al.*, 2017).

As práticas de bem-estar podem ser descritas de diversas formas, porém, todas buscam a finalidade de implicar uma condição estável corporal e mental no animal, proporcionando uma relação direta com a capacidade do indivíduo de conseguir se adaptar

ao seu novo ambiente, principalmente relacionado a animais de cativeiro (BROOM, 1986; BROOM & MOLENTO, 2004).

Arey (1992) e Broom & Molento (2004), relataram alguns exemplos relacionado às condições de mal-estar acometendo uma parcela de animais, como, por exemplo, a dificuldade na alimentação e na movimentação, a presença de doenças e ferimentos moderados a graves, além de outros parâmetros dignos de avaliação, no qual demonstraram a necessidade da realização de práticas que visem a melhora da qualidade de vida com condicionamentos e enriquecimentos, beneficiando.

Os animais em seu ambiente natural são bastante ativos, precisam se preocupar em não serem predados ou caçar para comer, quando se encontram em cativeiro, onde é ofertada toda a comida, são submetidos a uma rotina e livres de predadores, essa mudança radical nos hábitos do indivíduo mesmo com todos os esforços causam estresse e o enriquecimento veio para minimizar o máximo os danos que isso venha causar (BOERE, 2001; FABIANO *et al*, 2017).

Existem classificações das variadas formas de enriquecimento, como o estrutural, modificando a estrutura e acessórios do recinto, alimentar sendo possível que o animal tenha o mínimo de atividade para conseguir o alimento e o sensorial, estimulando os reflexos de odor, audição, visão, estímulos esses usados de forma sistemática de acordo com o objetivo que desejam alcançar (YOUNG, 2003; AZEVEDO & BARÇANTE, 2018)

## **2 ESTRESSE DO CATIVEIROS PARA OS ANIMAIS EM GERAL E PARA OS FELINOS**

Fundado em 1752 pelo Imperador Franz I, Tiergarten Schönbrunn de Viena, é o zoológico mais antigo do mundo. Localizado ao redor do Palácio de Schönbrunn, em Viena, o zoológico era um ambiente particular inicialmente, mas começaram as visitas no ano de 1778 (COSTA, 2004; BROWNLOW, 2021). Durante a história do Tiergarten Schönbrunn de Viena, existiram alguns períodos desafiadores, começando pela privação do local durante a Primeira Guerra Mundial, a destruição de recintos dos animais com o bombardeio durante a Segunda Guerra Mundial, e alguns anos depois, no final da década de 1980, com uma queda no interesse da população em visitar o local, devido um entendimento maior sobre bem-estar animal, levando a críticas à infraestrutura do zoológico (BROWNLOW, 2021).

A manutenção de espécies selvagens em cativeiro tornou-se cada vez mais frequente, devido à ação humana na destruição de habitats e extinção das espécies (ORSINI & BONDAN, 2006; PIZZUTTO *et al.*, 2013). Manter animais selvagens fora do ambiente natural pode desencadear quadros de estresse para o animal, por conta de situações, como má nutrição, recintos inadequados, temperatura e influência de outros animais no mesmo recinto, por exemplo (ORSINI & BONDAN, 2006). O fator estresse, influencia diretamente na saúde do animal, provocando imunossupressão, predispondo a parasitoses, problemas reprodutivos, atrofia de tecidos e alterações comportamentais, causados por desequilíbrios hormonais e metabólicos (CARNIATTO, 2011; MICHELETTI *et al.*, 2012; SILVA, 2019).

O costume criado pelos egípcios, estimulou a criação de animais selvagens em cativeiro, e hoje, os zoológicos atuam diretamente na preservação de espécies em extinção, utilização dos animais em pesquisas, educação ambiental, exposição da fauna silvestre local e no lazer dos visitantes (SAAD *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2015). Os primeiros felinos selvagens mantidos em cativeiro, foram na época das antigas viagens de batalhas dos egípcios. Pequenos felinos selvagens e leões eram capturados e mantidos em cativeiro como demonstração de força e poder (SAAD *et al.*, 2011).

Os felinos selvagens estão entre os animais mais comuns em zoológicos devido ao constante tráfico ilegal dessas espécies. Em cativeiro, esses felídeos costumam sofrer bastante pela dificuldade de conseguir expressar seus comportamentos naturais, não se adaptando ao recinto (CARNIATTO, 2011). Esses mamíferos, em vida livre, possuem faixas territoriais imensas para percorrer, variedades de substratos, vegetações, alimentos e temperaturas, dificultando a criação de espécies *ex situ* (ORSINI & BONDAN, 2006). Comportamentos estereotipados e apatia são sinais clínicos comuns em níveis altos de estresse em cativeiro (CARNIATTO, 2011; SILVA, 2019).

Comportamentos estereotipados são considerados anormais e dão indícios de um bem-estar pobre para o animal. É caracterizado por ser ações repetidas várias vezes sem nenhuma funcionalidade (MAIA, 2009; MANTECA & SALAS, 2015). Podem ser observados nos felídeos selvagens de cativeiro, comportamentos como, bufar, esturrar, realizar “pacing” e agressividade excessiva, lambeduras ou mordidas excessivas em um mesmo local decorrentes de situações de estresse (MAIA, 2009; MANTECA & SALAS, 2015; MARTINS *et al.*, 2018).

O estresse do cativeiro diminui o desempenho imunológico do animal influenciando diretamente na saúde do animal (MÜLLER *et al.*, 2005; CARNIATTO *et al.*, 2011). Os sinais clínicos variam conforme a enfermidade oportunista, entretanto, é comum

de ser observado anorexia, emagrecimento, inapetência, letargia, vômitos causados pelas parasitoses (FERREIRA & ALMEIDA, 2003; MÜLLER *et al.*, 2005; VANSTREELS *et al.*, 2011), dermatites e lesões de pele decorrentes de lambeduras ou mordidas excessivas (MANTECA & SALAS, 2015).

### 3 FISIOPATOLOGIA DO ESTRESSE EM ANIMAIS DE CATIVEIRO

Diante do conceito amplo de estresse é possível observar três tipos diferentes de estímulos que podem surgir a partir da necessidade de resposta do animal, são eles estímulos desagradáveis, agressivos e ameaçadores, com isso ocorre uma reação do sistema nervoso central e do sistema hormonal, resultando na resposta do estresse, variando dependendo da necessidade/intensidade e é o que permite que o animal sobreviva (BARTON & IWAMA, 1991; URBINATI & CARNEIRO, 2004).

Fisiologicamente os organismos evoluíram e começaram a usar o estresse a seu favor, como por exemplo para fugir dos predadores na natureza, o problema é quando esse mecanismo é utilizado de forma exacerbada, assim, podemos subdividi-lo em agudo, usado em conflitos curtos e crônicos, se apresentando em períodos mais longos de tempo, e com animais de cativeiros, situações em que seriam necessárias a ação do estresse, são anuladas, desse modo, o ideal seria a não utilização dele, mas isso é inevitável, então busca-se sua minimização (RIVERA, 2006). Com a redução do estresse é possível observar diminuição de afecções como distúrbios comportamentais, patologias e mortalidade precoce (CARLSTEAD & SHEPHERDSON, 2000; CAMPOS *et al.*, 2010).

Uma pequena variação ambiental ou comportamental pode alterar o estado de homeostase do animal, influenciando internamente e/ou externamente, as reações posteriores a isso serão respostas do corpo ao estresse que o indivíduo está sendo submetido, simples modificações como mudança no apetite ou na fertilidade/libido já podem ser indicativos de respostas do organismo (SPRAKER, 1993; ACCO *et al.*, 1999), no cativeiro podemos observar inúmeras outras alterações fisiológicas (MASON, 1991; ALTINO *et al.*, 2018).

Podemos dividir as reações do organismo em dois componentes de um sistema neuroendócrino, a primeira vai ser a de alarme para rápida ação, iniciando com um estímulo do sistema nervoso simpático e a liberação de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), esses hormônios liberados na reação primária vão desencadear a reação secundária, referente

a resposta de resistência, com uma estimulação em cascata do hipotálamo (SUMPTER, 1997; URBINATI & CARNEIRO, 2004).

Para entender essa reação secundária, primeiramente o hipotálamo é estimulado pela ação do estresse a liberar ACTH (corticotrofina), este, estimula a hipófise a liberar adrenocorticotróficos, que por sua vez estimulam a produção dos glicocorticóides, inibindo o acúmulo de glicose e permitindo o animal ter aquela resposta de alerta/fuga mais prolongada muito necessária na natureza (WILSON & REEDER, 2005; ALTINO *et al.*, 2018). Com isso vem o aumento da frequência cardíaca, frequência respiratória, uma maior ação muscular, entre outras modificações (DICKSON, 1996; ORSINI & BONDAN, 2006).

O problema é que quando essa reação em cascata se torna um fator crônico e se prolonga por muito tempo, o indivíduo começa a sentir os efeitos por essa constante estimulação e liberação de glicocorticóides (GRAEFF, 2003; ALTINO *et al.*, 2018). Vamos conhecer esse processo de estresse prolongado como retroalimentação ou Feedback negativo, o excesso desses glicocorticóides na corrente sanguínea (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993; ORSINI & BONDAN, 2006) trarão distúrbios em diversos sistemas como digestório, imunológico, cardíaco, reprodutivo e predispondo o animal a patologias oportunistas (infecções bacterianas, virais, parasitárias), além das alterações comportamentais (FOWLER, 1986; ORSINI & BONDAN, 2006).

#### **4 ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL: TIPOS, EFEITOS POSITIVOS E OBJETIVOS**

Para proporcionar aos animais cativos, exercer seu comportamento natural, utiliza-se o enriquecimento ambiental, que consiste em técnicas que possibilitam buscar uma melhor qualidade de vida ao animal, diminuindo inatividade e comportamentos anormais (DAMASCENO, 2018; MASSARI *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2015 apud MOREZZI, 2021), através de ambientes interativos e estimulantes.

Os felídeos selvagens, como a onça pintada, maior e mais conhecida representante da família no nosso país, e várias outras espécies de gatos selvagens, de pequeno a médio porte, se encontram todos em risco de extinção (LEITE, 2009 apud SOARES, 2018). Neste sentido, cresce a preocupação com a conservação dessas espécies, e a manutenção em cativeiro, se tornou uma grande aliada no desenvolvimento de estudos, que buscam viabilizar espécies em vida livre.

No entanto, a vida em cativeiro pode se tornar um ambiente estressante, gerando comportamentos anormais, que são bastante comuns em felídeos selvagens cativos (ADANIA *et al*, 2014). As técnicas de enriquecimento ambiental são recomendadas para prover bem-estar e diminuir esse estresse. (ROCHLITZ, 1999; ELLIS, 2009 apud SOARES, 2018).

O enriquecimento ambiental pode apresentar vários efeitos positivos, gerando alterações benéficas nos comportamentos dos animais, e dentre as quais, possuem finalidade de (BERESCA, 2014):

- Estimular comportamentos naturais da espécie, reduzindo estereotípias, de modo a proporcionar uma melhor qualidade de vida e contribuindo com o bem-estar animal.
  
- Possibilitar escolhas, capacidades exploratórias e incentivar o aumento de experiências positivas.
  
- Contribuir na conservação de espécies ameaçadas, por meio da melhora na interação entre membros de grupos sociais, assim facilitando programas de reprodução em cativeiro e, mantendo comportamentos necessários à vida na natureza, aumentando as chances de sucesso nos programas de reintrodução.
  
- Despertar/Propiciar interesse, por meio das atividades nos recintos, aos visitantes de zoológicos pelos comportamentos naturais da espécie e o seu modo de vida, favorecendo assim, programas de educação ambiental.

Há diversas técnicas de enriquecimento que podem ser aplicadas, divididas em cinco categorias (BOSSO, 2013 apud CARPES, 2015):

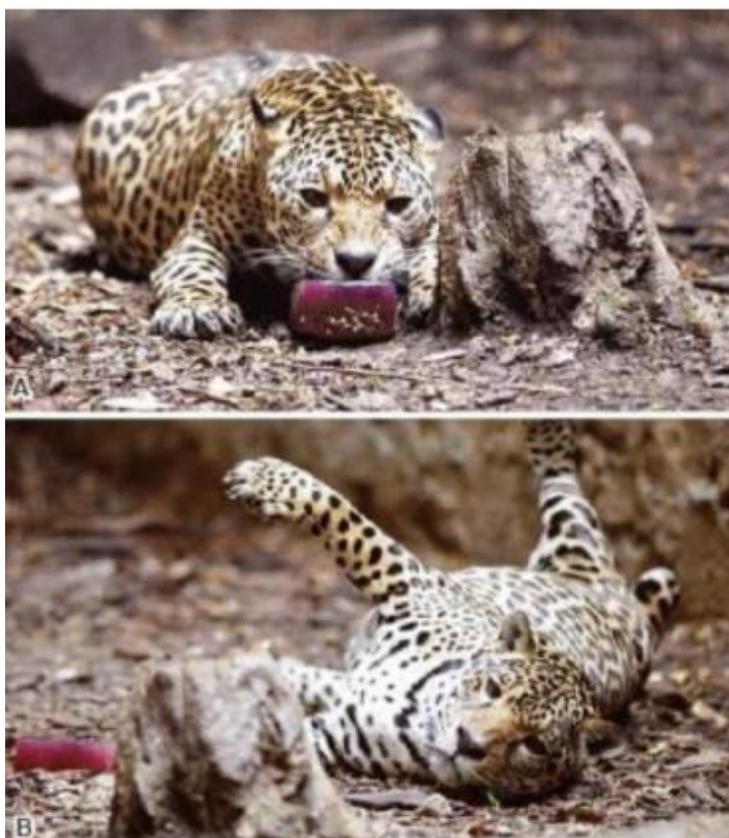
- **Físicas:** consistem na estrutura física e ambientação do recinto, por meio da introdução de materiais que caracterizam o habitat natural, como, por exemplo, plantas, substratos, equipamentos para deslocamento e plataformas elevadas.
  
- **Sociais:** permite o convívio com indivíduos da mesma espécie ou recintos mistos de várias espécies. Estimulando interações de disputa, e marcação de território.

■ Sensoriais: consistem em utilizar estímulos olfativos, auditivos, visuais, táteis e gustativos, através de novos odores, sons ou texturas. É vista como a técnica mais utilizada nos enriquecimentos. Como exemplos de estímulos, temos: especiarias, fezes de animais de sua espécie ou de outras, sons de outros animais. (BERESCA, 2014)

■ Alimentares: alterar a forma como a alimentação é ofertada, aumentando a dificuldade de acesso, em horários diferentes dos habituais, ou com a inclusão de novos alimentos, próximo ao natural.

■ Cognitivas: referem-se à estruturas que estimulem a capacidade cognitiva do animal, isto é, ele necessita resolver um problema, para ter acesso à sua recompensa, como, por exemplo, o ato de retirar o alimento dentro de uma caixa.

**Figura 1** - Exemplo de enriquecimento alimentar com picolé de carne, para um exemplar de Onça-pintada (*Panthera onca*)



Fonte: ADANIA *et al.* (2014).

**Figura 2** - Exemplo de enriquecimento físico com tronco, garrafa plástica e galhos em recinto de um exemplar de Gato-do-mato-pequeno (*L. trigrinus*)



Fonte: DE CASTRO (2009)

## 5 TIPOS DE MATERIAIS E SEGURANÇA

Antes da aplicação de quaisquer técnicas de enriquecimento, é importante observar se não oferecem nenhum tipo de risco à segurança dos animais e visitantes. Também deve-se alterar o tipo e frequência, assim desenvolvendo novos estímulos. E sempre estar atento às características biológicas de cada espécie, pois a maioria dos felídeos são animais de hábito noturno, possuindo maior atividade nesse período, assim para melhor interação, recomenda-se, preferencialmente, ofertar o enriquecimento nesse período. (ADANIA *et al*, 2014).

Após a aplicação do enriquecimento ambiental, é importante observar se houve a diminuição na frequência de comportamentos anormais e há a apresentação de comportamentos indicativos de conforto, como por exemplo o descanso (ADANIA *et al*, 2014) (FIGURA 3 e 4).

**Figura 3** - Apresentação de comportamento indicativo de conforto em exemplar de Jaguatirica (*Leopardus pardalis*)



Fonte: ADANIA *et al.* (2014).

**Figura 4** - Apresentação de comportamento indicativo de conforto em exemplar de Onça-pintada (*Panthera onca*)



Fonte: ADANIA *et al.* (2014).

Para as espécies de felídeos selvagens cativos, podemos citar alguns exemplos de enriquecimento com resultados comprovados perante literatura (ADANIA *et al.*, 2014), como o evidenciado no quadro 1.

**Quadro 1** - Exemplos de enriquecimentos e técnicas utilizadas para felídeos selvagens cativos

Enriquecimento	Técnica
Picolé de carne ou de presa	Enriquecimento alimentar
Estímulo olfatório com pimenta ou canela	Enriquecimento sensorial
Trilhas de odores	Enriquecimento sensorial
Beterraba, cenoura ou outros alimentos amarrados como pêndulos com corda de sisal ou como iscas em “vara de pescar”	Enriquecimento alimentar
Maracujá contendo forte odor injetado com seringa e servindo como bola	Enriquecimento sensorial/ físico
Alimentos embrulhados com folhas de bananeira e amarrados	Enriquecimento alimentar/ cognitivo
Presas: ratos, codornas e camundongos	Enriquecimento alimentar
Caixa-surpresa: caixa de papelão com algum conteúdo de odor estranho e/ou alimento	Enriquecimento cognitivo/ alimentar
Cano de policloreto de vinila (PVC) para esconder a presa	Enriquecimento alimentar/ cognitivo
Pedras de outros recintos contendo odor de presas ou de indivíduos da mesma espécie	Enriquecimento físico/ sensorial/social
Variação aleatória do horário de alimentação	Enriquecimento alimentar
Balanço feito com bambu e mangueira de bombeiro	Enriquecimento físico
Caixas d’água	Enriquecimento físico
Cama de capim seco ou feno	Enriquecimento físico
Monte de terra para o animal brincar de “esconde-esconde” (ficar na espreita).	Enriquecimento físico

**Fonte:** Adaptado de ADANIA *et al.* (2014).

## 6 CONSIDERAÇÕES

Concluimos que a manutenção de animais em cativeiro é uma das principais fontes de informações para o desenvolvimento de pesquisas voltadas para a conservação de espécies, em principal aquelas ameaçadas de extinção, como a maioria dos felídeos selvagens, atualmente. E os zoológicos são as principais instituições que realizam esse papel.

No entanto, para isso ser possível, a utilização de técnicas de enriquecimento ambiental é essencial para manter um animal cativo saudável, e deve se tornar uma realidade cada vez mais vista. Assim, oferecendo um ambiente próximo ao natural e mantendo a qualidade de vida desses animais.

## REFERÊNCIAS

ACCO, A. *et al.* Síndrome do estresse em animais-Revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 2, n. 1, 1999.

ADANIA, C. H. *et al.* Carnívora - Felidae (Onça, Suçuarana, Jaguatirica e Gato-do-Mato): Enriquecimento ambiental. *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária**. 2. ed. São Paulo: ROCA LTDA. v. 1 - 2, cap. 37, p. 1674-1676. ISBN 978-85-277-2648-1. 2014. São Paulo: ROCA LTDA, 2014. 1 figura, 3 figura, 4 figura.

ALTINO, V. S. *et al.* Monitoramento não invasivo do estresse em animais silvestres mantidos em cativeiro. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 19, n. 2, 2018.

AREY, D. S. Straw and food as reinforcers for prepartal sows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 33, n. 2-3, p. 217-226, 1992.

AZEVEDO, C. S.; BARÇANTE, L. Enriquecimento ambiental em zoológicos: em busca do bem-estar animal. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 19, n. 2, 2018.

BARTON, B. A.; IWAMA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of fish diseases**, v. 1, p. 3-26, 1991.

BERESCA, A. M. Enriquecimento Ambiental. *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária**. 2. ed. São Paulo: ROCA LTDA, 2014. v. 1 - 2, cap. 7, p. 172-193. ISBN 978-85-277-2648-1. 2014

BOERE, V. Environmental enrichment for neotropical primates in captivity. **Ciência Rural**, v. 31, p. 543-551, 2001.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British veterinary journal**, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: Conceito e Questões relacionadas revisão. **Archives of veterinary Science**, v. 9, n. 2, 2004.

BROWNLOW, M. History of Vienna Zoo. *In*: **Visiting Vienna**. 2021. Disponível em: <<https://www.visitingvienna.com/schonbrunn/zoo/zoo-history/>>. Acesso em: 09 set 2021.

CAMPOS, J. A. *et al.* Enriquecimento ambiental para leitões na fase de creche advindos de desmame aos 21 e 28 dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 272-278, 2010.

CARLSTEAD, K.; SHEPHERDSON, D. Alleviating stress in zoo animals with environmental enrichment. **The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare**, p. 337-354, 2000.

CARNIATTO, C. H. D. O. et al. COMPORTAMENTO E ESTRESSE EM *Leopardus pardalis* E *Puma yagouaroundi* CATIVOS. **VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar**. Editora CESUMAR, Maringá - PR. 2011. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/5781>. 2021

CARPES, A. Z. **Ferramentas para aplicação de enriquecimento ambiental para felinos cativos**. Florianópolis, p. 1-78, 10 jul. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174743>. Acesso em: 18 set. 2021.

COSTA, G. D. O. Educação ambiental-experiências dos zoológicos brasileiros. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado**. 2004.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. Glândulas endócrinas e sua função. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 260-296, 1993.

DE CASTRO, L. S. **Influências do enriquecimento ambiental no comportamento e nível de cortisol em felídeos silvestres**. 2009. 2 figura. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4816>. Acesso em: 14 out. 2021.

DE CASTRO, L. S. **Influências do enriquecimento ambiental no comportamento e nível de cortisol em felídeos silvestres**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4816>. Acesso em: 10 out. 2021.

DICKSON, W. M. Endocrinologia, reprodução e lactação. Glândulas endócrinas In: DUKES, H. H.; SWENSON, M. J; REECE, WO (Eds.) **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, p. 572-614, 1996.

FABIANO, K. L. N. *et al.* **Avaliação de técnicas de enriquecimento ambiental aplicadas à *Ramphastos toco* (Statius Muller, 1776)(Aves, Ramphastidae), em cativeiro**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/20587>. Acesso em: 14 out. 2021.

FOWLER, M. E. **Zoo and Wild Animal Medicine**. 2nd edn. Ed ME Fowler. 1986.

GRAEFF, F. G. Biological basis of posttraumatic stress disorder. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 25, p. 21-24, 2003.

LANE, J. Can non-invasive glucocorticoid measures be used as reliable indicators of stress in animals?. **Animal Welfare**, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2006.

MAIA, C. M. **Comportamento de Onça-Parda (*Puma concolor*), no Zoológico de Campinas, frente à visitação pública**. 2009. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119764/maia\\_cm\\_tcc\\_bot.pdf?seq=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119764/maia_cm_tcc_bot.pdf?seq=1). Acesso em: 27 set. 2021.

MANTECA, X.; SALAS, M. Las estereotipias como indicadores de falta de bienestar en animales de zoológico. **Zoo Animal Welfare Education Centre**, n. 2. 2015.

MARTINS, V. N. B. *et al.* **Enriquecimento Ambiental para *Leopardus tigrinus* Schreber, 1775 (Carnivora, Felidae) no Zoológico Municipal de Uberlândia, Uberlândia, MG.** 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21895>. Acesso em: 27 set. 2021.

MASON, G. J. Stereotypies: a critical review. **Animal behaviour**, v. 41, n. 6, p. 1015-1037, 1991.

MICHELETTI, T. *et al.* Reprodução natural de felídeos selvagens em cativeiro: dificuldades e orientações. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 36, n. 1, p. 39-43, 2012.

MOREZZI, B. B. *et al.* **Enriquecimento ambiental em zoológicos.**[s. l.], v. 15, ed. 05, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/7829/enriquecimento-ambiental-em-zooloacutegicos>. Acesso em: 18 set. 2021.

MÜLLER, G. C. K. *et al.* Freqüência de parasitas intestinais em felinos mantidos em zoológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 559-561, 2005.

ORSINI, H.; BONDAN, E. F. Fisiopatologia do estresse em animais selvagens em cativeiro e suas implicações no comportamento e bem-estar animal—revisão da literatura. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v. 24, n. 1, p. 7-13, 2006.

PIZZUTTO, C. S. *et al.* Bem-estar no cativeiro: um desafio a ser vencido. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 11, n. 2, p. 6-17, 2013.

RIVERA, E. A. B. Estresse em animais de laboratório. In: ANDRADE, A., PINTO, SC, OLIVEIRA, R. S. **Animais de laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002a. cap, v. 29, p. 263-273, 2006.

SAAD, C. E. D. P. *et al.* Bem-estar em animais de zoológicos. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.38-43, 2011 (supl. especial). 2011.

SHEPHERDSON, D. J. *et al.* **Second nature: Environmental enrichment for captive animals**. Smithsonian, 1999.

SILVA, A. D. **Importância dos zoológicos visando o bem-estar de animais silvestres e exóticos**. Tese de Doutorado. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, UNICEPLAC, Distrito Federal. 2019. Disponível em: <https://dspace.uniceplac.edu.br/handle/123456789/167>. Acesso em: 27 set. 2021.

SILVA, T. B. B. D. *et al.* Enriquecimento ambiental para felinos em cativeiro. **Atas de Saúde Ambiental-ASA**, v. 2, n. 3, p. 44-52, 2015.

SOARES, R. C. **Enriquecimento ambiental como ferramenta de reabilitação e reintrodução para *Leopardus tigrinus* (Gato-do-mato pequeno): revisão de literatura**. p. 1-22. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Medicina Veterinária) - Centro

Universitário CESMAC, [S. l.], 2018. Disponível em: <http://srv-bdtd:8080/handle/tede/329>. Acesso em: 18 set. 2021.

SPRAKER, T. R. Stress and capture myopathy in artiodactylids. **Zoo and wild animal medicine**, p. 481-488, 1993.

SUMPTER, J. P. The endocrinology of stress. **Fish stress and health in aquaculture**, v. 819, p. 95-118, 1997.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropicais intensiva. TecArt, São Paulo**, p. 171-194, 2004.

VANSTREELS, R. E. T. *et al.* Revisão das causas de mortalidade de primatas neotropicais (Primates: Platyrrhini) no Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros (Sorocaba, SP), 1996-2006. **Clínica Veterinária**, n. 90, p. x-e, 2011.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Ed.). Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. **JHU Press**, 2005.

YOUNG, R. J. Environmental enrichment for captive animals. **John Wiley & Sons**, 2013.



## ASPECTOS ETIOLÓGICOS, PATOGÊNICOS E FISIOLÓGICOS DA UROLITÍASE: UMA REVISÃO DE LITERATURA

### Ana Íris Pinheiro de Freitas

Centro Universitário Maurício de Nassau, Centro de Saúde, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0782-4737>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3712354139828301>

### Emily dos Santos Britos Marques

Centro Universitário Maurício de Nassau, Centro de Saúde, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5553-2408>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2325671396399995>

### Fernanda Beatriz Miranda de Oliveira

Centro Universitário Maurício de Nassau, Centro de Saúde, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9212-6393>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9194823108893296>

### Livia Queiroz da Silva

Centro Universitário Maurício de Nassau, Centro de Saúde, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2037-2656>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9580070860283008>

### Maria Neusa Bernardino Lavor da Costa

Centro Universitário Maurício de Nassau, Centro de Saúde, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2078-2524>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7998289695045274>

### Glenda Roberta Freire Lima

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3867-7389>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### Thaís Maria Araújo Batista

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2243-0813>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

#### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

25/10/2021

Aceito em:

26/10/2021

Data de publicação:

16/11/2021

#### RESUMO

Urólitos são formados através da aglomeração de compostos químicos inorgânicos acumulados na urina, podendo levar ao desenvolvimento da urolitíase. Como consequência, há uma obstrução e dificuldade de saída da urina, ocasionando supersaturação. Ademais, a alimentação, as alterações no pH e o nível baixo de ingestão de água também são fatores predisponentes à formação dos cristais característicos da urolitíase. Outrossim, essa doença afeta principalmente os felinos, mas também existem casos com os ruminantes e os cães. O diagnóstico da doença é feito pelo histórico, anamnese e sinais clínicos. Para resultados mais exatos, há o uso de exames de imagem como radiografia e ultrassonografia,

**Palavras-chave:**

Urólitos

Obstrução Uretral

Gotejamento Urinário

Animais Domésticos

Ruminantes

urinálise, hemograma e bioquímica sérica. A respeito dos primeiros sinais clínicos, os ruminantes sofrem com desconforto abdominal, inquietação, esforço para micção e outros. Podendo ser mais sérios, como em casos de obstrução parcial, onde observa-se gotejamento urinário com presença de sangue e em casos de obstrução total, há pulsação da uretra em região perineal e aumento do volume no local da obstrução. Já nos pequenos animais domésticos variam de acordo com o número de urólitos presente. Além disso, a irritação da parede da bexiga resulta em presença de sangue na urina (hematúria), necessidade de micção frequente (polaquiúria), emissão lenta da urina (estrangúria) e desconforto ao urinar (disúria). O tratamento pode ser realizado inicialmente de forma clínica, onde há uma diluição da urina através de dietas ou ingestão de água e quando não for suficiente, a intervenção cirúrgica pode ser necessária, tem-se como exemplo a litotripsia, entretanto, vale ressaltar que este não é recomendado aos felinos por eles terem um rim mais sensível. Assim, essa doença é de extrema importância e deve ter um olhar, uma atenção e um cuidado sob ela, a fim de preservar o bem-estar animal.

---

**ETIOLOGICAL, PATHOGENIC AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF UROLITHIASIS: A LITERATURE REVIEW**

**ABSTRACT**

Uroliths are formed through the agglomeration of inorganic chemical compounds accumulated in the urine, which can lead to the development of urolithiasis. As consequence, there is an obstruction and difficulty in the exit of urine, causing supersaturation. Furthermore, diet, changes in pH and low water intake are also predisposing factors to the formation of characteristic crystals of urolithiasis. Moreover, this disease mainly affects felines, but there are also cases with ruminants and dogs. The diagnosis of the disease is made by historic, anamnesis and clinical signs. For more accurate results, imaging tests such as radiography and ultrasonography, urinalysis, blood count and serum biochemistry are used. Regarding the first clinical signs, ruminants suffer from abdominal discomfort, restlessness, straining to urinate and others. It can be more serious, such as in cases of partial obstruction, where there is urine dripping with the presence of blood, and in cases of total obstruction, there is pulsation of the urethra in the perineal region and an increase in volume at the obstruction site. In small domestic animals, however, they vary according to the number of uroliths present. In addition, bladder wall irritation results in the presence of blood in the urine (hematuria), need for frequent urination (polakiuria), slow emission of urine (stranguria) and discomfort when urinating (dysuria). The treatment can be initially performed clinically, where there is a dilution of the urine through diets or water intake and when it is

**Keywords:**

Uroliths

Urethral Obstruction

Urinary Drip

Domestic Animals

Ruminants

not enough, surgical intervention may be necessary, such as lithotripsy, although, it is noteworthy that this it is not recommended for cats because they have a more sensitive kidney. Thus, this disease is extremely important and must have a look, attention and care under it, in order to preserve the animal welfare.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A urolitíase é a formação de urólitos originados a partir da urina supersaturada com sais dissolvidos, formando cristais menos solúveis a urina. É uma enfermidade que acomete animais domésticos, tanto em condições patológicas como fisiológicas, atuando de forma isolada ou em conjunto (JERICÓ, 2015). Foi observada como uma das principais doenças com formações de cálculos no trato urinário de cães e gatos, podendo haver cálculos nos rins, ureter, bexiga ou uretra (FOSSUM, 2014).

Comumente acredita-se que felinos apresentam maiores taxas de doença no trato urinário, no entanto, no tocante à urolitíase, essa ocorre em maior frequência em cães de pequeno porte (JERICÓ, 2015). Contudo, por mais que haja alta incidência dessa patologia em felinos e canídeos, relatam-se casos em outras espécies, tais como as variadas espécies de ruminantes, enfatizando a necessidade da atividade cirúrgica para remoção de urólitos, pois o tratamento não invasivo se apresentou ineficaz na maioria dos casos (SOARES, 2019).

A urolitíase em cães ocorre com bastante frequência nas raças: Schnauzer miniatura, Lhasa apso, Yorkshire terrier, Bichon frise, Shitzu e Poodle. (RICK et al., 2017). Os cães que possuem pequeno porte como o Yorkshire, Terrier, Shi Tzu e Lhasa Apso, têm maior predisposição ao aparecimento da doença se comparados às raças de grande porte. Isso acontece respectivo a um menor volume urinário e micções que eles excretam, fazendo, portanto, com que aumente a concentração de minerais na urina. (MORDEFINI; OLIVEIRA, 2009).

A urolitíase é uma condição clínica muito desafiadora e ocorre rotineiramente na clínica de animais domésticos, com a possibilidade de indicação de eutanásia ou óbito por complicações da doença, sendo de extrema importância seu estudo. (INKELMANN et al., 2012). A seguinte revisão de literatura tem como objetivo falar sobre os aspectos etiológicos, patogênicos e fisiológicos da doença, além do diagnóstico e tratamento dessa afecção.

## 2 CONCEITO DE URÓLITOS

Os urólitos são aglomerações de compostos em formatos de cristais que se acumulam na urina e são constituídos por diferentes substâncias, tais como: urato de amônia, oxalato de cálcio, estruvita, cistina, entre outros, no qual cada elemento requer diferentes condições ideais para formação de seus cristais (BERNARDES, 2019). Estes urólitos podem ser caracterizados como precipitações de compostos químicos inorgânicos, conhecidos como minerais, sendo os achados microscópicos chamados puramente de cristais e os macroscópicos de urólitos, possuindo suma relevância devido aos problemas fisiológicos que podem acarretar no sistema urinário de espécies animais variados (JERICÓ, 2015; SOARES, 2019).

A presença de urólitos obstruindo e dificultando a saída de urina em qualquer ponto do trato urinário é chamada de urolitíase. Sendo comum em felinos, pode chegar à marca de 23% em gatos que apresentaram problemas no sistema urinário (GOMES, 2018). Contudo, não se limita apenas aos felídeos, afetando também ruminantes e, em cães, é a terceira doença mais incidente no trato urinário havendo uma predominância da presença de urólitos na bexiga e uretra (GOMES, 2018; GUERRA, 2018).

Urólitos possuem apenas 5% de matriz orgânica em sua composição, sendo os 95% restantes de substância cristalóide (GOMES, 2018). Podem ser classificados de acordo com a sua localização no trato urinário, sendo nefrólitos nos rins, ureterólitos no ureter, uretrólitos na uretra e urocistólitos na bexiga, já de acordo com sua morfologia são classificados em: lisos, piramidais e de acordo com a estrutura dos minerais que o compõem (ROSA, 2013; GUERRA, 2018).

Outra classificação mais específica para os urólitos, apresentada em literaturas, é de acordo com o tipo de mineral que o constitui, dando ao cálculo o nome do minério. São elas: urólito de oxalato de cálcio, urólito de estruvita, urólito de cistina, urólito de sílica, urólitos de urato, urólitos de fosfato de cálcio, urólitos de xantina e até urólitos formados por metabólitos de fármacos (Figura 1) (JERICÓ, 2015; VARGAS et al., 2019). Os cálculos formados por estruvita e oxalato de cálcio são mais comuns e se apresentam com mais frequência (80% a 90% de ocorrências no cotidiano clínico), os urólitos de cistina, sílica, xantina e fosfato de cálcio são mais incomuns (GOMES, 2018).

**FIGURA 1** - Formatos e características de tipos de urólitos em variadas espécies



Fonte: Adaptado de Koehler et al., (2008).

Ademais, os urólitos também podem ser classificados baseando-se em sua composição. Caso possuam porcentagem igual ou superior a 70% de um único mineral em uma ou duas camadas é dito como simples, como composto se houver na composição de diferentes camadas mais de um minério com predominância de 70%, e se houver vários minerais sem um ter ênfase sobre o outro é classificado como misto (JERICÓ, 2015).

### 3 ETIOPATOGENIA

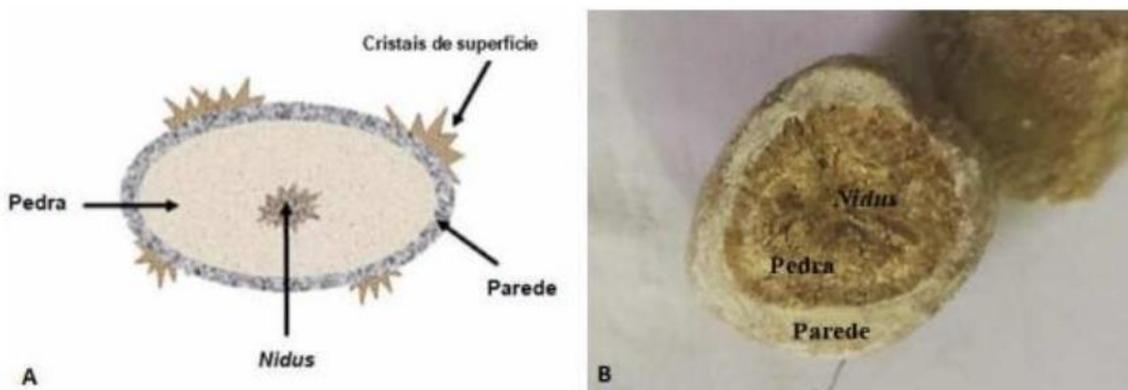
Dentre as inúmeras funções do sistema urinário, uma delas é a eliminação de “restos” da digestão. Trata-se dos catabólitos que são abolidos por meio da urina. A urina é uma solução que em condições normais mantém-se saturada por diversos minerais. No entanto, existem fatores que podem causar a formação de cristais, como quando determinado soluto permanece por um longo período no trato urinário. Tal permanência associada ao nível baixo de solubilidade gera uma supersaturação da urina. A consequência desencadeada pela supersaturação será o estabelecimento de condições propícias para a atração e deposição de minerais (BERNARDES, 2019).

A supersaturação urinária é caracterizada pelo excesso de substâncias cristalogênicas (ARIZA et al., 2015). A formação dos urólitos ocorre inicialmente pelo processo chamado nucleação, onde são formados vários cristais. Essa supersaturação proporciona a formação de sólidos por meio dos sais dissolvidos, chamados de cristalúria. A partir disso, os urólitos podem se formar por meio da agregação desses cristais e por não ser expelido adequadamente (JERICÓ, 2015). A supersaturação associada com a baixa quantidade de urina sendo expelida são as principais causas da presença de cristais na urina e formação de urólitos (GUERRA, 2018).

Ademais, a alimentação, a diminuição da ingestão de água e a alteração do pH urinário causam impactos predispondo à formação de cristais que podem se agregar e crescer, tendo o desenvolvimento da urolitíase (JERICÓ, 2015). Os urólitos ou cálculos são formados pela precipitação de sais de ácidos orgânicos e inorgânicos, ou por outros elementos como cistina, xantina, fosfato, carbonato, sílica ou urato, em união a uma matriz orgânica, como uma proteína (SANTOS; ALESSI, 2016).

As camadas dos urólitos ou cálculos incluem o nidus (núcleo), que é considerado a área de iniciação; a pedra, a qual representa o corpo da amostra mineral; a parede, que circunda a pedra; e os cristais de superfície, uma camada incompleta do cálculo (Figura 2) (BERNARDES, 2019).

**FIGURA 2** - Representação esquemática de um urólito/cálculo, enfatizando as partes que o constituem (A). Fotografia de urocistólito, encontrado na bexiga, de um felino, demonstrando as camadas da sua estrutura (B)



Fonte: GOMES, (2018).

É importante salientar que a formação dos urólitos depende de duas fases: a fase de iniciação e a de crescimento. A fase de iniciação dará origem ao nidus do urólito. Essa fase subdivide-se em formas heterogênea e homogênea. Na forma heterogênea, a precipitação dos minerais ocorre com a presença de materiais como corpos estranhos, células inflamatórias, aglomerado de bactérias e outros. Em contrapartida, na forma homogênea, a precipitação dos minerais presentes na urina ocorre espontaneamente (GOMES, 2018). Posterior à fase de iniciação, tem-se a fase de crescimento, onde a agregação de minerais ao nidus é contínua. Essas fases irão ocorrer quando o meio estiver propício para esse desenvolvimento (ARIZA, 2014; BERNARDES, 2019).

São diversos fatores envolvidos no desenvolvimento das urolitíases, como fatores genéticos, idade, gênero, anormalidades anatômicas ou funcionais do trato urinário, desequilíbrios do metabolismo, infecções, além de alimentação inadequada e o baixo consumo de água (VARGAS et al., 2019). Alguns tipos de urólitos têm maior predisposição por raças, gênero do animal e idade. Todavia, podem se manifestar em qualquer animal independente da sua idade ou sexo. Uma grande parte dos animais que desenvolvem a doença é de pequeno porte e isto está relacionado com o fato deles produzirem menor volume urinário e com maior densidade. Além disso, animais acima do peso também estão na zona de risco de adquirirem a doença (GUERRA, 2018).

A literatura expõe ainda três teorias a respeito das condições propícias para a formação dos urólitos: a teoria da precipitação cristalização, a teoria da matriz nucleação e a teoria da deficiência de inibidores (JERICÓ, 2015). Segundo a teoria da precipitação cristalização, a formação dos urólitos ocorre na presença de uma sedimentação de cristalóides litogênicos em urina supersaturada com nidus (núcleo) sendo produzido na fase primordial de forma homogênea (GOMES, 2018). Existem alguns fatores que podem estar associados à manutenção da supersaturação urinária com cristalóides, como uma maior excreção renal de cristais em consequência do aumento da filtração glomerular, elevação da secreção tubular ou redução da reabsorção tubular desses, pH urinário e outros (JERICÓ, 2015).

A teoria da matriz nucleação demonstra a necessidade da presença de material anormal, como fios de sutura, células descamadas ou bactérias, nos quais os compostos presentes na urina se agregarão e iniciarão a materialização do nidus de forma heterogênea (GOMES, 2018). Por último, tem-se a teoria da deficiência de inibidores, onde estão presentes substâncias naturalmente encontrados na urina, tais como: o citrato, o magnésio e outros; que inibiriam a cristalização e agregação de minerais. Ressalta-se ainda que, nesta

teoria, a formação dos cálculos depende da redução de inibidores da cristalização associada à supersaturação da urina (GOMES, 2018; ARIZA, 2014).

Os fatores genéticos são responsáveis pela formação de cálculos urinários associados com os fatores ambientais. Nesses casos, existem genes mutantes que codificam proteínas que participam na síntese de transporte da membrana dos metabólitos, aumentando a sua concentração que influencia na formação de urólitos (GOMES, 2018).

Algumas alterações congênitas e anatômicas são fatores de predisposição à urolitíase, como os rins em forma de ferradura que consistem em má formação renal e a doença renal policística. Na urolitíase, as infecções estão presentes em 76,19% dos cães com a doença. As bactérias que produzem urease geram a deposição de cristais de estruvita e fosfato de cálcio. A bactéria mais frequente encontrada é a *Escherichia coli*, porém não é considerada causa da doença e sim, consequência (ARIZA et al., 2015).

#### 4 DIAGNÓSTICO

A urolitíase é uma doença que requer rápido diagnóstico para evitar a obstrução total da uretra, pois, nesse caso, haverá altas chances de letalidade (CONSTABLE et al., 2017). Para o diagnóstico, requer-se o histórico do paciente e a anamnese baseada nos sinais clínicos. Além disso, exames de imagem (radiografia e ultrassonografia), urinálise, hemograma e bioquímica sérica são necessários para que se possa ter um resultado com mais exatidão (NAVARRO, 2016). Os exames de imagem auxiliam na verificação da posição dos cálculos, na avaliação dos órgãos afetados e, conseqüentemente, na avaliação da gravidade do caso, para saber se será necessário intervenção cirúrgica (SCOTT, 2012).

A análise física é a primeira a ser realizada, onde se observa a coloração da urina, o grau de turbidez e se há presença de componentes incomuns no fluido, como mucos e células de descamação. A palpação dos urocistólitos também é necessária para o exame físico, sendo observado em 20% dos felinos acometidos. Em alguns casos, é possível sentir a parede vesical espessa (CARNEIRO, et al. 2021). A urinálise é a avaliação da urina, e essa pode ser coletada por gotejamento, caso o animal esteja com obstrução parcial, ou coletada via cistocentese, caso seja necessário reduzir a pressão da bexiga do paciente e/ou caso haja obstrução total (SOARES, 2019).

O hemograma pode indicar hemoconcentração decorrente de desidratação, leucocitose, neutrofilia e índices de fibrinogênio plasmático altos, indicando inflamações

(SOARES, 2019). A bioquímica sérica avalia a quantidade de ureia e creatinina no plasma para avaliar o perfil renal do paciente, pois estes podem indicar lesões pós renais (SANTAROSA, 2015).

#### **4.1 Sinais clínicos em ruminantes**

Os primeiros sinais clínicos mais notáveis são relacionados à dor provocada pelas lesões no epitélio urinário, que são: desconforto abdominal, inquietação, decúbito intermitente, dor à palpação na região renal, esforço para micção, bruxismo e grunhidos. Em casos de obstrução parcial, observa-se gotejamento urinário com presença de sangue (SOARES, 2019). Já em casos de obstrução total, há pulsação da uretra em região perineal e aumento do volume no local da obstrução (BRANCHINI, 2014).

#### **4.2 Sinais clínicos em pequenos animais domésticos**

Os sinais clínicos variam de acordo com o número de urólitos presentes e suas características físicas. Urólitos com superfície lisa causam menos irritações à mucosa vesical que cálculos irregulares e/ou com bordas afiadas. A irritação da parede da bexiga resulta em presença de sangue na urina (hematúria), necessidade de micção frequente (polaquiúria), emissão lenta da urina (estrangúria) e desconforto ao urinar (disúria) (CARNEIRO et al., 2021).

### **5 TRATAMENTO**

O tratamento da urolitíase pode ser tanto cirúrgico como clínico. Porém, diversos fatores irão determinar qual o mais adequado a se utilizar. Inicialmente, é importante verificar se há a possibilidade de fazer um tratamento clínico, que tem como objetivo a retirada de urólitos por dissolução e impedir seu crescimento (JERICÓ, 2015). Casos em que já haja uma obstrução, quando a disseminação não for possível, ou seu tamanho impeça sua saída, ocorre o tratamento de forma cirúrgica (FOSSUM, 2014).

De forma clínica, o tratamento consiste em subsaturação ou diluição da urina por meio de dietas ou ingestão frequente de água (GOMES, 2018). Podem ser recomendados também remédios que modifiquem seu PH urinário e aumentem seu volume. Também é de

suma importância que pacientes não apresentem infecção no trato urinário, pois com a retirada dos urólitos, a infecção pode se espalhar causando danos (JERICÓ, 2015).

A eliminação de urólitos via sonda uretral permite sua retirada completa, sendo uma técnica muito utilizada em pacientes de maior risco, principalmente naqueles que não precisam utilizar-se de anestesia. Usa-se solução salina caso o animal não apresente repleção vesical. Após isso, apalpa-se e movimentam o conteúdo vesical para que os cálculos fiquem em suspensão e sejam drenados em seguida (JERICÓ, 2015; GUERRA, 2018).

Na técnica de uro-hidropropulsão miccional, o animal é posicionado com a coluna vertebral em um ângulo de 25° com uma linha imaginária traçada perpendicular ao chão, a bexiga urinária é palpada e pressionada estimulando a micção e assim, a saída dos cálculos. A uro-hidropropulsão retrógrada é uma desobstrução uretral por meio da técnica de lavagem da bexiga urinária. Nesse procedimento o animal é submetido à anestesia (JERICÓ, 2015; ROSA, 2013).

Litotripsia é o tratamento utilizado para fragmentar os urólitos com o intuito de eliminá-los pela micção. Esse procedimento não é recomendado em felinos, pois os rins de gatos são mais sensíveis do que de outras espécies (FOSSUM, 2014). Porém, a litotripsia consiste em três tipos: litotripsia a laser, litotripsia eletro-hidráulica e extracorpórea (JAKOBS, 2007, JERICÓ, 2015).

A litotripsia a laser não possui eficácia necessária para retirada dos urólitos, porém seu processo é feito sob anestesia, após um ureteroscópio inserido na uretra, bexiga e ureter para localizar o cálculo (JERICÓ, 2015). Juntamente ao ureteroscópio é posto o laser ligado a um cabo de fibra, fragmentando os cálculos que serão eliminados na urina. A litotripsia a laser é indicada para retirada de urólitos do trato urinário superior. A litotripsia eletro-hidráulica é feita também sob anestesia, com uma bolha d'água encosta na região dorsal e é aplicado energia eletro-hidráulica. Na litotripsia extracorpórea as ondas de choques são aplicadas diretamente na região de nefrólitos e ureterólitos e são utilizados principalmente no trato urinário inferior (JERICÓ, 2015; GUERRA, 2018).

O tratamento também pode ser feito de acordo com a composição mineral do cálculo. Sendo o mais comum nos animais domésticos, os urólitos de estruvita são formados por magnésio, amônia e fosfato e são suscetíveis a fragmentação (JERICÓ, 2015; RICK, 2017). A urina supersaturada associada à infecção do trato urinário, dieta e urina alcalina, auxilia na formação dos cálculos de estruvita. Por fim, é fundamental a maior ingestão de

água, aumento no volume urinário e mudança do PH da urina mediante uma dieta (MONFERDINI; OLIVEIRA, 2009).

Os cálculos de oxalato de cálcio não são passíveis de dissolução. Seu tratamento de forma clínica consiste em terapia conservativa que serve para o aumento da diurese (VARGAS, 2014). O urato de amônio é passível de dissolução, portanto é introduzido dietas com baixa quantidade de precursores de purinas, controle de infecção do trato urinário, maior umidade e utilizar alcalinizantes urinários (GONÇALVES, 2018).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À luz dessas considerações, compreende-se que a principal causa para o desenvolvimento da urolitíase é a baixa quantidade de urina a ser expelida e seu acúmulo, associada à supersaturação de substâncias cristalogênicas. Tais substâncias podem se agregar e formar os urólitos, que podem impedir a passagem adequada da urina pela uretra. Alguns fatores além da má alimentação e da pouca ingestão de água também podem influenciar na formação de urólitos, como raça, gênero, idade, peso e até mesmo o porte.

Também pudemos observar que casos de urolitíase requerem atendimento emergencial e de preferência em ambiente hospitalar, devido às fortes tendências de haver uma intervenção cirúrgica. O Diagnóstico requer o histórico do paciente e a anamnese baseada nos sinais clínicos juntamente aos exames complementares (como ultrassonografia, hemograma e urinálise) para se ter um resultado mais preciso. Por fim, o tratamento pode ser clínico ou cirúrgico dependendo da gravidade do caso.

## REFERÊNCIAS

ARIZA, P. C. **Composição de urólitos vesicais de cães determinada por espectroscopia de energia dispersiva (eds) e análise química.** 2014. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

ARIZA, P.C et al. Etiopatogenia da urolitíase em cães. **Enciclopédia Biosfera.** Goiânia. v. 11, n. 22, p. 3-7, 2015.

BERNARDES, A. C. S. **Estudo de casos de urólitos de urato de amônio em felinos.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) - Faculdade De Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

BRANCHINI, N.S. **Estudo da influência alimentar na etiologia da urolitíase em cordeiros**. 2014. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu-SP, 2014.

CARNEIRO, N. F. et al. Aspectos Clínicos de Cálculos Urinários em Felinos-Revisão de Literatura. in: RODRIGUES, V. H. V. **Atualidades na Saúde e Bem-Estar Animal**. 2. Ed. Fortaleza: Invivo, 2021, p. 7-16.

CONSTABLE, P.D. et al. **Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goat**. 11. ed. London: Elsevier, p.1144 - 1150, 2017.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2014.

GOMES, V. R. **Caracterização clínica, laboratorial e da composição de urólitos em felinos domésticos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola De Veterinária E Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

GONÇALVES, C. dos S. **Urolitíase Mista de Fosfato de Cálcio e Urato de Amônio em Cadela Bassethound**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2018.

GRAUER, G. Manifestações clínicas dos distúrbios urinários; Urolitíase canina. In: Nelson, A. W. & Couto, C. G. **Medicina Interna de Pequenos Animais**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

GUERRA, M.G. **Urolitíase no trato urinário inferior em cães: revisão da literatura**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina Veterinária) Universidade Santo Amaro, São Paulo, 2018.

INKELMANN, M. A. et al. Urolitíase em 76 cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Rio de Janeiro. v. 32, n. 3, 2012.

JAKOBS, R. et al. Endoscopic Laser Lithotripsy For Complicated Bile Duct Stones: Is Cholangioscopic Guidance Necessary? **Arquivos de Gastroenterologia**. São Paulo. v. 44, n. 2, 2007.

JERICÓ, M. M.; KOGIKA, M. M.; NETO, J. P. de A. **Tratado de medicina interna de cães e gatos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2015.

KOEHLER, L. A. et al. Canine urolithiasis: frequently asked questions and their answers. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Philadelphia. v. 39, n. 1, p. 161-181, 2008.

MONFERDINI, R. P.; OLIVEIRA, J. de. Manejo Nutricional Para Cães e Gatos Com Urolitíase – Revisão Bibliográfica. **Acta Veterinaria Brasilica**. Mossoró. v.3, n.1, p.1-4, 2009.

NAVARRO, F. C. **Utilização de cloreto de amônio na prevenção de urolitíases em ovinos**. 2016. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba. Universidade Estadual Paulista, Araçatuba-SP, 2016.

RICK, G. W.; et al. Urolitíase em cães e gatos. **PUBVET**. Londrina. v.11, n.7, p.705-714, 2017.

ROSA, P. P. **Urolitíase causada por oxalato de cálcio em felinos**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SANTAROSA, B. P. **Avaliação clínica, laboratorial e anatomopatológica do sistema urinário de ovinos confinados com e sem suplementação de cloreto de amônio**. 2015. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Botucatu-SP, 2015.

SANTOS, R. L.; ALESSI, A. C. **Patologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

SCOTT, P.R. **Clinical, ultrasonographic and pathological description of bladder distension with consequent hydroureters, severe hydronephrosis and perirenal fluid accumulation in two rams putatively ascribed to pelvic nerve dysfunction**. Small Ruminant Research. v. 107, p. 45-48, 2012.

SOARES, T. C. dos S. **Urolitíase em ruminantes: revisão de literatura e relato de caso**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Residência em Clínica Médica e Cirúrgica de Ruminantes) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

VARGAS, F. **Ureterolitíase por oxalato de cálcio em felinos: diagnóstico e tratamento**. 2014. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Faculdade De Veterinária, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2014.

VARGAS, M.E.B. et al. Urolitíase revisão da literatura. **Revista Científica**. São Paulo. v. 1, n. 1, p. 2, 2019.



## SÍNDROME DOS BEZERROS ANORMAIS – REVISÃO DE LITERATURA

### Lorena Santos Bezerra

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, , Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9637-6528>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4384719184797527>

### Thaís Maria Araújo Batista

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2243-0813>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

### Glenda Roberta Freire Lima

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3867-7389>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### Máyra Carvalho Petelinkar

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7499-4226>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5981111350891482>

### Victor Hugo Vieira Rodrigues

Centro Universitário Estácio do Ceará, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-8015>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

#### Informações sobre o artigo:

#### Recebido em:

25/10/2021

#### Aceito em:

26/10/2021

#### Data de publicação:

16/11/2021

#### Palavras-chave:

Bezerros

Síndrome

FIV

Transferência Nuclear

PIV

#### RESUMO

A produção de embriões bovinos por fecundação *in vitro* (FIV) ou pela clonagem por transferência nuclear (TN) é uma poderosa ferramenta utilizada rotineiramente no mundo tanto em nível científico quanto comercial. No entanto, essa produção está associada ao aparecimento de anormalidades de desenvolvimento, em um conjunto de sintomas denominada Síndrome dos Bezerros Anormais (SBA). O objetivo deste trabalho foi realizar uma breve revisão de literatura sobre as principais anomalias que podem ocorrer em bovinos produzidos pela técnica de clonagem, durante o período gestacional e ao nascimento.

ABSTRACT

**Keywords:**

Calves

Syndrome

IVF

Nuclear Transfer,

IVP

The production of bovine embryos by *in vitro* fertilization (IVF) or cloning by nuclear transfer (NT) is a powerful tool routinely used in in the world, being, however, associated with the appearance of developmental abnormalities, in a set of symptoms called Abnormal Offspring Syndrome (AOS). The aim of this work was to carry out a brief literature review on the main anomalies that can occur in cattle produced by the cloning technique, during the gestational period and at birth.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o domínio das etapas de produção de embriões completamente *in vitro* (PIV) ainda na década de 80 (LU *et al.*, 1988), alcançou-se um avanço científico considerável em várias áreas do conhecimento, contemplando a foliculogênese, maturação folicular e oocitária, fecundação e desenvolvimento embrionário. Tais fatos permitiram o desenvolvimento dos primeiros animais de interesse zootécnico produzidos tanto pela fecundação *in vitro* (FIV) no início dos anos 80 (BRACKETT *et al.*, 1982) quanto pela transferência nuclear (TN), utilizando blastômeros de embriões ovinos em estádios iniciais de desenvolvimento há 30 anos (WILLADSEN, 1986), ou células somáticas de uma fêmea ovina adulta (Ovelha Dolly), uma década mais tarde (WILMUT *et al.*, 1997).

Assim, vários grupos laboratoriais no país também desenvolveram e dominaram a tecnologia da clonagem bovina por transferência nuclear desde o início do século. Várias aplicações foram sugeridas, incluindo a clonagem reprodutiva visando à reprodução de indivíduos geneticamente superiores e de importância econômica bem como a preservação e propagação de espécies ou raças em extinção, produção de animais transgênicos e até mesmo a clonagem terapêutica, com implicações diretas na saúde humana (BERTOLINI *et al.*, 2007).

Apesar dos grandes avanços no desenvolvimento dos sistemas de produção *in vitro* de embriões por FIV ou TN em várias espécies animais, algumas anormalidades de desenvolvimento acarretam consequências inesperadas e imprevisíveis (GERGER *et al.*, 2016). Denominada coletivamente de *Abnormal Offspring Syndrome*, ou AOS (FARIN *et al.*, 2006) essa anormalidade envolve alterações tanto pré- quanto pós-natais. Interessantemente, perturbações que ocorrem durante os primeiros dias de desenvolvimento embrionário de conceptos de PIV podem interferir no crescimento embrionário, fetal e placentário

acarretando anormalidades gestacionais, prolongamento da gestação, menor preparação fisiológica da fêmea ao parto, distorcias e o nascimento de bezerros com excesso de peso e reduzida sobrevivência pós-parto (FARIN *et al.*, 2006; BERTOLINI *et al.*, 2007).

A ocorrência desse conjunto de alterações da AOS parece estar intrinsecamente associada ao conceito (YOUNG *et al.* 1998) e pode variar entre embriões no mesmo cultivo, entre protocolos de FIV e TN, ou mesmo entre laboratórios (YOUNG *et al.*, 2001). Além disso, o padrão metabólico anormal identificado nos embriões de PIV interfere no desenvolvimento útero-placentário-fetal (GERGER *et al.*, 2016) e falhas na expressão gênica em embriões clones em decorrência do processo de reprogramação nuclear ineficiente poderiam ser responsáveis pela alta incidência de perdas gestacionais e anormalidades em neonatos (BOIANI *et al.*, 2003).

Os problemas observados em neonatos foram disfunções respiratórias e cardíacas. Além disso tem sido relatado deficiências imunológicas, insuficiência renal, ascite, problemas nas articulações etc. (BORDIGNON, 1998). Deste modo, objetivou-se descrever sobre as principais alterações morfológicas que podem ocorrer em bovinos produzidos pela clonagem desde o período gestacional ao período perinatal.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Conjunto de Anormalidades Morfo-Funcionais e Clínicas em Clones Bovinos: Abnormal Offspring Syndrome (AOS)**

O uso da fecundação *in vitro* (FIV) na produção *in vitro* de embriões (PIV) em ruminantes foi recebido como mais uma ferramenta para permitir uma rápida multiplicação de animais geneticamente superiores. A clonagem, inicialmente por TN com blastômeros, e posteriormente por TNCS, também surgiu com a mesma promessa. Entretanto, estas biotécnicas geraram uma maior incidência de anormalidades gestacionais com reflexos pós-natal (BEHBOODI *et al.*, 1995).

Desde os anos 80 os procedimentos de PIV de embriões bovinos por FIV e clonagem por TN têm sido relacionados a alterações pré- e pós-natais, fetais e placentárias, de ordem morfológica, fisiológica, metabólica, bioquímica, molecular e clínica em conceptos e neonatos (SMITH *et al.*, 2012; GERGER *et al.*, 2016). Dentre as principais alterações, destacam-se elevadas taxas de mortalidade embrionária e/ou fetal precoce, hidropsia das

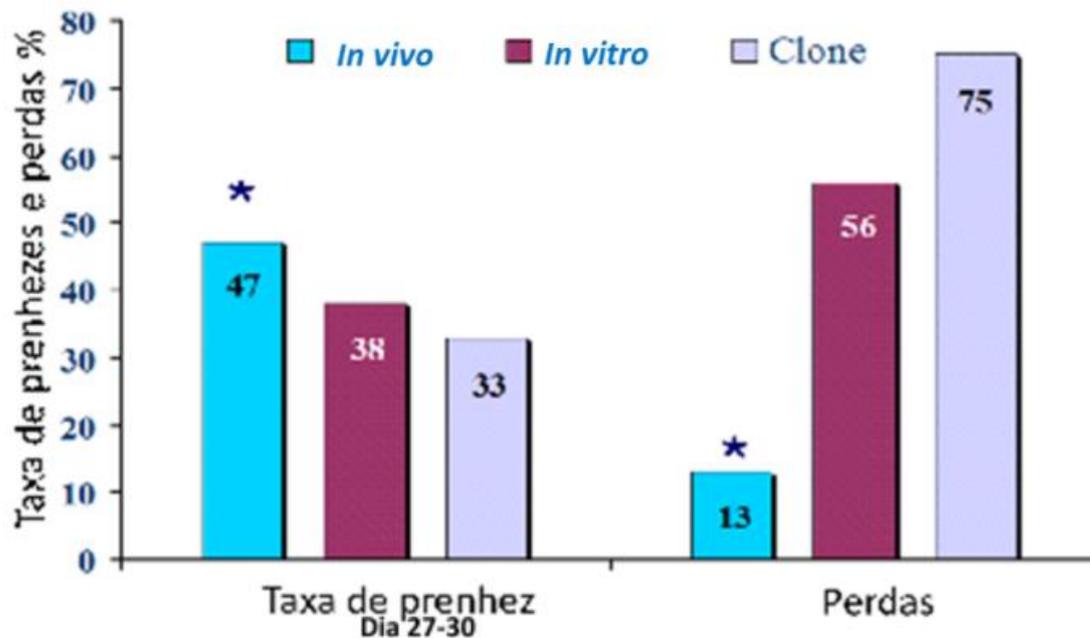
membranas fetais, abortos, prolongamento da gestação, associadas ou não a falhas de sinalização do parto, comprometimento da mamogênese que, por sua vez, parece comprometer a lactogênese, aumento da incidência de partos distócicos, peso anormal de neonatos com elevada morbidade e mortalidade hebdomadal e nas fases juvenil e adulta, malformações, perfis hormonais, bioquímicos e hematológicos alterados, entre outras.

Além das condições *in vitro* a que são submetidos os embriões PIV, sejam provenientes de FIV ou de clonagem, o cultivo *in vitro* parece acentuar as alterações de desenvolvimento (BERTOLINI e ANDERSON, 2002). A presença de soro e células suporte no cultivo *in vitro* estão associados ao aparecimento de AOS em embriões de PIV, tanto de FIV quanto em embriões clonados (BATCHELDER *et al.*, 2005). A morfologia de embriões produzidos em cultivo *in vitro* contendo soro demonstrou uma grande quantidade de gotículas lipídicas citoplasmáticas (THOMPSON *et al.*, 1995).

Além de soro, outros componentes específicos em meios de cultivo que levaram a anomalias fetais também já foram identificados. A fonte de albumina de soro de bovino também foi identificada como um contribuinte para perdas fetais precoces.

A remoção de soro e cessação do co-cultivo com células somáticas resultaram em taxas de prenhez semelhantes, mas menores taxas de prenhez anormais (LANE *et al.*, 2003). Estes experimentos mostraram claramente que as perturbações precoces no ambiente embrionário podem causar alterações em longo prazo no desenvolvimento fetal (LANE & GARDNER, 1994), como ilustrado na Figura 1.

**Figura 1** - Taxa de prenhez e perdas em bovinos oriundos de clonagem, *in vitro* e *in vivo* (\*P<0,05) (Bertolini *et al.*, 2002b)



Fonte: Bertolini *et al.*, (2002b).

Primariamente, uma das anomalias mais evidentes após a PIV em bovinos por procedimentos de FIV e TN se relaciona ao nascimento de animais com peso e tamanho corporal excessivos (Figura 2). O fenômeno foi observado inicialmente em bezerros nascidos de procedimentos de transferência nuclear (WILSON *et al.*, 1995), mas posteriormente também sendo relatado em embriões produzidos por procedimentos de FIV (BEHBOODI *et al.*, 1995), levando a denominação de *Large Offspring Syndrome* (LOS), ou Síndrome do Bezerro Absolutamente Grande (SBAG). Não obstante, como o peso excessivo ao nascer é apenas um de um conjunto de sintomas de múltiplos distúrbios de desenvolvimento que ocorrem durante e após a gestação, Farin *et al.* (2006) propuseram que a síndrome fosse denominada *Abnormal Offspring Syndrome* (AOS) ou Síndrome do Bezerro Anormal (SBA), por tratar-se de um fenômeno biológico mais amplo. A extensão das alterações para o aparecimento da AOS pode variar individualmente entre embriões no mesmo CIV, entre os protocolos de TN e de FIV, ou entre laboratórios (YOUNG *et al.*, 2001). Teoriza-se que as alterações de desenvolvimento da AOS sejam desencadeadas pelo desenvolvimento anormal da placenta em gestações de embriões PIV, o que parece estar aliado com uma alta incidência de perdas embrionárias e fetais comumente observadas entre os dias 30 e 60 de gestação

(GERGER *et al.*, 2016). Esse desenvolvimento anormal da placenta e fetos com desenvolvimento retardados foram relatados no primeiro trimestre de gestação de clones bovinos (HILL *et al.*, 2000) e ovinos (DE SOUZA *et al.*, 2001) e de conceptos bovinos oriundos de FIV (BERTOLINI *et al.*, 2006).

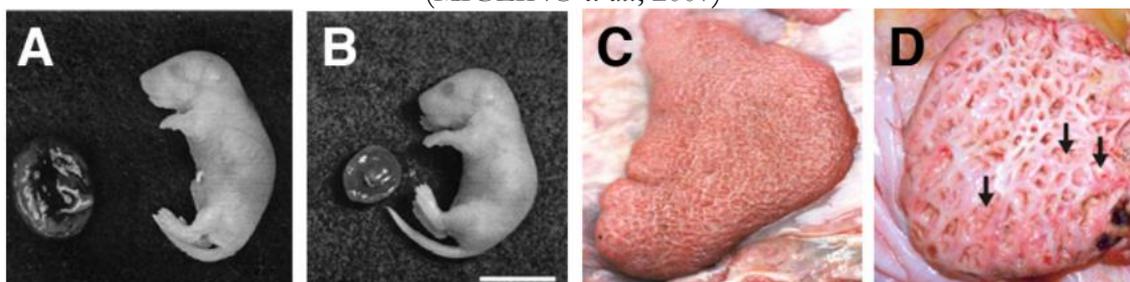
**Figura 2** - Diferença entre os pesos de um macho bovino produzido por fecundação *in vitro* (esquerda) pesando 53 kg, e uma fêmea controle produzida por IA (direita) pesando 35 kg, ambos da raça Holandesa e nascidos no mesmo dia.



Heyman *et al.* (2002) observaram em 13% de bezerros clonados apresentando sinais compatíveis com AOS no nascimento. Além disso, no mesmo laboratório (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2004), 58 clones alcançaram 74,6% de sobrevivência para a primeira semana após o nascimento, e 64,4% de sobrevivência até os 6 meses de vida. Causas de morte na primeira semana foram anormalidades pulmonares (hipertensão pulmonar) ou músculo-esqueléticas (fraqueza, deformidades dos membros), atrofia do timo, alterações renais, umbigo alargado e placenta edemaciada (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2004). No Japão, em um estudo de âmbito nacional, relatou-se que 69% de bezerros clones sobreviveram além das 24 h após o nascimento, e 45% sobreviveram até o dia 150, em comparação com 93% e 88% animais de um grupo controle produzido por monta natural, respectivamente (WATANABE e NAGAI, 2009).

As alterações placentárias são consideradas os principais fatores causais determinantes das perdas gestacionais de clones bovinos, estando relacionadas ao comprometimento do desenvolvimento vascular placentário, retardo no processo de implantação, modificação morfo-estrutural dos placentônios, placentomegalia e consequentemente deficiência na funcionalidade da placenta (GERGER *et al.*, 2016), conforme ilustrado na Figura 3. Dentre as anomalias observadas destacam-se a redução no número de placentônios, com um aumento de tamanho (>15 cm) e massa tecidual (GERGER *et al.*, 2016), como apresentado na Figura 4. Tal achado pode ser um mecanismo compensatório de falhas na placentação, como já descrito em bovinos em casos de interação materno-fetal inadequada, ou mesmo em ovinos após a ablação cirúrgica de carúnculas previamente ao estabelecimento de gestações (BERTOLINI *et al.*, 2002b). No entanto, um número reduzido de placentônios gigantes pode não ser necessariamente prejudicial para viabilidade fetal se a área de superfície total para troca de nutrientes permanecer dentro dos limites normais (HILL *et al.*, 1999). No final da gestação e a termo, placentas clones são comumente maiores ou mais pesadas do que o normal em várias espécies, incluindo bovinos e camundongos (KOHAN-GHADR *et al.*, 2008).

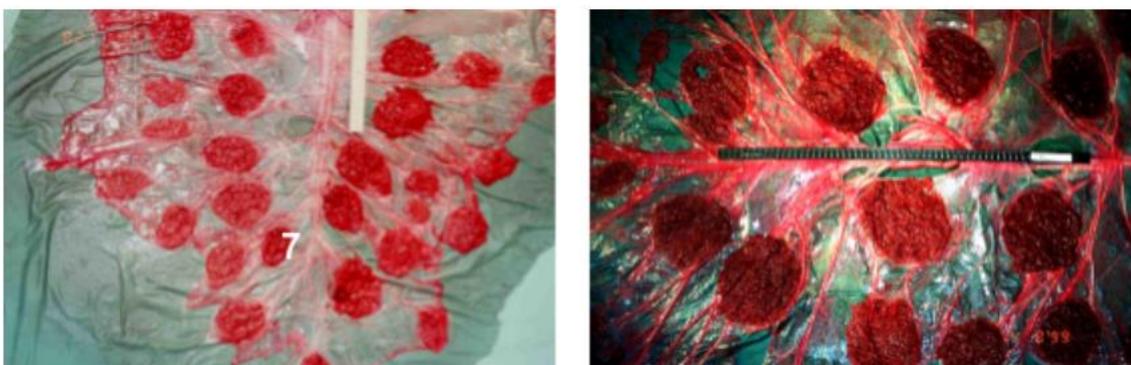
**Figura 3** - Placentomegalia e anormalidades placentárias após a clonagem por TNCS. Placentas e neonatos de camundongos de clonagem (A) e controle (B), a termo (OGONUKI *et al.*, 2002). Carúnculas de bovinos controle (C) e clonados (D), a termo (MIGLINO *et al.*, 2007)



Utilizando o modelo bovino, estudos sistemáticos de placentas de gestações bovinas obtidas a partir de embriões produzidos *in vitro* ou *in vivo*, em distintas fases de desenvolvimento, buscam testar a hipótese de que anormalidades do desenvolvimento podem ser detectadas precocemente no curso da gestação, correlacionando-as a alterações pré- e pós-natais e a características das membranas fetais e à fisiologia neonatal (GERGER *et al.*, 2016). Observou-se que embriões produzidos *in vivo* e *in vitro* exibiram características morfológicas, metabólicas, endócrinas e moleculares distintas em vários períodos

gestacionais, e tais alterações foram associadas a disfunções e alterações placentárias consistentes manifestadas desde fases iniciais do desenvolvimento. Essas anormalidades da placenta reduzem a viabilidade fetal e aumenta o risco de mortalidade perinatal (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2012).

**Figura 4** - Membranas fetais a termo de neonato bovino produzido *in vivo* (esquerda), e neonato bovino produzido por FIV (direita), do corno fetal, na região do cordão umbilical (Bertolini *et al.*, 2002b)



As perdas gestacionais em bovinos clones ocorrem dentro dos primeiros seis meses, afetando cerca de 30% dos clones que se desenvolvem até o parto, e a baixa viabilidade dos embriões clones é principalmente expressa pela redução da taxa de implantação, pelo aumento na taxa de mortalidade fetal e perinatal, e pelas diversas anomalias observadas nos animais recém-nascidos (BORDIGNON e SMITH, 1998).

Não obstante aos problemas pré-natais observados após manipulações embrionárias *in vitro*, uma parcela significativa dos bezerros clones que chegam a termo apresentam-se saudáveis (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2002). No entanto, quando comparados a animais controle, uma maior incidência de anomalias congênitas é observada mais comumente em neonatos obtidos pela clonagem por TNCS, e em menor escala em produtos de FIV, com as placentas sendo frequentemente anormais mesmo quando não há alterações morfofisiológicas nos fetos e neonatos *per se* (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2012; GERGER *et al.*, 2016). Estas anomalias morfofuncionais têm sido associadas a uma inadequada reprogramação epigenética do genoma doador após a produção *in vitro*, tanto após a reconstrução embrionária pela clonagem quanto pelas condições de CIV em embriões FIV e TNCS, levando a padrões de expressão gênica alterados, e incidência de anomalias no desenvolvimento subsequente (BERTOLINI *et al.*, 2007; GERGER *et al.*, 2016).

## 2.2 Reprogramação Epigenética em Clones Bovinos

A produção de um embrião viável por transferência nuclear a partir de um núcleo de célula somática requer uma mudança extraordinária na expressão gênica na célula doadora, o que requer uma reprogramação epigenética maciça após a reconstrução embrionária. Irregularidades no desenvolvimento durante a vida embrionária, fetal e pós-natal ilustram o processo de reprogramação incompleta (HILL, 2014). Mesmo entre clones com a mesma genética, diferenças fenotípicas podem ser marcantes (WILSON *et al.*, 1995). Estudos apontam a reprogramação nuclear como uma das etapas fundamentais da biotécnica de clonagem, que quando incompleta, leva a falhas de expressão de genes importantes ao desenvolvimento, culminando com anormalidades pré- e pós-natais, contribuindo de forma significativa para a baixa eficiência da clonagem *per se* (LEE *et al.*, 2004). O processo pelo qual um genoma de uma célula diferenciada e/ou especializada readquire o potencial de desenvolvimento envolve o silenciamento de genes somáticos específicos, ativando genes embrionários essenciais, desencadeando a etapa de reprogramação epigenética (LATHAM, 2005).

A fase de pré-implantação, cujo desenvolvimento depende da expressão gênica, é caracterizada por duas fases cinéticas: 1) síntese de proteínas a partir de RNAm de origem materna após transcrição durante a maturação oocitária, que coordena as etapas iniciais de desenvolvimento após a clivagem; e 2) ativação do genoma embrionário, que orienta a diferenciação celular e o complexo desenvolvimento posterior do conceito (RODRIGUEZ-ALVAREZ e CASTRO, 2010). Durante esta segunda fase, os embriões produzidos pela clonagem por TNCS exibem com frequência padrões anormais de expressão de genes embrionários, sugerindo uma reprogramação incompleta que resulta em uma baixa taxa de sobrevivência (HALL *et al.*, 2005). A consequente falha na reprogramação gênica afeta principalmente o desenvolvimento dos tecidos extra-embrionários e pode provocar anomalias posteriores na implantação e no desenvolvimento da placenta, levando a perdas pré-natais (FLETCHER *et al.*, 2007).

Dentre os mecanismos de reprogramação epigenética do genoma celular em mamíferos, destaca-se a metilação do DNA como um importante regulador da transcrição gênica. Por ser um mecanismo frequentemente utilizado para silenciar e regular genes sem alterar a sequência original de DNA, este é uma das estratégias mais importantes de modificação epigenética do genoma (JAENISCH e BIRD, 2003). Desta forma, a metilação

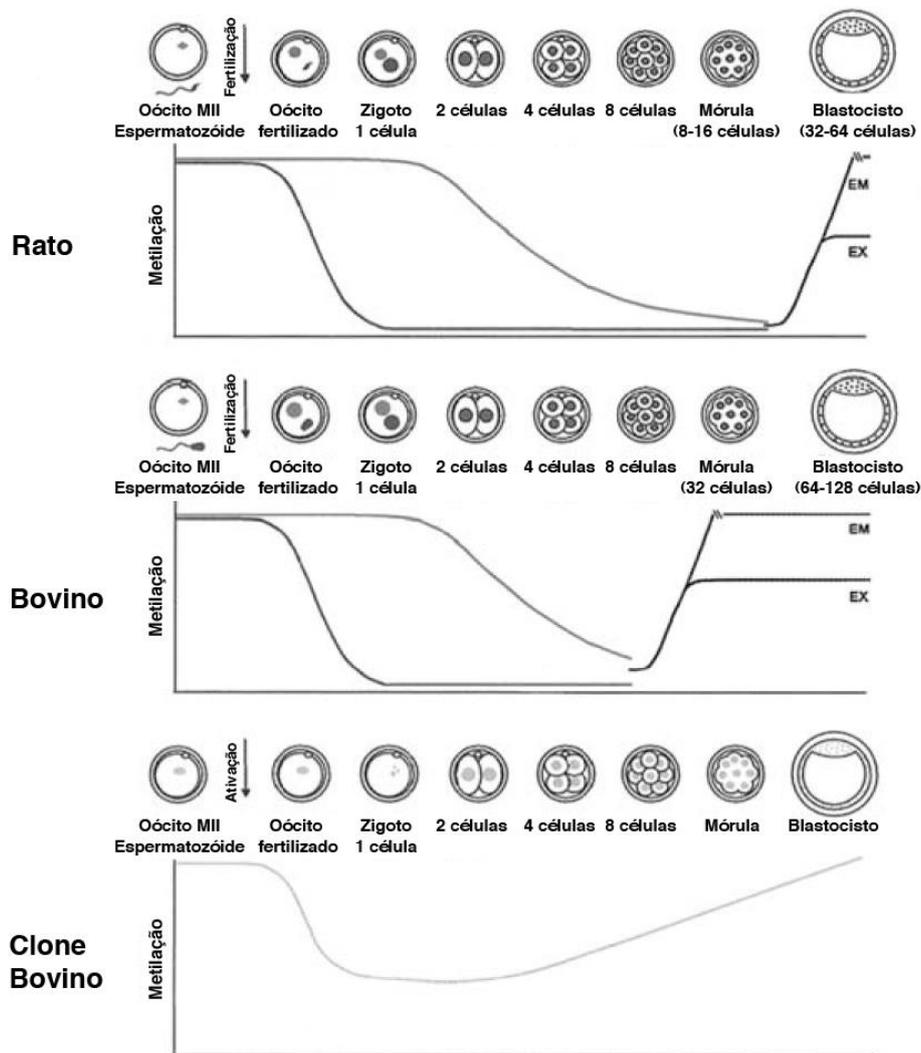
do DNA é essencial para o desenvolvimento normal, e serve para uma grande variedade de funções biológicas, estando associada a processos chave, incluindo o *imprinting* genômico.

A reprogramação da metilação do DNA parece ser fundamental para o curso de desenvolvimento embrionário normal em mamíferos, já que a remodelação da cromatina após a fecundação está intimamente relacionada a uma rápida desmetilação do genoma parental (REIK *et al.*, 2001), conforme ilustrado na Figura 5. Esta reprogramação genômica fisiológica ocorre rapidamente logo após a fecundação, com o grau de metilação do DNA diminuindo em cerca de 30% do nível médio observado em células somáticas (BIRD, 2002). Seguindo a redução na metilação do DNA durante os primeiros ciclos de divisão embrionária, uma remetilação *de novo* do genoma é iniciada no estágio de 8-células e de blastocisto, em bovinos e camundongos, respectivamente (DEAN *et al.*, 2003).

A reprogramação epigenética em células germinativas é fundamental para repor a marcação parental de *imprinting* de genes específicos, em decorrência do processo de metilação do DNA durante a gametogênese (DUPONT *et al.*, 2009). Os padrões de expressão uniparental de genes *imprinting* são regulados por regiões diferencialmente metiladas (DMRs). No entanto, durante o processo de TNCS, a metilação aberrante das DMRs de genes *imprinted* aparece frequentemente nesses animais clones (SHEN *et al.*, 2013).

O processo de *imprinting* parece ser mais susceptível aos efeitos ambientais, com a desregulação dos *loci* de *imprinting* ou a perda de *imprinting* geralmente resultando em fenótipos anormais (MOORE, 2001). Consequentemente, as manipulações embrionárias *in vitro*, como a FIV e a clonagem por TNCS, parecem desregular, mas não causar a perda total de *imprinting* (MOORE, 2001). A reprogramação inadequada de DMRs após a clonagem está correlacionada a anormalidades em clones como, por exemplo, a desregulação do gene *IGF2R*, de *imprinting* materno (YOUNG *et al.*, 2001). Em adição, Shen *et al.* (2013) demonstraram padrões de metilação aberrantes em genes *imprinted* (*IGF2*, *XIST* e *H19*), os quais desempenham um papel crucial na regulação das funções do genoma. Tais alterações epigenéticas em fases críticas de desenvolvimento embrionário podem alterar padrões normais de diversas vias metabólicas relacionadas ao desenvolvimento do concepto.

**Figura 5** - Reprogramação fisiológica da metilação do DNA em embriões mamíferos em estádios de pré-implantação. Desde a fecundação, os genomas paterno e materno passam por um processo de desmetilação ativa e passiva, respectivamente. A remetilação *de novo* inicia no (a) estágio de mórula no camundongo ou (b) no estágio de 8-células nos bovinos. O DNA de embriões bovinos clonados permanece altamente metilado durante o desenvolvimento precoce em membranas embrionárias; EX, linhagens extra-embriônicas (REIK *et al.*, 2003).



Mudanças epigenéticas podem ser refletidas na expressão gênica e função anormal do tecido placentário, como observado após a clonagem por TNCS (REIK *et al.*, 2003). Sem nenhuma surpresa, as técnicas de manipulação *in vitro* de embriões em ruminantes tem sido associadas a alterações epigenéticas, especialmente em genes de caráter de *imprinting* (TVEDEN-NYBORG *et al.*, 2008), provocando problemas na placentação oriundos de perfis moleculares aberrantes nos tecidos extraembrionários e endometrial, e alterações de diversas funções fisiológicas do conceito no curso do desenvolvimento. Provavelmente, as

aberrações no *imprinting* genômico em conceptos originados pelas técnicas de TNCS ou FIV são provocadas durante o processo de reprogramação e/ou manutenção epigenética influenciadas pela reconstrução embrionária na clonagem e condições de cultivo *in vitro* (GERGER *et al.*, 2016). Everts *et al.* (2008) relataram que 94% dos genes expressos em placentas de clones saudáveis apresentaram perfis de expressão normal quando comparado com placentas de conceptos com hidropsia das membranas fetais. A maioria das falhas nas prenhez parece ter sido resultado do desenvolvimento anormal da placenta, tais como vascularização reduzida e redução no número de placentônios, porém com tamanho aumentado (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2012). Aparentemente, para a sobrevivência fetal, deve-se compensar os defeitos de desenvolvimento causados por erros de reprogramação que levam a aberrações dos genes *imprinted*, e os descendentes clones também devem se adaptar a essas mudanças, o que pode resultar em retardo do crescimento inicial do feto (SMITH *et al.*, 2012), com crescimento compensatório subsequente (GERGER *et al.*, 2016). A identificação de genes com funções moleculares importantes e vias associadas com a fisiologia e desenvolvimento da placenta e do feto podem auxiliar no aperfeiçoamento de procedimentos *in vitro* que permitam um roteiro para reduzir perdas gestacionais e anormalidades pré- e pós-natais, permitindo, assim, maiores adaptações fisiológicas do conceito após a clonagem por TNCS.

### **2.3 Alterações no Concepto Decorrentes de Modificações Placentárias**

A placenta é um órgão multifuncional, diretamente responsável pela mediação e modulação do ambiente materno para o desenvolvimento normal do feto. Trata-se de um órgão ativo, com capacidade de sintetizar e secretar proteínas e hormônios esteroides, fatores de crescimento e outras moléculas bioativas de fundamental importância para manutenção da prenhez e viabilidade do conceito (LUTHER *et al.*, 2007). A placenta de bovinos clones pode apresentar desenvolvimento caruncular insuficiente, além do desenvolvimento atípico de placentônios, tanto em forma quanto em tamanho (BERTOLINI *et al.*, 2002b; GERGER *et al.*, 2016).

O estímulo para o desenvolvimento fetal via efeitos placentários envolve mecanismos endócrinos e metabólicos, incluindo a síntese e secreção de lactogênio placentário (PL) e glicoproteínas associadas à prenhez (PAGs), os quais são produzidos pelas células binucleadas e podem influenciar diretamente na morfologia e funcionalidade das estruturas placentárias e do crescimento fetal (BERTOLINI *et al.*, 2006). O atraso no

desenvolvimento do trofoblasto durante o estágio inicial da placentação em fêmeas bovinas com gestações com conceitos clones sugere que proteínas específicas da placenta, como o PL e o PAG, sejam indicadores fundamentais para aberrações da gestação e função placentária (HASHIZUME *et al.*, 2002).

Embriões na fase pós-implantacional provenientes de FIV e TNCS apresentam desenvolvimento inicial mais lento que embriões *in vivo*, e por isso podem prejudicar o fenômeno da placentação e explicar a alta perda gestacional associada às biotécnicas (TVEDEN-NYBORG *et al.*, 2008). Dentre as complicações gestacionais comuns no terceiro trimestre e a termo em gestações de FIV e TNCS, constataram-se alterações em bovinos e ovinos na morfologia dos placentônios e da interface materno-fetal, número reduzido de placentônios e aumento na área interplacentomal, presença de placentônios gigantes, achatados e/ou mais delgados, edema e hidropsia das membranas fetais (hidroalantóide, hidroâmnio), espessamento do cordão umbilical, epitélio uterino achatado, densidade celular reduzida, redução da vascularização e dilatação dos vasos sanguíneos, diminuição da vascularização das vilosidades e vasculogênese, hipoplasia e perda da diferenciação do epitélio trofoblástico e hemorragia das vilosidades fetais (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2012; GERGER *et al.*, 2016). Uma arquitetura microvascular distinta tem sido descrita em placentas de clones bovinos, com a descrição de fusões de placentônios, extensas áreas desprovidas de placentação, e aumento do número de microcotilédones funcionais e acessórios, e presença de criptas carunculares dilatadas acomodando mais de uma vilosidade primária em placentas de clones (MIGLINO *et al.*, 2007). Em resumo, a vascularização anormal, a remodelação inadequada dos tecidos, a diferenciação e a maturação anormal do tecido placentário em gestações oriundas de PIV podem ser umas das principais causas de perdas gestacionais, desenvolvimento anormal de órgãos fetais e do controle homeostático anormal de órgãos e sistemas após o nascimento que podem comprometer a sobrevivência neonatal (BERTOLINI *et al.*, 2007).

## **2.4 Evidências Pré- E Pós-Natais em Conceptos Clones Bovinos**

Prenhezes obtidas após transferências de embriões bovinos produzidos por TN ou FIV comumente resultam em nascimentos de bezerros grandes, um fenômeno associado a numerosas anomalias (BEHBOODI *et al.*, 1995). Alterações fenotípicas associadas com a clonagem com células somáticas foram descritas em detalhe por numerosos laboratórios em

todo o mundo (BERTOLINI *et al.*, 2007; CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2012), incluindo relatos que descrevem vários resultados clínicos observados em neonatos clones de ambos *Bos taurus* (KOHAN-GHADR *et al.*, 2011) e bovinos *Bos indicus* (MEIRELLES *et al.*, 2010). Além de anomalias frequentes neo- e pós-natais pela clonagem bovina, a TNCS é associada a uma alta incidência de perda gestacional (SMITH *et al.*, 2012). Problemas específicos, como o aborto, hidroalantóide, gestação longa, maior incidência de distocia e AOS, tinham sido anteriormente observados e analisados (MIGLINO *et al.*, 2007; MEIRELLES *et al.*, 2010). À medida que a incidência de patologias fetais e placentárias varia consideravelmente de acordo com o genótipo da célula doadora nuclear e os procedimentos TNCS, a baixa eficiência da clonagem em bovinos pode resultar de reprogramação epigenética anormal, que conduz a expressão do gene defeituoso, placenta disfuncional e mais especificamente aos perfis alterados endócrinos (KOHAN-GHADR *et al.*, 2011).

Anomalias durante o período perinatal em 26 bezerros clones foram estudadas por Brisville *et al.* (2011). Apenas três bezerros foram considerados completamente normais e não precisaram de apoio perinatal, enquanto três bezerros foram sacrificados por causa de artrogripose grave. Os demais bezerros sofreram de algum grau de disfunção respiratória, vasos umbilicais alargados, fraco reflexo de sucção e fraqueza generalizada. Duas categorias de disfunção respiratória foram reconhecidas. Uma categoria consistiu de bezerros que sofreram de hipoxemia sem hipercapnia significativa, que foram tratados com suplementação intranasal de oxigênio. A maioria dos bezerros respondeu bem e recebeu alta após suplementação de oxigênio. A outra categoria consistiu em bezerros que sofreram de hipóxia grave associada à hipercapnia, que necessitavam de apoio por ventilação mecânica, sendo que dois destes bezerros morreram, apesar do tratamento.

Em clones, gestações prolongadas são comuns, e a prole viva ocasionalmente apresenta uma síndrome do distresse respiratório, com vários tipos de anomalias que possam comprometer a sobrevivência (HILL *et al.*, 1999). Há alguma homogeneidade na causa de morte neonatal em animais clones, com a insuficiência cardíaca esquerda e o desconforto respiratório tendo sido frequentemente documentados. Um estudo dá detalhes muito minuciosos sobre o curso clínico de 13 bezerros nascidos vivos de clonagem com células somáticas fetais (HILL *et al.*, 1999). Os 13 bezerros apresentaram sintomas clínicos variando desde normal até sintomas como a síndrome do distresse respiratório grave, hipertensão pulmonar e dilatação do ventrículo esquerdo com cardiopatia. A morte de bezerros neonatos clonados por aspiração de fluido amniótico, conforme descrito, pode ser parte da mesma síndrome de distresse respiratório (KATO *et al.*, 1998).

Em relação à termoregulação de bovinos clonados neonatos, a temperatura retal média de clones pode ser significativamente mais elevada do que a de animais controle na primeira semana, podendo persistir até 50 dias de idade. Picos característicos da temperatura retal de 41°C ou mais foram observados comumente em clones sem quaisquer sinais clínicos específicos de enfermidades e sem relação com a temperatura ambiente. Os animais podem não responder a qualquer tratamento antitérmico e anti-inflamatório não esteroide, com a temperatura podendo ser manejada por meio de ventilação e resfriamento por banhos de álcool e compressas frias. Apesar de refrigeração agressiva, picos de temperatura elevada podem durar 24 a 36 h (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2002).

Muitas das patologias relatadas em gestações de clones bovinos se assemelham a anormalidades relatadas tanto com mutações ou deleções de genes de *imprinting* ou a desregulação da expressão de genes de *imprinting* (CHAVATTE-PALMER *et al.*, 2012). Há a superexpressão de IGF2 em alguns casos, em camundongos com crescimento placentário excessivo e crescimento excessivo alométrico de alguns órgãos fetais (EGGENSCHWILER *et al.*, 1997). Tais órgãos são muitas vezes os mesmos que se mostram com crescimento excessivo desproporcional em fetos bovinos de TNCS (GERGER *et al.*, 2016). Não obstante, bovinos clonados com sinais clínicos e comportamentais normais podem apresentar algumas particularidades fisiológicas, como alterações na regulação da temperatura, aumento das concentrações de gordura e leptina abdominais, nas primeiras semanas após o nascimento, que não são típicos de síndromes de crescimento excessivo, devido à superexpressão de IGF2.

## 2.5 Algumas Anomalias Observadas em Bovinos Clones

Alopecia (Figura 7) foi observada em clones da raça nelore com idade entre 15 e 30 dias de vida. Acredita-se que essa anomalia possa estar ligada a distúrbios na produção e absorção de vitaminas, pois a suplementação dos bezerros com complexo vitamínico ADE diminuiu a alopecia (BIRGEL *et al.*, 2011).

**Figura 7** – Alopecia em região de Membros Posteriores



Fonte: BIRGEL *et al.* (2011)

Aumento da espessura do cordão umbilical (Figura 8) e persistência do canal do úraco também foram observados em clones (PARANACE *et al.*, 2007). O aumento da espessura dificulta a ruptura espontânea ao nascimento e as artérias umbilicais não sofrem retração para a cavidade abdominal, ficando exposta nos resquícios do cordão umbilical (BIRGEL *et al.*, 2011).

**Figura 8** - Aumento da espessura do cordão umbilical



Fonte: BIRGEL *et al.* (2011).

Durante necropsia algumas alterações foram encontradas: congestão hepática, parênquima com coloração levemente amarelada e com bordas irregulares (SANTOS, 2010), quantidade de gordura envolvendo órgãos abdominais (CHAVATTEPALMER *et al.*, 2002)

fígado aumentado de tamanho e com bordos arredondados com deposição de gordura superficial (figura 9) (SILVA, 2013). Essas alterações no fígado também foram relatadas em artigos publicados por Hill et al., 2000; De Sousa et al., 2001; Heyman et al., 2002.

**Figura 9** - Fígado retirado de animal clonado, com bordos arredondados e gordura na superfície (seta)



Fonte: SILVA, (2013)

## 2.6 Perspectiva da evolução temporal e espacial dos mecanismos e processos biológicos associados à abnormal offspring syndrome em bovinos

O mecanismo placentário-fetal de causa-e-efeito proposto por Bell *et al.* (1999) define que este padrão de crescimento placentário inicial repercutir-se-á em um efeito regulador do crescimento fetal no final da prenhez, quando a demanda fetal por nutrientes atinge o seu máximo (REYNOLDS *et al.*, 1990). Neste conceito, o sistema fetal normalmente sofre uma restrição de crescimento no final da prenhez causada por fatores maternos e placentários, o que representa um mecanismo fisiológico homeostático que garante a sobrevivência materna, resguardando o balanço energético materno e prevenindo o excesso de crescimento fetal. Este conceito está relacionado ao controle do aporte de nutrientes no terceiro trimestre da gestação (GLUCKMAN *et al.*, 1992), e o grau de restrição naquele período parece estar associado ao padrão de crescimento placentário na primeira metade da prenhez (BELL *et al.*, 1999). O alto grau de plasticidade do tecido placentário frente a condições desfavoráveis, como já descrito, podem promover alterações na placenta que modulam o crescimento

placentário e fetal subsequente. Como a maioria dos nutrientes transferidos através da placenta são metabolizados ou produzidos pela placenta (FERRELL, 1989), alterações na função e metabolismo placentários podem modificar a modulação do efeito regulador após a manipulação embrionária *in vitro* pela FIV e TNCS. De fato, a ocorrência de anormalidades placentárias associadas a problemas de desenvolvimento fetal em estágios iniciais (HILL *et al.*, 2000; BERTOLINI *et al.*, 2002b) ou tardios da gestação (BERTOLINI *et al.*, 2002b; GERGER *et al.*, 2016) em prenhez oriundas da PIV de embriões bovinos está correlacionada ao nascimento de bezerros com peso excessivo e menor sobrevivência pós-natal (BERTOLINI *et al.*, 2002b; BATCHELDER *et al.*, 2007ab), em uma possível desregulação do mecanismo de restrição placentária ao crescimento fetal causado por um crescimento placentário anormal durante a placentação, com comprometimento da função placentária na segunda metade da prenhez.

A placenta é virtualmente a única interface responsável pelas trocas entre os sistemas materno e fetal, exercendo a regulação do crescimento fetal por causa de seu envolvimento na regulação do suprimento de nutrientes e à produção e transporte de hormônios, substratos e outras substâncias para os sistemas fetal e materno durante a prenhez. Levando-se em consideração a teoria evolutiva correlacionando o *imprinting* genômico à placentação, e que a expressão de genes com caráter de *imprinting* parece ser mais susceptível a alterações epigenéticas pela PIV de embriões (MOORE, 2001), alterações na expressão destes genes deverão se refletir em desvios de desenvolvimento ou função placentárias (BERTOLINI *et al.*, 2006). De fato, a disponibilidade e transporte de certos substratos ou hormônios durante a gestação é importante para o estabelecimento de padrões de funcionamento de sistemas fisiológicos no indivíduo em desenvolvimento, um fenômeno denominado de “programação metabólica fetal” (McMILLEN e ROBINSON, 2005). Esta hipótese sugere que alterações no suprimento de substratos ao concepto resultam em modificações moleculares e celulares permanentes ou mesmo novos padrões fisiológicos de funcionamento nos órgãos e sistemas fetais com implicações na sobrevivência pós-natal. Este fenômeno foi denominado de “Hipótese de Barker” (BARKER, 1999), onde fatores causadores de alterações no ambiente uterino podem resultar em adaptações fisiológicas no feto em desenvolvimento, os quais por sua vez podem predispor o indivíduo a problemas cardio-vasculares, metabólicos e endócrinos na vida adulta, conforme evidenciado em várias espécies, o que parece confirmar o conceito da origem fetal de doenças na fase adulta. Interessantemente, o desenvolvimento de conceptos de FIV e de TNCS já foi caracterizado por um padrão bifásico de crescimento, com um período de retardo na fase que coincide

com o início da placentação, em um processo que parece estar associado a uma insuficiência placentária inicial. Este processo está possivelmente diretamente ligado às elevadas perdas gestacionais que ocorrem no final da fase embrionária e no início da fase fetal. Para os casos de sobrevivência a esta restrição inicial de desenvolvimento, observa-se comumente um desvio subsequente de crescimento do tecido placentário, como que compensatório, e que restaura o tamanho do feto já no final do primeiro trimestre da prenhez. Este crescimento compensatório persiste, culminando com a ocorrência de um maior tamanho e pesos uterinos, placentários e fetais entre o segundo e terceiro trimestres da gestação, com alterações morfológicas óbvias nas placentas e com o nascimento de bezerros absolutamente grandes com menor sobrevivência pós-natal (BERTOLINI *et al.*, 2002b,2006, 2007; BATCHELDER *et al.*, 2005, 2007ab; GERGER *et al.*, 2016).

Considerando-se a capacidade placentária em modular seu desenvolvimento e função em face a eventos ambientais, com uma repercussão no crescimento e saúde fetal e pós-natal, uma relação causa-e-efeito morfológica-metabólica pode ser estabelecida na ocorrência da AOS em conceitos derivados de FIV ou TNCS no curso do desenvolvimento pré-natal, com consequências clínicas e metabólicas pós-natais. As alterações morfológicas já bem descritas acima foram correlacionadas a um maior acúmulo de glicose e frutose no plasma e fluidos fetais em prenhezes de FIV e de TNCS, o que demonstra uma maior capacidade de aporte fetal de substratos pela placenta. Uma porção substancial da função placentária está relacionada à regulação e à transferência materno-fetal de nutrientes ao feto, com a maioria dos metabólitos transferidos através da placenta sendo metabolizados e/ou produzidos pelo tecido placentário (FERRELL, 1989), com a glicose sendo o substrato de maior relevância do meio para o final da gestação. A frutose, por sua vez, é sintetizada pela placenta a partir da glicose, sendo o principal carboidrato no plasma e fluidos fetais. Um aumento no aporte ou transporte de glicose pela placenta redireciona o uso deste substrato para a síntese de frutose. Alterações nas taxas de transferência, utilização ou partição de nutrientes pela placenta podem comprometer a regulação da restrição placentária ao crescimento fetal no final da gestação (GLUCKMAN *et al.*, 1992). Como a massa placentária torna-se maior em prenhezes de FIV e de TNCS, uma maior utilização ou aporte de glicose parece ocorrer, reduzindo a restrição placentária e favorecendo o crescimento fetal. Em adição, bezerros de FIV e de TNCS são maiores e apresentam concentrações elevadas de frutose imediatamente após o parto, que parece estar associada ao prognóstico favorável ou não no período hebdomadal imediato. Interessantemente, o efeito não somente metabólico,

mas também epigenético da frutose foi recentemente demonstrado Meng *et al.* (2016), que demonstraram em murinos que a frutose na dieta pode significativamente alterar o padrão de reprogramação epigenética do cérebro, alterando a expressão de centenas de genes, incluindo genes que podem levar a uma maior predisposição para doenças metabólicas, tais como a diabetes e distúrbios cerebrais. Esta cascata de eventos desencadeada pela frutose parece iniciar com mudanças na metilação do DNA para genes como o BGN e o FMod, um par de genes da matriz extracelular que afeta redes de genes que regulam o metabolismo celular, a comunicação celular, inflamação e sinalização neuronal, com o consumo de fructose levando a uma alteração de metilação em grande escala no hipotálamo e no hipocampo. Logo, as consequências das mudanças metabólicas e no desvio no crescimento pré-natal e sobrevivida pós-natal após a PIV de embriões ainda não são completamente elucidadas.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento bifásico comum aos clones foi evidenciado, com um retardo de desenvolvimento aos 51 dias de prenhez, associado a elevadas perdas gestacionais no primeiro trimestre de gestação, que se relacionaram com um desvio de crescimento fetal e de alterações placentárias plenamente detectáveis aos 225 dias de gestação.

A produção *in vitro* de embriões pela FIV por um sistema de cultivo *in vitro* otimizado gerou conceitos semelhantes aos controles em termos morfológicos e fisiológicos, com algumas alterações ainda detectáveis na morfologia placentária.

As características físicas de conceitos clones foram correlacionadas positivamente com variáveis associadas a um padrão fisiológico ativo e de promoção do crescimento fetal, e negativamente com o metabolismo do colesterol e parâmetros da função hepática, o que indica uma atividade metabólica menor do fígado fetal de clones, apesar deste órgão ser alometricamente maior em clones.

O Brasil ainda necessita de esforços no sentido de congregar idéias e competências e de formular hipóteses relacionadas a problemas correspondentes ao desenvolvimento e/ou ao aprimoramento das tecnologias voltadas à Reprodução Animal. Tais esforços e competências devem estar direcionados à solução de problemas, tais como o incremento dos índices de fertilidade em bovinos, a diminuição das taxas de mortalidade embrionária em bovinos e os fatores relacionados à adaptação das tecnologias, relativas à neonatologia, a prenhez e ao parto.

Estas devem ser priorizados com vistas ao aumento da produtividade, ao estabelecimento e multiplicação de competências e a aplicação prática da tecnologia disponível nos diversos laboratórios de pesquisa. Muitos, se não todos os problemas de desenvolvimento, com as consequentes taxas de morbidade e mortalidade que ocorrem após as manipulações *in vitro* de embriões, como a FIV e a TNCS, já ocorrem na natureza e nos rebanhos; o uso destas biotécnicas exacerba a frequência de ocorrência de tais problemas.

Desta forma, a identificação de mecanismos causais de cada etapa e processo de anormalidade gera novos conhecimentos sobre os padrões de normalidade *per se*, muitas vezes desconhecidos, e pode auxiliar na elucidação de problemas de impacto nos rebanhos, como a mortalidade embrionária e pós-natais. As expectativas científica e econômica a serem alcançadas com a conclusão de estudos como os propostos é de obtermos o conhecimento da função fisiológica e metabólica materna e fetal provenientes da FIV e pela clonagem por TNCS e, com isso, por exemplo, diminuir as taxas de mortalidade embrionária, com o nascimento de animais com maior viabilidade.

Isto pode se repercutir em uma maior prolificidade e produtividade, reduzindo os custos de produção e aumentando a margem de lucro do produtor. Assim, faz-se importante os estudos sobre a síndrome dos bezerros anormais (SBA), evitando prejuízos aos rebanhos comerciais, o que poderá levar um benefício econômico a médio e longo prazo.

## REFERÊNCIAS

BARKER D.J.P. Fetal programming and public health. In: O'BRIEN, P. M. S.; WHEELER T.; BARKER, D.J.P. (Ed.). Fetal programming: influences on development and disease in later life. London: RCOG Press, p. 3-11, 1999.

BATCHELDER C.A.; HOFFERT K.A.; BERTOLINI M.; MOYER A.L.; MASON J.B.; PETKOV S.G.; FAMULA T.R.; ANDERSON G.B. Effect of the nuclear-donor cell lineage, type, and cell donor on development of somatic cell nuclear transfer embryos in cattle. *Cloning Stem Cells*, v.7, n.4, p.238-254, 2005.

BATCHELDER C.A.; BERTOLINI M.; MASON J.B.; MOYER A.L.; HOFFERT K.A.; PETKOV S.G.; FAMULA T.R.; ANGELOS J.; GEORGE L.W.; ANDERSON G.B. Perinatal physiology in cloned and normal calves: physical and clinical characteristics. *Cloning and Stem Cells*, v. 9, n. 1, p. 63-82, 2007a.

BATCHELDER C.A.; BERTOLINI M.; MASON J.B.; MOYER A.L.; HOFFERT K.A.; PETKOV S.G.; FAMULA T.R.; ANGELOS J.; GEORGE L.W.; ANDERSON G.B. Perinatal physiology in cloned and normal calves: hematologic and biochemical profiles. *Cloning and Stem Cells*, v. 9, n. 1, p. 83-96, 2007b.

BEHBOODI E; ANDERSON G.B; BONDURANT R.H; CARGILL S.L.; KREUSCHER B.R; MEDRANO J.F; MURRAY J.D. Birth of large calves that developed from *in vitro*-derived bovine embryos. *Theriogenology*, v. 44, p. 227-232, 1995.

BERTOLINI M.; ANDERSON G.B. The placenta as a contributor to production of large calves. *Theriogenology*, v. 57, p. 181-187, 2002.

BERTOLINI M.; MASON J.B.; BEAM S.W.; CARNEIRO G.F.; SWEEN M.L.; MOYER A.L.; FAMULA T.R.; SAINZ R.D.; ANDERSON G.B. Morphology and morphometry of *in vivo*- and *in vitro*-produced bovine concepti from early pregnancy to term and association with high birth weights. *Theriogenology*, v.58, p.973-994, 2002b.

BERTOLINI M.; WALLACE C.R.; ANDERSON G.B. Expression profile and protein levels of placental products as indirect measures of placental function in *in vitro*-derived bovine pregnancies. *Reproduction*, v.131, p.163-173, 2006.

BERTOLINI M.; BERTOLINI L.R.; GERGER R.P.C.; BATCHELDER C.A.; ANDERSON G.B. Developmental problems during pregnancy after *in vitro* embryo manipulations. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 31, p. 391-405, 2007.

BELL A.W.; HAY W.W.; EHRHARDT R.A. Placental transport of nutrients and its implications for fetal growth. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 54, p. 401-410, 1999. Supplement.

BIRD A. DNA methylation patterns and epigenetic memory. *Genes Development*, v. 1, p. 6-21, 2002.

BIRGEL JUNIOR, E.H.; MEIRELLES, F.V.; MAIORKA, P.C.; KUBRUSLY, F.S.; OLLHOFF, R.D. Medicina interna de bezerros clonados – Distúrbios clínicos observados nos primeiros 30 dias de vida / Internal medicine of cloned calf – Clinical disorders observed during the first 30 days of life / Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária, 2011.

BOIANI M.; ECKARDT S.; LEU N.A.; SCHÖLER H.R.; McLAUGHLIN K.J. Pluripotency deficit in clones overcome by clone-clone aggregation: epigenetic complementation? *The EMBO Journal*, v. 22, n. 19, p. 5304-5312, 2003.

BORDIGNON V.; SMITH L.C. Telophase enucleation: an improved method to prepare recipient cytoplasts for use in bovine nuclear transfer. *Molecular Reproduction and Development*, v. 49, n. 1, p. 29-36, 1998.

BORDIGNON, Vilceu. Clonagem animal por transferência nuclear. In: GONÇALVES, Paulo Bayard Dias et al. (Org). Biotécnicas aplicadas à reprodução animal. v. 2. São Paulo: Roca, 2008.

BRACKETT B.G; BOUSQUET D; BOICE M.L; DONAWICK W.J; EVANS J.F; DRESSEL M.A. Normal development following *in vitro* fertilization in the cow. *Biology of Reproduction*, v. 27, p. 147-158, 1982.

BRISVILLE A.C.; FECTEAU G.; BOYSEN S.; DORVAL P.; BUCZINSKI S.; BLONDIN P.; SMITH L.C. Respiratory disease in neonatal cloned calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 25, p. 373–379, 2011.

CHAVATTE-PALMER P.; HEYMAN Y.; RICHARD C.; MONGET P.; LE BOURHIS D.; KANN G.; CHILLIARD Y.; VIGNON X.; RENARD JP. Clinical, hormonal, and hematologic characteristics of bovine calves derived from nuclei from somatic cells. *Biology of Reproduction*, v. 66, p. 1596–1603, 2002.

CHAVATTE-PALMER P.; REMY D.; CORDONNIER N.; RICHARD C.; ISSENMAN H.; LAIGRE P.; HEYMAN Y.; MIALOT J.P. Health status of cloned cattle at different ages. *Cloning and Stem Cells*, v. 6, n. 2, p. 94-100, 2004.

CHAVATTE-PALMER P.; CAMOUSA S.; JAMMES H.; LE CLEACH N.; GUILLOMOT M.; LEE R.S.F. Review: Placental perturbations induce the developmental abnormalities often observed in bovine somatic cell nuclear transfer. *Placenta*, v. 26, p. 99-104, 2012.

DEAN D.; MIRANDA S.; MONTIEL N.; ARRIETA D.; MARTINEZ A. Efecto de la adición de harina de carne en bloques multinutricionales sobre el consumo voluntario y la digestibilidad en ovinos alimentados con henos de baja calidad. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ*, v. 20, p. 328-338, 2003.

DE SOUSA P.A.; KING T.; HARKNESS L.; YOUNG L.E.; WALKER S.K.; WILMUT I. Evaluation of gestational deficiencies in cloned sheep fetuses and placentae. *Biology of Reproduction*, v. 65, p. 23–30, 2001.

DUPONT C.; ARMANT D.R.; BRENNER C.A. Epigenetics: definition, mechanisms and clinical perspective. *Seminars in Reproductive Medicine*, v. 27, n. 5, p. 351-357, 2009.

EGGENSCHWILER J.; LUDWIG T.; FISHER P.; LEIGHTON P.A.; TILGHMAN S.M.; EFSTRATIADIS A. Mouse mutant embryos overexpressing IGF-II exhibit phenotypic features of the Beckwith-Wiedemann and Simpson-Golabi-Behmel syndromes. *Genes Development*, v. 11, n. 23, p. 3128-3142, 1997.

EVERTS R.E.; CHAVATTE-PALMER P.; RAZZAK A.; HUE I.; GREEN C.A.; OLIVEIRA R.; VIGNON X.; RODRIGUEZ-ZAS S.L.; TIAN X.C.; YANG X.; RENARD J.P.; LEWIN H.A. Aberrant gene expression patterns in placentomes are associated with phenotypically normal and abnormal cattle cloned by somatic cell nuclear transfer. *Physiological Genomics*, v. 33, n. 1, p. 65-77, 2008.

FARIN P.W.; PIEDRAHITA J.A.; FARIN C.E. Errors in development of fetuses and placentas from *in vitro* – produced bovine embryos. *Theriogenology*, v. 65, n. 1, p. 178-191, 2006.  
FERRELL C.L. Placental regulation of fetal growth. In *Animal Growth Regulation*. Eds DR Campion, GJ Hausman & RJ Martin. *New York: Plenum Press*, p. 1-19, 1989.

FLETCHER C.J.; ROBERTS C.T.; HARTWICH K.M.; WALKER S.K.; MCMILLEN I.C. Somatic cell nuclear transfer in the sheep induces placental defects that likely precede fetal demise. *Reproduction*, v.133, p.243-255, 2007.

GERGER R.P.C.; ZAGO F.C.; RIBEIRO E.S.; GAUDENCIO NETO S.; L. T. MARTINS L.T.; AGUIAR L.H.; RODRIGUES V.H.V.; FURLAN F.H.; ORTIGARI JR. I.; SAINZD R.D.; FERRELL C.L.; MIGLINO M.A.; AMBRÓSIO C.E.; RODRIGUES J.L.; ROSSETTO R.; FORELL F.; BERTOLINI L.R.; BERTOLINI M. Morphometric developmental pattern of bovine handmade cloned concepti in late pregnancy. *Reproduction, Fertility and Development*, <http://dx.doi.org/10.1071/RD15215>.

GLUCKMAN P.D.; MOREL P.C.H.; AMBLER G.R.; BREIER B.H.; BLAIR H.T.; MCCUTCHEON S.N. Elevating maternal insulin-like growth factor-I in mice and rats alters the pattern of fetal growth by removing maternal constraint. *The Journal of Endocrinology*, v. 134, n. 1, p. R1-R3, 1992.

HALL V.J.; RUDDOCK N.T.; FRENCH A.J. Expression profiling of genes crucial for placental and preimplantation development in bovine *in vivo*, *in vitro*, and nuclear transfer blastocysts. *Molecular Reproduction and Development*, v. 72, p. 16-24, 2005.

HASHIZUME K.; ISHIWATA H.; KIZAKI K.; YAMADA O.; TAKAHASHI T.; IMAI K.; PATEL O.V.; AKAGI S.; SHIMIZU M.; TAKAHASHI S.; KATSUMA S.; SHIOJIMA S.; HIRASAWA A.; TSUJIMOTO G.; TODOROKI J.; IZAIKE Y. Implantation and placental development in somatic cell clone recipient cows. *Cloning Stem Cells*, v. 4, p. 197–209, 2002.

HEYMAN Y.; CHAVATTE-PALMER P.; LEBOURHIS D.; CAMOUS S.; VIGNON X.; RENARD J.P. Frequency and occurrence of late-gestation losses from cattle cloned embryos. *Biology of Reproduction*, v. 66, n. 1, p. 6-13, 2002.

HILL J.R.; ROUSSEL A.J.; CIBELLI J.B.; EDWARDS J.F.; HOOPER N.L.; MILLER N.W.; THOMPSON J.A.; LOONEY C.R.; WESTHUSIN M.E.; ROBL J.M.; STICE, S.L. Clinical and pathologic features of cloned transgenic calves and fetuses (13 case studies). *Theriogenology*, v. 51, p. 1451–1465, 1999.

HILL J.R.; BURGHARDT R.C.; JONES K.; LONG C.R.; LOONEY C.R.; SHIN T.; SPENCER T.E.; THOMPSON J.A.; WINGER Q.A.; WESTHUSIN M.E. Evidence for placental abnormality as the major cause of mortality in first-trimester somatic cell cloned bovine fetuses. *Biology of Reproduction*, v. 63, p. 1787-1794, 2000.

HILL J.R. Incidence of abnormal offspring from cloning and other assisted reproductive technologies. *The Annual Review of Animal Biosciences*, v. 2, p. 307-321, 2014.

JAENISCH R.; BIRD A. Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals. *Nature Genetics*, v. 33, p. 245 – 254, 2003.

KATO Y.; TANI T.; SOTOMARU Y.; KUROKAWA K.; KATO J.; DOGUCHI H.; YASUE H.; TSUNODA, Y. Eight calves cloned from somatic cells of a single adult. *Science*, v. 282, n. 5396, p. 2095-2098, 1998.

KOHAN-GHADR H.R.; LEFEBVRE R.C.; FECTEAU G.; SMITH L.C.; MURPHY B.D.; SUZUKI JUNIOR J.; GIRARD C.; HELIE P. Ultrasonographic and histological characterization of the placenta of somatic nuclear transfer-derived pregnancies in dairy cattle. *Theriogenology*, 69, 218–230, 2008.

LANE M.; GARDNER D.K. Increase in postimplantation development of cultured mouse embryos by amino acids and induction of fetal retardation and exencephaly by ammonium ions. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 102, p. 305–312, 1994.

LANE M.; GARDNER D.K.; HASLER M.J.; HASLER J.F. Use of G1 2/G2 2 media for commercial bovine embryo culture: equivalent development and pregnancy rates compared to co-culture. *Theriogenology*, v. 60, p. 407–419, 2003.

LATHAM K.E. Early and delayed aspects of nuclear reprogramming during cloning. *Biology of the Cell*, v. 97, p. 119–132, 2005.

LEE R.S.; PETERSON A.J.; DONNISON M.J.; RAVELICH S.; LEDGARD A.M.; LI N.; OLIVER J.E.; MILLER A.L.; TUCKER F.C.; BREIER B.; WELLS D.N. Cloned cattle fetuses with the same nuclear genetics are more variable than contemporary half-siblings resulting from artificial insemination and exhibit fetal and placental growth deregulation even in the first trimester. *Biology of Reproduction*, v. 70, p. 1–11, 2004.

LU K.H.; GORDON I.; GALLAGHER M.; McGOVER N. Birth of twins after transfer of cattle embryos produced by *in vitro* techniques. *The Veterinary Record*, v. 122, p. 539-540, 1988.

LUTHER J.; MILNE J.; AITKIN R.; MATSUZAKI M.; REYNOLDS L.; RDMER D.; WALLACE J. Placental growth, angiogenic gene expression, and vascular development in undernourished adolescent sheep. *Biology of Reproduction*, v. 77, p 351-357, 2007.

MCMILLEN I.C.; ROBINSON J.S. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. *Physiological Reviews*, v. 85, n.2, p. 571-633, 2005.

MOORE D.S. The dependent gene: The fallacy of “nature vs. nurture.” New York: Henry Holt, 2001.

MEIRELLES F.V.; BIRGEL E.H.; PERECIN F.; BERTOLINI M.; TRALDI A.S.; PIMENTEL J.R.; KOMNINO E.R.; SANGALLI J.R.; NETO P.F.; NUNES M.T.; POGLIANI F.C.; MEIRELLES F.D.; KUBRUSLY F.S.; VANNUCCHI C.I.; SILVA L. C. Delivery of cloned offspring: experience in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Reproduction, Fertility and Development*, v. 22, n. 1, p. 88-97, 2010.

Meng Q.; Ying Z.; Noble E.; Zhao Y.; Agrawal R.; Mikhail A.; Zhuang Y.; Tyagi E.; Zhang Q.; Lee J.H.; Morselli M.; Orozco L.; Guo W.; Kiltz T.M.; Zhu J.; Zhang B.; Pellegrini M.; Xiao X.; Young M.F.; Gomez-Pinilla F.; Yang X. Systems nutrigenomics reveals brain gene networks linking metabolic and brain disorders. *EBioMedicine*, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.04.008> [Epub ahead of print].

MIGLINO M.A.; PEREIRA F.T.V.; VISINTIN J.A.; GARCIA J.M.; MEIRELLES F.V.; RUMPF R.; AMBRÓSIO C.E.; PAPA P.C.; SANTOS T.C.; CARVALHO A.F.; LEISER R.; CARTER A.M. Placentation in cloned cattle: structure and microvascular architecture. *Theriogenology*, v. 68, n. 4, p. 604-617, 2007.

OGONUKI N.; INOUE K.; YAMAMOTO Y.; NOGUCHI Y.; TANEMURA K.; SUZUKI O.; NAKAYAMA H.; DOI K.; OHTOMO Y.; SATOH M.; NISHIDA A.; OGURA A. Early death of mice cloned from somatic cells. *Nature Genetics*. v. 30, p. 253–254, 2002.

PARANACE, M.; AGUERO, J. I.; GARROTE, M.; JAUREGUI, G.; SEGOVIA, A.; CANÉ, L.; GUTIÉRREZ, J.; MARFIL, M.; RIGALI, F.; PUGLIESE, M.; YOUNG, S.; LAGIOIA, J.; GARNIL, C.; FORTE PONTES, J. E.; ERENO JUNIO, J. C.; MOWER, S.; MEDINA, N. How healthy are clones and their progeny: 5 years of Field experience. *Theriogenology*, v. 67, p.142-151,2007.

REIK W.; DEAN W.; WALTER J. Epigenetic reprogramming in mammalian development. *Science*, v. 10, p. 1089-1093, 2001.

REIK W.; CONATÂNCIA M.; FOWDEN A.; ANDERSON N.; DEAN W.; FERGUSON-SMITH A.; TYCKO B.; SIBLEY C. Regulation of supply and demand for maternal nutrients in mammals by imprinted genes. *The Journal of Physiology*, v. 547, p. 35-44, 2003.

REYNOLDS L.P.; MILLAWAY D.S.; KIRSCH J.D.; INFELD J.E.; REDMER D.A. Growth and *in vitro* metabolism of placental tissues of cows from day 100 to day 250 of gestation. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 89, n. 1, p. 213-222, 1990.

RODRIGUEZ-ALVAREZ L.; CASTRO F.O. Effect of nucleus transfer on gene expression in bovine embryos during early development. *Acta Scientiae Veterinariae*. v. 38(Supl 2): s509-s519, 2010.

SANTOS, C. R. et al. Patologia de neonatos bovinos originados por meio da técnica de transferência nuclear de células somáticas: clonagem. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 47, n. 6, p. 447-453, 2010.

SHEN C.J.; LIN C.C.; SHEN P.C.; CHENG W.T.K.; CHEN H.L.; CHANG T.C.; LIU S.S.; CHEN C.M. Imprinted genes and satellite loci are differentially methylated in bovine somatic cell nuclear transfer clones. *Cellular Reprogramming*, v. 15, n. 5, p. 1-12, 2013.

SILVA, C. G. Isolamento, criopreservação e utilização de células do cordão umbilical, células do tecido adiposo e células do líquido amniótico para produção de embriões bovinos por transferência nuclear (clonagem). Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília. 2013.

SMITH L.C.; SUZUKI J.R.J.; GOFF A.K.; FILION F.; THERRIEN B.D.; MURPHY J.; KOHAN-GHADR H.R.; LEFEBVRE R.; BRISVILLE A.C.; BUCZINSKI S.; FECTEAU G.; PERECIN F.; MEIRELLES F.V. Developmental and Epigenetic Anomalies in Cloned Cattle. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 47, p. 107–114, 2012.

THOMPSON J.G.; GARDNER D.K.; PUGH P.A.; MCMILLAN W.H.; TERVIT H.R. Lamb birth weight is affected by culture system utilized during *in vitro* pre-elongation development of ovine embryos. *Biology of Reproduction*, v. 53, p. 1385–1391, 1995.

TVEDEN-NYBORG P.Y.; ALEXOPOULOS N.I.; COONEY M.A.; FRENCH A.J.; TECIRLIOGLU R.T.; HOLLAND M.K.; THOMSEN P.D.; D'CRUZ N.T. Analysis of the expression of putatively imprinted genes in bovine peri-implantation embryos. *Theriogenology*, v. 70, n. 7, p. 1119-1128, 2008.

WATANABE S; NAGAI T. Death losses due to stillbirth, neonatal death and diseases in cloned cattle derived from somatic cell nuclear transfer and their progeny: a result of nationwide survey in Japan. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 233–338, 2009.

WILLADSEN S.M. Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature*, v. 320, p. 63-65, 1986.  
WILMUT I.; SCHNIEKE A.E.; MCWHIR J.; KIND A.J.; CAMPBELL K.H.S. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, v.385, p.810-813, 1997.

WILSON J.M.; WILLIAMS J.D.; BONDIOLI K.R.; LOONEY C.R.; WESTHUSIN, M.E.; McCALLA D.F. Comparison of birth weight and growth characteristics of bovine calves produced by nuclear transfer (cloning), embryo transfer and natural mating. *Animal Reproduction Science*, v. 38, p. 73-83, 1995.

YOUNG L.E.; SINCLAIR K.D.; WILMUT, I. Large offspring syndrome in cattle and sheep. *Reviews of Reproduction*, v. 3, n. 3, p. 155-163, 1998.

YOUNG L.E.; FERNANDES K.; MCEVOY T.G.; BUTTERWITH S.C.; GUTIERREZ C.G.; CAROLAN C.; BROADBENT P.J.; ROBINSON J.J.; WILMUT I.; SINCLAIR K.D. Epigenetic change in IGF2R is associated with fetal overgrowth after sheep embryo culture. *Nature Genetics*, v. 27, n. 2, p. 153-154, 2001.



---

## ESTUDOS DAS PRINCIPAIS DOENÇAS GENÉTICAS ACOMETIDAS EM CÃES: REVISÃO LITERÁRIA

### **Francisca Jéssica Castro e Silva**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6428577661946274>

### **Helen Cristina da Costa Rodrigues**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8939097456954109>

### **Eric Alberto Costa Fraga**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6572861463348610>

### **Daiana Paulino Monteiro**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4518482696527313>

### **Larissa Moraes Gondim**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza - CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8269200937541073>

### **Ticiany Steffany Macário Viana**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza - CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7481147608592008>

### **Ana Jéssika Albuquerque Arruda Carneiro**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza - CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4899415116818984>

### **Francisco Douglas Lima Anastácio**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza - CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1287599031877087>

### **Amanda Brena Freitas Ribeiro**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza - CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6375839399049146>

### **Anna Flávia Barbosa Sousa**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza - CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9274755060771808>

### **Fagner Cavalcante Patrocínio dos Santos**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1663854190165663>

<p><b>Informações sobre o artigo:</b></p> <p><b>Recebido em:</b> 16/06/2021</p> <p><b>Aceito em:</b> 26/10/2021</p> <p><b>Data de publicação:</b> 16/11/2021</p> <p><b>Palavras-chave:</b> Cão doméstico Enfermidades genética Genes</p>	<p><b>RESUMO</b></p> <p>Os cães fazem parte de uma espécie onde existe uma grande variedade de raças com diferentes cores, tamanhos e comprimento de pelos. São animais que podem servir como guarda, no pasto ou até mesmo como um animal de companhia. Durante sua evolução, genes de riscos de doenças foram repassados adiante e encontram-se dispersos no genoma do cão doméstico. Este trabalho visa mostrar uma revisão das doenças mais comuns na clínica de cães, como Sensibilidade a múltiplas drogas (MDR1 - MULTI DRUG RESISTENCE GENE), <i>Diabetes Mellitus</i>, a síndrome das vias aéreas obstrutivas braquicefálicas (BOAS) e Displasia coxofemoral, descrevendo seus detalhes e fatores genéticos. Apesar de haver tratamentos possíveis, o controle e prevenção dessas doenças é o mais recomendado, e o mais efetivo tem sido a não utilização de animais portadores para a reprodução.</p>
--	--

**THE MAIN GENETIC DISEASES AFFECTED IN DOMESTIC DOGS: LITERARY REVIEW**

**ABSTRACT**

<p><b>Keywords:</b> Domestic dog Genetic diseases Genes</p>	<p>Dogs are part of a species where there is a wide variety of breeds with different colors, sizes and length of hair. They are animals that can serve as guards, in the pasture or even as a companion animal. During its evolution, disease risk genes were passed on and found dispersed in the genome of the domestic dog. This work aims to show a review of the most common diseases in the dog clinic, such as sensitivity to multiple drugs (MDR1 - MULTI DRUG RESISTENCE GENE), <i>Diabetes Mellitus</i>, brachycephalic obstructive airway syndrome (BOAS) and hip dysplasia, describing their details and genetic factors. Although there are possible treatments, the control and prevention of these diseases is the most recommended, and the most effective has been not using carrier animals for reproduction.</p>
---	---

**1 INTRODUÇÃO**

Os cães fazem parte de uma espécie onde existe uma grande variedade de raças com diferentes cores, tamanhos e comprimento de pelos. São animais que podem servir como guarda, no pasto ou até mesmo como um animal de companhia, por serem extremamente fiéis aos seus tutores, grande parte das vezes. Atualmente por serem considerados membros

das famílias as quais criam, a saúde desses animais é tratada com relevância e estudos são desenvolvidos a fim de evitá-las (Biol *et al*, 2017).

Ao longo dos séculos, surgiram diversas raças caninas ressaltando determinadas características. Durante essa evolução, genes de riscos de doenças também foram repassados adiante e encontram-se dispersos no genoma do cão doméstico. No passado, as enfermidades eram mais comumente causadas por fatores ambientais, nutricionais ou por causas infecciosas, porém essas causas foram controladas com o tempo fazendo com que a predisposição genética se tornasse uma etiologia frequente (BELL, 2016). A má reprodução assistida de cães, que vem se tornando cada vez mais comum, tem evidenciado não apenas características desejáveis, mas também doenças genéticas. Desta forma, é possível considerar que cães de raças puras e mistas são afetados por estas doenças, os de raças puras mais amplamente.

A falta de fiscalização e legislação resulta em muitos animais sendo comercializados por criadores clandestinos. Ademais, grande parte dos criadores oficiais não possui conhecimento adequado em genética para produção efetiva de animais saudáveis (BIOL *et al.*, 2017). Assim, diversos equívocos como o cruzamento consanguíneo podem ocorrer durante o acasalamento destes animais, o que implica consideravelmente a saúde da ninhada proveniente deste cruzamento, uma vez que aumentam as chances da expressão de doenças genéticas de caráter recessivo.

Essa revisão bibliográfica tem por objetivo reunir informações sobre as doenças genéticas que mais comumente afetam cães de raças puras e indefinidas.

## **2 DOENÇAS GENÉTICAS**

### **2.1 Doença de Von Willebrand em Múltiplas Formas**

O Fator de von Willebrand (FvW) está presente no plasma como uma glicoproteína rica em cisteína, com múltiplas subunidades unidas por pontes dissulfeto. Sua composição e estrutura regulam muitas de suas propriedades. É sintetizado em células endoteliais e megacariócitos, mas principalmente em células endoteliais (YEE e KRETZ, 2013). O FvW permite a adesão das plaquetas ao local da hemorragia quando se liga ao colágeno subendotelial e estruturalmente é transformado, de forma que sua ligação com as proteínas de membrana plaquetária Ib, além de auxiliar na agregação plaquetária a partir da interação com as proteínas de membrana IIb/IIIa (SMITH, 2009). É transmitida como herança

autossômica, sendo o distúrbio hereditário hemorrágico mais comum entre caninos, afetando mais de 50 raças (RIEH ET al. 2000).

A Doença de von Willebrand (DvW) resulta de uma deficiência quantitativa ou qualitativa do FvW. É um distúrbio que pode ser classificado baseado na gravidade clínica da doença, na concentração de FvW no plasma e na estrutura do fator. O fenótipo da DvW do tipo 1 é caracterizado por uma baixa quantidade do Fator no plasma (menor que 50%) é o mais comum. No tipo dois, além da baixa concentração plasmática de FvW, há uma modificação estrutural, pois, há perda de multímeros, fazendo com que a adesão plaquetária seja muito menos eficiente. A ausência total do Fator na circulação caracteriza o terceiro tipo de DvW. Tanto no segundo tipo, quanto no terceiro, há um quadro clínico mais voltado à hemorragia acentuada, enquanto no primeiro há um sangramento associado majoritariamente a traumas ou sangramento na perda von Willebrand Disease dos dentes decíduos (BARR e MCMICHAEL, 2012). O tipo 1 e tipo 2 são considerados como dominantes e o tipo 3, recessivo (MILLER *et al.*, 1979).

Caninos apresentam sinais clínicos semelhantes aos humanos, como sangramento prolongado em erupções dentárias e ferimentos cirúrgicos e hemorragias em mucosas. Nos tipos 2 e 3 da DvW ocorre uma maior predisposição ao sangramento, e no tipo 1 (figura 1, A) o sangramento ocorre, majoritariamente, de maneira induzida (BROOKS, 2000).

Três métodos de diagnóstico foram testados por Mattoso (2007): Tempo de sangria da mucosa oral, agregação plaquetária induzida pela ristocetina e Antígeno do Fator de von Willebrand, onde pode-se concluir que o Antígeno do Fator de von Willebrand (FvW:Ag) – ELISA pode ser utilizado como teste padrão para diagnóstico. Há também testes de triagem, como a contagem de plaquetas, tempo de protrombina (TP) e tempo de tromboplastina parcial ativada (TTPA) que associados com um histórico clínico de sangramento em paciente jovem, podem sugerir um quadro de disfunção plaquetária (BARR e MCMICHAEL, 2012; BROOKS e CATALFAMO, 2010).

## **2.2 Mielopatia degenerativa canina**

A Mielopatia degenerativa canina (MDC) é um distúrbio neurodegenerativo autossômica recessiva de início tardio, caracterizada pela degeneração progressiva e ascendente da medula espinhal (SANTOS *et al.*, 2020). Inicialmente acreditava-se que era um distúrbio reservado a cães da raça Pastor alemão (AVERILL, 1973), no entanto já tem sido relatado em raças como

Golden Retriever, Husky Siberiano, Poodle, Boxer, Pug, entre outros (DEWEY e COSTA, 2017).

Os principais sinais clínicos iniciam com a paraparesia progressiva e assimétrica de neurônio motor superior, ataxia propioceptiva em membros pélvicos (figura 1, B) e ausência de dor na palpação epaxial. Com maior duração da doença, os sinais podem progredir para uma paralisia de neurônio motor inferior nos membros pélvicos, que pode afetar os membros torácicos (SANTOS et al., 2020).

A MDC é uma anormalidade genética autossômica recessiva ocasionada por mutações no gene que codifica a proteína superóxido dismutase 1, responsável por destruir os radicais livres no corpo que em excesso causa prejuízos levando a morte celular e doenças degenerativas. Atualmente, duas mutações associadas a essa doença foram descritas, A transição (c.118G>A) no éxon 2 do gene, causando na mudança de glutamato para lisina no aminoácido 40 da cadeia polipeptídica, e a transversão (c.52A>T) localizada no éxon 1 do mesmo gene e que resulta na mudança de treonina para serina na posição 18 da cadeia polipeptídica (AWANO et al., 2009; PFAHLER et al., 2014; SANTOS et al., 2020).

Não há tratamentos específicos disponíveis para o MDC, e muitos tutores escolhem a eutanásia quando a doença está em estágios avançados, mas é possível realizar tratamentos de apoio para manter uma qualidade de vida aceitável. Esses tratamentos envolvem exercícios fisioterapêuticos, tratamento de suporte com vitaminas e medicamentoso com ácido aminocaproico para prevenir o avanço da doença (GUZZI et al., 2014).

Ferramentas de genotipagem são cada vez mais utilizadas por médicos veterinários e criadores para selecionar os animais utilizados na reprodução, para prevenir, controlar ou até erradicar possivelmente a doença (SANTOS et al., 2020).

### **2.3 A síndrome das vias aéreas obstrutivas braquicefálicas (BOAS)**

A síndrome das vias aéreas obstrutivas braquicefálicas (BOAS) é um distúrbio caracterizada por problemas respiratórios e termorregulatórios (EKENSTEDT et al., 2020). Caracteriza-se por uma má formação congênita do crânio causando alterações morfológicas e funcionais das vias aéreas superiores que resulta em um espectro de doenças que envolvem obstrução parcial ou completa destas vias (figura 1, C) (PRATSCHE, 2014). As raças braquicefálicas com maior prevalência incluem Bulldog inglês e francês, pugs, Boxer, entre outros (EKENSTEDT et al., 2020). O BOAS ocorre devido a uma incompatibilidade nas proporções do crânio e dos tecidos moles do nariz e da faringe (BELL, 2016).

Os sinais clínicos incluem estertor, estridor, dispnéia inspiratória, aumento do esforço respiratório, falta de ar crônica, intolerância ao exercício e intolerância ao calor, e aumentado, cianose, síncope e morte (EKENSTEDT et al., 2020). Em um estudo realizado por O'Neill et al., 16,7% dos cães de alto risco morreram de insuficiência respiratória com idade média de 8,6 anos. Essa síndrome inclui ventrículos laríngeos evertidos (o tecido rostral às cordas vocais é puxado para dentro da glote ventral), tonsilas evertidas (tonsilas evertidas em suas criptas secundárias ao aumento da pressão negativa), colapso laríngeo e / ou traqueia hipoplásica (EKENSTEDT et al., 2020).

Para cães com morbidade significativa, diversas cirurgias corretivas podem ser realizadas com o objetivo de reduzir a obstrução das vias aéreas a fim de proporcionar fluxo aéreo adequado. A rinoplastia para narinas estenóticas pode ser realizada em filhotes de 3 a 4 meses de idade; quando realizada tão cedo, a progressão para alterações secundárias pode ser evitada. A ressecção do palato mole (estaflectomia ou palatoplastia com retalho dobrado) pode remover o excesso de tecido palatino caudal e os ventrículos laríngeos evertidos podem ser excisados cirurgicamente. No BOAS avançado, quando as cartilagens laríngeas perdem integridade (condromalácia), pode ser necessária uma traqueostomia permanente (EKENSTEDT et al., 2020).

A base genética da morfologia do crânio é complexa e está sujeita a controle multigênico. Múltiplas regiões diferentes dos cromossomos são responsáveis pelas diferenças cranioesqueléticas entre braquicefálicos e dolicocefálicos (EKENSTEDT et al., 2020). A curvatura dorsal do focinho, e o comprimento do meio da face foram correlacionados com uma expansão repetida no gene RUNX2, no cromossomo 12 canino (CFA12). Além disso, um locus CFA32 associado à braquicefalia foi reduzido a uma variante missense específica no gene BMP3. Uma variante de inserção CFA1 LINE-1 no gene SMOC2 foi identificada como a mutação subjacente para a "variação do comprimento do rosto" (redução na mandíbula e crânio não cranioencefálico). Esta mutação de inserção é responsável por até 36% da variação do comprimento do rosto. Quase 92% dos cromossomos de cães braquicefálicos tinham a inserção SMOC2 LINE-1, enquanto ele foi encontrado em apenas 2% dos cromossomos de cães não braquicefálicos (SCHOENEBECK et al., 2012). Como o BOAS é heterogêneo dentro das raças (há cães braquicefálicos típicos da conformação que não sofrem BOAS), é possível que outros determinantes genéticos contribuam para a suscetibilidade ao BOAS, independentemente daqueles que conduzem a formação do crânio (EKENSTEDT et al., 2020). Uma variante missense ADAMTS3 publicada (CFA13)

mostrou-se associada à síndrome das vias aéreas superiores do terrier de Norwich (UAS). O UAS tem um fenótipo patológico notavelmente semelhante ao BOAS, incluindo palatos moles alongados e espessos, edema da nasofaringe e ventrículos laríngeos evertidos, apesar dos terriers de Norwich serem uma raça mesaticefálica. A mesma variante ADAMTS3 foi altamente prevalente em buldogues franceses e buldogues (que não foram fenotipados para BOAS), sugerindo de que este locus pode contribuir para BOAS nessas raças (MARCHANT et al., 2019).

O cruzamento genético das raças braquicefálicas devem ser redefinidas e os criadores devem selecionar cães que não mostram sinais de BOAS que tenham um focinho de pelo menos metade de profundidade do comprimento cranial (do occipital à frente do crânio), traqueia de diâmetro normal (proporção do diâmetro do lúmen na entrada torácica para a largura da terceira costela proximal deve ser  $\geq 2$  em uma radiografia lateral) e narinas que têm 33% da largura do nariz (BELL, 2016) para que a longo prazo um novo padrão racial seja possível e raças passem a ter uma conformação craniana adequada que não predisponha as alterações das vias aéreas superiores.

## **2.4 Diabetes *Mellitus***

O *Diabetes Mellitus* é um distúrbio endócrino complexo e muito importante na clínica veterinária, pode ocorrer decorrente o resultado de uma incapacidade das ilhotas pancreáticas ao secretar insulina, como no caso da do tipo I (também chamada insulino dependente), ou da ação deficiente da insulina nos tecidos como no caso da do tipo II (também chamada insulino dependente), causando problemas como hiperglicemia e glicosúria, e a presença de poliúria, polidipsia, polifagia e perda de peso como sinais clínicos comuns (PÖPPL e ELIZIERE, 2015). Essa classificação não é muito utilizada em medicina veterinária uma vez que todos os cães diagnosticados com diabetes mellitus necessitam de tratamento à base de insulina.

O *Diabetes mellitus* em canídeos pode ser o resultado de uma combinação de diversos fatores tais quais a predisposição genética, antagonismo hormonal, o estilo de vida caracterizado pelo sedentarismo e pela obesidade, idade e raça, sendo observado com frequência em cães de meia idade a senis e uma alta incidência e raças como Samoyedas, Pulik, Cairn Terrier, Rottweilers, Keeshound, Pinsher Miniatura, Dashounds, Schnauzer Miniatura, Poodles e Beagles (Lederer et al., 2003; FLEEMAN et al., 2001).

Importante notar que a incidência da *Diabetes mellitus* é de duas a três vezes mais frequentes em fêmeas caninas, principalmente nas durante o diestro ou na gestação, quando os níveis de progesterona são elevados e prolongados. (PENEDA & DOOLEY, 2003).

Mutações que possam ocorrer nos genes que controlam as etapas da secreção ou sensibilidade da insulina, ou aqueles que predisõem à obesidade além da inatividade física, podem predispor à doença do tipo II, mas esses genes específicos ainda não foram identificados (RAND e MARSHALL, 2009).

Um diagnóstico para esta doença requer a presença das manifestações clínicas (poliúria, polidipsia, polifagia e perda de peso) associadas à uma hiperglicemia persistente após jejum alimentar de 8 horas e glicosúria. Uma avaliação completa do quadro de saúde do paciente diabético é recomendada após o diagnóstico inicial da doença para que possa ser identificado qualquer doença concomitante que possa estar causando ou colaborando para a resistência insulínica (como hiperadreno) e que possa resultar dessa resistência insulínica (como cistite bacteriana, catarata) ou estabelecer alterações no tratamento (como pancreatite, doença renal crônica) (PÖPPL e ELIZIERE, 2015).

Conseguir um diagnóstico precoce é importante uma vez que a alta taxa de glicose no sangue e na urina resultantes da *Diabete mellitus* podem causar complicações graves tais como cetoacidose, neuropatias, infecções bacterianas secundárias, pancreatite, IPE, Catarata (figura 1, D), Lipidose hepática e nefropatias (OLIVEIRA, 2007).

## 2.5 Atrofia progressiva da retina generalizada

A atrofia progressiva da retina (PRA) é um grupo de doenças retinianas hereditárias que estão associadas à perda gradual da visão por degeneração progressiva da retina (figura 1, E) e desaparecimento dos fotorreceptores (KROPATSCH et al., 2010). É uma doença de origem genética e apresenta caráter hereditário e bilateral (GOMES et al., 2013). As raças mais comumente afetadas são os Poodles Toy e Miniatura, Cocker Spaniel inglês e americano, e Labradores (PETERSEN-JONES, 1998).

Os sinais clínicos começam inicialmente com midríase bilateral associado a nictalopia (cegueira noturna) e progride para a acromatopsia (perda da visão diurna) até o animal chegar à cegueira total (GOMES et al., 2013).

A mutação no gene PRCD foi encontrada no segundo códon onde há a substituição da base nitrogenada guanina pela adenina, observando-se TAC (timina-adenina-citosina -

TAC) ao invés de TGC (timina-guanina-citosina) que ocasiona a substituição de uma cisteína por uma tirosina durante a tradução. Embora não se saiba totalmente sobre o gene PRCD, menciona-se que é importante para a manutenção da estrutura, função e sobrevivência dos fotorreceptores (ZANGER et al., 2006).

Para tratar o PRA, acredita-se que utilizar suplemento vitamínico como vitaminas C e E, carotenoides, ácidos graxos e zinco ajuda a prevenir ou postergar a progressão da degeneração da retina, mas não para retroceder danos já causados. Presume-se que o suplemento vitamínico atua na diminuição do estresse oxidativo fisiológico que resulta do envelhecimento, exposição à luz ultravioleta e pelo metabolismo celular. Em animais que ainda possuam funcionalidade na retina, a terapia gênica é sugerida. Com a terapia objetiva-se introduzir material exógeno, para recuperar a função de um gene. O gene pode ser inserido na retina por injeção e em geral, utilizam-se vetores virais para a transferência gênica (GOMES et al., 2013).

Para controlar, é sugerido que animais com PRA não sejam escolhidos para programas de reprodução e que haja certificação de plantéis de reprodutores, já que há animais que podem ser assintomáticos (MELLERSH, 2011).

## **2.6 Sensibilidade a múltiplas drogas (MDR1)**

O gene multi drug resistance gene (MDR1) é responsável pela codificação da Glicoproteína P (Pgp) e está localizado no cromossomo 14 dos canídeos. Tanto o gene quanto a sua glicoproteína está responsável pela distribuição, metabolização, absorção e excreção de fármacos no organismo. (AMBUDKAR et al., 2003; LINARDI; NATALINI, 2006).

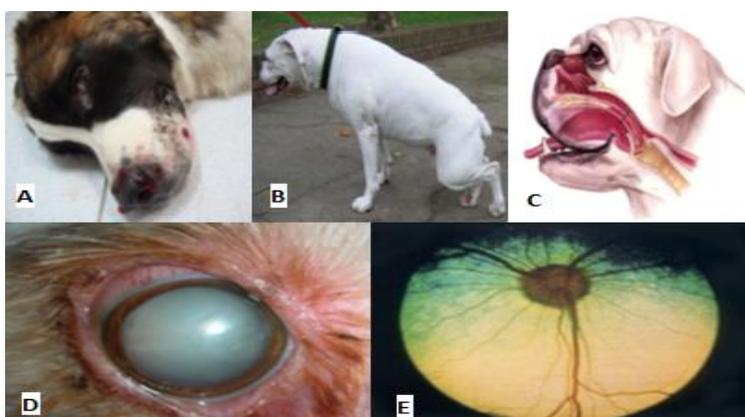
Esse gene, também conhecido como ABCB1, pode sofrer mutações em sua expressão que ocasionam a formação de proteína Pgp afuncional, ou que possua baixa funcionalidade, e então levando a uma desregulação e acúmulo de drogas em tecidos como sistema nervoso central e testículos, o que irá provocar sinais que variam conforme a quantidade Pgp funcional disponível no organismo, o tipo de droga e a quantidade da mesma (ZHOU et al., 2008). Diferentemente dos humanos, os canídeos apresentam somente uma mutação identificada no gene MDR1, chamada de MDR1 nt 230, *mdr1-1Δ* ou ABCB1-1Δ e que tem como característica a formação de uma Pgp afuncional (MEALEY et al., 2004; GRAMER et al., 2011).

Essa mutação é um defeito genético, ou seja, é transmitido para a prole e deve ser feito o cuidado para que esse animal portador não acasale (BEZERRA et al, 2011). O nível que essa mutação afeta o animal é diretamente relacionada com o tipo de genes que ele possui, sendo o homozigoto mutante ou (MDR1 -/-) o com grau mais extremo de sensibilidade e predisposição á intoxicações e o heterozigoto (MDR1 +/-) o menos afetado, podendo se intoxicar em maior ou menor grau. O homozigoto normal (MDR1 +/+) não apresenta tantos riscos quanto o homozigoto mutante. (BISSONNETTE et al, 2008).

Para a detecção do status genético do animal em relação ao gene MDR1, ou seja, se ele é homozigoto mutante (MDR1 -/-) ou normal (MDR1 +/+) ou se é heterozigoto (MDR1 +/-), é possível realizar exames laboratoriais utilizando de técnicas de biologia molecular e determinar a susceptibilidade a intoxicações. O teste é fundamental para a decisão de que tipos de medicamento poderão ser utilizados no tratamento do animal e assim decidir a terapia mais adequada para ele (BEZERRA et al, 2011).

Essa mutação pode ser observada em cães de raças Collie, Pastor de Shetland, Pastor Australiano, Border Collie, Old English Sheepdog, Whippet, Pastor Alemão e Pastor Branco Suíço e em Cães mestiços dessas raças (GRAMER et al, 2011). Essa mutação muito provavelmente estava presente em um ancestral comum dessas raças que tem sua origem na Gram Bretânia do século 18 (NEFF et al, 2004).

**Figura 1 - A:** Epistaxe contínua em cão com doença de Von Willebrand tipo 1. **B:** Boxer macho de 6 anos de idade com paraparesia e ataxia moderada. **C:** Corte Transversal de um trato respiratório de um cão braquicefálico. **D:** Olho direito de paciente canino portador de DM apresentando catarata madura. **E:** Parte de trás de um olho em um cão com PRA, onde os vasos retinianos mais finos significam atrofia vascular denominada PRA



**Fontes:** A: DALMOLIN et al, 2017. B: Suraniti et al, 2011. C: Site Argos Dierenartsenpraktijk. D: Vetsmart. E: Australian Shepherd Health & Genetics Institute.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doenças são comuns na rotina clínica de pequenos animais, e devem ser diagnosticadas e tratadas de maneira correta, na tentativa de proporcionar melhor qualidade de vida ao animal. Muitas dessas enfermidades possuem características genéticas e são hereditárias, e o conhecimento delas é importante no diagnóstico, tratamento e prevenção.

Por haver doenças que os sinais clínicos apenas se manifestam na vida adulta, a seleção dos animais precisa ser mais criteriosa e se possível com a ajuda de ferramentas que favorecem o melhoramento genético. O mapeamento genético é uma dessas ferramentas e poderiam direcionar acasalamentos de animais livres de genes defeituosos.

Quando diagnosticados, há tratamentos acessíveis com objetivo de retardar a progressão das doenças, melhorar a qualidade de vida, prolongar o tempo de sobrevivência e até tratamentos paliativos. Entretanto, dependendo da gravidade e avanço de algumas doenças, a eutanásia pode vir a ser recomendada.

Pesquisas genéticas revelam oportunidades interessantes para a medicina em pacientes veterinários, possibilita elucidação sobre doenças, tratamentos, prevenções e diagnósticos. É um mecanismo que se bem explorado, trará diversos benefícios para a ciência e rotinas clínicas.

### REFERÊNCIAS

AMBUDKAR, S. V. et al. P-glycoprotein: from genomics to mechanism. **Oncogene**, v. 22, p. 74658-7485, 2003.

AVERILL, D.R. Degenerative myelopathy in the aging German shepherd dog: clinical and pathologic findings. **Journal of the American Veterinary Medical Association.**, v.162, p.1045-1051, 1973.

BARR, J. W.; MCMICHAEL, M. Inherited disorders of hemostasis in dogs and cats. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 27, n. 2, p. 53-58, New York, Mai. 2012.

BELL, Jerold S. **Top 5 Genetic Diseases of Dogs**. 2016.

BEZERRA, D. P. et al. A glicoproteína P e o gene MDR1. Trabalho de conclusão de graduação. Faculdade de Medicina Veterinária do Rio Grande do Sul, 2011/2.

BIOL F. M. A.; et al. O melhoramento genético na criação de cães: educação do tutor para uma aquisição bem-sucedida. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 15, n. 3, p. 67-67, 1 mar. 2017.

BISSONNETTE, S. et al. *The ABCB1-1Δ* mutation is not responsible for sunchronic neurotoxicity seen in dogs of non-collie breeds following macrocyclic lactone treatment for generalized demodicosis. **Journal Compilation**. v.20, p. 60-66, 2008.

BROOKS M. B. *In: Schalm's Veterinary Hematology* 5. ed. FELDMAN, B. F., ZINKL, J. G., JAIN. N. C. (ed.). Philadelphia, Lea & Febiger, 2000. p. 509-515.

BROOKS, M. B., CATALFAMO, J. L. Current diagnostic trends in coagulation disorders among dogs and cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 43, n. 6, p. 1349-72, set. 2010.

DEWEY, C.W.; COSTA, R.C. Mielopatias: doenças da medula espinhal. In: DEWEY, C.W.; COSTA, R.C. **Neurologia canina e felina, guia prático**. 3.ed. São Paulo: Guará, 2017. p.379-462.

EKENSTEDT, K.J.; CROSSE, K.R.; RISSELADA, M.. Canine Brachycephaly: anatomy, pathology, genetics and welfare. **Journal Of Comparative Pathology**, [S.L.], v. 176, p. 109-115, abr. 2020. Elsevier BV.

FLEEMAN L.M., and RAND, J. S. Management of Canine Diabetes. **The veterinary clinics of north America small animal practice**. V. 31, n. 5, 2001.

GOMES, Débora; OTSUKI, Denise Aya; LISAK, Ricardo; SAFATLE, Angélica de Mendonça Vaz. Atrofi a progressiva generalizada da retina em cães da raça Cocker Spaniel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 8, p. 1405-1414, ago. 2013.

GRAMER, I.; LEIDOLF, R.; DÖRING, B.; KLINTZSCH, S.; KRÄMER, E.-M.; YALCIN, E.; PETZINGER, E.; GEYER, J. Breed distribution of the nt230(del4) MDR1 mutation in dogs. **The Veterinary Journal**, v.189, p.67-71, 2011.

KROPATSCH, Regina; PETRASCH-PARWEZ, Elisabeth; SEELow, Dominik; SCHLICHTING, Annegrit; GERDING, Wanda M.; AKKAD, Denis A.; EPPLen, Joerg T.; DEKOMIEN, Gabriele. Generalized progressive retinal atrophy in the Irish Glen of Imaal Terrier is associated with a deletion in the ADAM9 gene. **Molecular And Cellular Probes**, [S.L.], v. 24, n. 6, p. 357-363, dez. 2010.

LEDERER, R.; RAND, J. S.; HUGHES, I.P.; FLEEMAN, L.M. 2003. Chronic or recurring medical problems, dental disease, repeated corticosteroid treatment and lower physical activity are associated with diabetes in Burmese cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine** 17, 433.

LINARDI, R. L.; NARALINI, C.C. Multi-drug resistance (MDR1) gene and P-glycoprotein influence on pharmacokinetic and phamacodynamic of therapeutic drugs. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.336-341, Santa Maria, 2006.

Marchant TW, Dietschi E, Rytz U, Schawalder P, Jagannathan V, Hadji Rasouliha S, et al. Uma variante missense *ADAMTS3* está associada à síndrome das vias aéreas superiores de Norwich Terrier. 2019.

MATTOSO, C. R. S. **Determinação do teste padrão para diagnóstico de cães com Doença de von Willebrand.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Paulista, UNESP, Botucatu, 2007.

MELLERSH, Cathryn. DNA testing and domestic dogs. **Mammalian Genome**, [S.L.], v. 23, n. 1-2, p. 109-123, 10 nov. 2011. Springer Science and Business Media LLC.

MILLER, C. H.; DILLEY, A. B.; DREWS, C.; RICHARDSON, L.; EVATT, B.; Changes in von Willebrand Factor and Factor VIII Levels during the Menstrual Cycle. **Thromb Haemost**, v.87, n.6, p.1082-1083, 2002.

NEFF, M.W.; ROBERTSON, K.R.; WONG, A.K.; SAFRA, N.; BROMAN, K.W.; SLATKIN, M.; MEALEY, K.L.; PEDERSEN, N.C. Breed distribution and history of canine *mdr1-1* ▲, a pharmacogenetic mutation that marks the emergence of breeds from the collie lineage. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.101, n.32, p.11725-11730, 2004.

OLIVEIRA I. A., Diabetes mellitus em pequenos animais: estratégias de tratamento e monitoração. 2007.

PETERSEN-JONES, S.M. A review of research to elucidate the causes of the generalized progressive retinal atrophies. **The Veterinary Journal**, [S.L.], v. 155, n. 1, p. 5-18, jan. 1998. Elsevier BV.

PFAHLER, S.; BACHMANN, N.; FECHLER, C.; LEMPP, C. Degenerative myelopathy in a *SOD1* compound heterozygous Bernese mountain dog. **Animal Genetics**, v.45, p.309-310, 2014.

PÖPPL AG, ELIZIERE MB. Doenças do Pâncreas Endócrino: Diabetes Mellitus Canina. In: Jerico MM, Andrade Neto JP, Kogika MM. **Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos**. São Paulo, 2015.

PRATSCHKE, Kathryn. Current thinking about brachycephalic syndrome: more than just airways. **Companion Animal**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 70-78, fev. 2014.

RAND, J.; MARSHALL, R. 2009. Diabetes melito felina. In: MOONEY, T. C. PETERSON, M. E. **Manual de Endocrinologia Canina e Felina**. 3. ed.

Santos CRO, Gouveia JJds, Gouveia GV, Bezerra FCM, Nogueira JF, Baraúna Júnior D (2020) Triagem molecular para mutação associada à mielopatia degenerativa canina (*SOD1*: c. 118G > A) em cães pastor alemão no Brasil.

SANTOS, C.R.O.; AMUDE, A.M.; ARAÚJO, F.P.; BEZERRA, F.C.M.; NOGUEIRA, J.F.; GOUVEIA, J.J.s.; BARAÚNA JÚNIOR, D.. Achados clínicos, histopatológicos e moleculares da mielopatia degenerativa canina: relato de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 72, n. 2, p. 339-345, abr. 2020.

Schoenebeck JJ, Hutchinson SA, Byers A, Beale HC, Carrington B, Faden DL, et al. (2012) Variation of *BMP3* Contributes to Dog Breed Skull Diversity. **PLoS Genet** 8 (8): e1002849.

SMITH, A. S. **The cell-based model of coagulation.** *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, v. 19, n. 1, p. 3-10, Fev. 2009.

UZZI, Renata Ferreira de; FORMENTON, Maira Rezende; COLOMBA, Katherine Palmina; VERAS, Mônica; JOAQUIM, Jean fernandes Guilherme; FANTONI, Denise Tabacchi. MIELOPATIA DEGENERATIVA EM CÃES: UM DESAFIO NA MEDICINA VETERINÁRIA E NA REABILITAÇÃO ANIMAL. **Unimar Ciências**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 11-16, jan. 2014.

WANO, Tomoyuki; JOHNSON, Gary S.; WADE, Claire M.; KATZ, Martin L.; JOHNSON, Gayle C.; TAYLOR, Jeremy F.; PERLOSKI, Michele; BIAGI, Tara; BARANOWSKA, Izabella; LONG, Sam. Genome-wide association analysis reveals aSOD1mutation in canine degenerative myelopathy that resembles amyotrophic lateral sclerosis. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 106, n. 8, p. 2794-2799, 2 fev. 2009. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

YEE A.; KRETZ C. A. Willebrand factor: form for function. **Semin Thromb Hemost**, v. 40, n. 1, p. 17-27, Dez 2013.

ZHOU, S.-F. Structure, function and regulation of P-glycoprotein and its clinical relevance in drug disposition. **Xenobiotica**, v.38, n.7-8, p.802-832, 2008.

Suraniti, AP, Gilardoni, LR, Mira, G, Fidanza, M, Guerrero, J, Marina, ML, Mundo, S., Mercado, M Mielopatía Degenerativa canina: signos clínicos, diagnóstico e terapêutica. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinaria** [en línea]. 2011.



---

## ESTUDOS DOS PRINCIPAIS BIOMARCADORES GENÉTICOS E TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO APLICADOS AO MELHORAMENTO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO

### **Eric Alberto Costa Fraga**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6572861463348610>

### **Francisco Douglas Lima Anastácio**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1287599031877087>

### **Andrezza Frota Forte**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4911857456633888>

### **Lorena Vitória da Rocha Cardozo**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2478928814248788>

### **Helen Cristina da Costa Rodrigues**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8939097456954109>

### **Daiana Paulino Monteiro**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4518482696527313>

### **Raiane Anchieta da Silva**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7105239241261533>

### **Carlos Diego Sousa Ribeiro**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0096239186369817>

### **Ana Beatriz dos Santos Dutra**

Universidade Estadual do Ceará, FAVET, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6911947821020604>

### **Paulo Ricardo Barroso Ramos**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1118517095437963>

### **Fagner Cavalcante Patrocínio dos Santos**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1663854190165663>

---

**Informações sobre o****artigo:****Recebido em:**

16/06/2021

**Aceito em:**

26/10/2021

**Data de publicação:**

16/11/2021

**Palavras-chave:****Marcadores genéticos****Melhoramento Animal****Produção Animal****RESUMO**

O uso de Marcadores genéticos está cada vez mais presente na produção animal e suas utilizações permitem a detecção de genes que influenciam características economicamente importantes nas mais diversas espécies de animais domésticos. Com isso, esse trabalho discutiu sobre a utilização de marcadores como QTL, Microssatélites, SNP, ARMS-PCR e RFLP e suas aplicações no melhoramento de aves, bovinos, caprinos, ovinos, equinos e suínos, apresentando detalhes sobre genes que são utilizados no melhoramento destes animais, contribuindo na busca características desejadas nos sistemas de produção, tais quais a aplicação da identificação dos genes  $\kappa$ -Caseína ( $\kappa$ -Cn) e o  $\beta$ -Lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) no melhoramento do bovino leiteiro, a utilização da técnica de ARMS-PCR na identificação de mutações em genes de matrizes suínas, o mapeamento de QTL na avicultura, caprinocultura e ovinocultura, além do uso de SNPs na Equinocultura. Tais técnicas serão indispensáveis no melhoramento e na conservação dos recursos genéticos das mais diversas espécies existentes e espera-se que em breve essas possam ser difundidas para o aumento da lucratividade dos produtores.

---

**THE MAIN GENETIC BIOMARKERS AND IDENTIFICATION TECHNIQUES APPLIED TO THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION ANIMALS****ABSTRACT**

The use of the genetic markers is present and highly increasingly at animal breeding and its use allows the detection of genes that influence economically important characteristics in the most diverse species of domestic animals. With that, this work discusses the application of markers such as QTL, SSR, SNPs, ARMS-PCR and RFLP and their applications in the improvement of poultry, cattle, goats, sheep, horses and pigs, showcasing details about the specific genes that are often used in the improvement of these animal's desired characteristics, such as the application of  $\kappa$ -Casein ( $\kappa$ -Cn) and  $\beta$ -Lactoglobulin ( $\beta$ -Lg) in the improvement of dairy cattle, the use of ARMS-PCR in the identification of mutations in genes of swine matrices, the mapping of QTL in poultry, goat and sheep farming, in addition to the use of SNPs in equinoculture. These techniques are indispensable for the improvement and conservation of the genetic resources of the most diverse existing species, and it is expected that these will soon be disseminated to increase the profitability of producers.

**Keywords:****Genetic Markers****Animal improvement****Animal breeding**

## 1 INTRODUÇÃO

O Setor agropecuário, em 2020, representou 26,6% do PIB brasileiro e, em valores monetários, o PIB do Brasil totalizou R\$ 7,45 trilhões, tendo o setor agropecuário chegado a quase R\$ 2 trilhões (CEPEA, 2020), evidenciando a importância da agropecuária no Brasil.

O aumento da demanda alimentar em decorrência do aumento populacional, de maior concentração em áreas urbanas, maior preocupação com a saúde e aumento da renda da população (ROSA et al., 2013), mostram a crescente importância do melhoramento genético na produção, a fim de acompanhar a demanda mundial por alimentos.

A crescente disponibilidade de marcadores moleculares em animais de fazenda permite análises e avaliações detalhadas da diversidade genética e, além disso, a detecção de genes que influenciam características economicamente importantes. (ERHARDT e WEIMANN, 2007).

Um marcador genético é qualquer caráter visível ou um fenótipo que de alguma forma seja analisável, para o qual os alelos em loci individuais segregam de uma maneira mendeliana, tais como as características visíveis das ervilhas estudadas por Mendel (TURCHETTO-ZOLET et al., 2017) e a aplicação desses marcadores genéticos pode contribuir para resolver as restrições associadas às estratégias de melhoramento tradicionais para uma melhor seleção de animais de fazenda geneticamente superiores (DEB et al., 2020).

O seguinte trabalho tem como objetivo discutir a importância destes marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético animal, tendo enfoque nas principais técnicas de identificação de genes e suas aplicações no melhoramento de aves, bovinos, caprinos, ovinos, equinos e suínos.

## 2. PRINCIPAIS DE MARCADORES GENÉTICOS APLICADOS AO MELHORAMENTO ANIMAL

### 2.1 QTL

O *Quantitative trait loci* (QTL) são regiões do genoma responsáveis pela expressão de caracteres fenotípicos de distribuição contínua, como altura e peso de animais, produção diária de leite e produção anual de ovos. Com o advento dos marcadores moleculares, capazes de detectar polimorfismos na molécula de DNA, tornou-se possível mapear tais regiões cromossômicas (QTL) que afetam essas características quantitativas (RAMALHO et

al., 2012). Para que o mapeamento de um QTL seja realizado, é necessário a identificação de sua posição no genoma e a estimação de seus efeitos genéticos, como por exemplo os efeitos aditivos e de dominância, além de fatores como o carácter quantitativo de interesse e dados de marcadores genéticos (SILVA e LEANDRO, 2009).

Segundo Gonçalves et al (2005), três fontes de variação estão envolvidas no mapeamento de QTL, a estrutura de pedigree, informações de marcadores moleculares e mensuração de características fenotípicas. Estas informações são então utilizadas por geneticistas para que sejam desenvolvidos novos métodos analíticos de desenvolvimento e identificação destes marcadores genéticos. O objetivo principal seria a obtenção de respostas como números, modos de ação e efeitos deles para que sejam então aplicados na seleção e reprodução animal com maior eficiência.

Desta forma, os QTL podem ser utilizados para mapear diversos fenótipos, como as características de carcaça em suínos (PIRES et al., 2008). Um estudo feito na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, mostra que foram encontrados indicativos de QTL para diversas características como o peso do pernil limpo, peso de paleta, peso de lombo e peso de filezinho, na carcaça de suínos (PIRES et al., 2008).

## 2.2 Microssatélites (SSR)

Denominados de Microssatélites, SSR (Sequência simples repetidas) ou STR (*Short Tandem Repeats*), consistem em pequenas sequências com cinco pares de base nitrogenada que se repetem em séries de 10 a 100 vezes, estes marcadores genéticos estão disponíveis de forma ampla no genoma e são o tipo de marcador mais polimórfico conhecido (BRAMMER, 2000; CORNIDE HERNÁNDEZ, 2002).

Característicos pela alta taxa de mutação e por, geralmente, identificar um único locus genômico, são frequentemente multialélicos e segregam de uma forma codominante. Esses fatores contribuíram para a denominação deste marcador molecular, uma vez que quando o DNA é analisado em uma ultracentrifugação em gradiente de cloreto de cézio, apareciam as denominadas regiões de DNA repetitivo, que podem então ser classificadas em longas (satélites), curtas (minissatélites) e muito curtas (microssatélites) (DIAS-SALMAN et al., 2009).

Estes microssatélites podem ser utilizados em estudos de biodiversidade (ABAD et al., 2014). Em um estudo feito na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para

determinar as chances de utilizar marcadores moleculares no reconhecimento da genética do gado zebu, foram utilizados microssatélites para determinar a frequência dos marcadores e os índices de variedade genética, desta forma, foi possível demonstrar a frequência alélica na população de zebus analisada como um todo (ANDREAZZA et al., 2007).

### 2.3 SNP

Polimorfismos de nucleotídeo único, ou SNP, são marcadores genéticos que possuem como base as mutações em bases únicas da cadeia de bases nitrogenadas do DNA, ou seja, na Adenina-A, Citosina-C, Timina-T e Guanina-G. Eles são muito comuns no genoma de espécies sem vínculo de parentesco e possuem dois tipos de mutação, sendo as transições as mais comuns e as transversões as mais raras (CAETANO, 2009).

Eles se tornam muito abundantes por dois fatores importantes, suas bases moleculares permitem uma distribuição homogênea de SNP pelo genoma e, assim como outros estudos em animais de interesse zootécnico apontaram, um único indivíduo pode possuir milhões de polimorfismos SNP em seu genoma (Bovine Genome Sequencing and Analysis Consortium, 2009; LI et al., 2009).

Quando identificado, a análise do SNP pode ser realizada de diferentes tipos de técnicas, como a discriminação alélica usando a metodologia de PCR (*Polymerase Chain Reaction* ou Reação de Cadeia da Polimerase) em tempo real com sondas TaqMan, a extensão do primer, usando primers modificados na posição 3 em termocicladores convencionais, pirosequenciação, microarrays ou microchips, ou pelo uso de espectrometria de massa MALDI-TOF (Matrix Assisted Laser Desorption-Time of Flight) (ANDERSEN e MANN, 2000; REGITANO, 2007; REIS et al., 2016).

Portanto, a utilização dos SNP consiste em estudos de associação e mapeamento genético, além de ensaios diagnósticos para confirmação de paternidade (observação de ancestrais e/ou pedigree), identificação individual (rastreabilidade), detecção de doenças genéticas e/ou polimorfismos associados a características de produção. Ademais, são utilizados também para encontrar regiões genômicas e genes candidatos associados com um fenótipo de interesse.

## 2.4 ARMS - PCR

O denominado Sistema de Amplificação Refratária a Mutação (Amplification Refractory Mutation System; ARMS) é uma técnica baseada na utilização de primers com uma sequência específica para PCR, que permite a amplificação da molécula de DNA, quando o alelo alvo estiver contido na amostra, além de ser um confiável método de detecção de mutações envolvendo alterações de única base (NEWTON et al.,1989).

Segundo Regitano (2009), os alelos alvos são encontrados após uma reação de ARMS que demonstra a presença ou ausência de um produto de PCR e, para a análise de duas ou mais mutações se utiliza o Multiplex ARMS-PCR. Esse Multiplex é interessante pela possibilidade da pesquisa de vários genes que podem ser candidatos a uma mesma reação ou polimorfismo em um gene específico.

## 2.5 RFLP

*Polimorfismo no comprimento do fragmento de restrição ou Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP) é uma técnica que consiste na amplificação de uma região de DNA já conhecida, por meio da PCR, e que utiliza um par de primers complementares a sítios específicos (PAVAN e MONTEIRO, 2014).

Para obtenção das sequências dos nucleotídeos é realizada a pesquisa das mesmas em bancos de dados disponibilizados em sites e softwares específicos, como o NCBI (National Center for Biotechnology Information). A base molecular do RFLP pode criar ou remover novos sítios de restrição através de substituições, deleções, duplicações, inserções, e inversões de base nucleotídicas (YANG et al., 2013).

Os sítios de restrição são então reconhecidos pelas endonucleases, obtidas pela extração de bactérias e de outros organismos e então são reconhecidos e clivam a fita dupla de DNA em 4 a 8 pares de base, sendo possível também que aconteçam novos eventos de mutação nestes locais. Também podem ser obtidas pelo sequenciamento de fragmentos de DNA de interesse, que pode ser um gene específico, pequenos genomas de micro-organismos ou sequências expressas. Os fragmentos são então separados de acordo com seus tamanhos após realizada eletroforese em gel de agarose ou poliacrilamida (BORÉM e CAIXETA, 2016; TEIXEIRA et al., 2015).

### 3 PRINCIPAIS MARCADORES IDENTIFICADOS EM ANIMAIS DE PRODUÇÃO

#### 3.1 Bovinocultura

Na Bovinocultura Leiteira, os genes  $\kappa$ -Caseína ( $\kappa$ -Cn) e o  $\beta$ -Lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) estão entre os genes candidatos mais estudados para a seleção animal. A escolha de tais marcadores depende tanto do objetivo da produção do bovinocultor, se é apenas venda de leite ou se o leite será destinado para fabricação de produtos derivados. Caso o produtor de leite também produz queijo, as variantes mais interessantes de selecionar são as BB para  $\kappa$ -Cn (associação com maior coagulação de leite) e  $\beta$ -Lg (efeito positivo no teor de gordura no leite). Para interesse em aumento de produção de leite com boas quantidades de proteínas e gordura, as variantes AA são as mais interessantes (GOES e SIMONELLI, 2009). Estudos sobre o gene HSP-70.1 contribuem para a bovinocultura leiteira no semi-árido e a resposta dos animais expostos a diferentes condições de estresse térmico por calor (ARAÚJO et al., 2020).

Na bovinocultura de corte, o desenvolvimento de técnicas inovadoras no melhoramento genético tem sido um aliado para melhorar a qualidade nas atividades frigoríficas (FARIA et al., 2008). Os genes mais estudados são o gene da miostatina, gene do hormônio do crescimento bovino (bcH), gene da leptina e gene do fator I de crescimento semelhante à insulina (DIAS-SALMAN et al., 2009). O gene da miostatina está relacionado com hipertrofia muscular e musculatura dupla (GROBET et al., 1997), o gene do bcH foi associado a características como taxa de crescimento, ganho de peso, produção de carne e peso de carcaça (SWITONSKI, 2002) porém, de acordo com o tipo de genótipo e da raça, essas características podem se alterar, demonstrando que a avaliação dos efeitos do polimorfismo é uma tarefa difícil (DIAS-SALMAN et al., 2009) e o gene da leptina está relacionado com o consumo e a conversão alimentar (ZWIERZCHOWSKI et al., 2001).

Um novo tipo de marcador molecular é o CNV (*Copy Number Variations*) que comparado ao SNP, possui número maior de sequências genômicas, tendo um impacto significativo na expressão gênica e papel fundamental na determinação de fenótipos de interesse em animais de produção. As Embrapas Gado de Corte, Gado de Leite, Informática Agropecuária, Pecuária Sul e Pecuária Sudeste têm feito estudos sobre a identificação de CNV principalmente em raças leiteiras, Canchim e Nelore. Esses estudos têm mostrado uma

relação entre CNV e características relacionadas à adaptabilidade e resistência a doenças e parasitas, qualidade da carne e do leite (SIQUEIRA e GIACHETTO, 2019).

### **3.2 Avicultura**

Os estudos sobre genoma de Aves no Brasil foram iniciados pela Embrapa Suínos e Aves, em conjunto com a ESALQ/USP, durante o ano de 1999 e possuíam como objetivo principal mapear QTL para características de interesse econômico para a avicultura. Esses projetos na área de genômica levaram a uma posterior formação da Rede de Genômica de Aves, que une esforços da Embrapa, Universidades e o direcionamento da Agroindústria.

Vários QTL já foram identificados e algumas associações de genes candidatos com características de interesse na avicultura foram identificados, tais quais miostatina, MyoD, MRF4, Myf-5, miogenina, grelina, leptina e dos receptores da leptina, ObRb e ObRa. Por meio dessa abordagem foi identificado um marcador genético potencial no gene do receptor da leptina para melhoria de rendimento de carcaça, peito e coxa em galinhas (NINOV et al., 2008), além de outros marcadores potenciais que estão sendo validados em população de aves puras.

Essa metodologia permitiu mapear novas regiões do genoma associadas a caracteres de interesse para a avicultura, possibilitando discernir QTL ligados de QTL pleiotrópicos, o que não é possível pela análise de uma única característica. Outro procedimento utilizado foi a inclusão da interação entre QTL e sexo no mapeamento de regiões de interesse, permitindo identificar QTL importantes apenas nos machos e outros com maior efeito em machos do que em fêmeas (PINTO et al., 2006). Uma vez que apenas fêmeas são selecionadas para postura e machos são excelentes na produção de carne.

### **3.3 Suinocultura**

O uso de marcadores genéticos para características de interesse na suinocultura somente se tornou disponível pela primeira vez em 1991, quando pesquisadores canadenses desenvolveram a técnica para identificação do chamado Gene Halotano (FUJI et al., 1991), cujo efeito pode ser denominado pela sigla PSS (Porcine Stress Syndrome) ou Síndrome do Estresse Suíno.

Os principais genes candidatos para características de interesse econômico são: LEP (Leptina) importante na regulação do apetite, metabolismo, reprodução e na deposição de gordura intramuscular (GEORGESCU et al., 2014); DGAT1 (Diacilglicerol transferase 1) gene responsável pela codificação da enzima diacilglicerol transferase que atua no metabolismo da absorção intestinal de gordura, síntese de lipoproteínas, formação de tecido adiposo e lactação (CUI et al, 2011); GH (Hormônio do Crescimento) que influencia no peso de carcaça e espessura de gordura (BIŽIENĚ et al., 2011); HAL (Halotano), relacionado com carne pálida, flácida e exsudativa (Fuji et al., 1991) ; ESR (Hormônio receptor do estrogênio) relacionado com o aumento do tamanho da leitegada (SUWANASOPEE e KOONAWOOTRITTRIRON, 2011); H-FAB (Proteína de ligação de ácidos graxos do coração) relacionado com deposição de gordura intramuscular (GERBENS et al., 1999) e transporte de ácidos graxos intracelular (CHEN *et al.*, 2014).

O gene Halotano (HN) e o gene Rendimento Nápole (RN) têm influência direta na qualidade da carne (ROSENVOLD e ANDERSEN, 2011). Este último, afeta o conteúdo muscular de glicogênio, enquanto o gene Halotano regula o transporte de  $Ca^{++}$  por meio da membrana celular das fibras musculares (ANTUNES, 1997).

### 3.4 Caprinocultura e Ovinocultura

A pesquisa por genes em pequenos ruminantes iniciou na década de 80, principalmente em caprinos, as buscas por QLT depois foram dedicadas a ovelhas leiteiras no final da década de 90.

As utilizações, até então, desses marcadores para melhoramento genético na produção de leite, sobretudo na Europa, foram na seleção de reprodutores com ou sem chifres em caprinos de raça Saanen, na pesquisa de genes que determinam a velocidade de ordenha em cabras, na tentativa de diminuir problemas de saúde pública devido à aparição de animais resistentes a doença de Scrapie, do seu uso para a detecção e localização de loci de características quantitativas (BARRILET, 2007).

É notável também a utilização destes QTL para o desenvolvimento de resistência genética à verminose gastrointestinal em ovinos, além de propiciar pesquisas para aumentar a quantidade de informações genéticas desses animais, principalmente em caprinos onde há uma maior escassez de informações genéticas (SIDER, 2008).

O gene *obese* codifica o hormônio da leptina e está situado no cromossomo 4 de ruminantes (AHIMA e FLIER, 2000). Em caprinos, está sendo estudada a associação desse

gene com a qualidade da carcaça (SINGH et al., 2009) e características de crescimento (SILVA et al., 2012). Em um estudo feito por Barzehkar et al. (2009) com ovinos de raças iranianas, demonstrou forte relação significativa em características para carcaça através da detecção de uma mutação no éxon 3 desse gene (A113G e T165C).

Existem estudos com associação de SNP entre os genes  $\kappa$ -caseína e  $\beta$ -lactoglobulina que mostram ter influência na produção e na qualidade do leite de caprinos e ovinos (KUMAR et al., 2006; CARAVACA et al., 2011; DAGNACHEW et al., 2011).

### 3.5 Equinocultura

O melhoramento genético dos cavalos atletas continua sendo complexo, fazendo com que a obtenção de um animal superior para as provas equestres ou mesmo para o trabalho seja tarefa difícil (PEREIRA et al., 2015). Esta dificuldade ocorre devido à baixa herdabilidade de características como o desempenho atlético e, também, os altos intervalos entre as gerações devido ao tempo longo de gestação, além do alto custo.

Entretanto, o estudo de marcadores moleculares na equinocultura vem avançando, como podemos observar através do sequenciamento da raça Quarto de Milha, que revelaram que dos 3,15 milhões de SNP descobertos, 2,8 milhões são SNPs novos, incluindo 18 mil SNP não sinônimos e 2,6 mil complexos (PEREIRA et al., 2015). Desse modo, em um contexto mundial, é possível que bases genéticas importantes e de maior interesse sejam analisadas e desvendadas com maior rapidez e efetividade.

O gene *myostatin* (MSTN), é um forte candidato como marcador para o desempenho atlético equino, membro da família de genes transforming growth factor-beta (TGF- $\beta$ ), é expresso no tecido muscular esquelético e atua como regulador negativo do crescimento da massa muscular (CURI, 2013). Esse gene está relacionado com maior distância e aptidão atlética em corridas e existem estudos do mesmo principalmente nas raças Puro Sangue Inglês e Quarto de Milha que o possuem. A expressão do gene PDK4, localizado no cromossomo equino 4 (ECA4), é coordenada pelo coativador transcricional PGC-1 $\alpha$  (WENDE et al., 2005). Esse gene tem atuação importante no metabolismo energético na sensibilidade à insulina, atuando na adaptação do animal ao exercício exaustivo. O creatine kinase, muscle gene (CKM), mapeado no cromossomo equino 10 (ECA10), codifica um tipo muscular de isoenzima da creatina quinase encontrada exclusivamente no músculo estriado

e envolvida em processos celulares energéticos (CURI et al., 2013). Esse gene inclui ao animal um fenótipo adaptado ao exercício garantindo capacidade cardiorrespiratória.

O gene CRISP3 codifica para uma das principais proteínas do plasma seminal e se expressa principalmente na ampola do canal deferente (LEON e COLLARES, 2012). Esse gene é responsável pela fertilidade de garanhões. A proteína associada à espermatogênese SPATA 1 também foi estudada em relação a polimorfismos, um SNP intrônico (BIEC2-968854) foi associado a taxa de prenhes (LEON e COLLARES, 2012).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao desenvolvimento e a constante evolução nos setores da genética molecular, ferramentas como QTL, Microssatélites, SNP, ARMS-PCR e RFLP têm sido de enorme ajuda nos setores de produção animal. Estes avanços permitiram a identificação de muitas regiões cromossômicas, as quais afetam diversas características úteis para a seleção animal.

Nesse contexto, espera-se que em breve essas técnicas possam ser difundidas para o aumento da lucratividade dos produtores. Tais técnicas serão indispensáveis no melhoramento e na conservação dos recursos genéticos das mais diversas espécies existentes.

#### REFERÊNCIAS

- ABAD, A.C.A; LOPES, F.A; PINHEIRO, J.W; MOTA, R.A. **Marcadores moleculares e suas aplicações nas pesquisas em bovinos**. Acta Veterinaria Brasilica, v.8, n.1, p.10-18, 2014.
- ANDREAZZA, M. C.; TERMIGNONI, C.; JÚNIORI, I. S. V; MATTOS, R. C.; LOPES, R. F. F. **Aplicação de microssatélites (STR) de bovinos em animais de raças Zebuínas**. Acta Scientiae Veterinarie. 35(2): 271-272, 2007.
- AHIMA, R. S., & Flier, J. S. (2000). **Leptin**. Annual Review of Physiology, 62(1), 413–437.
- ANDERSEN, J. S., & Mann, M. (2000). **Functional genomics by mass spectrometry**. FEBS Letters, 480(1), 25–31.
- ANTUNES, R.C. **O efeito do genótipo hal sobre o rendimento de carne em partes da carcaça de suínos cruzados**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1997. 64p. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Universidade Federal de Uberlândia, 1997.
- ARAÚJO, M. D. S.; LUNA, E. P. M.; OLIVEIRA, J. C. V.; GUIDO, S. I.; SILVA, E. C.; BARBOSA, S. B. P.; SANTORO, K. R. **Caracterização do gene do choço térmico**

**(HSP-70.1) e sua relação com características de produção em bovinos leiteiros criados no semi-árido.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 72, n.3, p. 985-922, 2020.

BARRILET, F. **Genetic improvement for dairy production in sheep and goats.** Small Ruminant Research, v. 70, p. 60-65, 2007.

BIŽIENĖ R.; MICEIKIENĖ I.; BALTRĖNAITĖ L.; KRASNOPIOROVA N. **Association between growth hormone gene polymorphism and economic traits in pigs.** Vet. Med. Zoot, v. 56, p. 2731, 2011.

BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. (Ed.). **Marcadores moleculares.** 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; Brasília, DF: Embrapa Café, 2009.

BARZEHKAR, R.; SALEHI, A.; MAHJOUBI, F. **Polymorphisms of the ovine leptin gene and its association with growth and carcass traits in three Iranian sheep breeds.** Iranian Journal of Biotechnology, v.7, p.241-246, 2009.

BOVINE GENOME SEQUENCING AND ANALYSIS CONSORTIUM. **The genome sequence of taurine cattle: a window to ruminant biology and evolution.** Science, v.324, n.5926, p.522-528, 2009.

BRAMMER, S. P. **Marcadores Moleculares: princípios básicos e uso em programas de melhoramento genético vegetal.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000.

CAETANO, A. R. **Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro.** R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 38, n. spe, p. 64-71, 2009.

CARAVACA, F. ARES, J.L. CARRIZOSA, J. URRUTIA, B. BAENA, F. JORDANA, J. BADAoui, B. SÁNCHEZ, A. ANGIOLILLO, A. AMILLS, M. SERRADILLA, J.M. **Effects of  $\alpha$  s1-casein (CSN1S1) and  $\kappa$ -casein (CSN3) genotypes on milk coagulation properties in Murciano-granadina goats.** Journal of Dairy Research, v.78, p.32-37, 2011.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB DO AGRONEGÓCIO ALCANÇA PARTICIPAÇÃO DE 26,6% NO PIB BRASILEIRO EM 2020.** 2021. CNA Brasil.

CHEN, J. N.; JIANG, Y. Z.; CEN, W. M.; XING, S. H.; ZHU, L.; TANG, G. Q.; LI, M. Z.; JIANG, A. A.; LOU, P. E.; WEN, A. X.; WANG, Q.; HE, T.; ZHU, G. X.; XIE, M.; LI, X. W. **Distribution of H-FABP and ACSL4 gene polymorphisms and their associations with intramuscular fat content and backfat thickness in different pig populations.** Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v.13, n.3, p. 6759-6772. 2014.

CORNIDE HERNÁNDEZ, M. T. **Marcadores moleculares. Nuevos horizontes en la genética y la selección de las plantas.** Plaza de la Revolución: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela, 2002.

CUI, J. X.; ZENG, Y. Q.; WANG, H.; CHEN W.; DU, J. F.; CHEN. Q. M.; HU, Y. X.; YANG, L. The effects of DGAT1 and DGAT2 mRNA expression on fat deposition in fatty and lean breeds of pig. **Livestock Science**, v. 140, n. 1-3, p. 292- 296, 2011.

CURI, R. A. MEIRA, C. T. BELTRAN, N. A. R. SILVA, J. A. V. MOTA, M. D. S. **Seleção assistida por marcadores para o melhoramento do desempenho de equinos em corridas**. B. Indústr.anim., N. Odessa, v.70, n.1, p.88-102, 2013.

DAGNACHEW, B.S. THALLER, G. LIEN, S. ÅDNØY, T. **Casein SNP in Norwegian goats: additive and dominance effects on milk composition and quality**. Genetics, Selection, Evolution: GSE, v.43, p.31, 2011.

DEB et. al, **Genetic markers for improving farm animals**. Genomics and Biotechnological Advances in Veterinary, Poultry, and Fisheries, p. 107-109. 2020.

DIAS-SALMAN, A. K.; GIACHETTO, F.; MALAGO Jr, W. **Marcadores moleculares na bovinocultura de corte**. Revista Electrónica de Veterinaria, v. 10, n. 2, p 1-16, 2009.

ERHARDT, G.; WEIMANN, C. **Use of molecular markers for evaluation of genetic diversity and in animal production**. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v. 15, n.5, p. 63-66, 2007.

FARIA, C. U. de; LÔBO, R. B.; MAGNABOSCO, C. de U.; DIAS, F. J. S.; SAENZ, E. A. C. **Impactos da pesquisa científica no melhoramento genético de bovinos de corte para qualidade da carne**. Pubvet, v. 2, n. 31, p. 1-8, 2008.

FUJI, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; DE LEON, S.; KHANNA, V. K.; WEILER, J.E.; O'BRIEN, P.J.; MACLENNAN, D.H. **Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia**. Science, v. 253, n. 5018, p. 448-451, 1991.

GERBENS, F.; VAN ERP, A. J. M.; HARDERS, F. L.; VERBURG, F.J; MEUWISSEN, T. H. E.; VEERKAMP, J. H.; TE PAS, M. F. W. **Effect of genetic variants of the heart fatty acid-binding protein gene on intramuscular fat and performance traits in pigs**. Journal of Animal Science, Champaign, v.4, n.77, p.846-852,1999.

GEORGESCU, S.E.; MANEA, M. A.; DINESCU, S.; COSTACHE, M. **Comparative study of leptin and leptin receptor gene expression in different swine breeds**. Genet. Mol. Res., v. 13, p. 7140-7148, 2014.

GOES, P. R. N. de; SIMONELLI, S. M. **Uso de marcadores moleculares  $\kappa$ -Caseína e  $\beta$ -Lactoglobulina em programas de melhoramento genético de bovinos de leite**. In: Encontro Internacional de Produção Científica, 6., 2009.

GONÇALVES, T.M.; OLIVEIRA, H.N.; BOVENHUIS, H. et al. **Modelos alternativos para detecção de locos de características quantitativas (QTL) de carcaça e crescimento nos cromossomos 4, 5 e 7 de suínos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.5, p.1540-1552, 2005.

GROBET L.; ROYO, L.J.; PONCELET, D.; PIROTTIN, D.; BROUWERS, B.; RIQUET, J.; SCHOEBERLEIN, A.; DUNNER, S.; MÉNISSIER, F.; MASSABANDA, J.; FRIES, R.;

HANSET, R.; GEORGES, M. **A deletion in the myostatin gene causes double-muscling in cattle.** *Nature Genetics*, v. 17, p. 71-74, 1997.

KUMAR, A. ROUT, P.K. ROY, R. **Polymorphism of beta-lactoglobulin gene in Indian goats and its effect on milk yield.** *Journal of Applied Genetics*, v.47, p.49-53, 2006.

LEON, P. M. M.; COLLARES, T.. **Introdução à Genômica de Equinos.** In: *Genômica de Equinos*. 1ed. Pelotas/RS: Editora e Gráfica UFPel, 2012.

LI, R.; LI, Y.; FANG, X. et al. **SNP detection for massively parallel whole-genome resequencing.** *Genome Research* [Epub ahead of print], May 6, 2009.

NEWTON, C. R.; GRAHAM, A.; HEPTINSTALL, L. E.; POWELL, S. J.; SUMMERS, C.; KALSHEKERL, N.; SMITH, J. C.; MARKHAM, A. F. **Analysis of any point mutation in DNA. The amplification refractory mutation system (ARMS).** *Nucleic Acids Research*. London, 17, p. 2503-2516, 1989.

NINOV, K., LEDUR, M. C., NONES, K., COLDEBELLA, A., BERTOL, T. M., CAETANO, A. R., COUTINHO, L. L. **Polimorfismo de base única (SNP) no gene do receptor da leptina associado com características de rendimento e composição de carcaça de galinhas.** In: *Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal*, 7., 2008.

PAVAN, MG., MONTEIRO, FA. **Técnicas moleculares aplicadas à sistemática e ao controle vetorial.** In: GALVÃO, C., org. *Vetores da doença de chagas no Brasil* [online]. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2014.

PEREIRA, G.L.; FERRAZ, G.C.; REGATIERI, I.; NETO, A.Q.; CURI, R.A. **Perspectivas do uso de marcadores moleculares no melhoramento genético de equinos de corrida da raça Quarto de milha.** *Vet e Zootec. Botucatu*, 2015.

PINTO, L.F.B.; PACKER, I.U.; LEDUR, M.C.; CAMPOS, R.L.R.; MOURA, A.S.A.M.T.; AMBO, M.; BOSCHIERO, C.; NONES, K.; RUY, D.C.; BARON, E.E.; PÉREZ-ENCISCO, M.; COUTINHO, L.L. **Quantitative trait loci by sex interactions for performance and carcass traits in a broiler x layer cross.** In: *XII Reunión Nacional de Mejora Genética Animal*, 2006.

PIRES, A.V. et al. **Mapeamento de locos de características quantitativas associados à composição de carcaça, no cromossomo seis de suíno.** *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v. 60, n. 3, p. 725-732, 2008.

RAMALHO, M. A. P.; et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.** Lavras: UFLA, 2012.

REGITANO, L. C. de A. **Marcadores moleculares e suas aplicações no melhoramento animal.** SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR APLICADA À PRODUÇÃO ANIMAL. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009.

REIS, Leonardo Mariano et al. **Análise da relação da ocorrência de polimorfismo de nucleotídeo único do gene DOCK9 em ceratocone.** Rev. bras.oftalmol., Rio de Janeiro, v. 75, n. 3, p. 223-227, 2016.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J. **Factors of significance for pork quality: a review.** Meat Science, v. 64, n. 3, p. 219-237, 2001.

SIDER, L.H. **Biologia molecular para o melhoramento de caprinos e ovinos.** Capril Virtual, 2008.

SILVA, J. P. D.; LEANDRO, R. A.. **Uma abordagem bayesiana para o mapeamento de QTLs utilizando o método MCMC com saltos reversíveis.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 4, p. 1061-1070, Aug. 2009.

SILVA, N M.V. RIBEIRO, M.N. ROCHA, L.L. GOMES FILHO, M.A. LIMA, A.P.S. **Polimorfismo genético da leptina e do receptor do hormônio do crescimento em caprinos.** Archivos de Zootecnia., v.61 (234), p.187-195, 2012.

SINGH, S.K. ROUT, P.K. AGARWAL, R. MANDAL, A. SINGH, S.K. SHUKLA, S.N. ROY, R. **Characterization of exon 2 and intron 2 of leptin gene in Indian goats.** Animal Biotechnology, v.20, n.2, p.80-85, 2009.

SIQUEIRA, F.; GIACHETTO, P. F. **CNV: Uma ferramenta promissora para aplicação em programas de melhoramento genético de bovinos.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2019.

SUWANASOPEE, T.; KOONAWOOTRITTRIRON S. **Genetic markers on reproductive traits in pigs.** The Thai Journal of Veterinary Medicine, Bangkok, v.41, p.73, 2011.

SWITONSKI, M. **Molecular Genetic in beef cattle breeding – a review.** Animal Science Papers and Reports, v. 20, sup. 1, p. 7- 18, 2002.

TEIXEIRA, L.V.; TEIXEIRA, C.S.; OLIVEIRA, D.A.A. **Identificação espécie-específica de carnes e produtos cárneos de origem bubalina e bovina pela técnica de PCR-RFLP.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 67, n. 1, p. 309-314, 2015.

TURCHETTO-ZOLET, A. C.; TURCHETTO, C.; ZANELLA, C. M.; PASSAIA, G. **Marcadores Moleculares na Era genômica: Metodologias e Aplicações.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2017.

ZWIERZCHOWSKI L.; OPRZADEK, J.; DYMNICKI, E.; DZIERZBICKI, P. **An association of growth hormone  $\gamma$ -casein,  $\beta$ -lactoglobulin, leptin and Pit-1 loci polymorphism with growth rate and carcass traits in beef cattle.** Animal Science Papers and Reports, v. 1, n. 19, p. 65-78, 2001.

WENDE, A. R; HUSS, J. M; SCHAEFFER, P. J.; GIGUÈRE, V.; KELLY, D. P. **PGC-1 $\alpha$  coactivates PDK4 gene expression via the orphan nuclear receptor ERR $\alpha$ : a mechanism for transcriptional control of muscle glucose metabolism.** Molecular and Cellular Biology, v. 25, n. 24, p. 10684- 10694, 2005.

YANG, W. et al. **Review on the development of genotyping methods for assessing farm animal diversity.** Journal of Animal Science and Biotechnology, v. 4, p. 2, 2013.



## COEFICIENTES ANTROPOGÊNICOS NA DEFAUNAÇÃO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA

### Nicole Souza Willers

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4358778511005891>

### Ádria Moreira Dos Santos

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4209794988907761>

### Glenda Roberta Freire Lima

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### Thaís Maria Araújo Batista

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

### Victor Hugo Vieira Rodrigues

Centro universitário Estácio do Ceará, Medicina Veterinária - Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

#### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

29/10/2021

Aceito em:

03/11/2021

Data de publicação:

16/11/2021

Palavras-chave:

Animais Silvestres

Extinção

Caça

Habitat

#### RESUMO

As atividades antrópicas são os principais fatores relacionados à redução da megadiversidade brasileira, mediante alteração da composição da fauna de ecossistemas. O presente capítulo é uma revisão bibliográfica cujo objetivo é buscar publicações científicas que exemplificam e destacam os coeficientes antropogênicos atuantes na defaunação dos ecossistemas brasileiros. Destacam-se, portanto, os efeitos da supressão de ambientes naturais, da caça, do tráfico e da invasão biológica de espécies exóticas como obstáculos de altas proporções na preservação da fauna.

## ANTHROPOGENIC COEFFICIENTS IN DEFAUNATION IN BRAZIL: LITERATURE REVIEW

### ABSTRACT

**Keywords:**

Wildlife Animals

Extinction

Hunting

Habitat

Anthropic activities are the main factors related to the reducing Brazilian megadiversity, by altering the composition of the ecosystem fauna. This chapter is a bibliographic review whose objective is to seek for scientific publications that exemplify and highlight the anthropogenic coefficients acting in the defaunation of Brazilian ecosystems. Therefore, the effects of the suppression of natural environments, hunting, trafficking and biological invasion of exotic species as obstacles of high proportions in the preservation of fauna are highlighted

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil abriga cerca de 13,2% da biota mundial, caracterizando-se como o país que possui a maior diversidade da fauna terrestre dentre todos os territórios estrangeiros (LEWINSOHN & PRADO, 2006). No entanto, inegavelmente, ao longo dos séculos, as atividades antrópicas vêm comprometendo crescentemente a rica heterogeneidade biológica nacional (ALEIXO et al., 2010), de modo que dois de seus biomas (Mata Atlântica e Cerrado) se encontram na lista de Hotspots de biodiversidade, a qual configura ecorregiões prioritárias na conservação de fauna e flora em níveis universais (MYERS et al. 2000; ALEIXO et al., 2010).

A causa predominante desse cenário está intrinsecamente relacionada à exploração de ecossistemas pelo homem, conforme descrito por Braga (2010). Associado a isso, o fato de que as leis tardaram a serem criadas propiciou a fragmentação de habitat e a caça predatória em intensas proporções, principalmente ao longo do século XX, durante o qual as primeiras leis de proteção à fauna foram criadas. Assim, ocorreu a proibição legal da comercialização de animais silvestres, sem, no entanto, haver a redução desse comércio, visto que após a criação da Lei de Proteção à Fauna (1967) houve um dos maiores aumentos da caça comercial do século no Brasil (ANTUNES et al. 2014).

Nesse contexto, o tamanho territorial dos biomas se mostra um impasse à fiscalização de leis, como demonstrado pela Associação Comercial do Amazonas (ACA), após o estabelecimento de medidas restritivas à caça de animais silvestres no país durante o governo de Getúlio Vargas: "a despeito das restrições impostas ao comércio de peles

silvestres (...) a sua produção continuará a se fazer em toda a Amazônia, sobre cuja enorme extensão territorial qualquer medida restritiva da caça é infiscalizável" (1940).

Além disso, conforme declarado por Antunes, Shepard e Venticinque (2014) as estatísticas mais básicas publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) acerca do tema são escassas, apesar do seu alto valor científico. Isso ocorre principalmente em função de informações precedentes permanecerem desconhecidas, além da heterogeneidade ambiental - que permite apenas exposição de padrões e tendências gerais da exploração de animais silvestres - e da incerteza das áreas de exploração e de demandas internacionais e nacionais pelos animais e seus subprodutos (ANTUNES et al. 2014).

Desse modo, devido a importância da conservação da fauna e a deficiência literária acerca do tema, buscou-se na realização desse estudo cumprir o objetivo de, através de uma revisão bibliográfica, compilar criticamente dados sobre fatores que atuam como empecilho na conservação de animais silvestres, ressaltando as atividades antrópicas na fragmentação de habitat, no tráfico e na introdução de espécies exóticas e seus respectivos efeitos na natureza.

A seguinte revisão foi realizada mediante uma pesquisa bibliográfica, como artigos, trabalhos de conclusão de curso, livros, dentre outros, com datas de publicação de 1991 a 2020, escolhidos por abordar criticamente o tema proposto. Foram utilizados sites como Science, SciELO e PUBVET para a pesquisa de literatura.

## **2 ATIVIDADES ANTRÓPICAS ASSOCIADAS À EXTINÇÃO DE FAUNA**

### **2.1 Fragmentação de Habitat**

A área de vida de um animal envolve os locais utilizados para obtenção de recursos de sobrevivência e propagação mediante reprodução, estando incluso o fornecimento de alimento, abrigo e parceiros de acasalamento (BURT, 1963; CÁCERES et al. 2012). Nesse sentido, o processo de perda de habitat torna o ambiente gradualmente mais fragmentado, repercute sobre as comunidades biológicas e suas interações, podendo resultar em desaparecimento e substituição de espécimes silvestres (JACOBOSKI, 2017). Assim, a perda de habitat é considerada danosa pela redução da área de vida das espécies nativas dos ecossistemas, sendo esta problemática considerada o principal processo na perda de biodiversidade a níveis globais (LOYN et al., 2007; LAURANCE; USECHE, 2009; JACOBOSKI, 2017).

Uma das causas da fragmentação de habitat está relacionada à expansão das sociedades e consequentes construções humanas, de modo a interferir diretamente na vida, no comportamento e no deslocamento dos animais (FERREIRA et al. 2017). Nesse contexto, destacam-se as estradas, como principal fator de desequilíbrio ecológico (RAMOS-ABRANTES et al., 2018), estando entre as principais obras que afetam as dinâmicas das populações silvestres (FERREIRA et al. 2017), causando uma série de transformações em micro a macro escala (FERREIRA et al. 2017), cujas consequências recaem sobre os animais a nível de alteração comportamental, alteração do estado fisiológico, modificação da cadeia alimentar, fragmentação e alteração de habitat, estresse e/ou remoção de espécies nativas e perda de indivíduos por colisão com veículos (RAMOS-ABRANTES et al., 2018).

Desse modo, os deslocamentos da fauna, cuja importância se dá sobretudo em âmbito de sobrevivência a fim de suprir as necessidades naturais dos animais, como de fuga de predadores e de procura de alimento, é comprometida pela atuação de estradas como barreiras intransponíveis (FERREIRA et al. 2017), em função de alterações na cobertura vegetal e do surgimento de ruídos e iluminação antes inexistentes, os quais fazem com que as espécimes silvestres evitem cruzar as estradas (TEIXEIRA & KINDEL, 2012). Isso, associado aos atropelamentos, que, consoante alguns autores, já ultrapassam a caça como principal fator antrópico responsável pela mortalidade de vertebrados em escala global (FORMAN & ALEXANDER, 1998; TEIXEIRA & KINDEL, 2012), implica a redução de diversas populações e, conseqüentemente, aumento dos riscos de extinções de espécies.

As diferentes regiões apresentam diferentes padrões de espécimes atropeladas, tendo em vista que os registros estão intrinsecamente associados a parâmetros relativos a aspectos geográficos próprios de cada região, tais como abundância de fauna, clima, vegetação e comportamento animal (PINOWSKI, 2005; RAMOS-ABRANTES et al., 2018). Contudo, a perpetuação do ciclo de atropelamentos é inerente às diferentes localidades, se justificando pela atração de espécimes da fauna às estradas à procura de alimentos e lixos, frequentemente descartados por motoristas. Nesse sentido, destacam-se especialmente espécies necrófagas, as quais podem ser atraídas, ainda, por carcaças de animais previamente atropelados e mortos em rodovias. Ademais, répteis se mostram vulneráveis pela necessidade de termorregulação, pelo deslocamento lento e por frequentemente serem consideradas espécies perigosas, de modo a não se poder descartar a possibilidade de atropelamentos intencionais (RAMOS-ABRANTES et al., 2018). Por outro lado, espécies menos sensíveis à perturbação antrópicas, a exemplo de *Didelphis* spp. e *Rhinella icterica*, são mais afetadas pelas

colisões com veículos em rodovias enquanto espécies mais exigentes quanto ao habitat são registradas com menor frequência, como demonstrado na pesquisa de Teixeira e Kindel (2012).

## 2.2 Caça

A atividade de caça é definida por Bennet e Robinson (2000) como a retirada antrópica da fauna, viva ou morta, do seu habitat com fins pessoais ou comerciais. Frequentemente envolve a morte de animais para usos humanos, como alimentícios, culturais, recreativos, e econômicos.

O uso nutricional de fauna é significativo sobretudo em comunidades rurais, a exemplo do Amazonas, em que estima-se haver 3.500 animais caçados anualmente para finalidades alimentares (BENNET & ROBINSON, 2000). Nesse cenário, o estudo de Ferreira et al. (2000) acerca da atividade de caça de espécimes silvestres no assentamento rural de Nova Canaã (Amapá), revela que 73,5% dos animais caçados na região são utilizados na alimentação humana. Nesse contexto, foi verificado que os animais mais afetados são mamíferos de grande e médio porte, a exemplo da queixada (*Tayassu pecari*) que corresponde a 20,6% do apurado pela pesquisa, seguido pelo veado (*Mazama* sp.) com 14,8%, pelo tatupeba (*Euphractus sexcinctus*), com 13,7% e, por fim, pelo cateto (*Pecari tajacu*), com 9,5% das amostras. Ademais, algumas variedades de animais encontrados representam espécies ameaçadas na atualidade, a exemplo da queixada (*T. pecari*) e do cateto (*P. tajacu*), cujas carnes e couros correspondem ao principal motivo da caça e fazem com que essas espécies estejam entre as mais caçadas na Amazônia (DESBIEZ et al., 2012). Esses dados evidenciam a problemática da ausência de programas de monitoramento e da participação reduzida de órgãos fiscalizadores locais, como ressaltado na pesquisa de Ferreira et al. (2007), além disso, demonstram a influência de fatores culturais regionais que, associadas à escassez informacional, preconizam ações que induzem maior vulnerabilidade à espécies silvestres.

## 2.3 Tráfico de Animais

A nível de comercialização urbana, a caça de espécimes silvestres atinge altas proporções no tráfico, uma vez que constitui uma das atividades ilegais mais lucrativas e disseminadas mundialmente (LAWSON & GINES, 2014; DESTRO, 2018). Estima-se que no Brasil ocorra anualmente a retirada de cerca de 38 milhões de animais de seus habitats

para dinamizar essa atividade. Entretanto, a maior parte desses indivíduos morre vítima dos maus tratos anteriores à comercialização (ALVARENGA, 2016). Todas as regiões do planeta são relevantes participantes na rota do tráfico, podendo atuar como fonte, trânsito e destino da vida silvestre contrabandeada (UNODC, 2016; DESTRO, 2018). O Brasil, por possuir uma megadiversidade biológica (MITTERMEIER et al., 1997; BRANDON et al., 2005; DESTRO, 2012), é um dos grandes focos históricos associados ao tráfico de animais, contribuindo com cerca de 2 a 5 bilhões (DESTRO et al., 2012) dos 10 a 20 bilhões de dólares arrecadados anualmente provenientes do comércio ilegal da vida selvagem (ALVARENGA, 2016). Nesse cenário, é importante ressaltar que o comércio ilegal da vida silvestre é indubitavelmente maior do que o estimado oficialmente, tendo em vista o número desconhecido de animais traficados que não foram detectados (WYATT, 2013).

O tráfico de animais silvestres, analogamente a outras redes ilegais possui características do crime organizado, destacando-se flexibilidade e adaptabilidade, corrupção de agentes governamentais e articulação por grandes rotas a níveis nacionais e internacionais (ALVARENGA, 2012), havendo ainda a possibilidade de infiltração criminosa nas agências públicas, facilitando o desvio de rota a fim de driblar a fiscalização (DESTRO et al., 2012). Ademais, dificultando a identificação dos locais de caça e captura, há o fato de que as regiões de apreensão diferem das de captura (ALVARENGA et al., 2012).

O tráfico de fauna possui várias formas, suprindo sete grandes mercados, incluindo os de móveis (1), arte decoração e jóias (2), frutos do mar (3), cosméticos e perfumes (4), alimentos, tônicos e medicamentos (5), animais de estimação, zoológicos e reprodução (6) e moda (7), sendo este último o que impõe uma maior demanda (UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIMES - UNODC, 2016; SOSNOWSKI & PETROSSIAN, 2020).

O mercado da moda é um dos maiores mercados para produtos ilegais de animais silvestres (SOSNOWSKI & PETROSSIAN, 2020). No Brasil, durante o século XX a exportação desses produtos tomou vulto e a Amazônia foi uma fonte de grandes proporções na comercialização de peles e couros provenientes da caça para o abastecimento do mercado mundial (ANTUNES, SHEPARD & VENTICINQUE, 2014). Nesse período, ocorreram dois picos caracterizados pelo aumento do volume de peles e couros desembarcados, a primeira durante os anos de 1930 e 1940, durante o qual se destaca a exportação de pele de jacarés (*Melanosuchus niger* e *Caiman crocodylus*) e a segunda após a proibição total, no Brasil, da

comercialização de espécimes silvestres e de seus produtos que impliquem caça, perseguição e destruição pela Lei nº 5.197 (1967), conhecida como Lei da Proteção à Fauna.

As peles eram classificadas como sendo de primeira, segunda e terceira linha, sendo as mais finas (também conhecidas como ‘peles de luxo’) provenientes de gatos maracajá-açu (*Leopardus pardalis*), maracajá-peludo (*Leopardus wiedii*), onça-pintada (*Panthera onça*), ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e lontra (*Lontra longicaudis*) destinadas às vestimentas luxuosas, a exemplo de casacos de luxo de gatos maracajá-açu e de maracajá-peludos, que em média exigiam pele de oito e de doze a quatorze indivíduos da espécie, respectivamente (ANTUNES, SHEPARD & VENTICINQUE, 2014).

O mercado de peles de mamíferos com preços mais acessíveis era dominado pelas peles de cateto (*Pecari tajacu*), de queixada (*Tayassu pecari*), de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e de veado-vermelho (*Mazama americana*). As peles desses animais possuíam diversas destinações, a exemplo da fabricação de cintos, calçados, bolsas, luvas e carteiras. Por outro lado, os répteis mais utilizados eram a jibóia (*Boa constrictor*), iguana (*Iguana iguana*) e jacaré-açu (*M. niger*), animais cujas peles estavam destinadas a cabos de bengalas, guarda-chuvas, malas, gravatas, entre outras vestimentas domésticas (ANTUNES et al. 2014).

A nível de exportação, os principais portos utilizados se localizavam em Belém e em Manaus. Os países importadores mais notáveis eram os Estados Unidos, países da Europa, como a Escócia, e a Argentina (ANTUNES et al. 2014). Esta última se destacou na importação exclusiva de couro de jacaré, havendo registros de 400 toneladas apenas em 1946 (BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DO AMAZONAS, 1949, p. 36; ANTUNES et al. 2014).

De 1904 a 1969, estima-se a morte de pelo menos 23 milhões de mamíferos e répteis para a retirada de suas peles. Nesse cenário, as espécies mais vulneráveis aos impactos da caça com fins comerciais foram as aquáticas, tendo em vista aspectos geográficos da Amazônia, a exemplo das várzeas, que possibilitam aos caçadores terem acesso facilitado a esses animais e reduzem seu espaço de fuga em comparação com a fauna terrestre, a qual tem em seu favor a vastidão e a maior resiliência da floresta. Durante o período supracitado, dentre as espécies aquáticas mais afetadas estão o jacaré-açu (*M. niger*) e o peixe-boi (*Trichechus* sp.), cujas populações foram reduzidas em mais de 4,4 milhões e de 110 mil indivíduos, respectivamente (JORNAL AMAZONAS ATUAL, 2016).

Segundo Nascimento (2009), atualmente, o comércio de peles e couros praticamente cessou nas últimas três décadas, havendo apenas apreensões ocasionais pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA),

contudo, essa atividade foi substituída pela comercialização ilegal de carne de jacaré, de modo que o estado do Amazonas se tornou o maior produtor mundial desse subproduto (DA SILVEIRA, 2002; NASCIMENTO, 2009).

Não obstante, a criação de fauna como animais de companhia representa um problema recorrente, sendo essa a destinação majoritária dos animais provenientes do tráfico no Brasil (KUHLEN & KANAA, 2014). Espécimes silvestres sempre foram alvo desse propósito, tendo em vista a existência de registros de culturas antigas que capturavam, aprisionavam e reproduziam aves por volta de 4.000 anos atrás (COLLAR et al. 2007; CARRETE & TELLA, 2008; TIDEMANN & GOSLER, 2010; KUHLEN & KANAA, 2014). No Brasil, acredita-se que as primeiras espécimes tenham sido enviadas à Europa por volta de 1500 (POLIDO & OLIVEIRA, 1997; ALVES et al. 2013) e tenham iniciado uma exploração comercial da fauna brasileira, que à época era considerada inesgotável (RENCTAS, 2001; ALVES et al. 2013).

Consoante Destro et al. (2012), as classes mais apreendidas pelo IBAMA no período de 2005 a 2009 foram aves (80%), seguido por répteis (16,67%). Nesse sentido, o comércio ilegal de aves configura uma das principais razões para o declínio populacional de espécies mundialmente (ALVES et al. 2013). No Brasil, indubitavelmente, a manutenção de espécimes da fauna em cativeiro é um hábito antigo e comum nas áreas urbanas e rurais, fato que se torna perceptível pela quantidade de candidatos à adoção de animais silvestres apreendidos do tráfico pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), contabilizando 1.084 pessoas oficialmente interessadas em criar esses animais. A apreciação pela fauna se justifica sobretudo pela grande variedade de colorações, cantos e comportamentos característicos dessa classe animal (ALVES et al. 2013), no entanto, atualmente configura um empecilho, ao se considerar que esse desejo pela fauna silvestre é primariamente um fator instigante do tráfico de espécimes silvestres de vida livre com a finalidade de criação como animal de estimação (RENCTAS, 2001) e atualmente configura um dos principais motivos pelos quais espécies a exemplo da ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) são levadas à extinção (ALVES et al. 2013).

Desse modo, verifica-se as consequências no número de aves ameaçadas no país, que ultrapassa centenas das aproximadamente 2.000 espécies conhecidas (DESTRO, 2016). Destas, pelo menos 295 espécies possuem indivíduos ilegalmente mantidos em cativeiro como pet no Brasil (ALVES et al. 2013), cujo mercado interno configura o principal destino da fauna traficada no país, segundo Destro et al. (2012).

Segundo Alves et al. (2013), dentre as aves, as espécies majoritariamente traficadas são componentes das famílias Psittacidae e a Emberizidae. Isso se justifica pelo fato de que os psitacídeos são considerados aves de estimação populares, atraem por sua inteligência, beleza e capacidade de imitar sons. Ademais, aves da família emberizidae são resistentes, com alimentação granívora e seu tamanho reduzido permite a criação de vários indivíduos em uma única gaiola. Outrossim, foi constatado que a maior parte das espécimes encontradas são de ampla distribuição, inferindo-se que o fácil acesso à espécie é um fator preponderante na escolha dos animais mantidos como pets.

Apesar de serem inúmeras as consequências relativas ao tráfico, Destro et al. (2012) descreveu as de maior impacto, destacando efeitos a) sanitários, associados à ausência de controle sanitário na comercialização de animais silvestres, possibilitando a transmissão de doenças graves para outros animais e para humanos, b) sociais, relacionados à incontável quantidade de dinheiro movido pelo tráfico, e c) ecológicos, ressaltando a aceleração dos processos de extinção de espécies e danos à interações ecológicas e a perda de variabilidade genética.

## **2.4 Invasão Biológica de Espécies Exóticas**

Intrinsecamente associado à criação de animais silvestres como pet, se destaca a invasão biológica de espécies exóticas em ambientes distintos da sua área de ocorrência natural, sendo esta a fonte de 70% dos casos de introduções de mamíferos no Brasil, relacionados à liberação intencional ou à fuga dos animais de criadouros (ROSA et al. 2018). A introdução de espécies se caracteriza como uma das ameaças primárias à biodiversidade dos ecossistemas (PYŠEK et al., 2012; ROSA et al., 2018) ao interromper as interações e os processos ecológicos do ambiente em que se inserem (BLACKWELL, 2005; CLOUT & RUSSEL, 2007; ROSA et al., 2018). Quando uma espécie invade um ecossistema, existem algumas possibilidades a exemplo de a) substituição de espécies, b) adição de espécie sem compressão, c) múltiplas extinções de espécies, devido a alterações no ambiente ou na cadeia alimentar, d) insucesso da espécie invasora (DELARIVA & AGOSTINHO, 2008).

Introduções de espécies malsucedidas são mais frequentes do que as bem sucedidas, visto que o sucesso de uma invasão depende de fatores ecológicos e biológicos da espécie invasora e dos ambientes nativo e receptor, a exemplo de clima, disponibilidade de recursos, presença de predadores, de competidores e de parasitas (PRENTER et al., 2004; MOONEY

et al., 2005; ZENNI & NUÑEZ, 2013; ROSA et al, 2018), bem como a adaptabilidade da espécie introduzida (LONG, 2003; CLOUT & RUSSELL, 2007; ROSA et al., 2018).

Os mamíferos exóticos criados como animais de companhia com maior risco de invasão bem-sucedida no Brasil, segundo Rosa et al. (2018) são o ouriço (*Erinaceus europaeus*), o gambá (*Mephitis mephitis*), o gerbil (*Meriones unguiculatus*), o planador do açúcar (*Petaurus breviceps*), o esquilo (*Tamias sibiricus*) e o arminho (*Mustela arminho*). São espécies que possuem alta adaptabilidade, sendo classificadas como espécies generalistas, as quais possuem alta capacidade reprodutiva, hábitos alimentares genéricos e ampla tolerância a variações climáticas. Essas características que os tornam espécies de alto potencial invasor são as que os tornam sua criação em cativeiro facilitada, e, logo, vantajosa para os criadores. Desse modo, são espécimes amplamente comercializadas como animais de estimação, já possuindo histórico de invasão em locais como Austrália, Nova Zelândia e América do Norte. Assim, as barreiras geográficas para introdução biológica dessas espécies já foram alcançadas, havendo, contudo, outras barreiras a serem superadas (sobrevivência, propagação e reprodução) para que haja uma introdução bem-sucedida (ROSA et al., 2018).

Ademais, os primatas possuem destaque nas ameaças relativas à introdução de espécies exóticas em um determinado ambiente. Isso se justifica pela íntima relação dos animais dessa ordem com os seres humanos, atraídos pela possibilidade de criação de macacos enquanto animais de companhia (TRAAD et al., 2012). Nesse cenário, a introdução de *Callithrix penicillata* e *Callithrix jacchus*, espécies nativas do Nordeste e do cerrado, respectivamente, na Mata Atlântica brasileira foi um agravante na ameaça de extinção de espécies endêmicas do ecossistema, a exemplo do *Callithrix aurita*. A constituição genética de primatas nativos da Floresta da Tijuca (Rio de Janeiro) foi praticamente alterada após a introdução dessas duas espécies, provenientes de cativeiros nos quais eram mantidos como animais de companhia (CUNHA & VIEIRA, 2004; TRAAD et al., 2012). Assim, dado suas características alimentares oportunistas e ausência de predadores ou parasitas nas localidades em que foram introduzidos, *C. penicillata* e *C. jacchus* possuem alta plasticidade em seu gradiente de adaptação, contribuindo para o estabelecimento dessas espécies enquanto ameaça aos calitriquídeos e outras espécimes nativas, causando danos ambientais como consequência de sua introdução inadvertida (TRAAD et al., 2012).

Apesar de a introdução de espécies exóticas em ecossistemas e suas consequentes alterações frequentemente possibilitarem melhorias econômicas, os riscos são altos e, considerando-se os impactos relativos à redução da riqueza específica, à modificação das

interrelações dos organismos e às mudanças no pool gênico em função da ocorrência de híbridos, não são válidos (DELARIVA & AGOSTINHO, 2008).

Desse modo, os dados apresentados justificam a teoria da “Floresta Vazia” de Redford (1992), segundo a qual atividades antrópicas, marcadamente caça e defaunação, tendem a extinguir florestas aparentemente intactas pela ausência de processos ecológicos vitais dependentes de espécimes animais, cujas populações se reduzem gradualmente. Assim, a longo prazo não é possível a preservação de ecossistemas sem a preservação da fauna que os compõem.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho de revisão bibliográfica sobre os coeficientes antropogênicos na defaunação no Brasil, foi possível concluir que são diversos os fatores que devem ser considerados nessa problemática, destacando-se a fragmentação de habitat, o tráfico e a introdução de espécies exóticas, as quais contribuem para o desequilíbrio nas relações ecológicas dos ecossistemas, a redução de populações e a extinção de espécimes silvestres endêmicas direta e indiretamente.

Ademais, uma vez que essas atividades impedem a manutenção ecológica ecossistêmica, percebe-se a necessidade de maiores esforços na fiscalização e aplicação de leis relativas à proteção da fauna, bem como no estabelecimento de medidas conscientizadoras e educadoras para a população, a fim de, a longo prazo, reduzir os impactos antrópicos na natureza e a erradicação de espécies ameaçadas.

### REFERÊNCIAS

ALEIXO, Alexandre *et al.* Mudanças Climáticas e a Biodiversidade dos Biomas Brasileiros: Passado, Presente e Futuro. **Natureza & Conservação**. [S.L.], p. 194-196. dez. 2010. <https://doi.org/10.4322/natcon.00802016>

ALVARENGA, L.J.. Tráfico de animais silvestres: historiografia e lógica de continuidade. **Mpmg Jurídico**, Belo Horizonte, p. 33-39, mar. 2016.

ALVES, R.R.N.; LIMA, J.R.F. & ARAÚJO, H.F. **The live bird trade in Brazil and its conservation implications: an overview**. Bird Conservation International. p. 53-65. mar. 2012. <https://doi.org/10.1017/S095927091200010X>

AMAZONAS ATUAL. **“Caça levou ao colapso da Ariranha e peixe-boi na Amazônia, revela estudo”**. 2016.

ANTUNES, A. P.; SHEPARD JUNIOR, G.H. & VENTICINQUE, E.M. **O comércio internacional de peles silvestres na Amazônia brasileira no século XX**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas [online]. 2014, v. 9, n. 2 , pp. 487-518. <https://doi.org/10.1590/1981-81222014000200013>

ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DO AMAZONAS (ACA). **Relatório da Diretoria da Associação Comercial do Amazonas Manaus: Associação Comercial do Amazonas**, 1940.

BENNETT, E.L.; ROBINSON, J.G. Hunting for Sustainability: the start of a synthesis. In: ROBINSON, J.G.; BENNETT, E.L. (Eds). **Hunting for sustainability in Tropical Forests**. Biology and Resource Series, 1999. p. 36-56.

BRAGA, V. D.. O papel dos espaços protegidos privados para a conservação da biodiversidade. 124 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – **Centro de Desenvolvimento Sustentável**. Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

CÁCERES, N.C.; PREVEDELLO, J.A. & LORETTO, D.. Uso do espaço por marsupiais: Fatores influentes sobre área de vida, seleção de habitat e movimentos. In: CÁCERES, Nilton Carlos (ed.). **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação**. 2. ed. [S.L.]: Editora da Ufms, 2012. Cap. 15. p. 32-346.

DELARIVA, R.L.; AGOSTINHO, A.A.. Introdução de espécies: uma síntese comentada. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, p. 225-262. jul. 1999.

DESBIEZ, A.L.J. *et al.* Avaliação do risco de extinção do cateto Pecari tajacu Linnaeus, 1758, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, [online] Ano II, Nº 3 , p. 74-83, maio 2012. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.vi1>

DESTRO, G.F.G. *et al.* Efforts to Combat Wild Animals Trafficking in Brazil. In: LAMEED, Gbolagade Akeem (ed.). **Biodiversity Enrichment in a Diverse World**. Rijeka, Croatia: Intech, 2012. p. 431-436..

FERREIRA, D.s.s. *et al.* Aspectos da Atividade de Caça no Assentamento Rural Nova Canaã, Município de Porto Grande, Estado do Amapá. **Biota Amazônia**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 22-31, 30 jun. 2012. Revista Biota Amazonia. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n1p22-31..>

FERREIRA, J.J.; SARAIVA, A.L.B.C. & VALE, C.C. Atropelamentos de animais silvestres no semiárido nordestino: estudo de caso da zona rural do município de Assú/RN. In: I CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, Campinas. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. [S.L.]: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017. p. 1249-1258.

JACOBSKI, L.. “Aves, Perda De Habitat E Atributos Funcionais: Qual A Importância Da Diversidade Funcional?” **Interações Ecológicas E Biodiversidade**, II.

LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. In: LEWINSOHN, T.M. (Org.). **Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira**, Biodiversidade. MMA. 2007. p. 21-109

NASCIMENTO, C. A. R. **Histórico oficial do comércio ilegal de fauna no estado do Amazonas** 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

RAMOS-ABRANTES, M.M. *et al.* Vertebrados silvestres atropelados na rodovia BR-230, Paraíba, Brasil. **Pubvet**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-7, jan. 2018. Editora MV Valero. <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v12n1a5.1-7>.

Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres - RENCTAS, 2001. Primeiro relatório nacional sobre o tráfico da fauna silvestre. Brasília: **RENCTAS**. Available from: <[http://www.renctas.org.br/files/REL\\_RENCTAS\\_pt\\_final.pdf](http://www.renctas.org.br/files/REL_RENCTAS_pt_final.pdf)>

REDFORD, K.H. The Empty Forest. **Bioscience**, v. 42, p. 412-22, 1992. <http://dx.doi.org/10.2307/1311860>

ROSA, C.A. *et al.* Assessing the risk of invasion of species in the pet trade in Brazil. **Perspectives In Ecology And Conservation**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 38-42, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecon.2017.09.005>.

SOSNOWSKI, M.C. & PETROSSIAN, G.A.. Luxury Fashion Wildlife Contraband in the USA. **Ecohealth**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 94-110, 27 jan. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10393-020-01467-y>

TRAAD, R.M. & WECKERLIN, P.. Introdução das espécies exótica *Callithrix penicillata* (Geoffroy, 1812) e *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) em ambientes urbanos (Primates Callithrichidae). **Rev Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S.L.], v. 2, p. 9-23, dez. 2012. <https://doi.org/10.22292/mas.v2i1.112>

Teixeira, F.Z & Kindel, A.. Atropelamentos de animais silvestres na Rota do Sol: como minimizar esse conflito e salvar vidas?. **Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos em Unidades de Conservação do Nordeste do Rio Grande do Sul**, 1º ed., CORAG, 2012.

WYATT, Tanya. **Wildlife Trafficking: a deconstruction of the crime, the victims, and the offenders (critical criminological perspectives)**. [S.L.]: Palgrave Macmillan, 2013. 222 p..<https://doi.org/10.1057/9781137269249>



## PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DO MORMO NO ESTADO DE SERGIPE, BRASIL

### Marcella Barreto Rollemberg Porto

Faculdade Pio Décimo, Aracajú -SE  
ORCID: 0000-0001-5997-9338  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6610154832603328>

### Carla Maria Vela Ulian

Universidade Federal do Oeste da Bahia, Campus Multidisciplinar de Barra, Barreiras - BA  
ORCID: 0000-0001-6868-0223  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1198810551696352>

### Glenda Roberta Freire Lima

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Fortaleza, CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3867-7389>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### Thaís Maria Araújo Batista

Universidade de Fortaleza, Centro de Ciências da Saúde, Fortaleza, CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2243-0813>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

### Lorena Santos Bezerra

Médica Veterinária, Fortaleza, CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9637-6528>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4384719184797527>

### Victor Hugo Vieira Rodrigues

Centro Universitário Estácio do Ceará, Medicina Veterinária, Fortaleza, CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-8015>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

### Máyra Carvalho Petelinkar

Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Curso de Medicina Veterinária, Fortaleza-CE  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7499-4226>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5981111350891482>

Informações sobre o  
artigo:

Recebido em:  
29/10/2021

Aceito em:  
03/11/2021

Data de publicação:  
16/11/2021

### RESUMO

A equideocultura no Estado de Sergipe é fortemente marcada por grandes quantidades de eventos equestres (feiras, exposições, copas de marcha, vaquejada etc.). Assim, a transmissão e manifestação de afecções provenientes de aglomerações de animais torna-se relativamente fácil. Uma dessas afecções, conhecida como uma zoonose e de notificação obrigatória, é o Mormo. O objetivo deste trabalho foi apresentar situações que influenciam o meio equestre e que, de certa forma, podem ser correlacionadas: o trânsito animal e a presença do mormo no Estado de Sergipe. Foram utilizados registros e relatórios dos Agentes de Fiscalização

Palavras-chave:

Equinos

Zoonose

Epidemiologia

Infecção-contagiosas

da EMDAGRO, durante o período de 2019 a 2020, relacionando o número de eventos e o diagnóstico da doença no Estado. Os dados mostram que a intensa passagem dos animais entre os municípios e os Estados de fronteira, aumentaram a taxa de disseminação e permitiu o desenvolvimento de nove focos positivos da doença. A atuação dos agentes de fiscalização nos eventos oficiais, e nos clandestinos, mostrou-se como fator necessário e impeditivo para a entrada e dispersão de doenças de caráter zoonótico nos Estados.

## EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF GLANDERS IN THE STATE OF SERGIPE, BRAZIL

### ABSTRACT

The equideoculture in the State of Sergipe is strongly marked by large amounts of equestrian events (fairs, races, marching cups, vaquejada etc.). Thus, the transmission and manifestation of affections from agglomerations of animals becomes relatively easy. One of these affections, known as a zoonosis and mandatory notification, is Mormo. The objective of this work was to present the hypotheses that influence the equestrian environment and that, in a certain way, can be correlated: animal transit and the presence of glanders in the State of Sergipe. Records and reports from EMDAGRO's Inspection Agents were used, during the period 2019 to 2020, relating the number of events and diagnosis of the disease in the State. The data show that the intense passage of animals between municipalities and border states increased the rate of dissemination and development of nine positive outbreaks of the disease. The performance of inspection agents in official events, and in clandestine ones, proved to be a necessary and impeding factor for the entry and spread of zoonotic diseases in the States.

Keywords:

Horses

Zoonosis

Epidemiology

Infectious

## 1 INTRODUÇÃO

O mormo é uma doença infecto-contagiosa e zoonose, causada pela bactéria *Burkholderia mallei*, e é considerada a mais antiga doença dos equídeos, sendo descrita por Hipócrates e Aristóteles entre os séculos III e IV a.C., na África, Ásia e Oriente Médio. Possuía uma alta prevalência em guerras devido ao uso dos equinos pelo exército (LEOPOLDINO *et al.*, 2009). No início do século 20, o mormo estava disseminado na Europa, nos Estados Unidos e Canadá (NAUREEN *et al.*, 2007) e, provavelmente, foi

introduzida no Brasil por animais infectados trazidos desses países. Sua primeira descrição no país foi em 1811, na ilha de Marajó e, após a vinda desses animais, muitos vieram a óbito durante uma epizootia com sinais de cancrs nasais e catarro (BOLETIM, 1988).

Devido ao impacto desastroso da doença em equinos, o mais importante meio de transporte daquele tempo, medidas de contenção contra o mormo foram implantadas a fim de reduzir a disseminação da doença (MORAES, 2011). Testes em massa e campanhas de sacrifício de animais infectados tiveram sucesso no controle e erradicação da doença em países da Europa. Alguns relatos descrevem a ocorrência da doença no Brasil, Turquia, Emirados Árabes Unidos, Iraque, Irã, Índia e Paquistão (NAUREEN *et al.*, 2007).

As sintomatologias mais comumente descritas são a nasal e a cutânea, sendo as mesmas exemplificadas com secreção serosa que se torna purulenta com o passar do tempo, epistaxe, adenopatia (presença ou não de linfonodos infartados) e formação de abscessos subcutâneos (THOMASSIAN, 2005).

A disseminação do mormo entre os animais e no ambiente se dá através de fômites, como bebedouros, cochos e utensílios, alimentos e água contaminados através de secreção nasal e/ou oral. Essa fácil disseminação, faz com que vários animais no plantel sejam acometidos antes mesmo do diagnóstico definitivo, causando grandes perdas aos produtores (DITTMAN *et al.*, 2015).

Economicamente, os cavalos possuem uma grande importância para o agronegócio. O Brasil contém o maior rebanho de equídeos da América Latina e mundialmente é o terceiro maior com oito milhões de cabeça. Além de movimentar cerca de 7,5 bilhões de reais, distribuídos entre criação, insumos e destinação final, compondo a base do complexo do agronegócio do cavalo. O mercado da equideocultura também é responsável por cerca de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006).

Devido à importância desta doença, foi instituído em 2008 no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos – PNSE (IN nº 17 de 08 de Maio de 2008). Atualmente, a IN mais atual relacionada ao mormo é a IN nº 6 de 16 de Janeiro de 2018.

Doenças infectocontagiosas de sacrifício obrigatório, como o mormo, podem pôr em risco a cadeia produtiva da equideocultura, como também a sanidade das pessoas que trabalham diretamente com esses animais, por ser uma zoonose de alto risco (MORAES, 2011). Assim, este trabalho tem por objetivo apresentar um relatório proveniente da EMDAGRO (Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe) referente a entrada

de equídeos no Estado de Sergipe, entre os anos de 2019 e 2020, e sua associação ao retorno da doença mormo, relatando os casos investigados com exames e diagnósticos positivos.

## **2 METODOLOGIA**

O Estado de Sergipe está situado geograficamente na região Nordeste do país. Limita-se ao norte com Alagoas, ao sul com a Bahia, ao oeste com a junção desses dois estados, e ao leste é banhado pelo Oceano Atlântico por toda sua costa.

Os dados demográficos da população de equídeos do Estado foram coletados a partir do programa SIAPEC do Governo Estadual, que serve como base para a fiscalização dos programas de controle e prevenção de sanidade animal. Os dados foram agrupados de acordo com as notificações emitidas pelos Fiscais Estaduais Agropecuários com características semelhantes a afecção de mormo, a partir dos arquivos do Serviço Veterinário Oficial de Sergipe (EMDAGRO – Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe) e dos processos de saneamento de focos da doença de mormo no Estado de Sergipe, no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2020.

A população de equídeos foi submetida a diagnóstico laboratorial confirmativo através de teste de ELISA realizado em laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os exames eram realizados como exames complementares a constar para a emissão da Guia de Trânsito Animal – GTA para animais destinados ao trânsito interestadual ou ao ingresso em aglomerações, como exposições, vaquejada, dentre outras.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

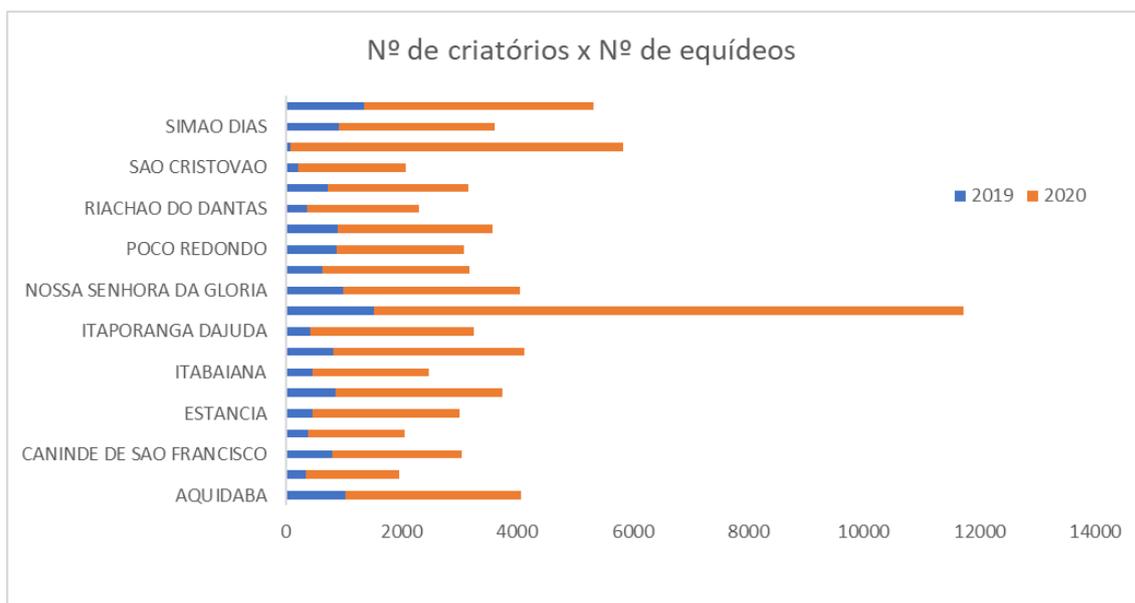
### **3.1 Propriedades e animais**

Ao todo, o Estado de Sergipe possui 24.444 estabelecimentos com 191.601 equídeos distribuídos em 75 municípios (Gráfico 1). A cidade de Lagarto é a maior detentora com 6,2% das propriedades e 5,3% dos equídeos do Estado (SIAPEC, 2021).

A cidade possui histórico de inúmeros eventos voltados a prática da vaquejada, tornando-se uma região forte na criação de cavalos para o esporte. Também pode-se observar que, as cidades com a cultura da cavalgada e pequenas vaquejadas, possuem um contingente equídeo elevado. Cidades como Laranjeiras, Japaratuba, Capela e Carmópolis, que predominam a plantação de cana-de-açúcar, possuem uma sub-notificação,

principalmente dos animais utilizados em trabalhos nas usinas (Arquivos da EMDAGRO, 2021).

**Gráfico 1** - Número de criatórios versus o número de equídeos criados por cidade do Estado de Sergipe, nos anos de 2019 e 2020

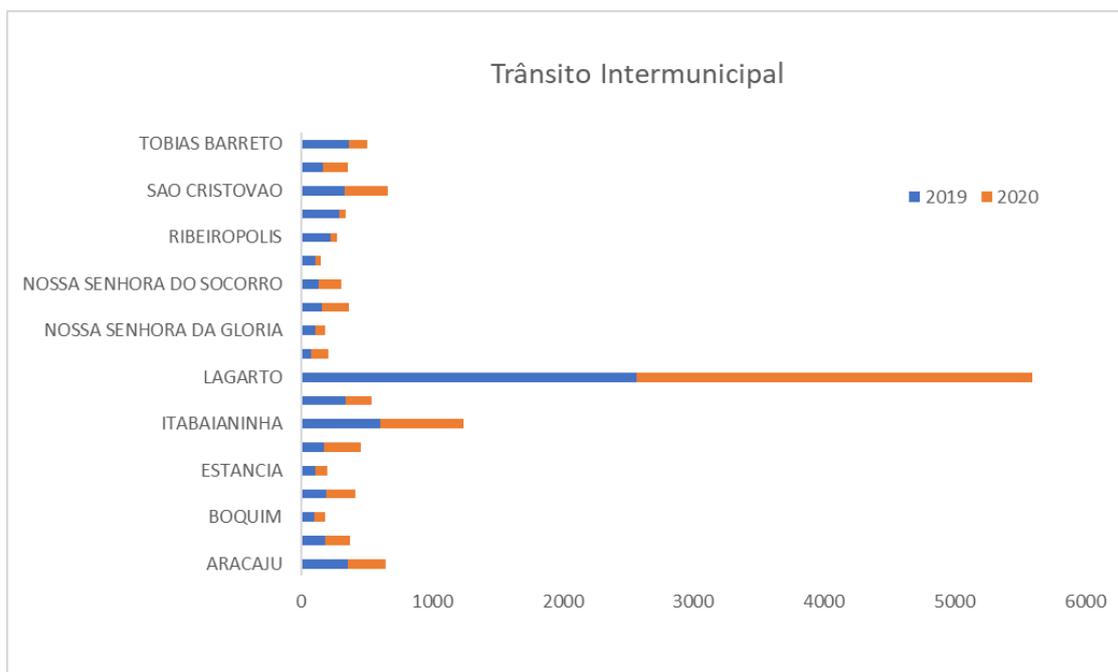


Fonte: SIAPEC-SE, 2021

### 3.2 Trânsito Estadual

Ao todo, 9.892 cavalos transitaram dentro do Estado de Sergipe no ano de 2019. Desses, 33,35% tiveram como destino a cidade de Lagarto, 7,85% a cidade de Itabaianinha e 4,77% a cidade de Tobias Barreto (Gráfico 2). Essas cidades são consideradas, pelos praticantes, as principais do Estado no quesito “Competições de Vaquejada”. Em 2020, mesmo com a pandemia do novo coronavírus e consequentemente, a proibição de eventos esportivos, o trânsito de equídeos no Estado totalizou 9.118 animais (SIAPEC, 2021).

**Gráfico 2** - Trânsito intermunicipal de equídeos nos anos de 2019 e 2020 de acordo com as cidades que mais receberam equídeos



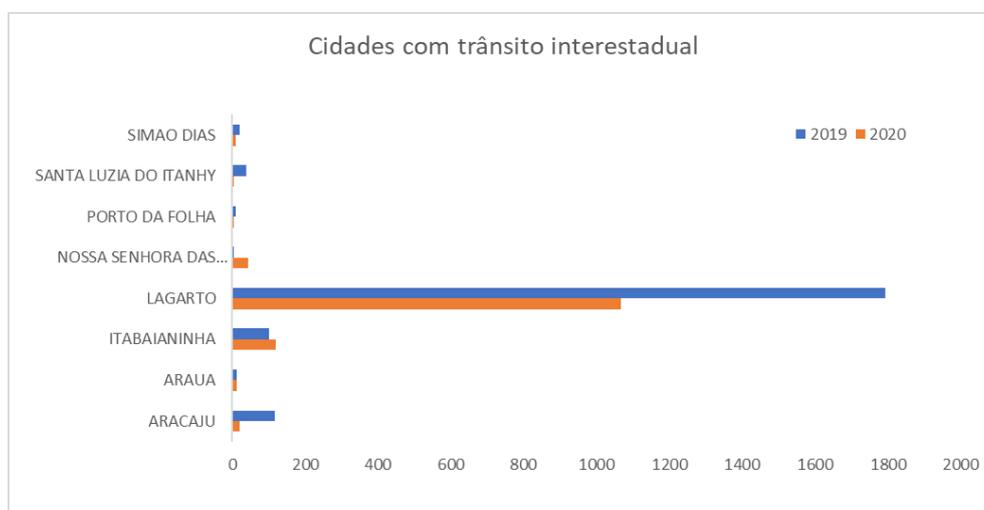
Fonte: SIAPEC-SE, 2021

### 3.3 TRÂNSITO INTERESTADUAL

Com relação ao trânsito interestadual, dos 2.203 animais que entraram em Sergipe oriundos de outros Estados em 2019, aproximadamente 81,3% tiveram como destino a cidade de Lagarto e, em sua maioria, buscavam as provas de vaquejada que ocorrem na região (Gráfico 3). Em 2020, a porcentagem foi relativamente parecida (Arquivos Emdagro, 2021).

Foi observado também que Aracaju, devido as feiras agropecuárias (aproximadamente três ao ano), e Itabaianinha por conta das provas ranqueadas de vaquejada (cerca de quatro a cinco por ano, dependendo do calendário equestre), tiveram números expressivos diante das demais cidades (Arquivos Emdagro, 2021).

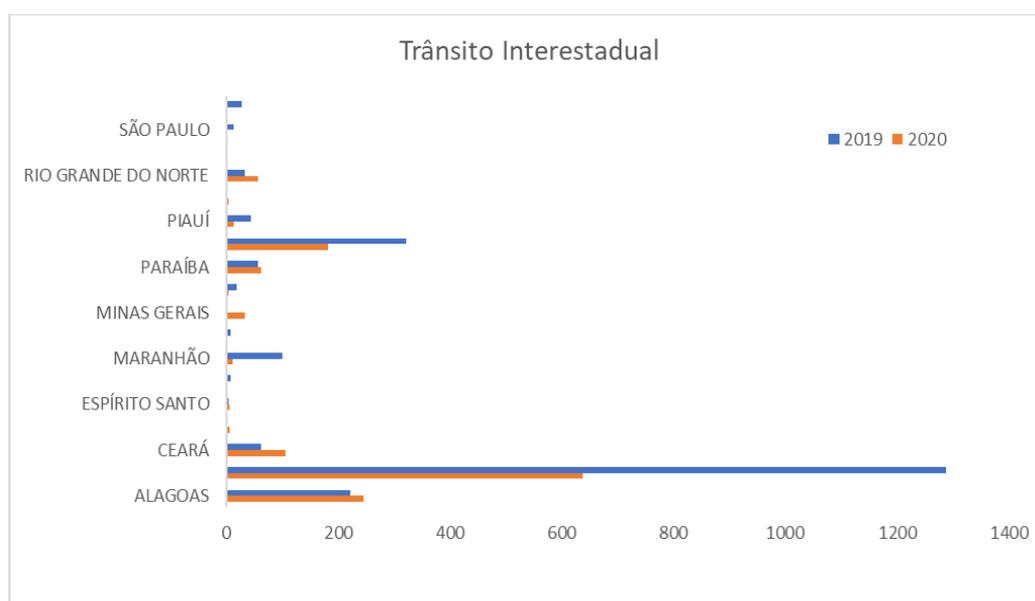
**Gráfico 3** - Cidades que tiveram trânsito interestadual de equídeos nos anos de 2019 e 2020, de acordo com as cidades que mais receberam animais



Fonte: SIAPEC-SE, 2021

O estado da Bahia foi o que mais transportou equídeos para dentro do Estado de Sergipe, foram 2.203 equídeos em 2019 (58,9%) e 1.369 em 2020 (46,6%). Isso se deve ao fato de terem fronteiras e a grande participação nos eventos equestres, destacando-se o anual “Ciclo de Vaquejada Bahia-Sergipe” (Gráfico 4) (Arquivos Emdagro, 2021).

**Gráfico 4** - Trânsito interestadual de equídeos nos anos de 2019 e 2020, de acordo com os Estados que mais encaminharam animais para Sergipe



Fonte: SIAPEC-SE, 2021

### 3.4 Eventos

No Estado, existem 114 eventos oficiais/permanentes que utilizam os equídeos como forma de entretenimento ou para as atividades laborais, como vaquejadas, cavalgadas, exposições, prova de enduro equestre, exposições especializadas, provas de marcha e andamento. Além do uso destes animais para o carregamento e transporte de materiais. Também, ocorrem eventos não cadastrados de forma frequente, como provas de vaquejada clandestinas (Arquivos Emdagro, 2021).

Dentre as vaquejadas, os dois maiores parques estão localizados na cidade de Lagarto e costumam sediar eventos de nível nacional, em média três eventos por ano. As cidades de Itabaianinha, Porto da Folha e Tobias Barreto também possuem eventos tradicionais no Estado, variando quantidades e datas com o calendário equestre (Arquivos Emdagro, 2021).

### 3.5 Mormo em Sergipe

Em Sergipe, a doença não teve registro desde 2014, reaparecendo na zona da mata em 2019, nas cidades de Tobias Barreto e Laranjeiras, totalizando três focos com 14 animais sacrificados. Mesmo com a pandemia do novo coronavírus, eventos não deixaram de ocorrer, legalmente ou clandestinamente. Em 2020, ocorreram seis focos confirmados nas cidades de Itabaianinha, Itaporanga, Estância, Divina Pastora, Rosário do Catete e Campo do Brito, resultando em 11 animais sacrificados (MAPA, 2021; Arquivos Emdagro, 2021) (Tabela 1).

Os animais foram eutanasiados seguindo as normas do bem-estar animal e a legislação vigente do PNSE, previsto no Guia Brasileiro de Boas Práticas em Eutanásia em Animais (2013). Segundo a legislação vigente do PNSE, os animais que apresentarem resultado positivo para mormo em laboratórios particulares, o resultado deverá ser encaminhado imediatamente ao MAPA, e conseqüentemente ao órgão de defesa sanitária estadual (no caso, a EMDAGRO), para que seja feito o saneamento do foco. Ao todo, foram coletadas 195 amostras de 97 animais diferentes em 2019 e 68 amostras de 36 animais diferentes em 2020 pelo serviço veterinário oficial de EMDAGRO (Arquivos Emdagro, 2021). A Figura 1 apresenta alguns dos sinais clínicos e lesões apresentados pelos equídeos suspeitos de terem adquirido a doença.

**Tabela 1** - Cidades e número de animais de acordo com os focos de mormo em Sergipe

CIDADES	A	B	C	D	E
Laranjeiras	1	17	11	6	0
Tobias Barreto	2	20	3	0	17
Itabaianinha	1	13	1	1	11
Itaporanga D'Ajuda	1	27	1	0	26
Estância	1	6	0	0	5
Divina Pastora	1	3	1	0	2
Rosário do Catete	1	14	7	1	6
Campo do Brito	1	21	1	0	1

A: Focos Existentes: número de propriedades com casos de mormo; B: Número de animais existentes por cidade nos focos; C: Número de animais sacrificados pelo SVO; D: Animais que vieram a óbito ao decorrer do foco; E: Número de animais existente após o encerramento dos focos. **Fonte:** SIAPEC-SE, 2021.

**Figura 1-** A - Epistaxe; B - Abscesso com secreção purulenta no dorso do animal; C - Abscesso no membro posterior direito; D - Muar apresentando caquexia



**Fonte:** Autores, 2021.

Como mencionado por Lima, Shiota e Barros (2006) a equinocultura é de suma importância para o agronegócio brasileiro. Em Sergipe, está fortemente presente em grande parte do Estado não somente pela cultura local, como também pela geração de renda e empregos diretos e indiretos. Desta forma, podemos afirmar que o mormo é uma doença importante não somente para a saúde pública, pelo fato de ser uma zoonose, como também pelo problema financeiro que ela causa.

O mormo possui uma fácil disseminação através de fômites contaminados e contato direto com secreções de animais positivos (DITTMAN *et al.*, 2015), o que pode ocorrer facilmente em aglomerações nas pistas e baias dos eventos. Por isso, a atuação dos agentes de fiscalização mostra-se indispensável, pois são eles que irão controlar o trânsito e verificar os GTA's e os exames negativos das diversas doenças de notificação. Machado *et al.* (2013) concluíram em seu trabalho que o mormo pode ser evitado com medidas de controle de trânsito a partir da fiscalização dentro dos Estados.

Foi observado que cidades com grande movimentação de equídeos tendem a ter uma maior possibilidade de focos de mormo. Em um levantamento feito por Pereira *et al.* (2020) foram apresentados dados referentes ao trânsito de animais sem o GTA com a justificativa, dos proprietários, de que eventos locais e de pequeno porte tendem a ser mais complicados para obter a autorização, e que esse guia não é solicitado em eventos clandestinos.

O trânsito intenso entre os municípios do Estado de Sergipe e entre suas fronteiras, associadas ao grande número de eventos dentro do território aumentam as chances de dissipação da doença, principalmente pelo contato entre animais que, clinicamente, não apresentam sinais, mas que estão liberando a bactéria em cochos e bebedouros. Machado *et al.* (2013) indica que o risco de transmissão aumenta quando os equídeos passam a se alimentar em áreas coletivas, como eventos. Isso foi indicado por Mota *et al.* (2000) mostrando que a contaminação ocorre a partir de secreções presentes no alimento e água deixados por animais doentes e ingeridos pelos sadios.

Vale salientar também que dos nove focos, dois eram de animais para trabalho pesado, quatro para vaquejada e três de animais que iam para cavalgadas e passeios. Borges *et al.* (2020) realizou um levantamento de mormo em Teresina e uma das respostas obtidas foi que o maior trânsito de animais era devido a eventos equestres com finalidade esportiva, principalmente as vaquejadas, sendo um meio de disseminação da doença pelo maior contato entre os animais.

## 4 CONCLUSÕES

O mormo é uma doença de notificação e sacrifício obrigatórios. Além de ser uma zoonose, causa prejuízos severos aos produtores. Em Sergipe, o fluxo de animais e eventos mostrou-se de extrema importância cultural e econômica para o Estado, sendo que os mesmos, quando ocorrem de forma ilegal, põe em risco a sanidade dos equídeos. Desta forma, a fiscalização e atuação da EMDAGRO e órgãos de Defesa Animal mostra-se necessária para barrar a disseminação das doenças infectocontagiosas. Medidas de controle de trânsito e a obrigatoriedade dos exames negativos para a participação em eventos, também se tornam imprescindíveis.

## REFERÊNCIAS

BOLETIM DE DEFESA SANITÁRIA ANIMAL. **As Doenças dos Animais no Brasil-Histórico das Primeiras Observações**. Secretaria de Defesa Sanitária Animal: Brasília, 1988. 101p.

BORGES Y.M.F; *et al.* **Estudo Epidemiológico Do Mormo No Município De Teresina, Piauí**. In book: A Pesquisa nos Diferentes Campos da Medicina Veterinária. Maio, 2020.

DITTMANN, L.R.; *et al.* Aspectos Clínicopatológicos do Mormo em Equinos - revisão de literatura. **Alm. Med. Vet. Zoo.** v.1, n.1, p.1-5. 2015.

Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Guia Brasileiro de Boas Práticas em Eutanásia em Animais** - Conceitos e Procedimentos Recomendados. Conselho Federal de Medicina Veterinária: Brasília, 2013. 65p.

**Instrução Normativa número 17 de 08 de Maio de 2008.**

**Instrução Normativa número 6 de 16 de Janeiro de 2018.**

LEOPOLDINO, D.C.C. Mormo em Equinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 12, 2009.

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2006. 251p.

MACHADO, M.B.; *et al.* Medidas de controle de trânsito e a obrigatoriedade dos exames Prevalência de mormo no estado de Pernambuco no período de 2006 a 2011. **Ciênc. vet. trop.**, v. 16, n.1/2/3, p. 37-44, 2013.

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA).** Site oficial. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/epidemiologia/portugues/sistema-informacao-saude-animal>. Acesso em: 02 fev 2021.

MORAES, D.D.A. **Prevalência de mormo e anemia infecciosa equina em equídeos de tração do Distrito Federal.** 2011. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília; Brasília, 2011.

MOTA, R.A.; *et al.* Mormo em equídeos nos estados de Pernambuco e Alagoas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.20, n.4, p.155-159, 2000.

NAUREEN, A.; *et al.* Comparative evaluation of rose bengal plate agglutination test, mallein test, and some conventional serological tests for diagnosis of equine glanders. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v.19, p.362-367, 2007.

PEREIRA I.A.N.; *et al.* Perfil Epidemiológico dos Proprietários de Equinos que Participam de Eventos Agropecuários na Ilha do Maranhão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.4, p.18113-18126, 2020.

**Sistema de Integração Agropecuária – SIAPEC 3.** *In:* SIAPEC 3 - Sistema de Integração Agropecuária. Disponível em: <https://siapec3.emdagro.se.gov.br/siapec3/login.wsp> . Acesso em: 2 Jan 2021.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos.** 4.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2005. 34 p.



## GENÉTICA NA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DE CAVALOS ATLETAS

### **Giandson de Melo Nascimento**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1523229126306343>

### **Cecília Guedes de Oliveira**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1892478534293982>

### **Hilda Lara Costa Cardoso**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7814978767691776>

### **Sabrina Glenda Sales Oliveira**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1461029471826944>

### **Andreza Frota Forte**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
<http://lattes.cnpq.br/4911857456633888>

### **Katarine Sales Batista**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8448580780509815>

### **Francisca Jéssica Castro e Silva**

Universidade Estadual do Ceará - UECE, Faculdade de Medicina Veterinária - FAVET, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6428577661946274>

#### Informações sobre o

artigo:

**Recebido em:**

11/11/2021

**Aceito em:**

13/11/2021

**Data de publicação:**

16/11/2021

**Palavras-chave:**

Equinos

Marcadores

moleculares

Esportes equestres

#### RESUMO

O uso dos equinos em práticas esportivas tornou-se bastante lucrativo no Brasil. Portanto, para alavancar a performance dos equinos em tais atividades esportivas, usa-se do melhoramento genético. Tomando esta visão, este trabalho tem como objetivo discorrer de modo sucinto os marcadores genéticos e morfológicos em função da expressão de características, medidas proliferativas e seu uso no melhoramento das diferentes raças de equinos usadas nos esportes equestres.

---

## GENETICS DETERMINING PERFORMANCE OF ATHLETE HORSES

### ABSTRACT

**Keywords:**

Horses

Molecular markers

Equestrian sports

The use of horses in sports practices has become quite profitable in Brazil. Therefore, to leverage the performance of horses in such sports activities, the genetic improvement is utilized. From this point of view, this review aims to briefly discuss the genetic and morphological markers according to the expression of characteristics, proliferative measures and their use in improving the different horse breeds used in equestrian sports

---

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2014), o Brasil possui o maior rebanho de equinos da América Latina e o terceiro mundialmente. O impacto do agronegócio do cavalo no Brasil é bastante expressivo, tendo movimentado, em 2006, valor econômico superior a R\$7,5 bilhões ao ano e abrangendo cerca de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos (PEREIRA, 2015). O mercado dos cavalos também gera empregos e renda aos trabalhadores locais e gera turismo nas localidades dos eventos esportivos, o que mostra a sua importância para a economia local. O melhoramento genético é uma técnica de seleção de fenótipos onde determinadas características podem ser transmitidas à prole através de genes desejáveis provindos dos pais (MIRANDA, 2020). Com o crescimento da valorização do cavalo no esporte, a ciência visa selecionar e melhorar esses animais através do melhoramento genético, de modo a produzir animais com excelente habilidade esportiva e performance. A fim de melhorar a predição dos resultados obtidos pelos estudos de associação entre genótipos e fenótipos e pela seleção genômica, diferentes estratégias de imputação de genótipos têm sido aplicadas em dados genômicos (PEREIRA, 2017). A associação dos genes com o fenótipo do animal tem impulsionado pesquisas, visando obter animais favoráveis ao esporte.

Os arranjos para genotipagem de marcadores de DNA em larga escala constituem uma plataforma poderosa, possibilitando a identificação de regiões genômicas modificadas pela seleção e a identificação de regiões cromossômicas, genes e polimorfismos de nucleotídeo único (Single Nucleotide Polymorphisms – SNP) que contribuem para características de interesse nas principais raças de equinos criadas atualmente no mundo (MACHIORI, 2018). Logo, a identificação desses genomas permite o aperfeiçoamento de

características vantajosas nas diferentes raças equinas e possibilita melhorar a aptidão esportiva de acordo com o interesse da sociedade. O presente trabalho tem como objetivo discorrer de modo sucinto sobre o atual uso dos marcadores moleculares na determinação da genética de melhoramento do equino no Brasil, destacando o uso de biotecnologias reprodutivas equestres para a perpetuação das características desejáveis nas principais raças de equinos atletas do país.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Uso de marcadores morfológicos e moleculares na genética de melhoramento**

#### **2.1.1. Uso de marcadores morfológicos e moleculares na genética de melhoramento**

O melhoramento genético animal visa gerar animais com características desejadas para determinada atividade, portanto, valores maiores que o comum, de maneira que não se tem apenas o trabalho de melhorar a aptidão do animal como também de perpetuar essa característica. Segundo Pereira (2008), o melhoramento genético animal tem como objetivo o aumento da produtividade dos animais construindo um conjunto de análises e atividades chamado programa de melhoramento, o qual promove animais com composição genética com características que possam expressar altos valores para o que se é designado no ambiente.

Quanto às espécies que exploram melhorar dentro das espécies de animais domésticos de grande porte, os equinos apresentam uma porcentagem menor na procura de melhoramento quando comparado com bovinos, suínos e etc. Porém em países com grandes populações equinas, como o Brasil, é perceptível a busca maior dos pesquisadores nestas técnicas em prol das atividades equestres, especialmente quando se trata de raças mais tradicionais e valores de características econômicas destes animais em suas variedades de marcadores (PEREIRA et al. 2015).

Os marcadores morfológicos são dados pela expressão e caracterização do animal, seja qualitativa ou quantitativa. Segundo Meira et al (2013), tais marcadores estão relacionados com as pelagens, principais estruturas e medidas corporais do animal, desvalidando a variação extrínseca. Dentro destes marcadores, é possível analisar uma gama de características para serem utilizadas em programas de melhoramento, por exemplo: altura

de cernelha e de garupa, comprimento de pescoço, dorso e cabeça. Essas e muitas outras características chamadas de morfometrias podem ser perpetuadas. Alguns trabalhos analisam a morfologia do equino ainda potro, para possivelmente participar de esportes, como no caso da pesquisa feita por Godoi (2013) sobre marcadores morfológicos em potros da raça Brasileiro de Hipismo, comprovando que no estado de crescimento do animal, quando há desenvolvimento positivo de certas características morfológicas, corrobora-se a aptidão no esporte designado ao estudo - neste caso, o hipismo - o que confirma que esta análise morfométrica não só pode ser como já é usada em várias outras modalidades para a obtenção de um melhor cavalo atleta.

Os marcadores moleculares são dados pela sequência de nucleotídeos que expressam tal característica, os quais são usados como ferramentas de estudo para diferenciar os genes em questão, tendo como exemplo: RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms), RAPD (Randomly amplified polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), Microssatélites ou SSR (Simple Sequence Repeat), SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms). No caso do melhoramento animal, a finalidade é agregar mais informações para obtenção da característica que se deseja perpetuar, por meio da seleção genética (TOPPA, e JADOSKI. 2013). Portanto cabe-se dizer que o uso desta ferramenta agregou grande progresso na seleção genética nas espécies da produção animal, aumentando a acurácia dos valores das características desejadas (PEREIRA et al. 2015).

A espécie equina possui aptidões para atividades diversas, para as quais dispõem de predileções para raças, por conta do fenótipo expresso, de modo que dentro desse fenótipo ainda se tem a predileção pelos valores das características expressas nele. Em virtude destas predileções de valores expressos em características podemos fazer o uso destas biotecnologias mais avançadas, o que se torna visível no estudo de Pereira et al (2015) o qual usou de marcadores moleculares do tipo de polimorfismo de nucleotídeo único (SNPs) para a detecção de genes em cavalos da raça quarto de milha, como MSTN (Myostatin), CKM (Creatine Kinase, Muscle), DMRT3 (Doublesex and Mab-3 Related Transcription Factor 3), PDK4 (Piruvate Dehydrogenase Kinase, Isozyme 4), COX4I2 (Cytochrome Oxidase-4, Isoform-2), MCT1 (Monocarboxylate Transporter 1). São genes de valores que proporcionam melhor performance em corrida, por exemplo: MSTN qual trabalha a hiperplasia e hipertrofia muscular, cuja melhoria - quando associada ao esporte - capacita o cavalo a resistência, e corridas longas, e explosão de velocidade e corridas curtas; Já o CKM está associado com a maior ação fosforilativa nas mitocôndrias do tecido muscular estriado esquelético, a qual aplicada ao esporte, visa aumentar o potencial energético do cavalo atleta.

Por meio destas melhorias, prova-se que mesmo que seja uma técnica não muito utilizada por conta do alto investimento e tempo, é sim uma técnica que propicia um ótimo retorno no que se trata da obtenção de uma característica com bom desempenho para o criador de equino atleta.

### 2.1.2 Biotécnicas reprodutivas para perpetuação das características desejadas

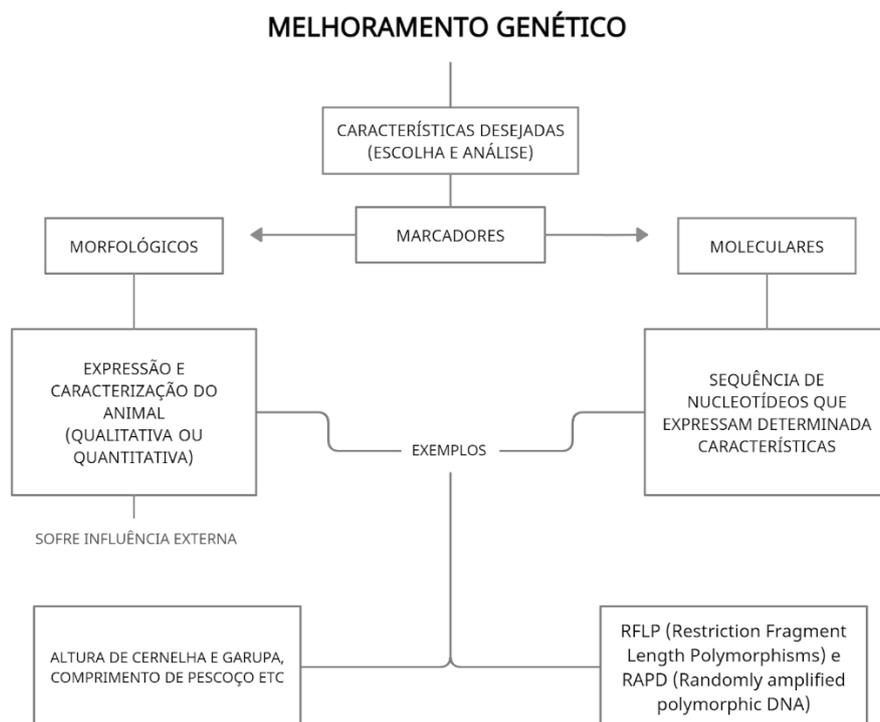
A biotecnologia tem importância fundamental na perpetuação da genética desejável para o equino atleta, já que as biotécnicas reprodutivas torna a obtenção de animais com designadas características, muito mais fácil, levando em consideração os princípios da herdabilidade e hereditariedade aplicando-os em técnicas como a IA (Inseminação artificial) e TE (Transferência de embrião), (CHALHOUB, 1996).

A hereditariedade é o sistema biológico de transmissão das características de uma geração para outra. Para que esse sistema biológico funcione, é necessário que haja a transferência de genes, os quais estão inscritos no material genético, o DNA (ácido desoxirribonucleico) dos ancestrais para seus descendentes.

A herdabilidade consiste na razão da probabilidade genética que existe na expressão do fenótipo de determinada característica, ou seja, consiste na razão da variação genotípica à variação fenotípica. Essa herdabilidade pode ser variável a vários fatores, como ao plantel, a característica e também em relação ao ambiente.

Dentro da reprodução equina, a escolha do garanhão e da égua envolve principalmente, o seu potencial genético, sendo escolhidos aqueles que apresentam um alto valor, para que a sua prole tenha suas características desejáveis (LIRA, 2009). Na inseminação artificial e na transferência de embrião a escolha de garanhões leva em consideração o seu pedigree, desempenho atlético, a sua conformação (SILVA et al, 1991), juntamente com as suas condições físicas, fertilidade e qualidade do sêmen (INTERVET, 2007).

**Figura 1** - Seleção de características com uso de estudo genético



**Fonte:** Autores, 2021.

#### 2.1.2.1. Transferência de embriões em equinos

A transferência de embrião ou TE, é uma biotécnica de grande importância e bastante utilizada na reprodução equina, ela visa obter um melhoramento genético e a eficiência reprodutiva. Esta biotécnica consiste na realização da coleta por meio de um lavado uterino transcervical, o qual se fundamenta na introdução de uma sonda e na retirada de um ou mais embriões do útero de uma égua com alto potencial genético, a qual é chamada de doadora, e após esse procedimento, o material coletado é depositado de forma não cirúrgica na égua receptora (DaviesMorel, 2003), esta, deve ter um bom condicionamento físico, e na maioria das vezes, possui potencial genético mais baixo e não interfere na genética do embrião. Segundo Gonçalves, Figueiredo e Freitas (2016), para que a técnica alcance sucesso, é imprescindível que os cios das éguas sejam sincronizados, fertilizar a doadora com sêmen de boa qualidade, fazer a retirada do embrião do útero da égua doadora e realizar a transferência para o útero da receptora, a qual deve levar a gestação e amamentar a cria.

## **A) CONTEXTUALIZAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DE EMBRIÕES**

De acordo com Alvarenga (2017), as principais raças envolvidas no programa de Transferência de Embriões no Brasil, são Mangalarga Marchador, Campolina, Quarto de Milha e Mangalarga Paulista. O Brasil lidera o mercado de TE, produzindo cerca de 25.000 embriões transferidos por ano. A biotécnica de TE é considerada um procedimento simples e que pode alcançar elevadas taxas de recuperação embrionária e de prenhez, caso sejam feitas da forma correta (MONTECHIESI, 2015).

## **B) INDICAÇÕES E BENEFÍCIOS DA TE**

Entre as os diversos benefícios que a TE oferece, é possível citar:

1. Pode ser utilizada em éguas competidoras, as quais não precisam parar de participar da competição para que assim possam ingressar na reprodução;
2. A fêmea passa a produzir mais de um potro por ano;
3. Aumento da descendência de éguas com alto potencial genético;
4. Obtenção de potros de fêmeas mais velhas e daquelas que possuem alto potencial genético, mas que possuem problemas referentes à gestação;
5. Antecipação do ingresso de fêmeas jovens na reprodução.

## **C) SELEÇÃO DE DOADORAS**

Existem alguns aspectos de grande relevância na seleção de doadoras, pois elas possuem interferência direta na taxa de recuperação de embriões. Conforme Squires (2003), a seleção da égua doadora deve considerar fatores como a idade, fertilidade, histórico reprodutivo, valor genético, conformação da vulva, diretrizes do registro da raça, o número de gestações, e custo do procedimento.

São consideradas boas doadoras de embriões, especialmente no período final da primavera, as éguas com aproximadamente 2 anos de idade. No entanto, é importante que exista semelhança do tamanho corporal delas com o das éguas maduras (SAMPER, 2009).

Doadoras que possuem histórico de firmarem gestações e, após um tempo, abortarem, também são boas candidatas ao programa de TE, mais do que éguas que têm repetição de cio após a inseminação artificial (McKinnon & Squires, 2007).

## **D) MANEJO REPRODUTIVO DAS DOADORAS**

O manejo reprodutivo das éguas doadoras se baseia no monitoramento do comportamento reprodutivo, por meio da palpação transretal e também através do controle folicular realizado por meio da ultrassonografia para que aconteça a detecção exata do momento certo da ovulação para a inseminação artificial (FLEURY, 2007). Quanto à sanidade, tanto as doadoras como as receptoras, devem receber as vacinas e vermífugos frequentemente (RIERA, 2000).

## **E) SELEÇÃO DAS RECEPTORAS**

As éguas receptoras possuem grande importância no plantel de TE, elas possuem função de manter as condições necessárias para que o feto tenha um bom desenvolvimento e também de cuidar do neonato até o momento do desmame, para que assim, se obtenha um potro saudável e bem desenvolvido fisicamente (LOPES, 2015). Existem características que são essenciais na escolha dessas receptoras, as principais são: ter entre 3 a 10 anos de idade, possuir tamanho semelhante ao da doadora, ser saudável e possuir um bom condicionamento corporal, apresentar ciclos regulares, ser dócil e fácil de manejar, boa condição uterina e úbere (SOUZA, 2013).

De acordo com Evangelista (2012), as receptoras devem possuir saúde dentária e visão de qualidade, e não ter alterações musculares.

### **2.1.2.2. Inseminação artificial em equinos**

A inseminação artificial ou IA em éguas, é uma biotécnica que consiste na deposição de sêmen proveniente do garanhão, no trato genital da fêmea, objetivando a gestação (BOCHIO, 2006). De acordo com Canisso et al. (2008), a IA promove um melhoramento genético, diminui o perigo de doenças que são transmitidas por meio da relação sexual e possibilita um maior impacto na produção equina, pelo fato de que um único garanhão através de seu ejaculado, pode inseminar várias fêmeas e com isso pode gerar inúmeros descendentes, até mesmo depois de sua morte.

O monitoramento do ciclo estral é essencial para alcançar os resultados desejados, dessa forma, é importante que a IA seja feita no período mais próximo da sua ovulação, que ocorre no período final do cio, o qual tem duração de 5 a 7 dias (BRISKO & VARNER, 1992).

### 2.1.2.3 Expressão gênica na reprodução equina

Levando em consideração que na criação de equinos um dos principais aspectos é a reprodução, foram feitos alguns estudos com a intenção de relacionar fatores ambientais, de comportamento e fisiológicos com a fertilidade dos equinos (HINRICHS, 2013). De acordo com Giesecke et al. 2010, atualmente na reprodução equina, os estudos referentes à genômica utilizada à reprodução têm seu foco na fertilidade dos garanhões. E a seleção destes, se baseia na genética, desempenho e conformação, dessa forma, não levando-se em conta a saúde reprodutiva do animal. No meio dos fatores que alteram os índices de reprodução, a qualidade do sêmen possui um efeito importante. Vários estudos indicam que tanto componentes moleculares como o meio que cerca os espermatozoides, podem interferir em sua capacidade fecundante (MOURA et al., 2011).

O gene PLC $\zeta$  (fosfolipase c zeta) já foi detectado em extrato espermático de humano, camundongo, felinos, suínos, equinos e bovinos (SAUNDERS et al., 2002; KUROKAWA et al., 2005; YOON e FISSORE, 2007; VILLAVARDE 2010; SYLVIA et al., 2012). Estudos foram realizados acerca da ligação genômica para valores genéticos estabelecidos do elemento paterno de garanhões Hannoverianos comparado com a taxa de prenhez por ciclo estral das fêmeas. Neste estudo, 228 garanhões Hanoverianos foram genotipados com o uso do Equine SNP50 Beadchip. Em resumo, segundo Schrimpf et al., 2014, os polimorfismos não codificantes dentro PLC $\zeta$  foram observados como conferindo a fertilidade do garanhão. Enquanto que outro estudo utilizou seis garanhões subfêrteis, os quais possuíam taxa de prenhez menores que 30%, apresentou valores menores de PLC $\zeta$  em cinco garanhões quando comparado com garanhões controle (WALAA et al., 2012).

Até o presente momento deste estudo, não se sabe muito sobre a possível associação entre a carência de PLC $\zeta$  e subfertilidade ou infertilidade no garanhão. Apesar de que a redução dos níveis de expressão de PLC $\zeta$  tenha sido precocemente identificada em sêmen de garanhões inférteis (GRADIL et al., 2006). Esse gene é expresso em equino, abaixo da cabeça e na área da cauda do espermatozóide (SYLVIA et al., 2012).

Pouco tempo atrás, o gene WBP2NL (proteína 2 de ligação ao domínio WW N-terminal Like) foi sugerido como um outro caminho ou complemento para ativar oócitos com base em descobertas que confirmaram a injeção de variações de Ca<sup>2+</sup> conduzidas pela proteína de ligação (PAWP) recombinante comparáveis às da fecundação (AARABI, et al.,

2014). Porém, a expressão do gene WBP2NL não foi retratada nos espermatozoides de garanhões. Contudo, foi proposto que a proteína PAWP é o motivador usado pelo espermatozoide para ativação do desenvolvimento embrionário em mamíferos (WU et al., 2007; AARABI et al., 2010).

O gene TNF- $\alpha$  é uma proteína transmembrana, e segundo Abbas e colaboradores (1998), por meio de diversos estímulos, as citocinas são liberadas e com isso, elas exercem interação com seus receptores, resultando na regulação da função celular. O TNF- $\alpha$  é uma das citocinas que mais estão associadas a processos inflamatórios e imunes.

Inúmeras citocinas pró-inflamatórias se fazem presentes no plasma seminal, no entanto, ainda não existem confirmações sobre seu efeito na motilidade e viabilidade espermática. Foram realizados alguns estudos com TNF- $\alpha$  e foi retratado uma diminuição considerável na motilidade progressiva quando em maiores concentrações de uma forma que depende da dose e do tempo. Esta conclusão mostra que o TNF- $\alpha$  possui efeito sobre a função espermática. De acordo com Perdichizzi e colaboradores (2007), tal efeito é provavelmente mediado por meio de uma elevação na produção de óxido nítrico. E essas concentrações gradativas de TNF- $\alpha$  resultaram em um crescimento das células não viáveis (SAKAMOTO et al., 2003).

## **2.2. Genética associada às raças equinas**

### **2.2.1 Genes associados às raças de equinos de corrida**

O desempenho dos cavalos de corrida é geralmente avaliado pelo tempo de prova ou classificação final para uma determinada distância e o total de ganhos obtidos em um determinado período (RICARD, 1998). Essas raças necessitam de velocidade, resistência e força para vencerem nas provas, de modo que essas características estão atreladas ao fenótipo do animal juntamente com a genética determinante. Uma vez que as correlações genéticas e fenotípicas ao final do páreo e os ganhos com a seleção são elevados, pode-se avaliar o desempenho final em pistas de acordo com as colocações finais do páreo (SOBCZYNSKA, 2006).

O Puro Sangue Inglês (PSI) constitui a base de uma imensa indústria multinacional de criação de cavalos de corrida, sendo elemento essencial na produção de animais para este fim (GAMA, 2012). O PSI é utilizado na linhagem e na criação de muitas raças de velocidade e resistência como o Quarto de Milha e o Anglo Árabe; logo, apesar de serem animais

distintos, possuem uma genética determinante do exercício de performance similar. Até o momento poucas variantes genéticas foram relacionadas à característica, exclusivamente em animais Puro-Sangue Inglês, entre estas SNPs nos genes myostatin – MSTN (14,58,59,71), piruvate dehydrogenase kinase, isozyme 4 – PDK4 (72,49), creatine kinase, muscle – CKM e cytochrome c oxidase, subunit 4, isoform 2 – COX4I2 (PEREIRA, 2015).

O MSTN é membro da família de genes transforming growth factor-beta (TGF- $\beta$ ), é expresso no tecido muscular esquelético e atua como regulador negativo do crescimento da massa muscular e relacionado ao fenótipo de distância em corridas (CURI, 2013). Esse gene propicia o ganho de massa muscular e é observado em raças de corrida como o Puro sangue Inglês, *Paint Horse* e Quarto de Milha que possuem essa musculatura avantajada e que possuem velocidade. Ao analisar o gene MSTN equino em amostra de 148 cavalos Puro Sangue Inglês registrados, Hill e colaboradores (2010) identificaram um novo polimorfismo (g.66493737C>T) fortemente associado com distância ótima de corrida. O creatine kinase, muscle gene (CKM), mapeado no cromossomo equino 10 (ECA10), codifica um tipo muscular de isoenzima da creatina quinase encontrada exclusivamente no músculo estriado e envolvida em processos celulares energéticos (CURI, 2013). Polimorfismos no gene CKM humano têm sido associados com aumento na resistência cardiorrespiratória (PEREIRA, 2015). O músculo estriado está presente principalmente no coração, de modo que esse gene pode estar associado a resistência cardio-respiratória nos cavalos de corrida. O transcriptoma do músculo esquelético de cavalos Puro-Sangue Inglês mostrou que o mRNA do CKM é o mais abundantemente expresso, representando 6,9% de todo o transcrito (PEREIRA, 2015). Em ambientes de oxigênio limitado o regulador principal de resposta à hipóxia, HIF-1 (fator induzível de hipóxia 1), ativa a transcrição dos genes COX4I2. Tem sido proposto que a regulação ambiental de COX4-2 pode aumentar a eficiência da respiração celular (PEREIRA, 2015). Logo, na raça Puro Sangue Inglês este fator beneficia a obtenção de energia durante a corrida tanto de forma aeróbica como anaeróbica tendo uma correlação positiva com a explosão física das corridas. A oxidação de ácidos graxos é altamente eficaz na geração de ATP e é controlada pela expressão do gene PDK4 no músculo esquelético durante e após o exercício (PEREIRA, 2015). Esse gene caracteriza o bom desempenho em corrida devido a eficaz metabolização de energia que o animal vai possuir. Hill e colaboradores (2010c) investigaram a possibilidade de associações entre SNPs identificados no PDK4 e desempenho em corrida de cavalos da raça Puro-

Sangue Inglês. Encontraram o SNP g.38973231A>G fortemente associado com a característica.

### 2.2.2 Genes associados às raças de equinos de salto

Atualmente, para a modalidade de salto, as avaliações fenotípicas são feitas de modo individual para cada raça, sobretudo, por meio dos resultados de competições esportivas e dos testes de desempenho de cada associação – que tem como aspectos a conformação, os andamentos (passo, trote e galope) e o desempenho atlético (MEDEIROS, 2014).

Como já mencionado, o Puro Sangue Inglês (PSI) é um importante formador de muitas raças, incluindo algumas de grande destaque na modalidade de salto, como a Anglo-Árabe, a Sela Francesa e a Brasileiro de Hipismo, que são caracteristicamente semelhantes, tendo em vista o bom temperamento, a habilidade para o salto e a estrutura musculoesquelética forte – bastante requerida em virtude do alto impacto e da força necessários para a prática (MARQUES, 2016; ANSF, 2021; Dias et al., 2000).

Segundo Serpa (2015), o desempenho dos cavalos de salto é mais difícil de ser avaliado, tendo em vista que não há como determinar se o grau de contribuições dos resultados obtidos nos estudos são, devidos ao cavalo ou ao cavaleiro, além de não haver medida direta, como, por exemplo, a proporção de distância por tempo na avaliação dos cavalos de corrida. Contudo, o MSTN e o MCT1/CD147, segundo os resultados de dois estudos realizados com cavalos da modalidade, não só são capazes de influenciar no desenvolvimento equino em geral, como pode auxiliar na escolha do melhor genótipo e, conseqüentemente, fenótipo para a prática esportiva e torná-los marcadores genéticos e moleculares de desempenho em cavalos de salto, além de outras raças e práticas esportivas - como a supracitada prática de corrida.

As pesquisas realizadas ainda demonstraram que dentre os cavalos de salto avaliados, o número de animais de genótipo C/C foi previsivelmente baixo – tendo em vista que, de acordo com Costa (2015), a conformação física dos cavalos de salto, além desse genótipo se caracterizar como explosivo e, conseqüentemente, ser ideal para corridas de curta distância. Já para os equinos de genótipo C/T e T/T – que, ainda segundo Costa (2015), são para meia e longa distância, respectivamente – estimava-se que houvesse um equilíbrio entre o percentual de ambos, em virtude da associação de características desejáveis - que visa um cavalo leve, porém potente para propulsão -, no entanto, o genótipo T/T - que confere mais

resistência - dominou sobre 63% do grupo, enquanto o genótipo C/T se fez presente em 31%.

### 2.2.3 Heterose em equinos

A maioria das raças de cavalos foi formada nos últimos 200 a 300 anos por meio de criação seletiva, selecionando quem gostamos com as características que queremos (BRYANT, 2020). O ser humano proporcionou o cruzamento entre animais que tivessem características desejáveis a performance do equino. A seleção dos animais para o acasalamento/cruzamento, que através da escolha dos machos e fêmeas que irão se acasalar, espera-se que haja um aumento na proporção de alelos do DNA que codificam as características fenotípicas favoráveis nos descendentes (BATISTON, 2017).

O cruzamento entre raças distintas, heterose, traz um fenótipo ou característica desejável àquela progênie, melhorando o desempenho. Vale a pena cruzar com a chance de que o potro resultante ganhe as características desejáveis que se esteja almejando, seja temperamento melhor, estrutura óssea mais forte ou maior velocidade (BRYANT, 2020). Os cruzamentos para promover a heterose apesar de não previsíveis, podem ser benéficos, adicionando características de raças distintas numa mesma progênie. Em cavalos da raça Quarto de Milha, o melhoramento genético está sendo amplamente estudado para que se possa desfrutar da heterose e complementariedade dos animais selecionados (MIRANDA, 2020).

## 2.3. Esportes equestres relevantes no Brasil

### 2.3.1. Vaquejada

A vaquejada se trata de uma atividade cultural-competitiva, onde dois vaqueiros montados a cavalo, emparelham e conduzem o boi até a faixa, onde este deve ser deitado (ABVAQ, 2016). Nesse esporte, as competições podem prolongar-se por até 4 dias, durante o dia todo, e, na maioria dos casos, o mesmo animal participa várias vezes. A prova exige que o animal realize um esforço físico intenso, tanto durante a largada, como na mudança de direção e na derrubada do boi, finalizando com uma parada súbita. Mesmo para cavalos

atletas bem preparados, é uma atividade desgastante, sendo caracterizado por um exercício de moderada intensidade a anaeróbico (GOMES et al., 2015).

Santos e colaboradores (2019) realizaram um teste de simulação de vaquejada para avaliar a condição física dos animais da raça quarto de milha. Para o autor, os equinos que podem ser classificados como fisicamente condicionados à atividade esportiva, são caracterizados por um rápido retorno aos padrões fisiológicos das variáveis avaliadas (frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, parâmetros bioquímicos e hematológicos – glicose, AST, CK, lactato, albumina, proteínas totais, hematócrito, leucócitos).

A raça quarto de milha, por apresentar um temperamento dócil, sendo capaz de realizar paradas bruscas, partidas rápidas, atingindo altas velocidades, além de ter habilidade para mudar de direção rapidamente e girar sobre si mesmo, é um animal ideal para diversas provas equestres (ABQM, 2016). Apesar da versatilidade, a robustez e a velocidade são as características predominantes e desejadas as quais são selecionadas pelos criadores (MENESES, 2015).

Em cavalos Quarto de Milha, o maior comprimento do dorso lombo e da perna, em relação a outras raças como mangalarga marchador e pantaneiro, estão diretamente associados à velocidade. Apesar de o dorso curto ser mais forte geralmente, em um cavalo de porte superior, o comprimento maior do dorso lombo representa um maior comprimento dos músculos, tendo como consequência passadas mais amplas durante o galope. Garupas compridas e mais musculosas favorecem uma maior impulsão e propulsão sendo altamente desejável em animais de velocidade, por serem necessárias tanto no momento da arrancada quanto para manutenção da velocidade. As proporções do peito, com uma região peitoral mais larga irá conferir uma maior resistência por estar diretamente associada a uma caixa torácica e músculos mais desenvolvidos, levando a uma maior capacidade de expansão do pulmão. Em cavalos da raça Quarto de Milha, a largura de peito é superior aos valores encontrados na literatura para outras raças (MENESES, 2015).

### 2.3.2. Hipismo (salto)

A modalidade salto do hipismo compreende uma prova em que o conjunto, formado por cavalo e cavaleiro, deve transpassar de 8 a 12 obstáculos que formam um percurso, com diferentes graus de dificuldade – varia de 0,80m (provas de escola básica) a 1,60m (competições mundiais, olimpíadas e grandes prêmios) - no menor tempo possível, ou no mais próximo ao tempo ideal, dependendo da categoria (CHB, 2012). O conjunto

recebe penalidades por faltas ao derrubar as varas dos obstáculos, e ultrapassar o limite de tempo, e é eliminado ao errar o percurso ou ao cair do cavalo (COB, 2020).

Oficialmente, a primeira competição do esporte no Brasil, foi durante o Torneio de Cavalaria, em abril de 1641 (CHB, 2012). Atualmente, segundo dados do MAPA (2016), o hipismo representa 17,2% do total de cavalos atletas do País.

Para as competições de salto, o cavalo deve demonstrar coragem, potência, velocidade, habilidade, e obediência ao saltar (MEDEIROS, 2014). Para tanto, deve ser um animal de maior estatura e não apresentar um corpo compacto a fim de obter uma melhor performance (ANTUNES et al., 2018). Puro-Sangue Árabe, Lusitano, e raças de sangue quente como o Hanoveriano, Sela Holandesa, Sela Francesa são tidas como raças com uso indicado para o esporte (KHADKA, 2010).

Um estudo conduzido por Dubois e Ricard (2007) indica que os animais Sela Francesa vêm sendo selecionados pelos seus resultados em provas nos últimos 40 anos. O estudo afirma que a interferência de outras raças (PSI, Anglo-árabe, Trotador Francês) no cruzamento contribuiu negativamente para todos os parâmetros genéticos relacionados ao salto. Apesar disso, com o modelo de seleção utilizado pelos criadores, os autores concluíram que há um ganho genético anual nos parâmetros de salto sem perdas em outros aspectos, como adestramento, o que justifica o excelente desempenho desses animais em eventos esportivos, tendo como principal exemplar da raça Baloubet du Rouet, o cavalo conduzido por Rodrigo Pessoa que conquistou 1 ouro e 1 bronze olímpico e mais 3 títulos mundiais no hipismo (DUBOIS & RICARD, 2007; FEI, 2020).

O Brasileiro de Hipismo surgiu da ideia de criar uma raça cuja aptidão estivesse especialmente voltada para os esportes hípicos (ABCCH). A combinação de éguas base (animais nacionais com ou sem genealogia conhecida, que tivessem características funcionais e morfológicas necessárias para esportes hípicos) com garanhões importados ou nacionais com habilidades para os esportes resultou em um cavalo de sela, adequado para competir em adestramento, salto e concurso completo de equitação (ABCCH; SBBCH, 2020). A raça Brasileiro de Hipismo tem se demonstrado bem sucedida em competições tanto nacionais como internacionais, o que inclui participação em Jogos Pan-americanos de Toronto, Olimpíadas de Sidney e do Rio de Janeiro, e mais recente, o cavaleiro Luiz Felipe Pimenta levou GB Celine para saltar a final da Copa Mundial de Hipismo da FEI em 2019 (SANTOS et al, 2018; CBH, 2019).

Quando comparado a outras raças como Andaluz e Sela Francesa, o músculo gluteus medius de equinos BH apresenta uma predominância maior de fibras musculares do tipo IIX e IIA, as quais são caracterizadas por terem metabolismo predominantemente glicolítico, apresentando grande capacidade anaeróbica, sendo responsável pelos movimentos de “explosão”, explicando sua aptidão para o salto. Provavelmente, essa composição é uma herança genética de cavalos da raça PSI, a qual possui grande influência na formação da raça BH (D’ANGELIS, 2006). Cavalos BH apresentam maior equilíbrio entre os membros locomotores o que acarreta em uma maior capacidade para sustentar o peso do cavaleiro sem muito esforço no dorso ao passo e ao galope (REZENDE et al., 2016). Além disso, por serem animais de estatura mais alta - sendo o ideal 1,68m para machos e 1,65 para fêmeas - possuem mais agilidade para o salto (SBBCH,2020).

Em um estudo realizado por Medeiros em 2014, das características utilizadas como critério para aprovação de reprodutores por juízes da ABCCH, os efeitos genéticos aditivos com maior herdabilidade foram o temperamento, a linha superior (cernelha-dorso-lombo) e conformação de casco, chegando a  $h^2 > 0,40$ . Conformação de membros anteriores, conformação de cabeça e pescoço, conformação de garupa, aprumos dinâmicos (animal em movimento), conformação de peito-tórax-ventre obtiveram uma herdabilidade entre 0,30 e 0,40. Algumas características funcionais, como mecânica de membros posteriores, andamento ao passo e galope, também se mantiveram na faixa de 0,30 e 0,40. Tais resultados demonstram a eficiente transmissão de caracteres interessantes para a raça.

### 2.3.3. Corridas

Entre vários fatores a serem avaliados em animais de alto desempenho, deve levar em consideração características fisiológicas como, metabolismo aeróbico elevado, capacidade de dissipação de calor corporal e habilidade de suportar exercícios dolorosos, essas características são influenciadas pela genética do animal. Em análises com cavalos árabes se verificou polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) para relacionar com o desempenho de cavalos árabes nas corridas (RICARD et al., 2017).

Com o uso da associação de genoma (GWAS) se avaliou cinco loci de característica quantitativa (QTL), nos cromossomos 6, 1, 7, 16, e 29. No cromossomo 1 está relacionado com a circulação de proteínas, no 29 participa no transporte de zinco e promoção de homeostase. Os cromossomos 6,7 e 16 promovem fatores de transcrição, ajuste do gene por meio de RNAs não codificantes. Os cromossomos 1 e 29 estão envolvidos nos tecidos neurais já os 6, 7 e 16 estão envolvidos funções homeostáticas, como diminuição dos

batimentos cardíacos. Com essas características fisiológicas a raça árabe pode ter um bom desempenho em corridas de resistência de 20km/ h por cerca de 160 km (RICARD et al., 2017).

Para raças de corrida é desejável fibras musculares do tipo 2, visto que, possui cadeia pesada de miosina e contração rápida e uniforme. Em análise muscular da raça quarto de milha se obteve resultados de maior quantidade de fibras tipo 2, isso foi associado a estruturas genéticas que incluem a SNP T/C no primeiro íntron e uma inserção de SINE de 227 bp no promotor, dando um percentual maior de fibras do tipo 2 e diminuição das fibras do tipo 1 (PETERSEN et al., 2014). Tem-se como hipótese que a raça quarto de milha está mais apta a corrida de curta distância (HILL apud PETERSEN et al., 2014).

A raça puro sangue inglês tem a massa muscular muito elevada em relação ao corpo, em torno de 55%, sendo um animal selecionado ao longo de 300 anos para possuir desempenho de atleta. Foi identificada a presença de polimorfismo de sequência de miostatina (MSTN), que está diretamente contribuindo para o melhor desempenho de animais atletas. Observou-se que conforme a variação se tinha desempenhos diferentes, em que alguns animais apresentavam mais aptidão para corridas rápidas e de curta distância, outros para corridas médias e por último para corridas mais distantes que exigiam uma maior resistência (HILL et al., 2010).

#### 2.3.4 Três tambores

Um estudo realizado por Donofre e colaboradores (2014) relata a relação da proporção corporal de animais atletas no desempenho do esporte. Foram utilizados 234 equinos para medição de nove proporções corporais, levando em consideração a massa, sexo, grau de sangue e idade. Nas medidas avaliadas os machos melhor se adequam ao equilíbrio corporal em relação às fêmeas.

Os animais de elites necessitam de boa simetria, que é relativa à proporcionalidade de seu corpo. As vantagens das proporções possibilitam menos desgaste nas articulações e permite mais tempo exercendo as atividades esportivas (HEDGE, 2004; THOMAS, 2005, apud DONOFRE et al., 2014).

O estudo se baseia no equilíbrio das medidas lineares, ou seja, quando mais próximo de 1, mais simétrico o animal se apresenta. As medidas adotadas são: ML1: comprimento que vai da articulação escápula-umeral à região final do músculo glúteo; ML2: comprimento

que vai da articulação escápulo-umeral ao processo espinhoso da quinta vértebra torácica; ML3: espaço da tangente axial do processo espinhoso da quinta vértebra torácica a quinta vértebra lombar; ML4: distância da tangente vertical da quinta vértebra lombar até ao limite da região inguinal ventral e a tangente horizontal do limite inguinal ao limite final do músculo glúteo; ML5: comprimento da tangente vertical oblíqua do limite dorsal da área do femoro-tíbio-rotuliana até a articulação intertársica; ML6: espaço da tangente vertical da tuberosidade sacral ao limite dorsal da área femoro-tíbio-rotuliana; ML7: distância da tangente vertical da tuberosidade coxal ao limite dorsal da região femoro-tíbio-rotuliana; ML8: comprimento da tangente vertical oblíqua da tuberosidade coxal até a tuberosidade isquiática; ML9: espaço da tangente vertical oblíqua da tuberosidade isquiática ao limite dorsal da área femoro-tíbio-rotuliana; ML10: distância do toro do carpo ao chão; ML11: comprimento da tangente vertical da articulação intertársica ao chão; ML12: espaço da tangente vertical do processo espinhoso da quinta vértebra torácica ao chão (DONOFRE et al., 2014).

Com essas medidas lineares foram calculado 9 proporções (R): “ML3/ML2 (R1); ML3/ ML4 (R2); ML4/ ML2 (R3); ML8/ML9 (R4); ML8/ ML7 (R5); ML9/ ML7 (R6); ML6/ML5 (R7); ML12/ ML1 (R8); e ML10/ML11 (R9)” (DONOFRE et al., 2014, p. 3280). Quanto mais a proporção for mais próxima de 1, mais o animal é simétrico. Essa característica traz um bom desempenho no esporte de três tambores.

A prova de três tambores é considerada como prova de velocidade, que tem como objetivo contornar os 3 tambores e terminar o percurso no menor tempo.

A simetria dá ao animal mais eficiência, disposição da massa ao longo dos ossos e articulações, prevenindo assim lesões (DONOFRE et al., 2014).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os dados apresentados discorrem que com os auxílios das técnicas e avanço no mercado ao longo do tempo, abre-se a possibilidade de acesso ao conhecimento genético e quais características podem ser selecionadas para o melhor desempenho do animal. As tecnologias abordadas tanto na identificação cromossômicas, genes e marcadores morfológicos possibilitam saber qual estrutura genética atua na performance desejável do animal, tais como o tipo de fibra muscular mais apta à corrida de curta e longa distância, em qual região do gene se localiza e qual estratégia deve ser abordada para ser repassada às outras gerações.

Fatores a serem considerados são a capacidade de passar os genes a prole de forma eficaz, tendo atenção a variabilidade genética para assegurar que as características desejadas sejam expressadas nos descendentes, assim possuindo mais especificidade dos animais para determinado esporte.

As técnicas são de alto custo ao dono do animal, mas necessárias para desenvolvimento de seleções de raças e até mesmo de animais para serem estudados e serem adicionados a propriedade de forma mais eficiente e que traga maiores benefícios genéticos ao plantel.

## REFERÊNCIAS

ABCCH. **Quem Somos**. Disponível em: <https://www.abcch.com.br/?p=|abcch|sobre>. Acesso em: 21 mar. 2021.

ABQM. **A qualidade da raça: Quarto de Milha e suas qualidades**. Disponível em: <https://www.abqm.com.br/pt/conteudos/quarto-de-milha/qualidade-da-raca> Acesso em: 23 mar. 2021.

ABVAQ. **Regulamento geral da vaquejada**. Publicado em: 29 dez. 2016. Disponível em: <https://www.abvaq.com.br/regulamento>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

APARECIDO, J. **Você sabe o que é herdabilidade?** Revide. 05 mar. 2014

APHA.COM. **American Junior Paint Horse Association Painting The Next Generation**. Disponível em: <http://apha.com/wp-content/uploads/2016/06/ajphainfosheet2010.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DO CAVALO DE HIPISMO. **SBBCH: REGULAMENTO DO STUD BOOK BRASILEIRO DO CAVALO DE HIPISMO**. São Paulo - SP: CDT - ABCCH, 2020.

**ABCCH - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAVALO DE HIPISMO. STUD BOOK BRASILEIRO DO CAVALO DE HIPISMO - SBBCH**. São Paulo: 2019. 37p.

ANSF. **Le Race Selle Français**. Disponível em: <https://www.sellefrancais.fr/la-race-selle-francais-82-rubrique.html>. Acesso em: 18 mar. 2021.

BORTOT, D. **Aspectos da reprodução equina: inseminação artificial e transferência de embrião: revisão de literatura**. Revista científica eletrônica de medicina veterinária, Garça, ano XI, n. 21, jul. de 2013. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/j1OsKEw0s5EtDHD\\_2013-8-13-18-21-19.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/j1OsKEw0s5EtDHD_2013-8-13-18-21-19.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2021.

BRYANT, J. J. Hybrid vigor in horses: Outcrossing explained. **The American Quarter Horse journal**. November, 2020.

**CONGRESSO ESTUDANTIL DE MEDICINA VETERINÁRIA DA UECE**, 3, 2015, Fortaleza. Anais Eletrônicos. Fortaleza: Ciência Animal, 2015. p. 187-194. Disponível em: <[http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/palestra15\\_p187\\_194.pdf](http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/palestra15_p187_194.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2021.

COSTA, Érica Cristina Xisto da. **Polimorfismo do gene MSTN e do SNP BIEC2-808543 e sua relação com crescimento de potros da raça Brasileiro de Hipismo**. 2015. 48 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

CURI, R. A; MEIRA, C. T; BELTRAN, N. A. R; SILVA, J. A. V; MOTA, M. D. S. **Seleção assistida por marcadores para o melhoramento do desempenho de equinos em corridas**. B. Indústr. anim., N. Odessa, v.70, n.1, p.88-102, 2013.

DIAS, I.M. G, et al. **“Formação e estrutura populacional do eqüino Brasileiro de Hipismo”**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia , vol. 52, nº 6, dezembro de 2000, p. 647–54. DOI.org (Crossref) , doi: 10.1590 / S0102-09352000000600016.

DONOFRE, Ana Carolina. et al. Equilíbrio de cavalos da raça Quarto de Milha participantes da modalidade de três tambores por meio de proporções corporais. **Ciência Rural**, v.44, n.2, fev, 2014.

GAMA, M. P. M. **Parâmetros genéticos para desempenhos em corridas de cavalos Puro Sangue Inglês utilizando procedimentos Bayesiano e Thurstoniano**. 2012. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

GODOI, Fernanda et al. **Morfologia de potros da raça Brasileiro de Hipismo**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 736-742, Abril. 2013.

GOMES, N. M. A. et al. **ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS DE EQUINOS DURANTE TORNEIO DE VAQUEJADA**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 36, 2015.

HILL, E. W. et al. A Sequence Polymorphism in MSTN Predicts Sprinting Ability and Racing Stamina in Thoroughbred Horses. **PLoS ONE**, January 2010, Volume 5, Issue 1, e8645.

HILL, E. W.; MCGIVNEY, B. A.; GU, J.; WHISTON, R.; MACHUGH, D. E. A genome-wide SNP-association study confirms a sequence variant (g.66493737C>T) in the equine myostatin (MSTN) gene as the most powerful predictor of optimum racing distance for Thoroughbred racehorses. **BMC genomics**, v. 11, n 552, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>. Acesso em: 24/06/2021.

MARCHIORI, C. M. **Caracterização genômica de equinos das linhagens de trabalho e de corrida da raça Quarto de Milha**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias e Veterinárias). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2018.

MEDEIROS, Bethânia de Rocha. **Análise da estrutura populacional e estimativa de parâmetros genéticos para medidas de desempenho esportivo na modalidade salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo**. 2014. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MARQUES, V. P. Principais raças de equino criadas no Brasil. Dissertação (Curso técnico em Agropecuária). Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

MEIRA, C. T. FORTES, M. R. S. FARAH, M. M. PORTO-NETO, L. R. CURI, R. A. MOORE, S. S. et al. **A genome-wide association study for height at withers in Racing quarter horse**. Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, v. 20, p. 420-423, 2013.

MEIRA, C.T. et al. **Seleção de características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador por meio da análise de componentes principais**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 65, n. 6, p. 1843-1848, Dezembro. 2013.

MENESES, A. C. A. **Caracterização morfométrica de equinos da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejada**. 2015. Dissertação (Pós-graduação em Zootecnia). Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros.

MIRANDA, G. S. MOLSKA, V. M. R. M. BUENO, R. SILVA, A. L. **A importância do melhoramento genético para equinos da raça Quarto de Milha**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária da FAEF. Número 35, agosto de 2020.

OLIVEIRA, R. et al. **Inseminação artificial em equinos**. In: Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar, 4, 2019, Mineiros. Anais Eletrônico. Disponível em: <<https://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/667>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PEREIRA G. L. REGATIERI I. C. FERRAZ, G. C. QUEIROZ N.A. CURI R. A. **Perspectivas do uso de marcadores moleculares no melhoramento genético de equinos de corrida da raça Quarto de Milha**. Vet. e Zootec. 2015 set.

PEREIRA, J. **Melhoramento genético aplicado à produção animal / Jonas Carlos Campos Pereira - 5. ed.** Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008.

PETERSEN, Jessica L. et al. Haplotype diversity in the equine myostatin gene with focus on variants associated with race distance propensity and muscle fiber type proportions. **International Foundation for Animal Genetic**, 45, 827–835.

QUEIROZ, Lucas Cândido Ribeiro de. **BEM ESTAR E DESEMPENHO DO CAVALO ATLETA**. 2020. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020

RODRIGUES, L. **Aspectos do manejo reprodutivo de equinos**. Nutritime Revista Eletrônica, Nutritime Ltda, v. 15, n. 02, p. 5046 - 5053, mar./abr. de 2017.

REZENDE, M. P. G. SOUZA, J. C. MOTA, M. F. OLIVEIRA, M. N. JARDIM, R. J. D. **Conformação corporal de equinos de diferentes grupos genéticos**. *Ciênc. anim. bras.* 2016, vol.17, n.3, pp.316-326.

RICARD, A. **Developments in the genetic evaluation of performance traits in horses**. Word Congress on genetic applied to livestock production. p.188-195, 1998.

RICARD, Anne. et al. Endurance Exercise Ability in the Horse: A Trait with Complex Polygenic Determinism. **Frontiers in Genetics**, June 2017, Volume 8, Article 89

SANTOS, A. L. P. et al. **Recuperação de cavalos em teste de simulação de vaquejada. 64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS)**. 18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO). Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 266-273, 2019.

SILVA, E. F. MACAGNAN, K. L. **Cavalo Puro Sangue Lusitano**. Curso de Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal de Pelotas. 2012.

SILVA, M. V. **Taxa de recuperação embrionária e taxa de prenhez em equinos da raça quarto de milha em duas estações de monta de haras no município de Rolim de Moura-RO**. TCC (Bacharel em Medicina Veterinária) - Departamento de Medicina Veterinária, Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Rolim de Moura, p. 59. 2019.

SOBCZYNSKA, M. Genetic correlations between racing performance at different Racing distances in Thoroughbreds and Arab horses. **Journal of Animal Science**. Campaign. V.51. n.12. p. 523-528, 2006.

TOPPA, E. V. B.; JADOSKI, C. J. **O Uso dos Marcadores moleculares no melhoramento genético de plantas**. Scientia Agraria Paranaensis, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2013.



## HERPESVÍRUS BOVINO 4 (BHV-4): INFECÇÃO EM CÉLULAS EPITELIAIS DE GLÂNDULA MAMÁRIA BOVINA *IN VITRO*

### Letícia Colin Panegossi

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba, São Paulo-SP  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4416-3413>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6288357793412922>

### Tereza Cristina Cardoso

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba, São Paulo-SP  
ORCID: <http://lattes.cnpq.br/4272904699684196>  
Lattes: <https://orcid.org/0000-0003-1590-3897>

### Rafaela Vilar Constantini

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba, São Paulo-SP  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3535491067095290>

### Roberto Gameiro de Carvalho

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba, São Paulo-SP  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5431798684243196>

#### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

30/10/2021

Aceito em:

13/11/2021

Data de publicação:

16/11/2021

Palavras-chave:

BHV-4

Cultivo celular

Modelo *in vitro*

Mastite

#### RESUMO

O Herpesvírus Bovino 4 (BHV-4) pertence à família *Herpesviridae* e à subfamília *Gammaherpesvirinae*, sendo um dos agentes envolvidos em quadros de mastite. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de células epiteliais de glândula mamária bovina (MAC-T) após infecção *in vitro* com BHV-4. A suspensão viral permaneceu acondicionada em freezer até o momento da inoculação, e após o cultivo celular, foi realizada extração de DNA, análise da viabilidade celular por meio da técnica de MTT e titulação viral pelo método de Reed & Muench. As células da linhagem MAC-T apresentaram efeitos citopáticos em um período de 48h, evidenciados pela reação de Imunofluorescência Indireta. Foi observado um decréscimo de viabilidade celular 4h pós infecção (p.i.) ( $p < 0.005$ ), além de aumento do título viral ( $p < 0.005$ ) em relação ao grupo controle durante o intervalo considerado. A partir dos resultados, foi possível afirmar que as células apresentaram susceptibilidade ao BHV-4, constituindo-se, portanto, como modelos eficientes no estudo *in vitro* de infecções virais de glândula mamária bovina.

#### BOVINE HERPESVIRUS 4 (BHV-4): INFECTION IN BOVINE MAMMARY GLAND EPITHELIAL CELLS *IN VITRO*

#### ABSTRACT

Bovine Herpesvirus 4 (BHV-4) belongs to the *Herpesviridae* family and the *Gammaherpesvirinae* subfamily, being one of the agents

**Keywords:**

**BHV-4**

**Cell culture**

***In vitro* model**

**Mastitis**

involved in mastitis. The present study aimed to evaluate the response of bovine mammary gland epithelial cells (MAC-T) after *in vitro* infection with BHV-4. The viral suspension remained stored in a freezer until inoculation, and after cell culture, DNA extraction, cell viability analysis using the MTT technique and viral titration using the Reed & Muench method were performed. The MAC-T lineage cells showed cytopathic effects over a period of 48h, evidenced by the Indirect Immunofluorescence reaction. There was a decrease in cell viability 4h post infection (p.i.) ( $p < 0.005$ ), in addition to an increase in viral titer ( $p < 0.005$ ) in relation to the control group during the considered interval. From the results, it was possible to state that the cells were susceptible to BHV-4, constituting, therefore, efficient models in the *in vitro* study of viral infections of the bovine mammary gland.

## 1 INTRODUÇÃO

O Herpesvírus Bovino 4 (BHV-4) pertence à família *Herpesviridae*, à subfamília *Gammapherpesvirinae* e ao gênero *Rhadinovirus* (CHASTANT-MAILLARD, 2013). Assim como os demais herpesvírus, caracteriza-se pelo estabelecimento de latência em células do sistema imune e nervoso (EGYED & BARTHA, 1998), com episódios de reativação viral após situações de estresse e utilização de corticoesteroides (CHASTANT-MAILLARD, 2013). A capacidade de replicação do BHV-4 difere de outros gamaherpesvírus por não se restringir apenas a hospedeiros naturais, acometendo inúmeras espécies (GILLET et al., 2004). Na população bovina, o agente viral é preponderante (THIRY et al., 1997), e a infecção pode ocorrer em ampla variedade de células (DONOFRIO et al., 2002), incluindo as da glândula mamária.

Estudos realizados em uma propriedade de Fukushima, Japão, identificaram BHV-4 em tecido mamário, crostas e conteúdo abscedativo proveniente do leite. Amostras de soro coletadas antes e depois do surto foram analisadas pelo método de ELISA (Ensaio de Imunoabsorção Enzimática), e anticorpos contra o BHV-4 foram detectados em quatro de oito animais com mastite clínica, e em três animais assintomáticos para a enfermidade (IZUMI et al., 2006). Os autores concluem que o tropismo do vírus para o tecido mamário não é atributo comum; no entanto, considera-se pertinente a relação entre BHV-4 e quadros de mastite em condições de estimular uma infecção produtiva a partir do leite (IZUMI et al., 2006).

Neste sentido, o presente estudo visa avaliar os efeitos da infecção de células epiteliais de glândula mamária bovina da linhagem MAC-T com a suspensão viral de BHV-

4, gentilmente cedidas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), observando a cinética de efeitos citopáticos nos períodos de 4, 6, 12, 24 e 48h pós-infecção (p.i.).

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Local do experimento**

Laboratório de Virologia Animal e Cultivo Celular da Faculdade de Medicina Veterinária, UNESP, Câmpus de Araçatuba, SP.

### **2.2 Cultura celular**

Foi utilizada a linhagem celular MAC-T gentilmente cedida pela Prof. Adjunto Maria Aparecida Scatamburlo Moreira, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Laboratório de Doenças Bacterianas da UFV, MG. Para a realização dos experimentos, as células foram cultivadas na concentração de  $10^5$  células/ml, no volume de 5 ml, mantidas em meio de cultura DMEM (*Dulbecco's Modified Eagle's Medium*), suplementado com 10% de soro fetal bovino (Gibco BRL, New York, USA), L-glutamina (2 mM), glicose (4,5 g/L), bicarbonato de sódio (1,5 g/L), penicilina (0,5U/ml), estreptomicina (0,5 mg/ml) e incubadas à 37°C em atmosfera umidificada com 5% de CO<sub>2</sub>.

### **2.3 Infecção Experimental**

Foi utilizada a amostra de BHV4 (ATCC VR-631®) isolada de caso respiratório, gentilmente cedida pelo Prof. Eduardo Furtado Flores, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM - RS). A suspensão viral utilizada foi acondicionada em freezer a -86 °C até o momento do uso. A quantificação viral foi realizada de acordo com a técnica de TCID<sub>50</sub> (*Tissue Culture Infectious Dose*) descrita por Cardoso et al., (2007). As monocamadas de células foram infectadas com 1 ml do inóculo viral e o emprego de células não infectadas consistiu no controle negativo. Nos períodos de 4, 6, 12, 24 e 48h pós-infecção (p.i.) foram removidos o sobrenadante e as células infectadas e não infectadas para a realização das análises descritas a seguir. O emprego de células não infectadas consistiu no controle negativo.

## **2.4 Extração do DNA**

O DNA das amostras que foram submetidas às análises de detecção viral para o BHV4 foi extraído com o uso do Mini Kit PureLink™ Viral RNA/DNA (Invitrogen™, cat#12280-050), seguindo as recomendações do fabricante.

## **2.5 Viabilidade Celular e Titulação Viral**

A viabilidade celular foi analisada de acordo com a técnica de MTT e a titulação viral foi realizada pelo método de Reed & Muench, que inclui o sobrenadante e as monocamadas de células infectadas provenientes de placas de cultivo celular com 96 cavidades.

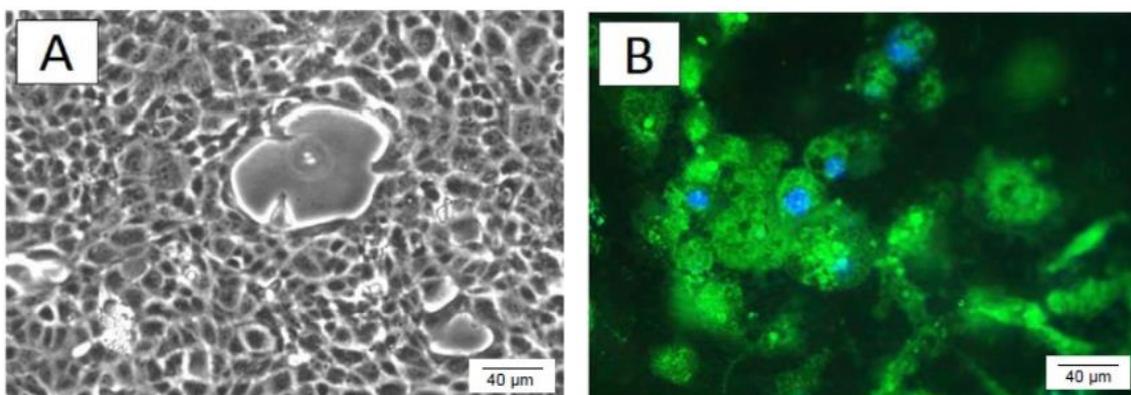
## **2.6 Análise Estatística**

A viabilidade celular foi analisada pela ANOVA seguida do teste *t* não pareado, sendo considerada diferença significativa para  $p < 0,05$ .

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No presente estudo, as células da linhagem MAC-T (Fig. 1A), após inoculação viral, apresentaram efeitos citopáticos em um período de 48h. A reação de Imunofluorescência Indireta foi utilizada para confirmar a infecção, sendo possível a marcação dos antígenos virais no citoplasma das células infectadas (Fig. 1B).

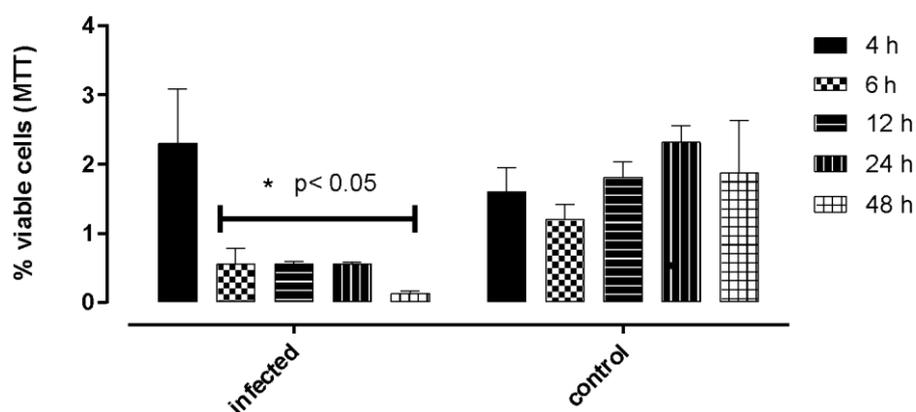
**Figura 1 - A)** Células MAC-T antes da infecção por BHV-4; **B)** Células MAC-T pós-infecção viral (48h) evidenciadas pela técnica de Imunofluorescência Indireta



Fonte: Autores, 2021.

Foi observado após a infecção das células MAC-T com BHV4 um decréscimo na viabilidade celular durante os p.i., como revela a Fig 2. ilustrada a seguir.

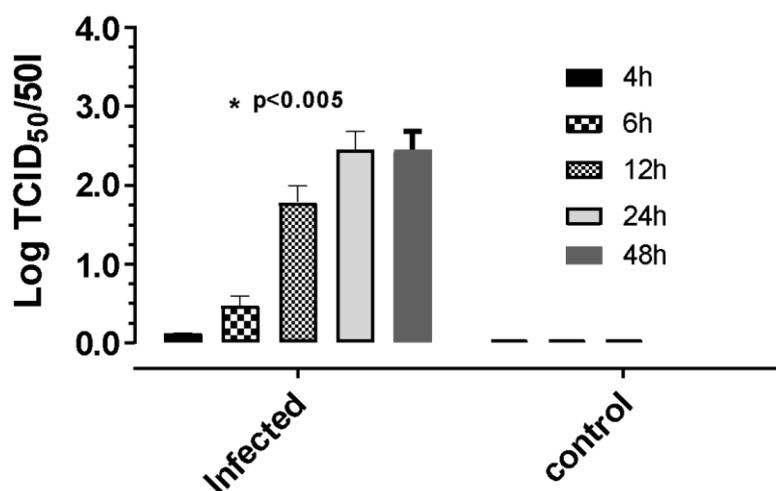
**Figura 2 -** Gráfico de barras ilustrando o comportamento de viabilidade celular durante os períodos pós-infecção pela técnica de MTT. Pode-se verificar que houve perda da viabilidade das células MAC-T após as 4h p.i. ( $p < 0.005$ ), com continuidade até 48h p.i. O grupo controle composto de células não infectadas não apresentou alteração significativa entre os períodos e dentro do mesmo grupo, mas houve diferença estatística em comparação ao grupo infectado ( $p < 0.005$ ).



Fonte: Autores, 2021.

A quantificação de partículas virais íntegras (titulação viral) liberadas durante o processo de p.i. está ilustrado na Fig. 3, revelando aumento do título ( $p < 0.005$ ) durante os p.i. em comparação ao grupo controle, que consistiu de células não infectadas.

**Figura 3** - Titulação viral realizada pelo método de Reed & Muench incluindo sobrenadante e monocamadas de células infectadas durante os p.i.



Fonte: Autores, 2021.

#### 4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados, conclui-se que as células da linhagem MAC-T foram susceptíveis ao BHV-4, sendo possível avaliar os efeitos citopáticos nos períodos p.i. estabelecidos. Dessa forma, é possível afirmar que se constituem como modelos eficientes no estudo *in vitro* das infecções virais de importância econômica na produção leiteira.

#### REFERÊNCIAS

CHASTANT-MAILLARD, S. Impact of bovine herpesvirus 4 (BoHV-4) on reproduction. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 62, n. 3, p. 245–251, 2013.

DONOFRIO, G., CAVIRANI, S., SIMONE, T., VAN SANTEN, V. L. Potential of bovine herpesvirus 4 as a gene delivery vector. **Journal of Virological Methods**, v. 101, n.1-2, p. 49-61, 2002.

EGYED, L., A. BARTHA. PCR studies on the potential sites for latency of BHV-4 in calves. **Veterinary Research Communications**, v. 22, p. 209–216, 1998.

GILLET, L., MINNER, F., DETRY, B., FARNIR, F., WILLEMS, L., LAMBOT, M., THIRY, E., PASTORET, P.P., SCHYNTS, F., VANDERPLASSCHEN, A. Investigation of the susceptibility of human cell lines to Bovine herpesvirus 4 infection: demonstration that human cells can support a nonpermissive persistent infection which protects them against tumor necrosis factor alpha-induced apoptosis. **Journal of Virology**, v. 78, n. 5, p. 2336–2347, 2004.

IZUMI, Y., TSUDUKU, S., MURAKAMI, K., TSUBOI, T., KONISHI, M., HARITANI, M., KAMIYOSHI, T., KIMURA, K., SENTSU, H. Characterization of bovine herpesvirus type 4 isolated from cattle with mastitis and subclinical infection by the virus among cattle. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 68, n. 2, p. 189-193, 2006.

THIRY, E., LOMONTE, P., VANDERPLASSCHEN, A., PASTORET, P. P. Bovine herpesvirus 4. Lymphotropic herpesviruses: Epstein-Barr virus and Human Herpesvirus 8. **IARC**, 70, 1997.



## PRINCIPAIS HELMINTOS EM MACACOS-PREGO (*SAPAJUS SPP.*): REVISÃO SISTEMÁTICA

**Felipe Kataoka**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba, São Paulo-SP  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2269341130699418>

### Informações sobre o

artigo:

Recebido em:

30/10/2021

Aceito em:

13/11/2021

Data de publicação:

16/11/2021

Palavras-chave:

Helminths

Primates

*Sapajus*

### RESUMO

Os helmintos são parasitos do sistema gastrointestinal, frequentemente citados na medicina veterinária como responsáveis por grandes perdas econômicas e alterações no bem-estar animal, podendo levar a alterações locais ou sistêmicas no hospedeiro além de predispor o mesmo a outras afecções devido a alterações secundárias como imunossupressão, anemia e infecções. Animais selvagens, como os primatas, são importantes hospedeiros de helmintos, sendo na maioria das vezes portadores assintomáticos e convivendo em harmonia com os mesmos. Porém, situações como estresse e doenças infecciosas podem desequilibrar essa relação tornando-os parasitos prejudiciais ao animal, podendo levar ao óbito. O nosso objetivo foi investigar quais os principais helmintos infectantes do macaco-prego (*Sapajus spp.*). Assim, foram selecionados quatro artigos, com o uso das plataformas digitais PubMed, Google Acadêmico, Portal Capes e Scielo como fontes de pesquisa, durante os meses de abril e maio de 2019. Após análise dos artigos em questão, concluiu-se que os principais parasitos infectantes compreendem os gêneros *Strongyloides sp.* e *Trichuris sp.*

### MAIN HELMINTHS IN CAPUCHIN MONKEYS (*SAPAJUS SPP.*): SYSTEMATIC REVIEW

#### ABSTRACT

Helminths are parasites of the gastrointestinal system frequently mentioned in veterinary medicine as responsible for large economic losses and changes in animal welfare, which may lead to local or systemic changes in the host besides predispose to other diseases due to secondary changes such as immunosuppression, anemia and diseases. Wild animals such as primates are important reservoirs of helminths, most often asymptomatic carriers and living in harmony with them, but situations such as stress and infectious diseases can unbalance this relationship making the parasites harmful to the animal, and can lead to death. The objective of this work was to evaluate the main infective helminths of the capuchin monkey (*Sapajus spp.*). Four articles were selected using the digital platforms PubMed, Google Scholar, Portal Capes and Scielo as source of research, during the months of April and May 2019. After analyzing the articles it was concluded that the

Keywords:

Helminths

Primates

*Sapajus*

main genera of infecting parasite comprise the genera *Strongyloides sp.* and *Trichuris sp.*, but more studies are needed on the subject in view of the scarcity of available works.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Os primatas representam a terceira maior ordem em termos de diversidade de exemplares dentre os mamíferos brasileiros, só sendo precedidos pelas Rodentia e Chiroptera, com um total de cinco famílias, dezenove gêneros (PAGLIA et al., 2012) e 439 espécies (ESTRADA et al., 2018).

Muito importantes na conservação, são considerados animais símbolos no que se refere a estrutura e função de um ecossistema, ao realizar a dispersão de sementes e frutos, ao exercer a função de presa na cadeia alimentar, ao ser predado por animais carnívoros como serpentes, aves de rapina e mamíferos, também podem atuar na predação de insetos, frutos e folhagens (LAURANCE, 2003).

Dentre os primatas do novo mundo, o macaco-prego se destaca por ocupar o maior fragmento territorial, podendo englobar do norte da Colômbia ao sul da Argentina, limitando-se longitudinalmente a Cordilheira dos Andes e ao oceano Atlântico (HILL, 1960). Visto sua capacidade adaptativa e dieta onívora, possui facilidade em habitar ambientes antropizados (ROCHA, 1992). Este animal pode ocupar os mais diversos biomas, desde as florestas neotropicais até o cerrado e caatinga e caracteriza-se também por ser bastante flexível com relação ao seu território, sendo capaz de permanecer em locais de apenas 12 hectares (BICCA-MARQUES et al., 2006). A nomenclatura de macacos-prego no geral é bastante discutida, porém atualmente aceita-se a substituição do gênero *Cebus* spp. por *Sapajus* spp. (RYLANDS et al., 2012).

O aumento da urbanização, da industrialização e do agronegócio intensifica a relação entre homens e animais silvestres, ocasionando a disseminação de zoonoses, o que é muito relevante em questões de saúde pública (CLEAVELAND et al., 2001; CORRÊA e PASSOS, 2001). Para que seja possível uma correta preservação desses animais na natureza, é necessário compreender suas características biológicas, seus agentes hostis, o *status* de sua população, entre outros fatores. Assim estima-se que, práticas como a caça, o comércio ilegal, o acometimento de doenças infecciosas humanas, a introdução de espécies invasoras e domésticas e principalmente o desmatamento e fragmentação florestal ocasionada pelo

avanço da agricultura, serão responsáveis pelo declínio de até 78% da população de primatas no Brasil até o fim do século (ESTRADA et al. 2018).

O parasitismo é uma interação irregular entre dois seres vivos na qual há alteração na homeostase do organismo complexo, sendo o mesmo caracterizado como hospedeiro, ocasionada por um ser inferior, o parasito (SZABÓ, 1991).

Dentre os parasitos, podemos citar o grupo dos helmintos, comumente encontrados em animais silvestres, que são responsáveis por infecções gastrointestinais o que leva a doenças com manifestações clínicas significativas e também à morte, principalmente em animais que já se encontram em quadro prévio de imunossupressão (DINIZ, 1997) ou ao comprometimento na higidez de seu hospedeiro, tornando-o mais vulnerável à predação e a pressões ambientais (SANTOS, 2008),

Importante observar que existe uma grande diversidade de agentes responsáveis por parasitar primatas não humanos. A maioria aparenta estar adaptada ao organismo do hospedeiro de forma que não provoque injúrias ao mesmo, havendo, porém, relatos de parasitos responsáveis por lesões significativas resultando até mesmo em óbitos (FRENKEL, 1988). O controle parasitário é extremamente necessário para que haja um correto bem-estar animal, principalmente em animais de cativeiro visto que os mesmos estão constantemente submetidos a situações de estresse, com conseqüente agravamento de infecções e queda na higidez do animal hospedeiro (CUBAS, 2006).

Atualmente há poucos dados e pesquisas disponíveis sobre a fauna helmintológica de primatas brasileiros, além da enorme diversidade de parasitos que ainda permanece desconhecida, demonstrando a maior necessidade de estudos e trocas de informações entre primatologistas, parasitologistas, biólogos e médicos veterinários para um trabalho em conjunto em prol do bem-estar e conservação dos primatas silvestres (SOLÓRZANO-GARCIA, 2018). Nesse contexto, nosso objetivo foi investigar quais os principais helmintos infectantes do macaco-prego (*Sapajus spp.*).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os levantamentos científicos foram realizados de maneira virtual, utilizando-se as plataformas: PubMed, Scielo, Google acadêmico e Portal Capes. A pesquisa dos artigos foi efetuada no período de abril a maio de 2019. As palavras-chaves empregadas foram: helminths, primates, *Cebus*, parasites. Como operador booleano utilizou-se AND. Para a

seleção dos artigos verificou-se inicialmente o título, resumo e materiais e métodos dos trabalhos em questão, de forma que se relacionassem com o tema proposto.

Posteriormente, foram selecionados os que incluíam espécies do gênero *Sapajus* spp. e exames coproparasitológicos para detecção de helmintos. Quatro artigos redigidos nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa foram selecionados, totalizando apenas quatro artigos, visto a escassez de trabalhos referentes ao assunto.

Os dados encontrados nos artigos em questão foram tabulados conforme o autor, data de publicação, tipo de estudo, nível de evidência e de acordo com os principais parasitos abordados. O nível de evidência foi baseado na escala de Medeiros & Stein (2002).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos processos de inclusão descritos anteriormente, foram selecionados quatro artigos científicos de forma a comporem a revisão sistemática em questão. Os resultados encontram-se na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1** – Síntese dos estudos sobre os principais helmintos encontrados em *Sapajus* spp. (Macaco-prego).

Autor (ano)	FREITAS et al. (2001)	BRANDÃO et al. (2009)	CORRÊA et al. (2016)	ALCÂNTARA et al. (2016)
Tipo de estudo	Observacional descritivo	Observacional descritivo	Observacional descritivo	Observacional descritivo
Nível de evidência	B	B	C	B
Achados	<i>Strongyloides</i> spp.	<i>Spirometra</i> spp.	<i>Dipetalonema</i> spp.	<i>Ancylostoma</i> spp.
	<i>Trichuris</i> spp.	<i>Trichuris</i> spp.	<i>Molineus</i> spp.	<i>Strongyloides</i> spp.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

As datas de publicações variaram de 2001 a 2016. Nestes trabalhos foi centralizada principalmente a região Nordeste, havendo também dados voltados a região Centro-oeste do país. Provavelmente devido ao aumento das ações antrópicas nessas regiões e consequente declínio populacional de animais selvagens, dentre eles o macaco-prego, houve maior necessidade de estudos visando a conservação dessas espécies. Os trabalhos foram provenientes de instituições de pesquisa como a FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz) e laboratórios de universidades federais brasileiras como a UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco) e a UFPI (Universidade Federal do Piauí), sendo que os artigos em questão possuem diversas autorias, elucidando a dificuldade na catalogação de dados suficientes para a realização de seus respectivos objetivos. A metodologia variou bastante

entre os trabalhos, desde a coleta de fezes até a preparação das amostras e seu método observacional.

Em um estudo foi avaliado o perfil coproparasitológico de mamíferos selvagens do “Parque Dois Irmãos”, reserva ambiental, parque e zoológico localizado em Recife, Pernambuco, Brasil. Os animais de cativeiro examinados compreendiam as ordens Artiodactyla, Carnivora, Perissodactyla, Rodentia e Primates, totalizando 62 animais, dentre os quais podemos encontrar 29 primatas, sendo deles 18 exemplares de *Cebus apella*. Deste modo, foram coletadas três amostras fecais frescas de cada animal, que constituíram então um “pool” de fezes. Posteriormente estas amostras foram enviadas ao laboratório de Parasitologia da UFRPE onde foram processadas pelas técnicas: Método direto; Sedimentação espontânea de Hoffmann e Método de flutuação de Willis com solução saturada de sacarose e com solução saturada de Cloreto de sódio. Assim, concluiu-se que houve uma incidência parasitária de 75,9% nos primatas (22/29) e constatou-se que haviam dois tipos de parasitos predominantes nos mesmos, que englobam os gêneros *Strongyloides* spp. e *Trichuris* spp. (FREITAS et al., 2001).

Em uma abordagem diferente em análise de fezes de animais de vida livre que foram coletadas em expedições no Parque Nacional Serra da Capivara, região localizada no Sudeste do Estado do Piauí, Brasil, foi investigado se houve translocação entre as faunas helmintológicas dos animais silvestres e dos animais domésticos que frequentavam a região e seus arredores. No total, foram coletadas fezes de sete espécies silvestres, dentre elas o *Cebus apella*, e duas domésticas. As amostras foram encaminhadas para o laboratório da FIOCRUZ onde foram primeiramente reidratadas com solução aquosa de fosfato trissódico a 0,5% durante 72 horas, em seguida foram conservadas em formol acético e sedimentadas pela técnica de sedimentação espontânea de Lutz, para posterior confecção de lâminas. A partir do total de amostras (72), foram elaboradas 10 lâminas para análise microscópica com identificação dos ovos por comparação da morfometria com outros descritos na literatura para a espécie em questão. Deste modo, foram descritos como morfotipos ovos que não puderam ser reconhecidos conforme a espécie, porém foram a partir de seus táxons, procurando-se sempre o menor táxon possível.

A identificação dos ovos ocorreu após verificação de características morfológicas como cor, formato, tamanho, espessura de casca e simetria de suas extremidades. Ao total, foram detectadas sete espécies de helmintos, com 29 morfotipos nos hospedeiros silvestres e 11 nos domésticos. Das 47 espécies e morfotipos encontrados, a maioria (80%) é de nematódeos, duas (4%) são de cestódeos, três (6%) de trematódeos e duas (4%) são de

acantocéfalos. Os exemplares de *C. apella* estudados apresentaram uma predominância de parasitos do filo Nematoda em suas fezes, com um total de dez ovos em quatro amostras, enquanto o filo Platyhelminthes apresentou nove ovos em quatro amostras. Os parasitos mais encontrados foram dos gêneros *Trichuris* spp. e *Spirometra* spp. (BRANDÃO et al., 2009).

O primeiro trabalho de catalogação de todos os helmintos de primatas silvestres brasileiros, com comparação dos achados da Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC) com a literatura, foi efetuado em setembro de 2016. No total foram utilizados 814 registros, sendo 406 amostras da CHIOC, listando ao final 50 espécies de helmintos associados a 46 espécies de primatas. Cerca de 60% dos parasitos encontrados são do Filo Nematoda, com aproximadamente 30 espécies relatadas. Também foi constatado que o helminto que parasita o maior número de primatas brasileiros é o nematodeo *Dipetalonema gracilis*. Os exemplares de *C. apella* citados apresentaram por sua vez os parasitos *Dipetalonema* spp. e *Molineus* spp. principalmente (CORRÊA et al., 2016).

Investigação sobre os principais parasitos presentes nas fezes de exemplares de *Cebus libidinosus* criados em cativeiro foi conduzida em um período de dois anos (2007-2009). Nesta pesquisa, foram utilizados 22 animais provenientes de apreensões pelo Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) dos estados do Piauí (PI) e Paraíba (PB), e Cipama (Companhia Independente de Policiamento Ambiental do Piauí), no Brasil. Estes animais faziam parte de um projeto de soltura organizado pelo Ibama-PI e eram mantidos sob quarentena no Cetas (Centro de Triagem de Animais Silvestres) do mesmo, em gaiolas individuais e identificados por meio de tatuagens na pele. As fezes foram coletadas de um dia para o outro com o auxílio de papel esterilizado colocado debaixo das gaiolas durante um período de quatro dias, sempre no início da manhã, com colheres plásticas e potes de vidro para armazenamento devidamente esterilizados, lacrados e identificados.

As técnicas de Hoffman e Willis foram utilizadas para o reconhecimento de ovos pesados e de ovos leves, respectivamente, além da realização da coprocultura para avaliar a presença de larvas de terceiro estágio (L3). Esta última técnica foi realizada em um pool de quatro grupos, cada um contendo cinco amostras para identificação dos parasitos, sendo que foram utilizados dois gramas de fezes em cada metodologia. Portanto, foram feitas quatro lâminas de cada amostra em cada método usado, com posterior observação no microscópio com a objetiva de 10x. Todas as amostras estavam infectadas com ovos dos gêneros *Strongyloides* spp. e/ou *Ancylostoma* spp. (ALCÂNTARA et al., 2016).

## 4 CONCLUSÃO

A partir da análise dos trabalhos em questão e de seus respectivos níveis de evidência, concluímos que os principais helmintos presentes em macacos-prego (*Sapajus* spp.) compreendem as Ordens *Strongyloides* spp. e *Trichuris* spp.

## REFERÊNCIAS

BICCA-MARQUES, J. C.; SILVA, V. M.; GOMES, D. F.; REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA I. P. Ordem Primates. **Mamíferos do Brasil**. CD-ROM. Londrina, Paraná, 2006.

CLEAVELAND, S.; LAURENSEN, M.K.; TAYLOR, L.H. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, London, n. 356, p. 991–999, 2001.

CORRÊA, S.H.R.; PASSOS, E.C. Wild animals and public health. In: FOWLER, M.E.; CUBAS, Z.S. Biology, medicine, and surgery of South American wild animals. **Ames: Iowa University Press**, p. 493-499, 2001.

CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens - Medicina Veterinária**. ROCA. v. 1, p. 734. São Paulo, 2006.

DINIZ, L. S. M. **Primates em cativeiro: Manejo e problemas veterinários: enfoque para espécies neotropicais** – São Paulo: Ícone. 1997.

ESTRADA, A.; GARBER, P. A.; MITTERMEIER, R.; WICH, S.; GOUVEIA, S.; DOBROVOLSKI, R.; NEKARIS, K. A. I.; NIJMAN, V.; RYLANDS, A. B.; MAISELS, F.; WILLIAMSON, E. A.; BICCA-MARQUES, J.; FUENTES, A.; JERUSALINSKY, L.; JOHNSON, S.; MELO, F. R.; OLIVEIRA, L.; SCHWITZER, C.; ROOS, C.; CHEYNE, S. M.; KIERULFF, M. C. M.; RAHARIVOLOLONA, B.; TALEBI, M.; RATSIMBAZAFY, J.; SUPRIATNA, J.; BOONRATANA, R.; WEDANA, M. & SETIAWAN, A. Primates in peril: The significance of Brazil, Madagascar, Indonesia and the Democratic Republic of the Congo for global primate conservation. **PeerJ**. v. 6, p. 1-57. jun. 2018.

FRENKEL, J. K. Pathophysiology of toxoplasmosis. **Parasitol. Today**, v. 4, n. 10, p. 273278, 1988.

HILL, W. C. O. **Primates; Comparative Anatomy and Taxonomy**. Edinburgh University Press, Edinburgh, v. 4, 1960.

LAURANCE, W. F. Foreword: **Primates as icons for conservation**. In: Primates, L. K. Marsh (ed.), pp. xi-xii. Kluwer Academic, New York, 2003.

PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B, RYLANDS, A.B., HERRMANN, G., AGUIAR, L.M.S., CHIARELLO, A.G., LEITE, Y.L.R., COSTA, L.P., SICILIANO, S., KIERULFF, M.C.M., MENDES, S.L., TAVARES, V.C., MITTERMEIER, R.A. & PATTON, J.L. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. 2ª ed. Belo Horizonte: **Conservation International**, Occasional paper nº 6, 76p, 2012.

ROCHA, V. J. Desenvolvimento de um método de manejo envolvendo um grupo de macacos-pregos (*Cebus apella*) em condição semi-selvagem no Horto Florestal da UEL, Londrina, Paraná. **Monografia (Zooecologia) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina**. Londrina, Paraná. 1992.

RYLANDS, A. B.; MITTERMEIER, R. A. & SILVA Jr, J. S. Neotropical primates: taxonomy and recently described species and subspecies. **Int. Zoo Yb.** v. 46, p. 11-24. Jan. 2012.

SANTOS, J. L. C. Parasitos de canídeos domésticos e silvestres da região do Parque Nacional da Serra do Cipó – Minas Gerais, Brasil. **Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2008

SOLÓRZANO-GARCÍA, B. & PÉREZ-PONCE DE LÉON, G.; Parasites of Neotropical Primates: A Review. **Internacional Journal of Primatology.** v. 39, p. 155-182. Apr. 2018.

SZABÓ, M. P. J. Aspectos da Imunopatologia Comparada em Cães, Hamsters e Cobaias a Carrapatos *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). 118 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental e Comparada), **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1991.



---

## JACARÉ-DE-PAPO-AMARELO (*Caiman latirostris*) COMO ESPÉCIE SENTINELA

### **Bruna Kassia Nunes Eleutério**

Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO), Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6780600249581226>

### **Eliziane Araújo da Páscoa**

Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO), Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2595761404306491>

### **Fernando Paulino Alvarenga**

Instituto de Ensino, Pesquisa e Preservação Ambiental Marcos Daniel (IMD), Projeto Caiman - Jacarés da Mata Atlântica, Vitória - ES  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0289323245261247>

### **Gabriel Gomes Dias**

Instituto de Ensino, Pesquisa e Preservação Ambiental Marcos Daniel (IMD), Projeto Caiman - Jacarés da Mata Atlântica, Vitória - ES  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4546773837161392>

### **Magida Thayane Araújo Aguiar**

Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO), Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5591333583797725>

### **Maria Iandra Barros de Oliveira**

Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO), Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8264316473877233>

### **Máyra Carvalho Petelinkar**

Universidade de Fortaleza (UNIFOR) - Centro de Ciências da Saúde, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5981111350891482>

### **Melanie Ferreira Leite Jacintho Rabello**

Universidade de Federal de Uberlândia - (UFU), Uberlândia - MG  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8079171297521892>

### **Thalita Gomes Honorato**

Centro Universitário Fametro (UNIFAMETRO), Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5271822880082188>

### **Victor Hugo Vieira Rodrigues**

Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), Centro de Saúde, Fortaleza - CE  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

<b>Informações sobre o artigo:</b>	<b>RESUMO</b> O Brasil conta com inúmeras espécies em sua fauna que atuam sinalizando para o meio ambiente sobre o impacto de alguns agentes infecciosos, contaminantes e poluentes que contribuem negativamente para saúde do ecossistema no qual habitam, assim como também ameaçam a saúde humana. O jacaré-de-papo-amarelo ( <i>Caiman latirostris</i> ) faz parte do grupo dos crocodilianos e é considerado um animal topo de cadeia, sendo responsável pela manutenção de boa parte do equilíbrio ecossistêmico que habita, agindo como uma importante espécie sentinela. Desta forma, objetivou-se neste trabalho realizar uma revisão bibliográfica com levantamento de pesquisas e trabalhos sobre importância ecológica da espécie <i>Caiman latirostris</i> como espécie sentinela
<b>Recebido em:</b> 11/11/2021	
<b>Aceito em:</b> 13/11/2021	
<b>Data de publicação:</b> 16/11/2021	
<b>Palavras-chave:</b> Crocodilianos Contaminação Conservação	

### *Caiman latirostris* AS A SENTINAL SPECIES

#### ABSTRACT

<b>Keywords:</b> Crocodilians Contamination Conservation	Brazil has many species in its fauna that signal the environment about the impact of some infectious agents, contaminants and pollutants that negatively contribute to the health of the ecosystem in which they live, and also threaten human health. The <i>Caiman latirostris</i> is part of the group of crocodilians and is considered a top-of-the-range animal, being responsible for maintaining a good part of the ecosystem balance it inhabits, acting as an importante sentinel species. The objective of this work was to carry out a bibliographical review with a survey of researches and works on the ecological importance of the species <i>Caiman latirostris</i> as a sentinel species.
---	--

## 1 INTRODUÇÃO

São inúmeras as ordens, famílias e espécies que caracterizam a taxonomia dos animais que encontramos ao decorrer das décadas. Como destaque, têm-se os crocodilos, que são importantes quando diz respeito à evolução e desenvolvimento. São répteis predadores e semiaquáticos pertencentes à Ordem Crocodylia, a qual abriga crocodilos, jacarés e gaviais. Apresentam corpo alongado, coberto por escamas e uma couraça formada

por osteodermos (placas ósseas de origem dérmica). Possuem quatro membros proporcionalmente curtos, uma cauda longa e forte, importante para a defesa e locomoção dos mesmos. Além disso, apresentam a membrana nictitante que auxilia a visão embaixo da água. Sua maturidade é tardia e a vida reprodutiva prolongada. (THORBJARNARSON, 1996).

No Brasil, temos a maior biodiversidade mundial de crocodilianos, mas apenas os jacarés são encontrados no país, dos quais são conhecidas atualmente seis espécies: *Caiman crocodilus*, *Caiman yacare*, *Caiman latirostris*, *Paleosuchus palpebrosus*, *Paleosuchus trigonatus* e *Melanosuchus niger* (COSTA e BÉRNILS, 2019). Dentre eles, o *C. latirostris*, popularmente conhecido por jacaré-de-papo-amarelo, desempenha um importante papel no controle biológico de outras espécies, realizando o controle das suas presas, contribuindo para a eliminação de animais velhos e doentes, o que mantém populações mais saudáveis; e garante o bom funcionamento do ecossistema, principalmente para a não proliferação de patógenos (NÓBREGA, 2017).

Sabe-se que com relação a animais topo de cadeia, uma enorme diversidade de outras espécies também se beneficia com os hábitos desses indivíduos, incluindo o ser humano (PASSOS et al., 2014). A *One Health*, conhecida no Brasil como Saúde Única, engloba o conceito de que a saúde do meio ambiente, dos animais e dos seres humanos estão interligadas (ZINSSTAG, SCHELLING e TANNER, 2011). Com base nisso, quando nos referimos aos jacarés, mais precisamente ao *C. latirostris*, o conceito de espécie sentinela ganha mais força, pois quando associado ao de saúde única se refere a animais que apresentam doenças resultantes de um desequilíbrio ambiental (TABOR e AGUIRRE, 2004).

Por ser um animal envolvido em estratificados níveis tróficos, expostos à diferentes tipos de contaminantes, como a bioacumulação por metais pesados (RAINWATER et al., 2007), ocupam uma importante posição na cadeia ecológica, influenciando diretamente as populações de animais co-existentis (POLETTA et al., 2008). Além disso, estes assumem um desempenho crucial como reservatório de algumas doenças de caráter zoonótico, como a salmonelose (SAKAGUCHI, NEVAREZ e DEL PIERO, 2017) e de importância antrópica, como a leptospirose (NÓBREGA et al., 2019).

## 2 QUEM SÃO OS JACARÉS-DE-PAPO-AMARELO?

O nome *Caiman latirostris* (Figura 1), tem como significado rostro largo, característica peculiar e diferente dos demais crocodilianos: a largura do seu focinho (PIÑA, 2007; LARRIERA, 2011; COUTINHO *et al.*, 2013). O jacaré-de-papo-amarelo é representante da Subclasse Archosauria, Ordem Crocodylia, Família Crocodylidae, Sub-família Alligatoridae (RUEDA-ALNIBACID *et al.*, 2007; LUZ, 2012). A espécie se distribui além das fronteiras do Brasil, estando presente também na Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia (CUBAS, 2017), ocorrendo apenas na América do Sul (IUCN, 2019).

**Figura 1** - Indivíduo jovem de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) no Parque da Vale, Vitória/ES



**Fonte:** Leonardo Merçon - Projeto Caiman.

O nome *Caiman latirostris*, tem como significado rostro largo, característica peculiar e diferente dos demais crocodilianos: a largura do seu focinho. (PIÑA, 2007; LARRIERA, 2011; COUTINHO *et al.*, 2013). O jacaré-de-papo-amarelo é representante da Subclasse Archosauria, Ordem Crocodylia, Família Crocodylidae, Sub-família Alligatoridae (RUEDA-ALNIBACID *et al.*, 2007; LUZ, 2012). A espécie se distribui além das fronteiras do Brasil,

estando presente também na Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia (CUBAS, 2017), ocorrendo apenas na América do Sul. (IUCN, 2019).

Segundo Coutinho *et al.* (2013), estima-se que mais de 70% da sua distribuição mundial encontra-se em território brasileiro, sendo no Brasil o bioma Mata Atlântica de predileção. Encontra-se nas latitudes mais ao sul da linha do Equador, e em altitudes de até 800 metros (VERDADE *et al.*, 2010). Embora a espécie já tenha sido incluída na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (IBAMA, 1989), atualmente é classificada como Menos Preocupante (LC), tanto pela IUCN Red List (IUCN, 2019), como pelo ICMBio (2018) e pelo Estado de São Paulo (BRESSAN *et al.*, 2009). Porém, nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro encontra-se em Perigo de Extinção (EN) (BERGALLO *et al.*, 2000; FRAGA *et al.*, 2019).

Trata-se de uma espécie dependente do meio externo, sendo o seu metabolismo e determinação sexual associados à temperatura do ambiente em que vivem (RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007). O jacaré-de-papo-amarelo é considerado de porte médio, medindo entre 1,5 e 2 metros quando adultos, podendo os machos atingirem até 3,5 metros e as fêmeas 1,5 metros. (VERDADE, 2010). A espécie apresenta aspectos reprodutivos complexos com importantes fases para alcançar o sucesso, como a preparação do reprodutor e do local, busca do material para a formação dos ninhos, período de incubação e eclosão dos ovos (SARKIS-GONÇALVES, 2001; CUBAS, 2017; MERCON *et al.*, 2019). Estes animais precisam de ambientes aquáticos para que consigam se reproduzir, por isto é tão importante para a conservação da espécie que sejam conservadas as coleções de águas, como rios e lagos. Já que a cópula desses animais acontece na água (VERDADE *et al.*, 2010; BARRETO-LIMA *et al.*, 2021).

O ninho é construído pela fêmea em terra ou como ninhos flutuantes, sobre tapetes de vegetação utilizando folhas, galhos, materiais em decomposição, montes de terra e até mesmo porções de lixo em áreas muito poluídas, onde são utilizados locais como aterros, lixões e terrenos baldios (CAMPOS e MOURÃO, 1995; COUTINHO *et al.*, 2013; ELEUTÉRIO *et al.*, 2021). Em uma análise de Verdade (1995), foi observado o comportamento materno de proteção do ninho contra predadores e os cuidados parentais sendo frequentemente realizados pela mãe (mais de 94% das fêmeas exibiram estes comportamentos), este afirmou que o resultado é compatível com os observados nos crocodilianos em estudos desde 1961.

Larriera *et al.* (2011) afirma que *C.latirostris* tem a frequência do seu período reprodutivo determinada pelo clima. A quantidade de ovos também é variável, entre 18 e 50

unidades, tendo relato de ninhos compartilhados por mais de uma fêmea com até 129 ovos (LARRIERA, 2002). O tamanho da fêmea também determina a quantidade de ovos e o tamanho dos filhotes, que nascem entre 65 a 90 dias e medem de 25 a 30 centímetros (MERCÓN *et al.*, 2019). Os filhotes conseguem vocalizar ainda no interior dos ovos, para que a mãe os auxilie, caso tenham dificuldade para romper a casca do ovo (LEE, 1968). Uma importante estrutura se apresenta na região de rostro auxiliando no rompimento da casca do ovo, um falso dente chamado “dente de ovo” (CUBAS, 2017).

A dieta destes animais é bastante variada, conta com presas pequenas quando jovens, como insetos, crustáceos e moluscos, até presas maiores quando adultos, como peixes, répteis, aves e mamíferos. (VERDADE *et al.*, 2010; COUTINHO *et al.*, 2013; BASSET, 2016). Quando filhotes, são mais susceptíveis à predação por indivíduos de outras espécies ou até entre animais maiores da mesma espécie, fazendo parte da teia alimentar em vários níveis tróficos, atuando tanto como predador, quanto como presa (COUTINHO *et al.*, 2013; NÓBREGA *et al.*, 2017).

### **3 O QUE É UMA ESPÉCIE SENTINELA?**

O conceito de espécie sentinela vem crescendo na medicina veterinária e na biologia da conservação, pois estas espécies têm papel fundamental no ecossistema, sinalizando alterações no meio ambiente (DEEN *et al.*, 2001; AGUIRRE *et al.*, 2002). Segundo Nossa (2018) as espécies sentinelas são os seres não humanos, que têm a capacidade de entrar em contato com uma substância de poder contaminante antes que o ser humano tenha contato com a mesma, possuindo, dessa forma, uma função de revelar os efeitos que substâncias ou agentes infecciosos tenham sobre a saúde humana.

Além das espécies sentinelas, ainda há o conceito de espécies bioindicadoras, esses dois termos são complementares, sendo o primeiro mais abrangente, já que os bioindicadores podem ser parte de avaliações de espécies sentinelas, sendo estas responsáveis por avaliar parâmetros de contaminação, inter-relações ecológicas e o papel no ecossistema. Sendo assim, os crocodilianos podem ser considerados parte de ambos os conceitos (BARRETO-LIMA *et al.*, 2021), consistindo em animais fundamentais para o equilíbrio do ecossistema, pois tem influência na cadeia alimentar de diversas formas, controlando a população de inúmeras espécies (RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007).

#### 4 JACARÉ-DE-PAPO-AMARELO COMO ESPÉCIE SENTINELA

Devido à sua posição no topo da cadeia alimentar, o jacaré-de-papo-amarelo presta consideráveis funções nos serviços ecossistêmicos (FREITAS FILHO, 2007; ELEUTÉRIO *et al.*, 2021). Inseridos em um grande ciclo biológico, auxiliam na manutenção de um ambiente saudável e equilibrado, fazendo o controle de muitas espécies com a predação natural destas, nutrindo os ambientes aquáticos com rica matéria orgânica retida em suas fezes e servindo de sinalizador ambiental do ecossistema (CUBAS, 2017; MERCON, 2019) (Figura 2).

**Figura 2** - Fêmea adulta de *Caiman latirostris* com seus filhotes no Parque da Vale, Vitória/ES



**Fonte:** Leonardo Merçon - Projeto Caiman.

Devido à sua posição no topo da cadeia alimentar, o jacaré-de-papo-amarelo presta consideráveis funções nos serviços ecossistêmicos (FREITAS FILHO, 2007; ELEUTÉRIO *et al.*, 2021). Inseridos em um grande ciclo biológico, auxiliam na manutenção de um ambiente saudável e equilibrado, fazendo o controle de muitas espécies com a predação natural destas, nutrindo os ambientes aquáticos com rica matéria orgânica retida em suas fezes e servindo de sinalizador ambiental do ecossistema (CUBAS, 2017; MERCON, 2019).

Envolvidos em diferentes níveis tróficos da cadeia (FREITAS FILHO, 2013), estes animais apresentam uma importante variação da sua alimentação ao longo do seu desenvolvimento, o que influencia diretamente nas populações de outras espécies (COUTINHO, 2013; BASSET, 2016). Segundo Nossa *et al.* (2020), essa mudança na alimentação, à medida que crescem, promove um equilíbrio das populações de presas. Essa diversificação na alimentação adiciona uma importante função ecológica para o *C. latirostris*, o controle biológico de espécies que podem albergar parasitos que oferecem riscos à saúde de animais e à saúde humana (RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007; COUTINHO, 2013; BASSET, 2016).

Sabendo-se que entre as espécies de invertebrados, os moluscos são importantes componentes da dieta em todos os estágios de vida. Uma atividade crucial é o controle destes indivíduos que são considerados disseminadores de doenças, como esquistossomose, provocada pelo parasita *Schistosoma mansoni* que infecta caramujos do gênero *Biomphalaria* (COUTINHO, 2013; NÓBREGA, 2017).

Com o desmatamento e a redução dos ambientes naturais, observa-se uma proximidade dos jacarés com áreas urbanas (Figuras 3 e 4). Essa ocupação ocorre principalmente em áreas de elevado nível de degradação ambiental, com presença de contaminantes, lixo e fauna sinantrópica, é um risco tanto para os crocodilianos quanto para a população humana e animais domésticos (CUPUL-MAGANÃ *et al.*, 2005; FREITAS FILHO, 2009; BASSET, 2016). A contaminação do ser humano com os agentes infecciosos e parasitários dos crocodilianos, pode ocorrer por ingestão de carne de animais caçados, ou por contato direto com os ninhos (BÉRNILS *et al.*, 2019).

Além disso em regiões urbanizadas, os jacarés podem adotar um comportamento sinantrópico facultativo e/ou permanente, predando a fauna local e, conseqüentemente, se contaminam com diversos agentes infecciosos, entre eles a *Leptospira* sp, bactéria que apresenta ampla distribuição cosmopolita (EVANGELISTA, 2010; NOSSA, 2020). Os principais reservatórios de leptospira são os roedores, que albergam a bactéria a nível renal por grandes períodos e a liberam pela urina (CARRIJO, 2012). O contágio acontece de forma indireta, por exposição à água, vegetação contaminada ou solo úmido de urina contaminada; ou direta, por ingestão de animais carreadores da bactéria (ETTINGER e FELDEMAN, 2004). Paz (2019), detectou por via de teste molecular, a presença da *Leptospira* spp, confirmada em indivíduos de *C. latirostris* em cativeiro no Brasil, e de vida livre e cativos também na Argentina (BAUSO *et al.*, 2020).

**Figura 3** - Medição de ninho de *Caiman latirostris* encontrado durante monitoramento de campo em área industrial de Serra/ES



Fonte: Ms. M. V. Paulo Quadros - Projeto Caiman.

**Figura 4** - Ninho de *Caiman latirostris* em área industrial de Serra/ES.



Fonte: Ms. M. V. Paulo Quadros - Projeto Caiman.

Dada a atual situação do desmatamento que aflige a área de ocupação do jacaré-de-papo-amarelo, a presença do lixo reúne muito mais que fatores infecciosos, mas também contaminantes originados do mesmo (Figuras 5 e 6) (PRIMACK & RODRIGUES, 2001; SILVA, 2005). Segundo Nossa (2018), um importante disruptor endócrino pode ser encontrado em pesticidas agroquímicos e em alguns plásticos, o Bisfenol A (BPA). Esse agente afeta diretamente o desempenho dos esteróides sexuais, alterando nos crocodilianos os níveis de estrogênio e testosterona, resultando no baixo sucesso reprodutivo desses animais (NOGUEIRA, 2003; BESERRA, 2012; NEUTEAGEM, 2018).

**Figura 5** - Indivíduo macho disputa espaço com o lixo no Canal das Tachas, no Recreio dos Bandeirantes



**Fonte:** Instituto Jacaré, RJ.

**Figura 6** - Indivíduo macho de *Caiman latirostris* no Canal das Tachas, no Recreio dos Bandeirantes



Fonte: Instituto Jacaré, RJ.

Os crocodilianos são considerados espécies bioindicadoras (BARRETO-LIMA *et al.*, 2021), devido ao intrínseco histórico com áreas afetadas, na relação com doenças bastante conhecidas, como a salmonelose (SAKAGUCHI, NEVAREZ e DEL PIERO, 2017), leptospirose, contaminação por metais pesados (RAINWATER *et al.*, 2007) e até mesmo antibióticos (NÓBREGA *et al.*, 2019). Estudos recentes (POLETTA, 2008; FREITAS-FILHO *et al.*, 2009; FREITAS-FILHO, 2013 ) realizados com a espécie *C. latirostris* apresentam o jacaré como um importante controlador do sistema no qual está inserido, sinalizando desequilíbrios ambientais por contaminação de lixo, metais e desmatamento (POLETTA *et al.*, 2008). Dessa forma, sua ausência, pode acarretar em um desmoronamento de todo um ciclo na cadeia alimentar, favorecendo o crescimento populacional de espécies oportunistas, desregulando o equilíbrio ecológico (MERCÓN *et al.*, 2019).

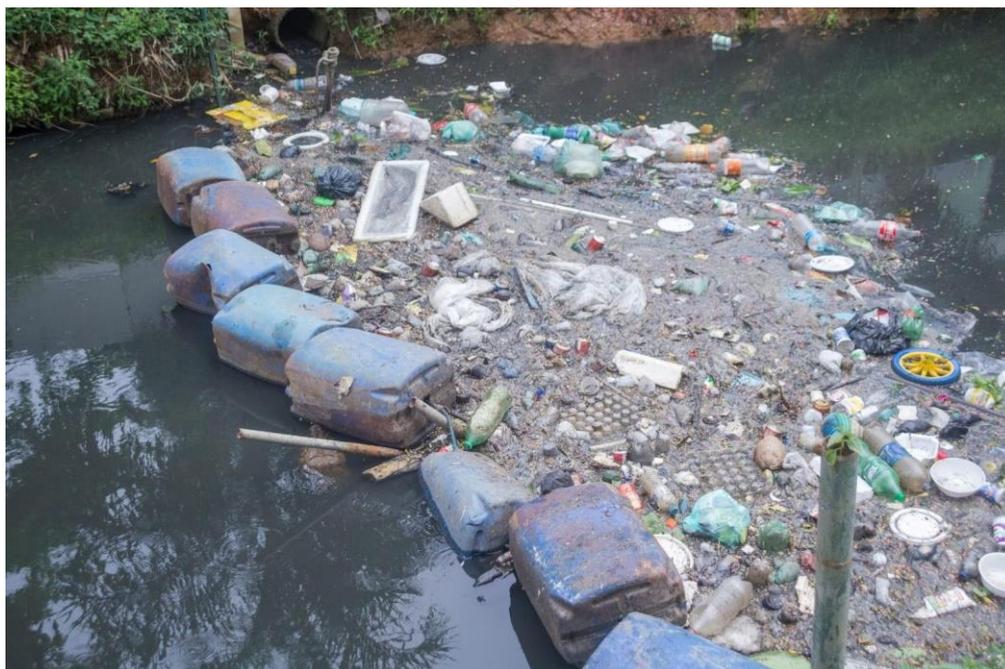
## 5 AMEAÇAS

A urbanização teve grande efeito sobre a biodiversidade, afetando direta e negativamente diversas espécies (Figura 7) (GUETTÉ *et al.*, 2017), podendo ocasionar desequilíbrio no ecossistema, acarretando fatores estressantes como doenças, instabilidade à

cadeia trófica e danos para a fauna e a flora (NAVA, 2008). Na Mata Atlântica, a fragmentação de habitats, contaminação de fauna, caça e introdução de espécies exóticas são obstáculos para a conservação (MITTERMEIR *et al.*, 2004; BASSET, 2016). De acordo com Villela (2014), o *C. latirostris* apresenta a situação mais complexa no que diz respeito à conservação da espécie, entre os crocodilianos brasileiros.

O aumento desses animais em áreas urbanas favorece o diversos riscos, como de serem atropelados em vias públicas ou mortos por moradores locais (BARRETO-LIMA *et al.*, 2021); entrarem em contato com água poluída, que acarreta no desequilíbrio na fisiologia dos seres e propicia o aparecimento de doenças (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; SILVA, 2005; MANGINI e SILVA, 2006); e estarem suscetíveis a caças furtivas, que são caças ilegais que compromete a conservação da espécie (FRAGA *et al.*, 2019).

**Figura 7** - Lixo no Canal das Tachas, no Recreio dos Bandeirantes



**Fonte:** Instituto Jacaré, RJ.

A urbanização teve grande efeito sobre a biodiversidade, afetando direta e negativamente diversas espécies (GUETTÉ *et al.*, 2017), podendo ocasionar desequilíbrio no ecossistema, acarretando fatores estressantes como doenças, instabilidade à cadeia trófica e danos para a fauna e a flora (NAVA, 2008). Na Mata Atlântica, a fragmentação de habitats, contaminação de fauna, caça e introdução de espécies exóticas são obstáculos para a

conservação (MITTERMEIR *et al.*, 2004; BASSET, 2016). De acordo com Villela (2014), o *C. latirostris* apresenta a situação mais complexa no que diz respeito à conservação da espécie, entre os crocodilianos brasileiros.

O aumento desses animais em áreas urbanas favorece o diversos riscos, como de serem atropelados em vias públicas ou mortos por moradores locais (BARRETO-LIMA *et al.*, 2021); entrarem em contato com água poluída, que acarreta no desequilíbrio na fisiologia dos seres e propicia o aparecimento de doenças (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; SILVA, 2005; MANGINI e SILVA, 2006); e estarem suscetíveis a caças furtivas, que são caças ilegais que compromete a conservação da espécie (FRAGA *et al.*, 2019).

## 6 AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO

### 6.1 A educação ambiental como ferramenta na conservação

Além das pesquisas e ações diretas relacionadas na conservação da natureza e sua biodiversidade, a educação ambiental é uma importante ferramenta utilizada em atividades em prol da conservação, sobretudo associada às ações de projetos que surgem como interface direta entre a sociedade e seus conflitos socioambientais (LAYRARGUES, 2000). A educação ambiental é o processo pelo qual indivíduos constroem valores e competências voltadas para a conservação da natureza (BRASIL, 1999).

Observa-se que há uma percepção ruim sobre os crocodilianos no imaginário coletivo. Muito disso se dá ao fato da retratação dos jacarés em filmes e desenhos como vilões, agressivos, sempre inimigos do homem (NÓBREGA e SANTOS, 2017). Os projetos de conservação dos jacaré-de-papo-amarelo, Projeto Caiman (ES), Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR) - Projeto Jacaré (PE) e o Instituto Jacaré (RJ), visam desconstruir essa compreensão errônea através da educação ambiental em escolas espaços formais e não-formais de ensino, sempre levando ao público a real importância ecológica desses animais e suas interações ecossistêmicas, mostrando a relevância do equilíbrio ecológico para a sociedade e de como os crocodilianos no geral são imprescindíveis para a saúde única (Figuras 8, 9, 10, 11 e 12) (BARRETO-LIMA *et al.*, 2021).

**Figura 8** - Crianças observam peças anatômicas de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em ação de educação ambiental



Fonte: Gabriel Gomes Dias - Projeto Caiman.

**Figura 9** - Ação de educação ambiental com crianças realizada por pesquisadores do Projeto Caiman



Fonte: Leonardo Merçon - Projeto Caiman.

**Figura 10** - Ação de sensibilização com crianças realizada por pesquisadores do Projeto Caiman



Fonte: Leonardo Merçon - Projeto Caiman.

**Figura 11** - Pesquisador do Instituto Jacaré apresenta às crianças um indivíduo jovem da espécie *Caiman latirostris*



Fonte: Instituto Jacaré (RJ) e LIAR - Projeto Jacaré (PE).

**Figura 12** - Ação de educação ambiental realizada no carnaval de Recife/PE em 2019 pelo LIAR - Projeto Jacaré



Fonte: Instituto Jacaré (RJ) e LIAR - Projeto Jacaré (PE).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho objetivou-se conhecer e abordar a importância ecológica do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) como importante exemplo de espécie sentinela, nos alertando sobre possíveis problemas ambientais que estejam ocorrendo na região de sua atuação, além de discutir sobre os entraves que a espécie enfrenta, sendo as ações antrópicas as principais causas de ameaça. As populações de *Caiman latirostris*, encontram-se fragmentadas por exercício da intensa ação antrópica, com habitats naturais igualmente divididos, ação da caça ilegal, mudanças climáticas e poluição dos ambientes aquáticos, que acarretam diretamente em um importante desequilíbrio ecológico, populacional e fisiológico nas populações remanescentes.

Com os impactos impostos às populações jacaré-de-papo-amarelo, assim como para outras espécies silvestres, notou-se um importante declínio de crocodilianos, inclusive em áreas de ocorrência natural, contribuindo diretamente para um déficit dos serviços ecossistêmicos prestados pela espécie. Com isso, conclui-se que o conhecimento acerca da importância funcional do *Caiman latirostris* como espécie sentinela e bandeira, amplifica a proteção e ação da conservação para além de uma única espécie.

Sabendo que estudos sobre os parâmetros de saúde de espécies “marginais” aos ambientes humanos, como é o caso do jacaré-de-papo-amarelo, é um determinante fator de pesquisa para epizootias e estudos de saúde única. Desse modo, é de extrema importância entender as mudanças sofridas pela espécie e a repercussão no cenário biológico, isso contribui diretamente com a saúde de ecossistemas e conseqüentemente com a saúde humana.

## 8 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Projeto Caiman, Instituto Jacaré e LIAR - Projeto Jacaré, pelas imagens que muito contribuí com esse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. A. Conservation Medicine Ecological Health in Practice. New York: Oxford University Press, 1a. ed., p. 432, 2002.
- BARRETO-LIMA, A. F.; SANTOS, M. R. de D.; NÓBREGA, Y. C. Tratado de Crocodilianos do Brasil. 1ª ed. Vitória, ES: Instituto Marcos Daniel, 2021.
- BASSET, L.A.B. Estudo sanitário do jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em paisagens antropizadas no Estado de São Paulo. 2016. 17- 20 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.
- BAUSO, J.; SIMONCINI, M. S.; CHIANI, Y.; SCHMELING, M. F.; LARRIERA, A.; VANASCO, N. B.; PIÑA, C. I. Presence of *Lepstospira* spp. in *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae) populations in Santa Fe, Argentina, PUMBED, v. 5, n.8, 2020.
- BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S. O Status atual da fauna do Estado do Rio de Janeiro: Considerações finais. A Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro. 1 ed. Rio de Janeiro: EDUERJ, v. 1, p. 145-150, 2000.
- BÉRNILS, R. S.; CASTRO, T. M.; ALMEIDA, P. A.; ARGOLO, J. A. S.; OLIVEIRA, J.; SILVA-SOARES, T.; NÓBREGA, Y. C. Répteis ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito. 1a. ed. Santa Teresa: Instituto Nacional da Mata Atlântica, p. 270-293, 2019.
- BESERRA, M. R.; SCHIAVINI, J. de A.; RODRIGUES, W. C.; PEREIRA, C. de S. S. O Bisfenol A: sua utilização e a atual polêmica em relação aos possíveis danos à saúde humana. Revista Eletrônica TECCEN, v. 5, n. 1, pág. 37-46, 2012.
- BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei 9795/99.
- BRESSAN, P. M., KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados, Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo/SP, 2009.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. *Caiman latirostris* (broad-snouted caiman) nesting. Herpetological Review, v. 26, p. 203-204, 1995.
- CARRIJO, K. de F.; do NASCIMENTO, E. R.; MORÉS N.; MORÉS, M. A. Z.; de ALMEIDA, L. P.; TORTELLY, R. *Leptospira* spp. em rins de suínos abatidos sob inspeção sanitária: potencial risco de transmissão a trabalhadores de matadouro frigorífico. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v.34, n. 4, p.279-282, 2012.
- COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S.; Herpetologia brasileira, Brazilian reptiles–List of species. v.1, n.7, p.11-57, 2018. 215, 2018.
- COU TINHO M. E.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETI, L.; de MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação

do risco de extinção do jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. Biodiversidade Brasileira. v. 3, n. 1, p. 13 - 20, 2013.

CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. Conservação e Bem-estar Animal. 2º ed. São Paulo. Roca, p. 25, 2017.

CUPUL-MAGAÑA, F. G.; RUBIO-DELGADO, A.; REYES-JUÁREZ, A. La mordida del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) ¿es potencialmente séptica?, Revista Biomédica, v.16, n.1, p.65-67, 2005.

DEEN, S. L.; KARESH, W. B.; WEISMAN, W. Putting theory into practice: wildlife health in conservation. Conservation Biology, v. 15, n. 5, p. 24-33, 2001.

ELEUTÉRIO, B. K. N.; HONORATO, T. G.; LIMA, G. C. C.; AGUIAR, M. T. A.; PETELINKAR, M. C.; ALVARENGA, F. P.; RABELLO, M. F. L. J.; RODRIGUES, V. H. V. Aspecto Reprodutivo do Jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*). Atualidades e Fundamentos em Reprodução e Desenvolvimento, 2021.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2017. Conheça o jacaré-de-papo-amarelo. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/busca-de-noticias?p\\_p\\_id=buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=p\\_op\\_up&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_groupId=1354999&\\_buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_articleId=25725860&\\_buscanoticia\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_viewMode=print](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias?p_p_id=buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=p_op_up&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_groupId=1354999&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_articleId=25725860&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_viewMode=print)> Acesso em: 23 de outubro de 2021

ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato. afecções do estômago. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 1583-1614, 2004.

EVANGELISTA, K. V.; COBURN, J. Leptospira como um patógeno emergente: uma revisão de sua biologia, patogênese e respostas imunes do hospedeiro. Microbiologia do futuro , v. 5, n. 9, pág. 1413-1425, 2010.

FRAGA, C. N. de.; FORMIGONI, M. de H.; CHAVES F. G. Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. Santa Teresa, ES: Instituto Nacional da Mata Atlântica, p. 432, 2019.

FREITAS FILHO, R. F. Ecologia do jacaré de papo amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) em ambiente urbano no município do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, 2013.

FREITAS-FILHO, R. F.; PIÑA, C. I.; MOULTON, T. P. Our hidden enemy” and the irrational fear of Crocodylians. Crocodile Specialist Newsletter, v. 28, n. 1, p. 8-9, 2009.

FREITAS-FILHO, RF Dieta e Avaliação de Contaminação Mercurial no Jacaré-de-Papo-Amarelo, *Caiman latirostris*, Daudin 1802, (Crocodylia, Alligatoridae) em Dois Parques Naturais no Município do Rio de Janeiro, Brasil. Tese de mestrado não publicada, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

FUSCO-COSTA, R.; CASTELLANI, T. T.; TOMÁS, W. M. Abundância e locais de ocorrência do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Alligatoridae) no noroeste da Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, v. 21, n. 4, p. 183-187, 2008.

GUETTÉ A.; GAÜZÈRE, P.; DEVICTOR, V.; JIGUEI, F.; GODET, L. Measuring the synanthropy of species and communities to monitor the effects of urbanization on biodiversity. *Ecological Indicators*, v.79, p139-154, 2017.

IBAMA (O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 1989. Portaria nº 1.522 de 19 de dezembro de 1989. Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em [https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Portarias/Portaria\\_1522-89\\_-\\_Lista\\_de\\_Especies\\_-\\_IBAMA\\_-\\_PORTARIA\\_IBAMA\\_N%C2%BA\\_1.522\\_DE\\_19\\_DE\\_DEZEMBRO\\_1989.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Portarias/Portaria_1522-89_-_Lista_de_Especies_-_IBAMA_-_PORTARIA_IBAMA_N%C2%BA_1.522_DE_19_DE_DEZEMBRO_1989.pdf) (Acessado em 23/10/2021).

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. p.4162, 2018

IUCN (International Union for Conservation of Nature's) Red List of Threatened Species: Broad-snouted Caiman (*Caiman latirostris*). 2019. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/46585/3009813>> Acessado em 23 de outubro de 2021.

LARRIERA, A. *Caiman latirostris* (Broad-snouted Caiman). Communal nesting. *Herpetol. Rev.*, v.33, p.202, 2002.

LARRIERA, A.; SIMONCINI, M. S.; CRUZ, F. B.; PIÑA, C. I. Climatic effects on the reproductive biology of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae), *Amphibia-Reptilia*, v.3, n.32, p.305-314, 2011.

LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R. S.; LOUREIRO, C. F. B. Educação para a Gestão Ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais. *Sociedade e Meio Ambiente: A Educação Ambiental em Debate*. São Paulo: Cortez, 2000.

LEE, D. S. Possible communication between eggs of the American alligator. *Herpetologica*, v.24, p.88, 1968.

LUZ, C. da. Conservação de *Caiman latirostris* (Daudin, 1801): interações entre pescadores e o Jacaré-de-papo-amarelo na comunidade Barra do João Pedro, no município de Maquiné, RS. 2012.

MANGINI, P. R.; SILVA, J. C. R. Medicina da conservação: aspectos gerais. In: Z. S. Cubas; J. C. R. Silva; J. L. Catão-Dias (Eds.); Tratado de animais selvagens. Medicina Veterinária. 1ª ed., p.1258–1268, 2006. São Paulo, SP: Editora Roca Ltda.

MASCARENHAS JÚNIOR, P. B. Inferências morfofisiológicas de *Caiman latirostris* (archosauria: crocodylia) baseadas na histologia óssea. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

- MERCON, L. O jacaré-de-papo-amarelo - "Marginais" Jacarés da Mata Atlântica. ed. Vitória: Instituto Marcos Daniel, v. 1, p. 250, 2019
- NAVA, A. F. D. Espécies sentinelas para a Mata Atlântica: as consequências epidemiológicas da fragmentação florestal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. 2008. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NEUTEGEM, K. A. V. von. Estudo comparativo entre métodos de desinfecção por cloro e por ozônio em estações de tratamento de água, com foco na degradação de desreguladores endócrinos. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- NÓBREGA, Y. C. Avaliação da saúde de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em condições *in situ* e *ex situ* no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Vila Velha, 2017.
- NÓBREGA, Y. C.; PAZ, J. S. da.; NOSSA, D. N.; SILVA, T. T.; MENEZES, P. Q.; CURBANI, F.; SILVA-SOARES, T.; SILVA, E. L. F.; TOBIAS, F. L.; TADOKORO, C. E.; SANTOS, M. R. D. de. Biological hazard associated with bacteria from nests and eggs of *Caiman latirostris* (Daudin, 1802). Herpetology notes. v. 12, p. 905-908, 2019.
- NÓBREGA, Y. C.; SANTOS, M. R. D. O Jacaré de Papo Amarelo, Guia para Educação Ambiental. Vitória, ES, Brasil, Instituto Marcos Daniel, 2017.
- NOGUEIRA, JMF. Desreguladores endócrinos. Um livro teórico para as aulas práticas, p. 65-71, 2003.
- NOSSA, D. N. Anticorpos contra *Leptospira* spp. em jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, e em jacaré-do-pantanal, *caiman yacare*, em vida livre e cativeiro. Tese de Doutorado, 2020.
- NOSSA, D. N. Crocodilianos como espécie sentinela da saúde ambiental. IMD, 2018. Disponível em: <<https://www.imd.org.br/single-post/crocodilianos-como-especie-sentinela>>. Acesso em: 23 de out. 2021.
- PASSOS, L.; COUTINHO, M. E.; YOUNG, R. J. Demographic and growth analysis of broad snouted caiman (*Caiman latirostris*) in a disturbed environment in southeastern Brazil. Herpetological Journal, v. 24, p. 223-228, 2014.
- PAZ, L. N.; HAMOND, C.; DIAS, C. S.; CURVELO, V. P.; MEDEIROS, M. A.; ORIÁ, A. P.; PINNA, M. H. Detction of *Leptospira* spp. in captive broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*), PUBMED, v. 4, n. 16, p. 694-700, 2019.
- PERES, M. B.; VERCILLO, U. E.; DIAS, B. F. S. de. Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer? Bio Brasil - Revista Científica, 2020.
- PIÑA, C. I.; LARRIERA, A.; SIROSKI, P.; VERDADE, L. M. Cranial sexual discrimination in hatchling broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). Iheringia, v.97, p.17-20, 2007.

POLETTA, G. L.; LARRIERA, A.; KLEINSORGE, E.; MUDRY, M. D. Caiman latirostris (Broad-snouted caiman) as a sentinel organism for genotoxic monitoring: Basal values determination of micronucleus and comet assay. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, v. 650, n. 2, p. 202-209, 2008.

PRIMACK, R.B; RODRIGUES E; *Biologia da conservação e diversidade biológica*. In: Primack, R.B., Rodrigues, E. *Biologia da conservação*. 1.ed. Londrina: E Rodrigues, Cap. 1, pp. 2-67. 2001.

RAINWATER, T. R.; WU, T. H.; FINGER, A. G.; CAÑAS, J. E.; YU, L.; REYNOLDS, K. D.; COIMBATORE, G.; BARR, B.; PLATT, S. G.; COBB, G. P.; ANDERSON, T. A.; MCMURRY, S. T. Metals and organochlorine pesticides in caudal scutes of crocodiles from Belize and Costa Rica. *Science of The Total Environment*, v. 373, n. 1, p. 146-156, fev. 2007.

RODRIGUES, G. S.; AS, L. A. N. de.; RODRIGUES, I.; CHAIM, A. *Vida de bicho: a fauna e o meio ambiente no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

ROSS, J. P. Crocodiles: status survey and conservation action plan. IUCN, Gland (Suíça). SSC Crocodile Specialist Group, 1998.

RUEDA-ALMONACID, J. V.; MITTERMEIER, R. A.; RODRIGUEZ-MAHECHA, J. V. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. *Serie de guías tropicales de campo*, v. 6, p. 412-423, 2007.

SAKAGUCHI, K.; NEVAREZ, J. G.; DEL PIERO, F. Salmonella enterica serovar pomona infection in farmed juvenile American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Veterinary Pathology*, v. 54, n. 2, p. 316-319, 2017.

SARKIS-GONÇALVES, F.; MIRANDA-VILELA, M. P.; BASSETTI, L. A; VERDADE, L. M. Manejo de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em cativeiro. A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 565-579, 2001.

SILVA, J. C. R. Biodiversidade e saúde. In: Franke, R.C; Rocha, P.L.B; Klein, W; Gomes, S.L. *Mata atlântica e biodiversidade*. 1 ed. Salvador: Edufba, Cap 5, p. 191-212, 2005.

THORBJARNARSON, J. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica*, JSTOR, v. 52, p.8-24, 1996.

THORBJARNARSON, J. Reproductive ecology of the spectacle caiman (*Caiman crocodilus*) in the Venezuelan Llanos. *Copeia*, v.4, p.907-919, 1994.

TROIANO, J.C. *Doenças dos Répteis*. Editora MedVet, São Paulo, SP, p. v. 1, p. 26-29, 2018.

VERDADE, L. M. Allometry of reproduction in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Brazilian Journal of Biology*, v.61, p.431-435, 2001.

VERDADE, L. M. Biologia reprodutiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil: elaboração e uso de modelos. In: *Conservación y manejo de los crocodylia de America Latina*, 1995.

VERDADE, L. M.; LARRIERA, A.; PIÑA, C.I. Broad-snouted caiman *Caiman latirostris*. Crocodiles Status Survey and Conservation Action Plan, v. 18, p. 22, 2010.

VILLELA, Priscilla Marqui Schmidt. Caracterização genética de populações de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), utilizando marcadores microssatélites, Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, 2004.

ZINSSTAG, J.; SCHELLING, E.; TANNER, M. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 101, p. 148-156, 2011.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

### **VICTOR HUGO VIEIRA RODRIGUES**



Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semiárido (2005), mestrado em Ciências Veterinárias pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Estadual do Ceará (2010) e doutorado em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia (2016). Atualmente é membro da Comissão Estadual de Educação pelo Conselho Regional de Medicina Veterinária do Ceará. É coordenador e professor do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Estácio do Ceará e professor do Centro Universitário Maurício de Nassau Fortaleza, responsável pelas disciplinas de anatomia descritiva e topográfica dos animais domésticos e da disciplina de patologia geral e técnicas de necropsia. É orientador no programa de especialização do Ifope Educacional em Minas Gerais. Além disso, é membro do corpo editorial da editora in vivo e organizador dos e-books *Atualidades na Saúde e Bem-Estar Animal* e *Atualidades e Fundamentos na Reprodução e no Desenvolvimento*. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em embriologia, biotécnicas da reprodução, patologia geral e anatomia veterinária.

**CV Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/2226604565550002>

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2974-8015>

### GLENDIA ROBERTA FREIRE LIMA



Graduanda em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), atualmente bolsista do Programa de Educação Tutorial-PET da Universidade Estadual do Ceará e membro da coordenação do Grupo de Estudo em Pequenos Animais (GEPA).

**CV Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/9742622107687698>

### THAÍS MARIA ARAÚJO BATISTA



Graduanda do Curso de Medicina Veterinária na Universidade de Fortaleza - UNIFOR no 10º período. Participou da Liga Acadêmica de Patologia Animal e Toxicologia Veterinária da Unifor. Concentrou seus estágios, cursos e palestras na área de Clínica e Cirurgia de Pequenos Animais.

**CV Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/5888728967616427>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

alimentação, 9, 10, 11, 14, 37, 65, 70, 74, 79, 84, 85, 89, 155, 159, 222  
Anemia, 55, 61  
animais, 2, 3  
animais silvestres, 2, 3, 42, 44, 46, 53, 74, 77, 152, 153, 156, 158, 159, 162, 163, 164, 208, 209, 211  
avaliação, 7, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 51, 65, 87, 128, 141, 189

### B

Bem-Estar Animal, 7, 8, 10, 90, 239  
bovinos, 20, 93, 95, 96, 97, 99, 100, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 113, 119, 136, 137, 145, 146, 147, 149, 179, 185

### C

cadeia produtiva, 7, 9, 167  
canídeos, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 52, 53, 81, 127, 129, 130, 214  
*Cat friendly*, 27, 28  
cativeiro, 3, 46, 47, 51, 54, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 74, 76, 77, 158, 159, 160, 209, 211, 212, 213, 223, 236, 237  
certificação, 9, 10, 129  
clonagem, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 114, 119  
**Compostos**, 7, 27, 42, 55, 63, 79, 93, 122, 136, 151, 165, 177, 200, 207, 216  
criação, 7, 11, 12, 13, 66, 77, 132, 152, 158, 159, 160, 167, 169, 185, 187, 189

### D

diluição, 80, 88

### E

ecossistemas, 151, 152, 154, 159, 161, 232  
ecossistêmico, 216  
embriões, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 103, 104, 106, 111, 113, 114, 119, 182, 183, 184  
epidemiologia, 3, 43, 44, 46, 176  
equideocultura, 165, 167  
equinos, 136, 137, 147, 148, 166, 167, 177, 178, 179, 182, 185, 187, 188, 189, 190, 192, 194, 196, 197, 198, 199  
espécies exóticas, 151, 153, 159, 160, 161, 227

### F

fatores genéticos, 14, 85, 86, 122  
fauna, 3, 47, 53, 66, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 163, 209, 216, 222, 226, 227, 233, 237  
felinos, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 66, 75, 76, 77, 79, 81, 82, 87, 88, 90, 91, 92, 185

### G

gatos, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 56, 61, 62, 69, 81, 82, 88, 91, 157  
genes, 86, 101, 102, 103, 104, 108, 111, 113, 117, 119, 120, 122, 123, 128, 130, 131, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 178, 179, 180, 181, 187, 195

### H

habitat natural, 63, 70  
helmintos, 207, 209, 210, 212, 213  
hemácias, 55, 56, 57, 58  
Herpesvírus Bovino, 200, 201

### I

Imunofluorescência Indireta, 200, 203, 204  
infecções, 31, 56, 68, 85, 86, 128, 200, 205, 207, 209  
inflamações, 27, 31, 87

### J

jacaré-de-papo-amarelo, 216, 217, 218, 219, 221, 224, 228, 229, 232, 234, 235, 236, 238

### L

leishmaniose, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 52

### M

macaco-prego, 207, 208, 209, 210  
Marcadores genéticos, 136  
Medicina, 2, 3  
morfológicos, 113, 177, 179, 180, 195  
Mormo, 165, 166, 172, 175, 176

## **P**

performance, 22, 147, 148, 166, 177, 178, 181, 187, 189,  
191, 195, 198, 199  
**Poesia**, 7, 27, 42, 55, 63, 79, 93, 122, 136, 151, 165,  
177, 200, 207, 216  
proteína, 9, 18, 19, 84, 125, 129, 145, 186

## **R**

raças, 81, 85, 94, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130,  
142, 144, 145, 177, 179, 180, 183, 187, 188, 189, 190,  
191, 192, 193, 195, 197  
reprodução, 64, 69, 76, 94, 115, 122, 123, 125, 129, 138,  
143, 153, 156, 160, 181, 182, 183, 185, 196, 239

## **S**

Síndrome, 74, 93, 97, 143  
suínos, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,  
23, 24, 25, 136, 137, 138, 146, 148, 179, 185, 233

## **U**

urinário, 27, 31, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91  
urolitíase, 79, 81, 82, 84, 86, 88, 89, 90

## **Z**

zoonose, 42, 44, 45, 53, 165, 166, 168, 174, 175



EDITORA  
**IN VIVO**

**ACESSE:**

**[www.editorainvivo.com](http://www.editorainvivo.com)**

**Avance na ciência! Venha ser In Vivo!**