

Pesquisa na Graduação

INSERÇÃO DA FORMAÇÃO DO
PROFISSIONAL DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO EM AMBIENTES DE P&D



ORGANIZADORES

IVAN CORRER

LUCAS SCAVARIELLO FRANCISCATO
RICARDO SCAVARIELLO FRANCISCATO
VANESSA MORAES ROCHA DE MUNNO



Editora Poisson

Ivan Correr
Lucas Scavariello Franciscato
Ricardo Scavariello Franciscato
Vanessa Moraes Rocha de Munno
(Organizadores)

**Pesquisa na Graduação:
Inserção da formação do profissional de engenharia
de produção em ambiente de P&D**

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2019

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Msc. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas

Msc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Msc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474

Pesquisa na Graduação: Inserção da formação do profissional de engenharia de produção em ambiente de P&D/ Organização: Ivan Correr, Lucas Scavariello Franciscato, Ricardo Scavariello Franciscato, Vanessa Moraes Rocha de Munno. Editora Poisson - Belo Horizonte - MG: Poisson, 2019

Formato: PDF

ISBN: 978-85-7042-179-1

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Engenharia de Produção
2. Gestão
3. Pesquisa na Graduação I. Correr, Ivan. II Franciscato, Lucas Scavariello. III. Franciscato, Ricardo Scavariello. IV. Rocha de Munno, Vanessa Moraes

CDD-620

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

PREFÁCIO

A realização de atividades de pesquisa durante o período de formação do profissional de Engenharia em geral realiza-se a partir dos Projetos Finais de Curso (ou Trabalhos de Graduação), em conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Resolução CNE-CES 02 de 24 de Abril de 2019). É o principal momento de síntese de conhecimentos e de uso das metodologias de pesquisa.

Além dos Trabalhos de Graduação, a Iniciação Científica é outro instrumento, até mais poderoso, para a inserção do graduando nos ambientes de pesquisa e desenvolvimento.

O presente livro apresenta um conjunto de artigos escritos por alunos do Curso de Engenharia de Produção das Faculdades Integradas Einstein de Limeira, e reforça a tese de que tanto o Trabalho de Graduação como a Iniciação Científica são a “porta de entrada” no mundo da pesquisa, desenvolvimento e publicações. Todos os artigos foram publicados em congressos importantes da área (ENEGEP e EMEPRO) e passaram por crivos rigorosos de avaliação metodológica e de contribuição.

A diversificação de temas dos artigos também reflete uma das principais características da Engenharia de Produção: a amplitude da formação na área. Os trabalhos incluem os temas mais atuais, como Indústria 4.0 e Mapeamento de Processos, temas mais tradicionais, como Ambientes de Produção e Gestão da Qualidade, e o próprio Ensino da Engenharia de Produção, trazendo contribuições significativas e constatações importantes que são, sim, derivadas de aplicações diretas dos conhecimentos específicos da Engenharia de Produção; refletem uma proposta de formação que se alinha com a tendência de Educação Continuada alinhada com a Busca de Novos Conhecimentos e com a Inovação Tecnológica que devem ser características das Engenharia em geral.

Prof. Dr. Milton Vieira Junior

Presidente da Sociedade Paulista de Engenharia de Produção
Ex-Presidente da Associação Brasileira de Engenharia de Produção
Avaliador do INEP para Cursos de Engenharia de Produção

SUMÁRIO

Unidade I – Indústria 4.0

Capítulo 1: Evolução dos Sistemas Físicos Cibernéticos referenciada nos seus requisitos: Uma Análise da Literatura 9

Gabriela Moraes Simões Evangelista, Alexandre Tadeu Simon, Milton Vieira Junior, Ivan Correr

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.01

Capítulo 2: Os benefícios de um ambiente paperless em uma linha de soldagem automotiva: Pesquisa-ação 19

Bruna Juliane Carlos, Caroline Fernanda Marques Pereira, Vanessa Moraes Rocha de Munno, Ivan Correr

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.02

Unidade II – Ambientes de Produção

Capítulo 3: Implantação de um sistema híbrido de produção em uma empresa fabricante de rodas agrícolas e automotivas: Pesquisa-Ação..... 30

Jovani Junior de Oliveira Nascimento, Marcelo Rocha, Vanessa Moraes Rocha de Munno, Bianco Gallazzi da Silva Leite, Ivan Correr

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.03

Capítulo 4: Aplicação da produção mais limpa em uma empresa fabricante de escapamentos. Um estudo de caso. 41

Ana Luiza da Silva Vieira, Monique Rodrigues Gomes, Vanessa Moraes Rocha de Munno, Lucas Scavariello Franciscato

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.04

Unidade III – Mapeamento de Processos

Capítulo 5: Aplicação do service blueprint em conjunto com as ferramentas da qualidade para redução de itens não faturados em uma indústria de embalagens: Uma pesquisa-ação. 53

Matheus Surge Ramo, Rodrigo Turatti, Bianco Gallazzi da Silva Leite, Vanessa Moraes Rocha de Munno, Lucas Scavariello Franciscato

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.05

SUMÁRIO

Unidade IV – Gestão da Qualidade

Capítulo 6: Aplicação da metodologia DMAIC para otimização de processos produtivos em uma empresa metalúrgica 65

Camille Proença Pereira, Rodrigo Santos Macedo

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.06

Capítulo 7: Aplicação das ferramentas da qualidade para redução no tempo do Set-Up. Uma pesquisa-ação 82

Bianca Pracopio, Carolyn Bonin, Vanessa Moraes Rocha de Munno, Lucas Scavariello Franciscato

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.07

Capítulo 8: Implantação de um aplicativo para o gerenciamento da manutenção com o auxílio das ferramentas da qualidade. Uma pesquisa-ação..... 94

Rafael Henrique Pecin, Célio Peres da Silva Junior, Bianco Gallazzi da Silva Leite, Lucas Scavariello Franciscato

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.08

Capítulo 9: Aplicação da Metodologia DMAIC e das Ferramentas da qualidade para melhorias em um processo de aplicação de graxa de uma indústria de autopeças..... 105

Igor Matheus Corrêa, Ivan Correr, Lucas Scavariello Franciscato

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.09

Capítulo 10: Aplicação da ferramenta DMAIC e Senso 5S em uma linha de produção cerâmica..... 116

Danilo Bueno Camargo, Matheus Fernando Sodelli, Ricardo Scavariello Franciscato

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.10

Unidade V – Ensino de Engenharia

Capítulo 11: Metodologia de Aprendizagem Ativa: O uso de jogos de empresas como facilitador no processo de aprendizagem, motivação, envolvimento e percepção da prática 128

Gabriela Fernanda Nilsen, Rafaela Macedo de Araújo, Bianco Gallazzi da Silva Leite, Ivan Correr

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.11

Capítulo 12: Jogos de empresa: Aplicação da metodologia DMAIC na fabricação de barcos de papel..... 139

Camille Proença Pereira, Rodrigo Santos, James Santos, Warley Samoel dos Santos Silva, Ivan Correr

DOI: 10.36229/978-85-7042-179-1.CAP.12

UNIDADE 1

INDÚSTRIA 4.0



Capítulo 1

Evolução dos Sistemas Físicos Cibernéticos referenciada nos seus requisitos: Uma Análise da Literatura

Gabriela Moraes Simões Evangelista

Alexandre Tadeu Simon

Milton Vieira Junior

Ivan Correr

Resumo: Atualmente vivenciamos a quarta Revolução Industrial em termos de Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS). Estes sistemas são sistemas de automação industrial que permitem muitas funcionalidades inovadoras através da sua rede e acesso ao mundo cibernético, alterando significativamente o nosso dia a dia. Novas abordagens como o CPS requerem abordagens diferentes de acordo com as tecnologias de comunicação e engenharia existentes. A primeira definição do termo CPS foi apresentada em 2006, devido ao entendimento da crescente importância das interações entre os sistemas de computação interconectados e o mundo físico, e em 2008, este conceito foi disseminado e novos estudos começaram a surgir, visando identificar e definir quais os principais requisitos que os CPSs deveriam possuir. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo visando identificar, a partir da análise da literatura, os principais requisitos que os CPSs devem contemplar. A metodologia do desenvolvimento da pesquisa foi baseada no tipo explicativa, por meio de pesquisa bibliográfica e de abordagem mista com uso da revisão sistemática da literatura. Os resultados obtidos, apresentam uma evolução cronológica dos requisitos fundamentais para os CPSs, dos quais se destacam a funcionalidade, autonomia, eficiência, robustez, segurança, integração, diagnóstico remoto e cliente. Esse progresso está relacionado à evolução tecnológica global, bem como o aumento da aplicação destes sistemas.

Palavras Chave: Sistemas Físicos Cibernéticos, CPS, Análise da literatura, Requisitos

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os Sistemas Físicos Cibernéticos (Cyber Physical Systems – CPS) não se tornaram apenas uma importante direção de pesquisa e desenvolvimento acadêmico e comunidade científica, mas também se espera que se torne o campo da indústria do desenvolvimento prioritário da comunidade empresarial. O desenvolvimento da pesquisa e aplicação do CPS é de grande importância para acelerar a integração da industrialização e da tecnologia da informação (LIU et al., 2017).

O CPS refere-se a uma nova geração de sistemas com capacidades computacionais e físicas integradas que podem interagir com os seres humanos através de muitas novas modalidades. A capacidade de interagir e expandir as capacidades do mundo físico por meio de computação, comunicação e controle é um fator chave para futuros desenvolvimentos tecnológicos (BAHETI; GILL, 2011).

O CPS acompanha a tendência de ter informações e serviços em todos os lugares e é inevitável no mundo altamente interligado de hoje (MARWEDEL; ENGEL, 2012). Ultimamente, estão sendo desenvolvidos CPSs que fazem parte de um mundo futuro conectado em rede global, no qual produtos, equipamentos e objetos interagem com hardware e software embarcados além dos limites de aplicações únicas (ACATECH, 2011).

A primeira definição do termo CPS foi apresentada em 2006, devido ao entendimento da crescente importância das interações entre os sistemas de computação interconectados e o mundo físico (WANG; TORNGREEN; ONORI, 2015). Já em 2008, este conceito foi disseminado (LEE, 2010; WAN et al., 2010; GUNES et al., 2015), e novos estudos começaram a surgir, visando identificar e definir quais os principais requisitos que os CPSs deveriam possuir.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo visando identificar, a partir da análise da literatura, os principais requisitos que os Sistemas Físico Cibernéticos devem contemplar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONCEITO CPS

O termo CPS foi apresentado em 2006 nos Estados Unidos, com o entendimento da necessidade da interação entre mundo físico e computadorizado (WANG; TORNGREEN; ONORI, 2015). Essa concepção surgiu para ser um paradigma de estudos e pesquisas, influenciada pelo controle, comunicação e computação (PARK, 2012).

Essa disciplina abrange conhecimentos e princípios de disciplinas computacionais e de engenharia (redes, controles, softwares, interação humana, teoria de aprendizagem, tais como elétrica, mecânica, química, biológicas ciências físicas, engenharia e informação (ACATECH, 2011; KRAMER, 2014)

A primeira definição para esse termo foi disseminada em 2008 apresentando que os CPSs são interações físicas e de computação interligados a redes de comunicação, que realizam o monitoramento, atuação e controle dos processos físicos (LEE, 2010; WAN et al., 2010; GUNES et al., 2015).

Gill (2010) retrata o CPS como sistemas físicos, biológicos e de engenharia cujas operações são integradas, monitoradas e/ou controladas por um núcleo computacional, sendo que a computação está associada à rede de comunicação interligados aos elementos físicos. O núcleo é um sistema embarcado, respondendo em tempo e realizando a distribuição frequente.

Conti et al. (2012) descreve os CPSs como a transformação dos sistemas embarcados, altamente integrados e conectados em rede, possibilitando que os dispositivos conectados em rede, monitorarem, detectem e atuem com o mundo real.

Baheti e Gill (2011) e Liu et al. (2017) consideram os CPSs com uma nova era de sistemas de capacidades computacionais e físicas que tem interação com os seres humanos. Sannislav e Miclea (2012), corroboram que esse conceito conseguirá desenvolver uma nova perspectiva que excede o tempo, espaço e dimensões conhecidas atualmente.

2.2. CARACTERÍSTICAS DO CPS

O CPS é um dos responsáveis em facilitar a Indústria 4.0 (BERGER et al., 2016). De acordo Grabler e Pöhler (2017), o CPS é a evolução dos sistemas embarcados, já que os sistemas embarcados não são necessariamente interligados. A divergência deve ser salientada, o que apresenta a principal diferenciação é a interação com o ambiente físico (MARWEDEL; ENGEL, 2012)

Esses sistemas são constituídos de redes, como sensores, atuadores, unidades de processamento de controle e dispositivos de comunicação (CARDENAS; AMIN; SASTRY, 2008; WANG; VURAN; GODDARD, 2008).

Os CPSs apresentam como funções: coleta, processamento, avaliação e salvamento dos dados físicos utilizando sensores e interagindo com os processos usando atuadores, realiza conexão e uso de dados globais e interface homem-máquina multimodais dedicadas (HUANG, 2008; BARNUM; SASTRY; STANKOVIC, 2010; WAN et al., 2011; SHI et al., 2011; GUNES et al., 2015).

Segundo Lee (2008), Sha et al. (2009) e Acatech (2011), o CPS é caracterizado por: Capacidade cibernética em cada componente físico e restrições de recursos; Rede múltiplas e extremas; Escalas temporais e espaciais; Reconfiguração dinâmica; Alta automação e controle de malha fechada; Operação confiável e certificada; Componentes cibernéticos e físicos integrados com foco em aprendizagem e adaptação, maior desempenho, autoconfiguração.

Já de acordo com Sanislav e Miclea (2012), pode-se definir o CPS por 5 pontos: Entrada e feedback de/para o ambiente físico; Gestão e controle distribuído; Requisitos de desempenho em tempo real; Grande distribuição geográfica sem componentes de segurança física em vários locais; Sistemas de controle de grande escala.

Diferentemente de outras tecnologias de informação e comunicação, o CPS é um sistema complexo, exigindo maior integração e tem como atributos: funcionalidade, confiabilidade, segurança, custo, estabilidade, desempenho, eficiência e trabalho em tempo real (KIM; KUMAR, 2012; SANISLAV; MICLEA, 2012; BROY; SCHMIDT, 2014).

Liu et al. (2017) descrevem como grandes requisitos do CPS: robustez, auto-organização, automanutenção, segurança, diagnóstico remoto, controle em tempo real, navegação autônoma, transparência, previsibilidade, eficiência, correção do modelo, interoperabilidade, rastreamento global, capacidade de resposta às mudanças internas e externas.

Os desenvolvedores e usuários dos CPSs necessitam de confiança para execução, Rajkumar et al. (2010) e Park (2012) também enfatizam essa confiança trazida pelo sistema CPS e Baheti e Gill (2011) consideram como uma junção de requisitos, tais como: confiabilidade, segurança, usabilidade e privacidade.

Dumitrescu, Juergenake e Gausemeier (2012) apontam como relevância em sistemas inteligentes, a adaptabilidade da interação autônoma, robustez para trabalhar com dinamismo e reagir aos problemas, antecipação nas estratégias e foco no requisito do cliente e Grabler e Pöhler (2017) adicionam a importância da interação com os outros dispositivos.

Por se tratar de sistemas que atuam fortemente em tempo real e possuem alta complexidade de análise de especificações, deve ser concebido uma estrutura na qual as informações e serviços críticos de segurança sejam garantidos por pequenos subconjuntos e que estes sejam frequentemente especificados e verificados (WANG; VURAN; GODDARD, 2008).

Como os CPS não estão constantemente em operação nos ambientes controlados, eles devem ser projetados de forma robusta, capaz e ágil em condições não programadas, conseguindo se ajustar à possíveis problemas oriundos do subsistema, apesar das incertezas e dos erros de detecção e controle. (LEE, 2008; WAN et al., 2010). Segundo Wang, Vuran e Goddard (2008), a estrutura de loop aberto permite que o erro se alastre por toda a cadeia do sistema, dessa forma, os loops devem ser fechados na esfera cibernética e física, sendo capazes de forma efetiva de ser adverso as incertezas, falhas e ataques.

Para os CPSs é necessária readequação das concepções existentes para que se possa realizar a integração da computação e físico. Dando prioridade na questão relacionada ao tempo. Atualmente não necessita que a computação seja mais rápida nesses sistemas, mas que as tomadas de decisões sejam feitas no momento fundamental, por isso o tempo não é um fator de qualidade, mas é sim uma necessidade (LEE, 2010).

Notoriamente, percebe-se que redes tradicionais não são suficientes para suportarem as aplicações do CPS, portanto é utilizado redes de transmissão integradas. Na maioria dos casos, um sistema CPS contempla duas ou mais redes de comunicação, sendo assim conhecido pelo seu alto nível de heterogeneidade da composição dos dispositivos do sistema (WAN et al., 2010; ACATECH, 2011).

Os suportes para os CPSs provem os recursos de computação, comunicação, controle preciso, cooperação remota e autonomia (KRAMER, 2014).

Os CPSs são projetados para uma rede com equipamentos físicos, envolvendo o trabalho de unidades, por exemplo no processo de fabricação contemplam máquinas, sistema de armazenamento e instalações que

são capazes de realizar troca de informações de forma independente, criando ações autônomas e se controlando entre as mesmas. De forma a impactar na manufatura e em todo o ciclo de vida do produto ou processo. Esses equipamentos e componentes físicos são diferentes dos softwares e hardwares (ACATECH, 2011; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Os sistemas são concebidos para trazer mudanças significativas na realização de controles abrangentes em processos industriais complexos e em sistemas de controle de produção (LEE, 2008; GRABLER; PÖHLER, 2017).

Com a interação computacional e física, envolvendo os seres humanos, aumenta-se a capacidade física, trazendo novas possibilidades de desenvolvimentos tecnológicos e também sendo cada vez mais aplicados no setor manufatureiro (BAHETI, GILL; 2011; LIANG et al., 2018).

Os CPSs permitem transformar as máquinas convencionais em máquinas inteligentes, essas máquinas tem a capacidade de coordenar tecnologias e melhorar o desempenho geral (MONOSTORI, 2014; CAO; ZHANG; CHEN, 2017).

3. METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A metodologia do desenvolvimento da pesquisa foi baseada no tipo explicativa, nesse tipo de pesquisa o principal objetivo é proporcionar maior proximidade com o fato a ser pesquisado, o tornando mais compreensível e construindo novas hipóteses, envolvendo levantamentos bibliográficos de investigadores experientes no determinado assunto, assumindo o delineamento de pesquisa bibliográfica (GIL, 2007).

A pesquisa bibliográfica é realizada com base em levantamentos de referências teóricas e analisadas de publicação em livros e artigos científicos, coletando conhecimentos e informações, tendo como vantagem permitir uma alta gama de fontes que devem ser analisadas para assegurar a confiabilidade (FONSECA, 2002; GIL, 2007).

Utilizando uma abordagem mista, sendo uma junção da qualitativa e quantitativa. A pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, pretendendo o aprofundamento do fenômeno e maior nível de detalhamento (GOLDENBERG, 1997; BOGDAN; BIKEN, 2003; CRESWELL, 2007). Já a pesquisa quantitativa propõe a mensuração das informações obtidas, com o objetivo de desenvolver uma explicação geral do assunto, retratando o alvo da pesquisa (FONSECA, 2002).

Houve a utilização da revisão sistemática da literatura que é uma investigação científica, essas revisões são estudos observacionais retrospectivos ou estudos experimentais de recuperação e análise crítica da literatura, seguindo 4 fundamentais etapas: planejamento, coleta, análise e resultado, de acordo com o quadro 1 (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; DENYER; TRANFIELD, 2009).

Quadro 1: Planejamento, coleta, análise e resultado

Etapas	Passo a passo
Planejamento	- Definição da pesquisa/objetivo da pesquisa - Identificação dos termos de busca - Seleção da base de dados - Definição dos critérios de pesquisa
Coleta	- Aplicação dos critérios de busca - Aplicação dos critérios de seleção
Análise	- Aplicação dos critérios de relevância
Resultado	- Apresentação dos resultados

Fonte: Adaptado de Tranfield, Denyer e Smart (2003)

3.1. PLANEJAMENTO

A pesquisa tem como objetivo realizar o levantamento e identificação dos principais requisitos do CPS. O termo de buscas selecionado foi “cyber physical system” e foi pesquisado na base de dados do Portal da Capes.

Um dos critérios para o filtro de pesquisa foi o período, iniciando no ano de 2008 quando o tema começa a ser difundido até o ano da pesquisa em 2018. Outros critérios considerados foram o material ser um artigo, ter a revisão do periódico em pares e ser relacionado à Engenharia.

3.2. COLETA

A base de dados da Capes foi acessada, o termo de busca, período e os filtros de pesquisa foram aplicados.

Inserindo o termo de busca “cyber physical system” as quantidades de 1315 artigos foram encontradas e após a limitação do período, aplicação dos filtros pelo artigo, revisão do periódico em pares e ser relacionado com Engenharia, o número de artigos encontrados reduziu para 95 e esses foram os selecionados para a etapa de análise.

3.3 ANÁLISE

Com os artigos coletados, nessa etapa foram determinados critérios para a análise dos estudos.

Primeiramente, foi necessário a leitura dos títulos e resumos, quando não havia coerência com o tema pesquisado CPS, o material era retirado da análise.

Após isso, os artigos mantidos foram lidos em sua totalidade, passando por uma outra análise, onde foram mantidos apenas os artigos que explicitavam os requisitos de um CPS, resultando em 64 artigos sobre o objetivo da pesquisa.

Com esse total de citações, os principais requisitos foram evidenciados por diversos pesquisadores do assunto, considerando: atuação com o ambiente físico, complexidade integração, funcionalidade, confiabilidade, segurança, custo, estabilidade, desempenho, eficiência, robustez, diagnóstico remoto, trabalho em tempo real, autonomia, transparência, previsibilidade, correção do modelo, interoperabilidade, rastreamento global, usabilidade, privacidade, interação, melhoria no atendimento ao cliente, capacidade de resposta à mudanças internas e externas.

Pela complexidade do CPS, foram identificados alguns requisitos e pela análise realizada foi verificado que existem relações entre os mesmos, por isso foram determinados 8 requisitos relevantes que formam os grupos, pois abrangem os demais citados, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Principais requisitos do CPS

Grupo	Requisitos
Segurança	Segurança, Privacidade, Transparência e Confiabilidade
Funcionalidade	Funcionalidade e Atuação com o ambiente físico
Integração	Integração, Interação, Usabilidade, Complexidade e Interoperabilidade
Diagnóstico remoto	Diagnóstico remoto, Correção do modelo, Capacidade de resposta às mudanças internas e externas, Rastreamento global
Autonomia	Autonomia, Trabalho em tempo real, Previsibilidade
Eficiência	Eficiência, Desempenho
Robustez	Robustez, Estabilidade
Cliente	Custo e Melhoria no atendimento de requisito de cliente

Fonte: Autores

Os quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam as definições relacionadas aos requisitos em sistemas CPSs apresentadas.

Quadro 3: Definição do requisito segurança em sistemas CPSs

Requisito	Definição
Segurança	<p>A segurança é considerada um dos requisitos mais importantes, visto que toda organização tem como preocupação proteger suas propriedades intelectuais e metas operacionais de um ataque mal intencional que possa alterar sua estrutura cibernética.</p> <p>Mas também deve-se avaliar as metas não operacionais, como as medições coletadas pelos sensores que podem ser confidenciais, sendo que apenas pessoas autorizadas devem ter conhecimento dessas informações.</p> <p>Algumas formas de ataques aos CPS é o envio de informações falsas aos sensores e controladores, essas informações podem ser sobre parâmetros de processos, medições, frequências, horários e identificações incorretas, alterando assim as reais especificações. Também é possível interromper o funcionamento de sensores e controladores, obstruir canais de comunicação, comprometer dispositivos e envio de dados, por isso é importante criar algoritmos com o objetivo de evitar esses acidentes, trazendo maior privacidade e confiabilidade.</p> <p>Esses ataques também podem ser direcionados aos sistemas de controle de qualidade para a não adequada avaliação, problemas de design do produto atrasando o lançamento, riscos de segurança aos operadores, entre outros.</p>

Fonte: Autores

Quadro 4: Definição do requisito funcionalidade em sistemas CPSs

Requisito	Definição
Funcionalidade	<p>Os CPSs trazem vantajosas, numerosas e inovadoras funcionalidades, das quais são oriundas da atuação com os ambientes físicos complexos por meio de sensores e outros dispositivos, capazes de realizar a conversão de propriedades físicas, como pressão, temperatura e detecção de movimentos mecânicos.</p>

Fonte: Autores

Quadro 5: Definição do requisito integração em sistemas CPSs

Requisito	Definição
Integração	<p>Constituído basicamente da integração de infraestruturas físicas com tecnologia da informação incorporadas à internet, serviços de comunicação, controle e soluções em nuvem.</p> <p>A complexidade desses sistemas é aumentada quando interagem em diferentes domínios e também quando as fontes de dados apresentam significados, unidades e valores diferentes entre variação de máquinas e dispositivos, aumentando também o desafio da usabilidade e interoperabilidade.</p> <p>Por existir essa alta complexidade é necessário entender e analisar toda a interação existente dos componentes físicos e computacionais, sabendo-se que redes únicas e tradicionais não são satisfatórias para esse suporte.</p> <p>Existem dois tipos de integração, vertical e horizontal. A vertical integra sistemas em níveis diferenciados, por exemplo dispositivos, controladores, análise de dados e ERP. Já a horizontal integra máquinas com outros recursos de fabricação em campo, como robôs, AGV's e máquinas-ferramentas)</p>

Fonte: Autores

Quadro 6: Definição do requisito diagnóstico remoto em sistemas CPSs

Requisito	Definição
Diagnóstico remoto	<p>Os CPSs devem realizar o monitoramento das condições, diagnóstico e controle remoto, sendo fundamentais em produtos, fábricas, redes e logísticas inteligentes</p> <p>Interagindo diretamente com o mundo físico, seu comportamento deve ser alterado automaticamente perante as mudanças nas condições ambientais, de contextos operacionais e externas, tomando decisões e realizando as correções.</p>

Fonte: Autores

Quadro 7: Definição do requisito autonomia em sistemas CPSs

Requisito	Definição
Autonomia	<p>A interação com o ambiente físico tem de ser feita de forma autônoma, sendo capazes de detectar, tomar decisões e controlar.</p> <p>Esses sistemas atuam em tempo real e são totalmente autônomos, propiciando auto calibração (realiza a própria calibração), auto adaptação (adaptação automaticamente), autoconsciência (conhecimento sobre o próprio status e sobre os dados internos), autodescrição (conhecimento de forma abrangente sobre a própria estrutura dinâmica e a infraestrutura do sistema total), automanutenção (identifica a necessidade de manutenção e a realiza), auto otimização (acompanhamento de parâmetros e os otimiza) e auto monitoramento (acompanhamento dos próprios dados e de desempenho), trazendo assim uma maior previsibilidade.</p>

Fonte: Autores

Quadro 8: Definição do requisito cliente em sistemas CPSs

Requisito	Definição
Cliente	<p>Os CPSs auxiliam na implementação dos requisitos e das demandas dos clientes, personalizando os produtos conformes às necessidades individuais específicas dos consumidores.</p> <p>Esses sistemas automatizados realizam adaptações às especificações de todos os tipos de usuários.</p> <p>Além disso, com essa tecnologia, o cliente consegue interagir e rastrear virtualmente o produto em tempo real e a empresa é capaz de reagir às mudanças dos mercados, trazendo maior agilidade e atendimento ao cliente.</p> <p>Um ponto adicional relevante e de retorno ao cliente é a redução de custos, já que esses sistemas otimizando os processos, consequentemente diminuem tempos e custos e propiciam monitorar os custos em toda a cadeia.</p> <p>Também traz maior aperfeiçoamento aos processos, melhorando a qualidade dos produtos.</p>

Fonte: Autores

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quadro 9 apresenta a cronologia das pesquisas sobre os CPSs, identificando os principais requisitos deste sistema identificados pelos autores.

Quadro 9: Principais requisitos dos sistemas CPSs

	Funcionalidade	Autonomia	Eficiência	Robustez	Segurança	Integração	Cliente	Diagnóstico Remoto
Lee (2008)	X	X	X	X				
Wan et al. (2010)	X	X	X	X				
Rajkumar et al. (2010)			X		X			
Baheti e Gill (2011)	X	X			X			
Park (2012)		X	X		X			
Marwedel e Engel (2012)	X		X	X	X			
Dumitrescu, Juergenake e Gausemeier et al. (2012)		X		X	X			
Kim e Kumar (2012)	X	X	X	X	X	X	X	
Sanislav e Miclea (2012)	X	X	X	X	X	X	X	
Broy e Schmidt (2014)	X	X	X	X	X	X	X	X
Liu et al (2017)	X	X	X	X	X	X	x	X

Fonte: Autores

Como pode ser observado, as primeiras pesquisas de Lee (2008) e Wan et al. (2010) sobre os CPSs, apresentam que os principais requisitos estão relacionados a funcionalidades, autonomia, eficiência e robustez.

Rajkumar et al. (2010), Baheti e Gill (2011), Park (2012), Dumitrescu et al. (2012) já identificam e sinalizam que um requisito importante nos sistemas CPSs é a segurança, sendo que nas pesquisas anteriores não eram apresentadas e/ou identificadas.

Kim e Kumar (2012), Sanislav e Miclea (2012), Broy e Schmidt (2014) e Liu et al (2017) apresentam além dos requisitos necessários para os CPSs relacionados à segurança, funcionalidades, integração, autonomia, eficiência e robustez, outros dos requisitos adicionais, referentes ao diagnóstico remoto e clientes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa se propôs a identificar e apresentar, a partir da análise da literatura, os principais requisitos que os CPSs devem contemplar, e pode ser observado uma ampliação dos requisitos necessários para os CPSs em função do tempo, relacionado à evolução tecnológica global, bem como o aumento da aplicação destes sistemas.

No surgimento do conceito e definição dos CPSs, as primeiras pesquisas apresentavam que os principais requisitos destes sistemas, estavam relacionadas às funcionalidades, autonomia, eficiência e robustez.

Posteriormente, pesquisas acrescentaram o requisito segurança, como um dos atributos importantes, tendo em vista garantir a privacidade, transparência e confiabilidade dos dados e informações.

E por fim, pesquisas recentes apresentam, adicionalmente, os requisitos relacionados ao diagnóstico remoto, no qual a interação com o ambiente físico é realizada de forma autônoma, e clientes, na qual auxiliam na implementação dos requisitos e das demandas dos clientes, personalizando os produtos conformes às necessidades individuais e específicas dos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação Científica PAPIC/EINSTEIN e a CAPES

REFERÊNCIAS

- [1] ACATECH. Cyber-physical systems, driving force for innovation in mobility, health, energy and production. Acatech position paper, Munich, dez. 2011.
- [2] BAHETI, R.; GILL, H. Cyber-physical systems. The Impact of Control Technology, IEEE, v.12, p. 161-166, 2011.
- [3] BARNUM, S.; SASTRY, S.; STANKOVIC, J. A. Roundtable-Reliability of Embedded and Cyber-Physical Systems. IEEE Security & Privacy, v. 8, n. 5, p. 27-32, 2010.
- [4] BERGER, C.; HEES, A.; BRAUNREUTHER, S.; REINHART, G. Characterization of cyber-physical sensor systems. Procedia CIRP, n.41, p. 638-643, 2016.
- [5] BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. 12.ed. Porto Editora, Porto, 2003.
- [6] BROY, M.; SCHMIDT, A. Challenges in engineering cyber-physical systems. Computer, v. 47, n. 2, p. 70-72, fev. 2014.
- [7] CAO, H.; ZHAN, X.; CHEN, X. The concept and progress of intelligent spindles: a review. International Journal Machine Tools & Manufacture, v. 112, p. 21-52, 2017
- [8] CARDENAS, A. A.; AMIN, S.; AND SASTRY, S. Secure control: Towards survivable cyber-physical systems. Proceedings of the First International Workshop on Cyber-Physical Systems, jun. 2008.
- [9] CONTI, M.; DAS, S.K.; BISDIKIAN, C.; KUMAR, M.; NI, L. M.; PASSARELLA, A.; ROUSSOS, G.; TROSTER, G.; TSUDI, G.; ZAMBONELLI, F. Looking ahead in pervasive computing: challenges and opportunities in the era of cyber-physical convergence. Pervasive and Mobile Computing, v. 8, p. 2-21, 2012.
- [10] CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Artmed, Porto Alegre, 2007.
- [11] DUMITRESCU, R.; JUERGENHAKE, C.; GAUSEMEIER, J. Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe. 1st Joint International Symposium on System-Integrated Intelligence, 2012. New Challenges for Product and Production Engineering, p. 24-27.
- [12] FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- [13] GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- [14] GILL, H. Cyber-Physical Systems: Beyond ES, SNs, and SCADA. Presentation in the Trusted Computing in Embedded Systems (TCES) Workshop, 2010.
- [15] GRABLER, Iris; PÖHLER, Alexander. Intelligent devices in a decentralized production system concept. Proceedings of 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Ischia, jul. 2017.
- [16] GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar. Rio de Janeiro: Record, 1997
- [17] GUNES, V.; PETER, S.; GIVARGIS, T.; VAHID, F. A survey on concepts applications challenges in cyber-physical systems. KSII Trans. Internet Inf. Syst., 2015.
- [18] HUANG, B. X. Cyber Physical Systems: A survey. Presentation Report, jun. 2008.
- [19] KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Acatech, p. 13-78, 2013.
- [20] KIM, K.D.; KUMAR, P. Cyber-physical systems: A perspective at the centennial. IEEE, v. 100, n. 13, p. 1287-1308, may. 2012.
- [21] KRAMER, B. Evolution of cyber-physical systems: a brief review. Applied Cyber-Physical Systems. Springer, New York, 2014.
- [22] LEE, E.A. Cyber Physical Systems: Design Challenges. 11th IEEE International Symposium on. IEEE Computer Society, Los Alamitos, Californian, pp. 363-369, 2008.
- [23] LEE, E. CPS Foundations. 47th IEEE/ACM Design Automation Conf. 2010, pp. 737-742, 2010.
- [24] Liang, Y. C., LU, X., LI, W. D., & WANG, S. Cyber Physical System and Big Data enabled energy efficient machining optimisation. Journal of Cleaner Production, 187, 46-62, 2018.
- [25] LIU, Y.; PENG, Y.; WANG, B.; YAO, S.; LIU, Z. Review on cyber-physical systems. IEEE/CAA J. Autom. Sinica, v. 4, n. 1, p. 27-40, jan. 2017.
- [26] MARWEDEL, P.; ENGEL, M. Efficient computing in cyber-physical systems. International Conference on Embedded Computer Systems (SAMOS), p. 328-332, 2012.
- [27] MONOSTORI, L. Cyber-physical production systems: Roots expectations and R&D challenges. Procedia CIRP, v. 17, p. 9-13, 2014.

- [28] PARK, K. J. Cyber-physical systems: Milestones and research challenges. *Computer Communications* 36 , p. 1-7,2012.
- [29] RAJKUMAR, R., LEE, I., SHA, L., STANKOVIC, J. Cyber-physical systems: The next computing revolution. *Proceedings of the Design Automation Conference 2011, Anaheim*, p. 13-18, jun. 13-18, 2010.
- [30] SANISLAV, T.; MICLEA, L. Cyber-Physical Systems - Concept, Challenges and Research Areas. *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*, v. 14, n. 2, p. 28-33, 2012.
- [31] SHA, L.; GOPALAKRISHNAN, S.; LIU, X.; WANG, Q. Cyber-physical systems: A new frontier. *Machine Learning in Cyber Trust*, Springer, p. 3-13, 2009.
- [32] SHI, J.; WAN, J.; YAN, H.; SUO, H. A survey of cyber-physical systems. *Conf. Wireless Commun. Signal Process. (WCSP)*, p. 1-6, nov. 2011.
- [33] TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidenceinformed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.
- [34] WAN, K.; HUGHES, D.; MAN, K.L.; KRILAVICIUS, T. 2010. Composition challenges and approaches for cyber physical systems. In *2010 IEEE International Conference on Networked Embedded Systems for Enterprise Applications (NESEA'10)*. IEEE, p. 1-7, 2010.
- [35] WAN, J.; YAN, H.; SUO, H.; LI, F. Advances in cyber-physical systems research. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, p.1891-1908, 2011.
- [36] WANG, Y.; VURAN, M. C.; GODDARD, V S. Cyber-physical systems in industrial process control. *ACM SIGBED Rev*, v.5, n. 1, p. 1-2, jan. 2008.
- [37] WANG, L.; TORNGREN, M.; ONORI, M. Current Status and Advancement of Cyber-Physical Systems in Manufacturing. *Journal Manuf. Syst.*, 37 (Pt. 2), pp. 517-527, 2015.

Capítulo 2

Os benefícios de um ambiente paperless em uma linha de soldagem automotiva: Pesquisa-ação

Bruna Juliane Carlos

Caroline Fernanda Marques Pereira

Vanessa Moraes Rocha de Munno

Ivan Correr

Resumo: Cada vez mais as empresas buscam desenvolver procedimentos operacionais a fim de garantir a rastreabilidade e a confiabilidade do produto, devido às normas e regulamentações exigidas pelos seus clientes. Em muitas empresas, estes procedimentos não são bem gerenciados e controlados, interferindo diretamente na confiabilidade do fluxo de informações entre os setores da empresa (planejamento, projeto, compras e fabricação), gerando problemas de duplicidade de documentos, documentos desatualizados, além de alto volume de papel em processo. Uma das abordagens existentes que auxiliam na padronização e integração dos procedimentos operacionais na empresa é a aplicação do conceito de Manufatura Virtual que integra as atividades do planejamento, projeto, e manufatura do produto. Com a integração da abordagem da Manufatura Virtual, pode se implementar a Manufatura sem papel (paperless), que permite a comunicação direta e imediata entre os setores, visando aumentar a confiabilidade do fluxo de informações entre os setores da empresa. Portanto o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de aplicação do conceito de manufatura paperless em uma linha de soldagem de sistema de exaustão automotivos, visando identificar e quantificar os benefícios gerados com o ambiente proposto. A metodologia utilizada no desenvolvimento da presente pesquisa foi a pesquisa-ação. Os resultados obtidos com a implantação da proposta de melhoria desenvolvida, possibilitará a redução de 28% no tempo de preenchimento dos documentos na linha de soldagem, bem como a redução do consumo anual de folhas de papel da empresa em 5%, além de outros benefícios relacionados a melhoria da comunicação interna, o controle de documentos, o ambiente de trabalho e as atividades rotineiras.

Palavras chave: Manufatura Virtual, Paperless, Procedimentos operacionais

1. INTRODUÇÃO

O mercado mundial está cada vez mais competitivo, estimulando as organizações em aumentar a sua produtividade e qualidade, reduzir o tempo de produção e atender a demanda de produtos, com prazos de entregas menores, e com produtos mais complexos e que exigem cada vez mais a rastreabilidade do produto e processo para garantia da confiabilidade. (CONCEIÇÃO et al., 2009).

Para garantir a rastreabilidade dos produtos e processos, as empresas desenvolvem e regulamentam os processos fabris em função de normas internas e externas. Estes documentos são definidos como procedimentos operacionais, e são importantes no sistema produtivo de qualquer empresa, pois favorece a padronização dos processos e auxiliam na prevenção de falhas e desperdícios no sistema produtivo, pois facilitam a compreensão das atividades. (FREITAS, GUARECHI, 2012).

Normalmente, estes procedimentos precisam ser atualizados periodicamente sempre quando ocorrerem alterações no processo ou projeto do produto, gerando com isso, alto volume de registros impressos em papéis. Este volume de informações, se não bem gerenciado e controlado, pode interferir na confiabilidade do fluxo de informações entre os setores da empresa (planejamento, projeto, compras e fabricação), devido a problemas de duplicidade de documentos, documentos desatualizados, desorganização de manuais, dentre outros. (JERICÓ, PERES e KURCGANT, 2008; MELLO, 2012; JONHSON, 2012).

Uma das abordagens existentes que auxiliam na padronização e integração dos procedimentos operacionais na empresa é a Manufatura Virtual. Esta possibilita a conexão entre todos os setores envolvidos, na atividade de planejar, projetar, atualizar e documentar todas as informações e especificações do processo e manufatura do produto em uma base computacional. (BANERJEE e ZETU, 2001; CONCEIÇÃO et al., 2009; GROOVER, 2011).

Com a integração da abordagem da Manufatura Virtual, pode-se implementar a Manufatura sem papel (paperless), que permite a comunicação direta e imediata entre os setores, diminuindo o tempo de resposta entre os responsáveis das áreas envolvidas e execução das atividades no planejamento, desenvolvimento, testes e manufatura do produto, bem como, aumentar a confiabilidade do fluxo de informações entre os setores da empresa. (DJASSEMI, SENA, 2006; BRILINGER e PACHER, 2013; SKA, 2016).

Portanto este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de aplicação do conceito de manufatura paperless em uma linha de soldagem de componentes automotivos, visando identificar e quantificar os benefícios gerados com o ambiente proposto.

2. REFERENCIAL

2.1. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Os procedimentos operacionais são documentos importantes no sistema produtivo de qualquer empresa, pois favorece a padronização dos processos e auxiliam na prevenção de falhas e desperdícios no sistema produtivo, pois facilitam a compreensão das atividades. (FREITAS, GUARECHI, 2012).

Deste modo, a padronização contribui para a estabilidade dos processos, diminuindo suas variações, sendo importante ressaltar que os padrões devem ser as melhores práticas e as mudanças para melhorias devem ser registradas e documentadas. (ALBERTIN, 2016).

O Procedimento Operacional Padrão, conhecido como POP, são documentos utilizados para definir padrões de operações que orientam os colaboradores sobre suas responsabilidades de cada etapa de um processo, descrevendo as características e detalhando as atividades correspondentes. (ZANETTE, 2010).

Segundo Rocha (2012), a estrutura de um POP deve conter definição, objetivo, os materiais utilizados, a descrição das operações técnicas, recomendações, a determinação das responsabilidades e referencial.

Jericó, Peres e Kurcgant (2008), Mello (2012) e Jonhson (2012) salientam a importância de manter a normatização dos processos, descrevendo cada atividade de forma clara e precisa. No entanto, os mesmos, apresentam algumas limitações que podem ser encontradas no cotidiano das empresas, como documentos de procedimentos com técnicas desatualizadas, dificuldade de recuperação e desorganização de manuais.

Jericó, Peres e Kurcgant (2008) apresentam que os POP's devem ser mantidos em manuais e precisam ser atualizados periodicamente seguindo critérios de formatação específicos, o que gera alto volume de registros em papeis utilizados como evidência de processos.

Vieira Filho (2010) e Silva, Duarte e Oliveira (2004) afirmam que os documentos devem ser disponibilizados de maneira impressa, pois são um dos meios de evidências em auditorias e visando promover a perspectiva dos processos, produtos e serviços.

De acordo com a Djassemi e Sena (2006) os procedimentos disponibilizados e armazenados em papel, cujo objetivo é o de liberar e rastrear os processos produtivos nas organizações podem vir a prejudicar a flexibilidade no sistema de produção impactando na confiabilidade e armazenamento dos dados, dependendo da quantidade necessária deste tipo de material no processo. Brilinger e Pacher (2013) dizem que os procedimentos podem ser disponíveis de maneira eletrônica, o qual contribui para a atualização e acesso dos mesmos.

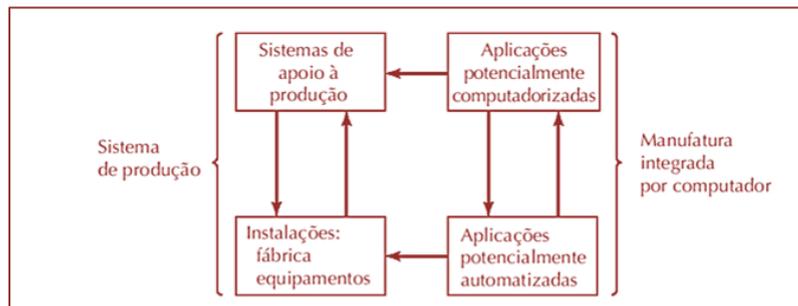
Uma das propostas que auxilia na padronização dos procedimentos operacionais, desde a concepção do produto até o processo produtivo é a Manufatura Virtual. (CONCEIÇÃO et al., 2009).

2.2. MANUFATURA VIRTUAL

A Manufatura Virtual começou a ser utilizada nos anos 90, com o intuito de criar uma estratégia de integração entre as várias etapas da manufatura na criação de um novo produto, seguindo o conceito projetar, planejar e documentar todas as informações pelo computador. (BANERJEE e ZETU, 2001; BROWN, 2013).

Groover (2011) apresentou que a implementação da manufatura integrada por computador para sistemas de produção, auxilia na execução de diversas tarefas, como o desenvolvimento do projeto, a manufatura do produto, gestão dos setores, inspeção final entre outras, conforme ilustra a Figura 1.

Figura1- Oportunidades da manufatura integrada por computador



Fonte: Autores

Com o propósito de reduzir a quantidade de esforço manual e burocrático empregado nos estágios de projeto, o CIM (Computer Integrated Manufacturing), destaca o uso de softwares como o CAD (Computer-aided design) para suportar a área de manufatura e suas fases, colaborando para que os projetos sejam realizados diretamente na máquina reduzindo e/ou eliminando o uso de papel. Deste modo, as empresas propõem-se a restringir os custos de produção, melhorar a produtividade, prover segurança aos colaboradores, eliminar ou banir atividades rotineiras, e aumentar a qualidade do produto/processo. (GROOVER, 2011).

Com a integração das informações, a utilização de documentos em papel está cada vez mais sendo substituído por registros eletrônicos. O conceito de manufatura sem papel (paperless), permite a comunicação direta e imediata entre os setores, diminuindo o tempo de resposta entre os responsáveis das áreas envolvidas e execução das atividades no planejamento, desenvolvimento, testes e manufatura do produto. (SKA, 2016).

2.3. PAPERLESS

Segundo Granieri (2016) o conceito paperless, ou seja, a eliminação ou redução de papel é uma política adotada nas organizações que por meio do auxílio da tecnologia, como softwares, aplicativos ou recursos online permitem o gerenciamento e armazenamento de documentos com a finalidade de otimizar os processos.

Arney, Jone e Wolf (2009) afirmam que além do avanço da tecnologia disponibilizar novas alternativas para redução da utilização do papel, resulta também em economias de custos. Entretanto, este conceito, ainda sofre resistência por algumas empresas, devido à dificuldade de mudanças de gestão e cultura, bem como, o grande consumo de papel proveniente do aumento do fluxo de informações de toda a cadeia de valor.

Com novas opções tecnológicas e a obrigatoriedade da impressão física de documentos cada vez menor, o mercado já apresenta respostas acessíveis às organizações que desejam implantar esse conceito. (GRANIERI, 2016).

Para a transição ao ambiente paperless é necessário que a empresa trace um planejamento a fim de avaliar e viabilizar investimentos como, software de armazenamento com capacidade significativa como, por exemplo, o OCR (Optical Character Recognition), que converte os registros digitalizados em texto acessível por computador, e até mesmo aplicativos e dispositivos para manutenção e elaboração de documentos, e inclusive investimentos em treinamentos da equipe relacionados ao programa adotado e também investimento em segurança digital. (CHUCK, 2014).

Johnson (2012) e Granieri (2016) demonstram algumas metas que podem ser consideradas para a estratégia da escolha de um sistema que sustente o ambiente paperless, como redução do tempo de operações, capacidade de rastreabilidade de histórico de documentos, melhoria em relação à coleta e geração de relatórios de controle, melhoria do contexto do processo e promover atitude sustentável.

3. Metodologia do desenvolvimento da pesquisa

A presente pesquisa possui abordagem quantitativa e qualitativa e de caráter explicativo e foi aplicada em uma empresa multinacional de autopeças, fabricante de sistema de exaustão de automóveis, localizada no interior do estado de São Paulo. A pesquisa foi realizada no período de abril de 2018 até abril de 2019.

Para este estudo, foi utilizado o procedimento de pesquisa-ação que conforme define Thiollent (1985) e Gil (2010) é uma metodologia de verificação experimental de forma participativa ou cooperativa que proporciona o desenvolvimento e a mudança do ambiente/objeto estudado.

Mello et al., (2012), Coughlan e Coughlan (2002) e Thiollent (2007) estabelecem as seguintes etapas para construção de uma pesquisa-ação: Fase exploratória; Formulação do problema; Construção de hipóteses; Realizar seminário; Selecionar amostras; Coletar dados; Analisar dados; Elaborar plano de ação; Implementar e avaliar os resultados.

3.1. SITUAÇÃO ENCONTRADA

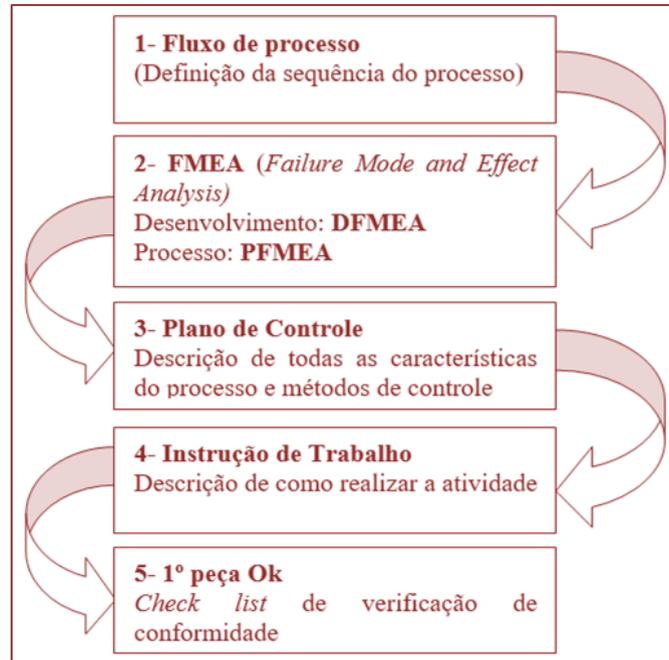
A empresa estudada possui políticas internas, sistemas de organismos certificadores e requisitos específicos dos clientes que exigem grande número de documentações como procedimentos, instruções e registros, e atualmente todas essas documentações são impressas.

Essa condição requer eficiência no controle, monitoramento e revisões conforme as alterações de projeto, desenvolvimento e processo de produção.

Dentro da organização existe um mix de mais de 1000 produtos que são produzidos diariamente, desde as linhas capacitivas, que são as operações de montagem dos subconjuntos que abastecem as linhas de soldagem de produtos acabados.

No Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da empresa, para cada código de cadastro dos produtos é necessário criar no mínimo cinco documentos de acordo com a Figura 2:

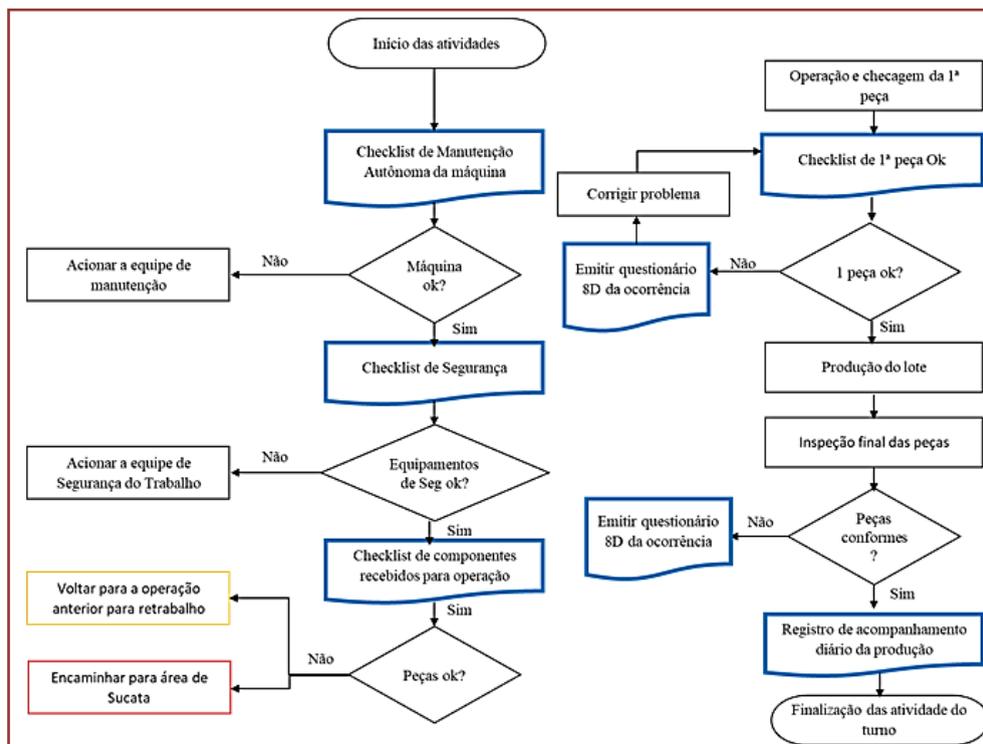
Figura 2- Sequência de documentação do SGQ



Fonte: Autores

Além dos documentos do SGQ existem os registros das linhas de produção que são preenchidos pelos líderes de cada linha e pelos operadores, representados na Figura 3 em caixas de cor azul.

Figura 3- Fluxograma de preenchimento de registros de linha



Fonte: Autores

O Quadro 1, representa o tempo médio de preenchimento manual das documentações diárias necessárias, totalizando 1h08m29s.

Quadro1- Tempo de preenchimento dos documentos impressos

Documentos	Frequência	1º turno	2º turno	3º turno
Check lista de Manutenção de máquina	Diário	00:05:18	00:05:46	00:05:54
Check lista de Segurança	Diário	00:05:35	00:04:47	00:03:06
Check list de componentes recebidos para a operação	Diário	00:03:25	00:04:42	00:03:14
Check list 1º peça ok	Diário	00:10:07	00:10:34	00:10:59
Formulário de 8D	Quando necessário	00:15:00	00:15:00	00:15:00
Registro de acompanhamento da produção	Diário	00:28:41	00:29:32	00:28:48
Tempo médio		01:08:06	1:10:21	1:07:01
		01:08:29		

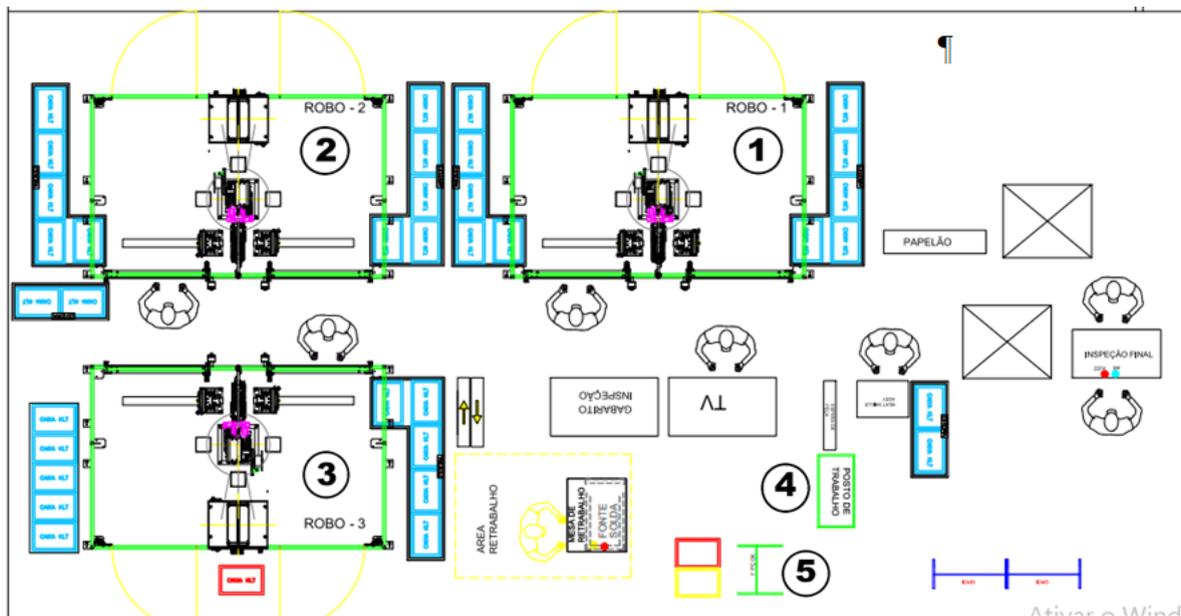
Fonte: Autores

Devido aos procedimentos necessários e a metodologia utilizada pela empresa em gerar, documentar e controlar estes registros, foram identificados problemas e limitações no que diz respeito à confiabilidade dos dados, inter-relação entre os documentos, comunicação entre os setores, controle de armazenamento, recuperação das informações e tempo demasiado para preenchimento dos registros.

Alguns dos problemas e limitações gerados estão relacionados à detecção de não conformidades em auditorias voltadas à falta de documentação e falha de inter-relação entre os documentos, instruções de trabalho desatualizadas gerando a produção de itens fora das especificações, falta de clareza das informações no padrão visual gerando envio de peças não conformes aos clientes.

A partir desse cenário, foi definida para implementação do conceito paperless uma das linhas de soldagem na qual apresentava um alto índice de problemas recorrentes de qualidade do produto e processo. A Figura 4 apresenta o layout da célula de manufatura estudada.

Figura 4- Layout atual da linha de soldagem



Fonte: Autores

Como pode ser observado nas posições 1, 2 e 3 ficam localizados ao lado dos robôs de solda os check lists de segurança, manutenção autônoma e check de componentes recebidos da operação anterior. As instruções de trabalho e os formulários de acompanhamento diário da produção são armazenados no posto de trabalho indicado na posição 4. O check list da "1ª peça OK" fica disponibilizado no posto destinado a mesma apresentado na posição 5.

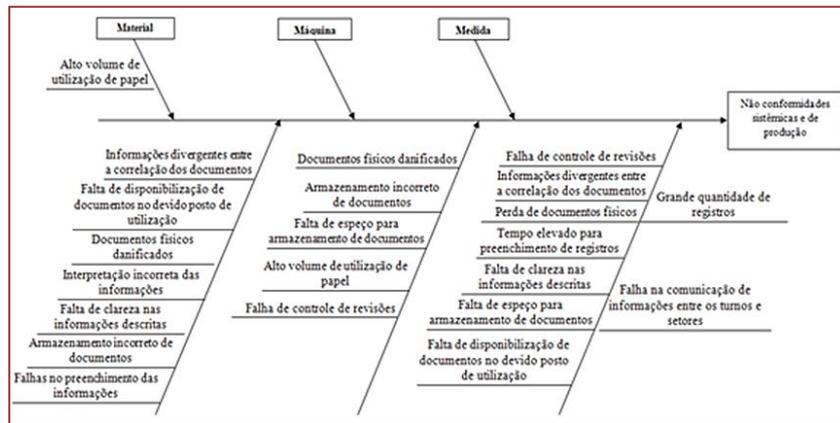
A empresa possui 95 células produtivas e para a atualização dos documentos da fábrica, o consumo anual de papel (A4 e A3) é de mais de um milhão de folhas, o que representa um custo anual de R\$ 47.350,00. Deste montante, 5% correspondem ao consumo da linha escolhida.

3.2. SITUAÇÃO PROPOSTA: AMBIENTE PAPERLESS

Analisando o cenário apresentado, foi proposto à linha de soldagem definida um ambiente totalmente paperless, com enfoque em reduzir o tempo diário de preenchimento dos documentos, aumentar a confiabilidade dos dados e transferência de informações entre os turnos, prevenir não conformidades e eliminar o consumo de papel.

Para isso, uma equipe multidisciplinar foi instituída e composta pelo líder de produção, especialista de manufatura, assistente de TI, supervisor do almoxarifado e com dois dos autores do presente trabalho. O objetivo deste grupo foi discutir prováveis causas dos problemas sistêmicos e de produção envolvendo documentações. Neste caso, foi elaborado um diagrama de Ishikawa, para identificar as possíveis causas relacionadas a não conformidades sistêmicas e de produção (Figura 5).

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa: Causas relacionadas a não conformidades sistêmicas e de produção



Fonte: Autores

Como pode ser observado na Figura 5, foi identificado que as maiores causas relacionadas às não conformidades sistêmicas e de produção estão ligadas ao Método, caracterizados pela falha de controle de revisões, informações divergentes entre a correlação de documentos, perda de documentos físicos, tempo elevado para preenchimento de registros, falta de clareza nas informações descritas, falta de espaço físico para armazenamento de documentações, falta de disponibilidade de documentos do devido posto de utilização.

Após análise dos dados apresentados, iniciou-se o desenvolvimento de uma proposta de aplicação do conceito paperless em uma linha de soldagem, a partir da coleta do tempo de preenchimento das documentações necessárias com o auxílio de um tablet. O Quadro 2 apresenta o tempo de preenchimento dos documentos eletrônicos.

Quadro 2- Tempo de preenchimento dos documentos eletrônicos

Documentos	Frequência	1º turno	2º turno	3º turno
Check lista de Manutenção de máquina	Diário	00:03:46	00:03:28	00:05:54
Check lista de Segurança	Diário	00:02:23	00:02:55	00:03:15
Check list de componentes recebidos para a operação	Diário	00:03:17	00:03:19	00:03:16
Check list 1º peça ok	Diário	00:07:02	00:07:57	00:07:47
Formulário de 8D	Quando necessário	00:15:00	00:15:00	00:15:00
Registro de acompanhamento da produção	Diário	00:15:41	00:16:32	00:15:26
Tempo médio		00:47:09	0:49:11	0:50:38
		00:48:59		

Fonte: Autores

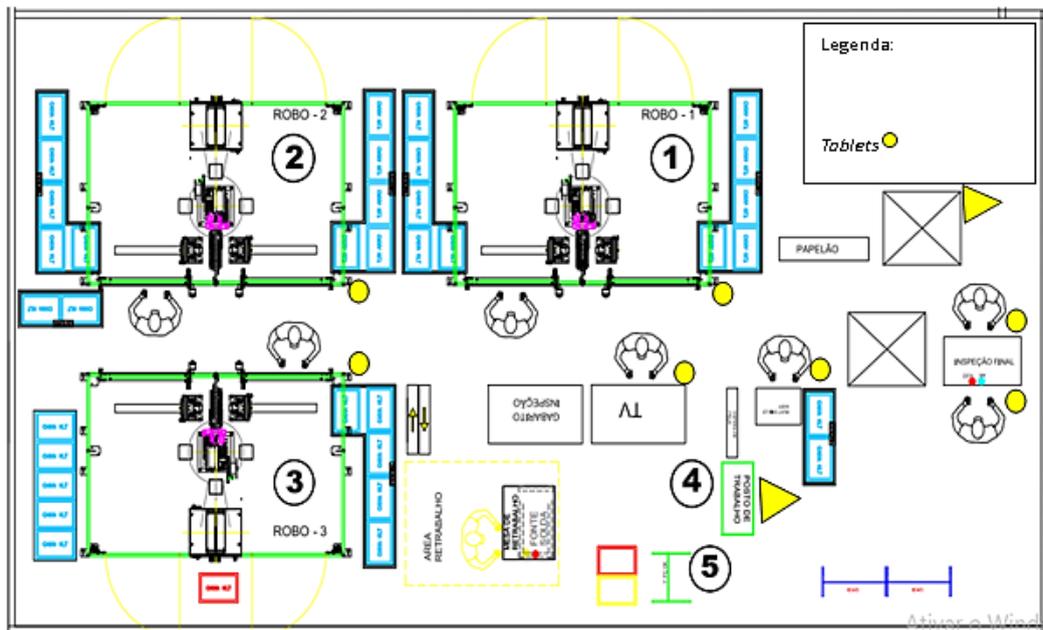
Como pode ser observado, o tempo de preenchimento da documentação utilizando o conceito paperless foi de 48min59s frente ao tempo de 1h08min29seg utilizando o procedimento tradicional (Quadro 1) o que representa uma redução de 28% do tempo de preenchimento do conceito tradicional para o conceito paperless.

Em relação à confiabilidade dos dados, foi proposta a instalação de uma tela touchscreen na linha de soldagem para que todas as informações necessárias para a produção, como instruções de trabalho, plano de controle, padrões visuais e outros dados indicativos de resultados e informações de clientes fossem disponibilizados em um único meio de comunicação.

Esta centralização de informações online possibilitaria padronizar o acesso ao mesmo nível de informação entre os colaboradores, gerando uma comunicação mais eficiente e homogênea, contribuindo assim, com a prevenção de erros recorrentes, melhoria na qualidade e a salvaguarda dos documentos.

A Figura 6 apresenta o layout proposto para aplicação do conceito paperless, e seus componentes, na linha de soldagem, e na qual pode ser observado que os tablets devem ser disponibilizados para cada operador para preenchimento online dos documentos requeridos e uma tela touchscreen deve ser instalada no posto de trabalho. Por consequência todos os documentos impressos seriam retirados do layout.

Figura 6- Layout proposto da linha de soldagem no conceito paperless



Fonte: Autores

Para auxiliar no processo de criação, registro e controle de documentos, será utilizado um software para adaptar os formatos dos registros com a finalidade de proporcionar praticidade no preenchimento, auxiliar na criação, correlação e atualização dos documentos de processo e produto.

Com a aplicação do conceito paperless na linha escolhida, a redução de custo referente ao consumo anual de folhas de papel da fábrica seria reduzido em 5%, de um custo total de R\$ 47.350,00, o que vem ao encontro dos conceitos relacionados à sustentabilidade.

Além dos benefícios quantitativos apresentados, a implantação do conceito paperless possibilitaria potencializar benefícios qualitativos, como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Benefícios e melhorias do ambiente paperless

Meio	Benefícios e Melhorias
Comunicação	- O mesmo nível de informação entre gestores, líderes e operadores através de um único veículo comunicador; - Destreza no compartilhamento de informações entre tumos e setores; - Confiabilidade dos dados; - Informações atualizadas em tempo real.
Controle de documentos	- Facilidade para criação, atualizações e monitoramento dos documentos; - Salvaguarda de documentos; - Facilidade na recuperação de documentos.
Ambiente de trabalho	- Limpeza e organização da célula produtiva, através da redução/ eliminação de papeis; - Ganho de espaço físico; - Sustentabilidade.
Atividades diárias	- Proporcionar praticidade no preenchimento de registros; - Clareza na interpretação de dados e padrões visuais.
Cliente	- Garantia de conformidade de produtos devido a simplificação das informações.

Fonte: Autores

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa considerou apresentar uma proposta de aplicação do conceito de manufatura paperless em uma linha de soldagem de componentes automotivos, visando identificar e quantificar os benefícios gerados com o ambiente proposto.

Com base nas pesquisas realizadas, conceitos apresentados, bem como estudo e análise da realidade apresentada da empresa estudada, foram quantificados e identificados benefícios quantitativos e qualitativos a serem obtidos com a implantação da proposta demonstrada, como:

O tempo de preenchimento dos registros da linha de soldagem teria uma redução de 28% com a proposta do conceito paperless, por meio da utilização de tablets, conforme apresentado no Quadro 2;

A redução do consumo anual de folhas de papel, utilizadas no processo, seria de 5% do consumo total de folhas de papel da fábrica, conforme descrito nos resultados da situação proposta;

Outros benefícios seriam possíveis em função de melhorar: a comunicação, o controle de documentos, o ambiente de trabalho, as atividades diárias e o relacionamento com os clientes, conforme apresentados no Quadro 3.

Espera-se que os benefícios apresentados, interfiram diretamente e positivamente no aumento da produtividade, por meio da redução do tempo de setup e na redução de não conformidades devido à aplicação do conceito paperless.

A presente proposta está sendo implementada na empresa estudada, e novos resultados da aplicação serão publicados em congressos e revistas.

REFERÊNCIAS

- [1] ALBERTIN, M. R. Gestão de processos e técnicas de produção enxuta. Curitiba: InterSaberes, 2016.
- [2] ARNEY, J.; JONES, I.; WOLF, A. Going green: paperless technology and feedback from the classroom. Journal of Sustainability and Green Business, 2009.
- [3] BANERJEE, P.; ZETU, D. Virtual manufacturing. New York: John Wiley & Sons, 2001. 320p
- [4] BRILINGER, C. O.; PACHER, J. C. Padronização do Processo de Faturamento em um Clínica Particular. Instituto Federal de Santa Catarina, 2013. 77 f.

- [5] BROWN, S. et al. Administração da produção e operações. Um enfoque estratégico na manufatura e nos serviços. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, p. 333 e 343.
- [6] CONCEIÇÃO, S. V. et al. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada. Revista Gestão e Produção, São Carlos. v. 16, n.3, p.357-369, jul-set. 2009.
- [7] COUGHLAN, P., COGHLAN, D. Action research for operations management. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- [8] [CHUCK, C.](#) Why You Should Be Running a Paperless Company. USA: Forbes, 2014. Disponível em:
- [9] <https://www.forbes.com/sites/chuckcohn/2014/09/03/why-you-should-be-running-a-paperless-company/#22603f1c6f83>. Acesso em: 20. mar.2019.
- [10] DJASSEMI, M.; SENA, J. The Paperless Factory: A Review of Issues and Technologies. International Journal of Computer Science and Network Security, v.6, n. 12, p. 185-191, dez. 2006.
- [11] FREITAS, S. L.; GUARECHI, H. M. A Padronização de Processos no Serviço Público Através do Uso de Manuais: a Viabilidade do Manual de Eventos da UTFPR – Campos de Francisco Beltrão. Revista Organização Sistemica. Curitiba, v.2, n.1, 2012.
- [12] GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [13] GROOVER, P.M. Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. p. 7 a 9 e 18.
- [14] GRANIERI, R. Novas oportunidades pra empresas paperless. Cio From IDG, 2016. Disponível em: <https://cio.com.br/novas-opportunidades-para-empresas-paperless/>. Acesso em: 25.mar.2019.
- [15] JERICÓ, M. C., PERES, A. M., & KURCGANT, P. Estrutura organizacional do serviço de enfermagem: reflexões sobre a influência do poder e da cultura organizacional. Revista da Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, 2008, p 569–577.
- [16] JOHNSON, W. The Paperless Factory: using technology to improve efficiency in high mix and CTO production - Spectrum Assembly, Inc., Carlsbad, California, USA – outubro 2012.
- [17] MELLO, C.H.P., TURRIONI, J.B., XAVIER, A.F., CAMPOS, D.F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. Produção, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.
- [18] ROCHA, F. C. V. Manual de Procedimentos Operacionais Padrão de Enfermagem do Hospital Getúlio Vargas. 1 ed. Terseina: HGV, 2012. 149p.
- [19] SILVA, W. L. V.; DUARTE, F. M.; OLIVEIRA, J. N. Padronização: um fator importante para a engenharia de métodos. Qualit@s - Revista Eletrônica, v. 3, nº 1, p. 01-15, 2004.
- [20] SKA. Tecnologia para automação de engenharias. 2016. Disponível em:
- [21] <http://www.ska.com.br/ska/busca?keys=Tecnologia%20para%20automa%C3%A7%C3%A3o%20de%20engenharias>. Acesso em: 20 mar.2019.
- [22] THIOLENT M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1985.
- [23] THIOLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 15ª Ed., 2007.
- [24] VIEIRA FILHO, G. Gestão da qualidade total: abordagem prática. 3 ed. Campinas, São Paulo: Alinea, 2010.
- [25] ZANETTE, F. Procedimento operacional padrão em Governança e Sustentabilidade em Hotelaria. (Dissertação). 2010. Universidade de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul. 110p.

UNIDADE 2

AMBIENTES DE PRODUÇÃO



Capítulo 3

Implantação de um sistema híbrido de produção em uma empresa fabricante de rodas agrícolas e automotivas: Pesquisa-Ação

Jovani Junior de Oliveira Nascimento

Marcelo Rocha

Vanessa Moraes Rocha de Munno

Bianco Gallazzi da Silva Leite

Ivan Correr

Resumo: Atualmente devido à alta competitividade do mercado, as empresas buscam métodos que possibilitem aperfeiçoamento dos processos, reduzindo assim os desperdícios e os custos produtivos. Neste sentido, empresas estão investindo na implantação de sistemas híbridos de produção, visando a integração de diferentes sistemas produtivos, como os sistemas de produção puxado e empurrado, utilizando os principais atributos de cada sistema em função das características de cada processo, tendo como objetivo sempre maior produtividade. A empresa objeto da pesquisa é uma fabricante de rodas metálicas e possui um ambiente de produção empurrado, entretanto sua carteira de pedidos varia de pequenos até grandes lotes de produção, o que interfere diretamente no aumento do índice de atraso na carteira de pedidos. Portanto, o presente artigo tem como objetivo, implantar um sistema de produção híbrido, visando reduzir a quantidade de pedidos de produtos em atraso. A metodologia utilizada no desenvolvimento do presente artigo foi a pesquisa-ação. Com a implantação do sistema de produção híbrido, obteve-se uma redução média do índice de atraso da carteira de pedidos de 36% para 4%, aumentando assim a disponibilidade de máquinas e ferramentas e ainda reduzindo os custos produtivos.

Palavras-chave: Sistema Híbrido, Sistema Puxado, Sistema Empurrado, Pesquisa-ação

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual de competitividade, as organizações buscam estratégias para se estabelecer no mercado e, para atingir essa meta os investimentos em inovação, qualidade e pontualidade na entrega dos produtos são cada vez maiores (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2016).

Para alcançar esses objetivos e se manterem competitivas, as organizações necessitam aplicar métodos que visem o aperfeiçoamento dos processos, produzindo apenas o necessário e na quantidade requerida, reduzindo assim desperdícios e, consecutivamente, os custos produtivos. Posto isto, as organizações necessitam de sistemas de produção que se adequem a nova realidade, tornando-as mais competitivas e aprimorando seus processos (SENTHIL & MIRUDHUNEKA, 2014).

Dentre os sistemas de produção mais utilizados, pode-se destacar o sistema empurrado, no qual o planejamento da produção inicia-se após a definição da previsão de demanda e tem como característica a produção em grandes lotes (GSTETTNER; KUHN, 1996), e também o sistema de produção puxado, que tem como princípio a redução de desperdícios ao conter a utilização de material em processo e evitar um estoque excessivo, produzindo apenas o necessário, conforme demanda (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

De acordo com Kendall (2007), o sistema empurrado possui algumas deficiências, dentre elas a necessidade de manter um estoque alto de produtos acabados, correndo o risco de que os produtos se tornem obsoletos, à necessidade de manter fornecedores capazes de entregar grandes quantidades de matéria-prima, além de um amplo tempo de resposta em caso de mudanças na previsão de demanda, ocasionando assim superprodução ou falta de produtos. Para Fernandes e Godinho Filho (2016), o sistema puxado tem uma facilidade de aplicação em organizações com baixa variedade de produtos, sendo que, em empresas com características contrárias, o sistema tem grande dificuldade de adaptação e resposta.

Segundo Ming-Wei & Shi-Lian (1992), a necessidade em solucionar os problemas de gerenciamento da produção resultou no desenvolvimento e implantação dos sistemas de produção híbridos. Ohno (1997), corrobora ao dizer que em determinadas organizações, o sistema a ser utilizado não deve ser distinguido entre sistema puxado e sistema empurrado, uma vez que cada um deles possuem pontos positivos e pontos negativos, mas sim implantar ambos os sistemas de forma híbrida.

A empresa objeto da pesquisa possui um ambiente de produção empurrado, entretanto sua carteira de pedidos varia de grandes a pequenos lotes de produção e, como problemática, foi identificado um alto índice de atraso na entrega de pedidos aos clientes. Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo, implantar um sistema de produção híbrido em uma empresa fabricante de rodas, visando reduzir a quantidade de pedidos de produtos em atraso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2016), os sistemas de produção possuem uma função de extrema importância nas empresas, sua responsabilidade é atender a demanda dos clientes de forma rápida e eficiente, desta forma um sistema precisa alcançar seus objetivos, de maneira eficaz e com o menor desperdício de recursos possíveis.

Os sistemas de produção podem ser caracterizados como um conjunto de atividades integradas entre si, envolvidas na produção de bens ou serviços (MOREIRA, 2008), e podem estar sujeitos a alterações internas e externas, as quais geram necessidades de maior integração entre as atividades (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2016).

Os principais sistemas utilizados no processo de manufatura são os sistemas de produção puxado e o empurrado, entretanto, a utilização de forma combinada dos mesmos, tem se constituído uma das principais decisões do gerenciamento (LOPES; PASQUALINI; SIEDENBERG, 2010).

2.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO EMPURRADO

O sistema de produção empurrado, consiste na fabricação de uma quantidade de produtos, definida pelos estoques disponíveis e pela demanda prevista. Os períodos necessários para produção são estabelecidos a partir de informações padronizadas, inseridas em ocasiões específicas para cada operação do processo de fabricação, posto isto, o produto é fabricado sequencialmente (OHNO, 1997). É fundamental no sistema de

produção empurrado o uso do Planejamento de Recursos de Materiais (Material Requirements Planning – MRP) (STEVENSON; HENDRY; KINGSMAN, 2005).

Segundo Corrêa (1997), o MRP é um sistema de programação da produção, fundamentado na estrutura do produto, tendo em vista que seu objetivo é controlar e avaliar a necessidade de insumos para produção de determinado item, bem como o tempo que os mesmos serão entregues.

Para Gstettner e Kuhn (1996), o sistema MRP auxilia no planejamento e execução das ordens de fabricação de acordo com a quantidade determinada em previsões de demanda, o que permite uma melhor gestão dos materiais e processos produtivos.

Lemos (1999) e Slack; Johnston; Chambers, (2009), ponderam algumas desvantagens na utilização do sistema de produção empurrado, como dificuldade em alterar o plano mestre de produção uma vez que ocorra desvios na previsão da demanda, ocasionando alto estoque de segurança, dificuldades ao estabelecer lotes de produção, setup, ociosidade, filas e estoques intermediários.

Dessa maneira, o MRP é uma ferramenta utilizada para realizar o planejamento e controle da produção, tendo foco nas necessidades de materiais baseado na demanda original, resultante do plano mestre de produção, bem como, obter alternativas às práticas de gerenciamento de estoque (BOHNEN; DEUSE, 2012).

2.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO PUXADO

De acordo com Ohno (1997) e Tubino (2000), o sistema de produção puxado é iniciado a partir da informação gerada nos processos posteriores, sendo produzido somente o que foi requerido. Segundo Liker e Meier (2007), pode-se compreender, o sistema de produção puxado, como um fluxo entre processos, no qual, o material transforma-se conforme avança entre as etapas do processo produtivo.

O sistema de produção puxado baseia-se na gestão lógica da produção, considerando a demanda real do cliente, evitando assim, produção excessiva e materiais em processo (DENNIS, 2008).

A movimentação de material entre os processos é iniciada somente quando solicitada, por pedidos de clientes internos ou externos (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011). Tal solicitação é realizada por meio do sistema kanban.

O sistema kanban, baseia-se no controle do fluxo de material pelo uso de “cartões”, no qual define-se a quantidade (lote) e o tempo ideal dedicado à produção (LAGE JUNIOR e GODINHO FILHO, 2010).

A produção com o uso do sistema kanban possibilita a redução do tempo de espera dos produtos a serem processados, a ociosidade das máquinas e os estoques intermediários em processos, aumentando a produtividade do sistema produtivo (ALVES, 1996, TUBINO; LEMOS, 1999, CARVALHO, 2013).

Segundo Vollmann et al., (2006) o sistema kanban apresenta algumas desvantagens a serem analisadas, dentre elas, a necessidade de um planejamento preciso, em caso de erros na quantidade a ser produzida, ou então, no momento de iniciar a produção, será gerado um estoque maior do que o necessário. Outro fator a ser considerado é o fato de não ter um desempenho favorável quando existe uma variedade de produtos ou uma demanda relativamente instável, gerando altos estoques, aumento no valor de estocagem, diminuição da quantidade produzida e ociosidade.

2.4 SISTEMA DE PRODUÇÃO HÍBRIDO

De acordo com Powell et al., (2013), o sistema de produção híbrido permite a utilização de dois ou mais sistemas produtivos. Segundo Rentes; Nazareno; Silva, (2005), uma unidade fabril é programada por um sistema híbrido quando a mesma possui mais de um modelo de sistema de planejamento de produção.

A adoção de apenas um tipo de sistema de planejamento de produção, pode não apresentar os resultados esperados pela empresa. Neste caso, para se manterem competitivas em relação aos seus concorrentes, muitas empresas utilizam sistemas híbridos de produção (OLHAGER e WIKNER, 2000, MEMARI; RAHIM; AHMAD, 2014).

Segundo Geraghty e Heavey (2005) e Jeganathan & Mani (2012) os sistemas híbridos mais conhecidos são aqueles que contemplam o sistema de produção puxado (uso do sistema MRP) e o sistema de produção empurrado (uso do sistema kanban) e incentivam questionamentos sobre as melhores práticas de cada sistema, além de efetuar a integração entre ambas estruturas.

Segundo Spearman; Woodruff; Hopp, (1990) e Corrêa e Giansi (1996) o sistema kanban possui um controle robusto sobre o estoque em processo (work in process - WIP), porém, o mesmo necessita manter um estoque mínimo a ser “puxado” em cada etapa do processo, gerando assim um WIP maior do que o necessário. Porém quando o sistema kanban é integrado em um sistema híbrido o WIP tende a ser menor comparado com a aplicação do sistema em sua totalidade.

Smalley (2005), fomenta a dificuldade do MRP em controlar um sistema completo, pelo fato do ambiente produtivo ser dinâmico, enquanto suas previsões são estáticas e suas atualizações não são completamente confiáveis.

Goddard (1991), já identificava que, com a implementação de sistemas híbridos, era possível mesclar os pontos fortes e fracos dos sistemas garantindo um melhor aproveitamento das junções de suas características.

3. METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa possui abordagem quantitativa, de caráter explicativo e natureza aplicada, visto que o local de realização da pesquisa serviu de base para coleta dos dados, análise das ações e verificação dos resultados apresentados.

A pesquisa desenvolvida classifica-se como pesquisa-ação, em virtude de haver contato e interferência de modo participativo dos pesquisadores e, segundo Gil (2010), a pesquisa-ação possui características situacionais, na qual busca a realização do diagnóstico de um determinado problema, numa determinada situação, almejando resultados práticos.

Mello et al., (2012), consideram pesquisa-ação como a produção de conhecimento orientada pela prática, modificando a realidade de estudo. Westbrook (1995), Coughlan e Coughlan (2002) e Thiollent (2007) definem as etapas para a realização da pesquisa-ação como: fase exploratória; formulação do problema; construção de hipóteses; realização de seminário; seleção de amostras; coleta de dados; análise de dados; elaboração de plano de ação; implementação e avaliação dos resultados.

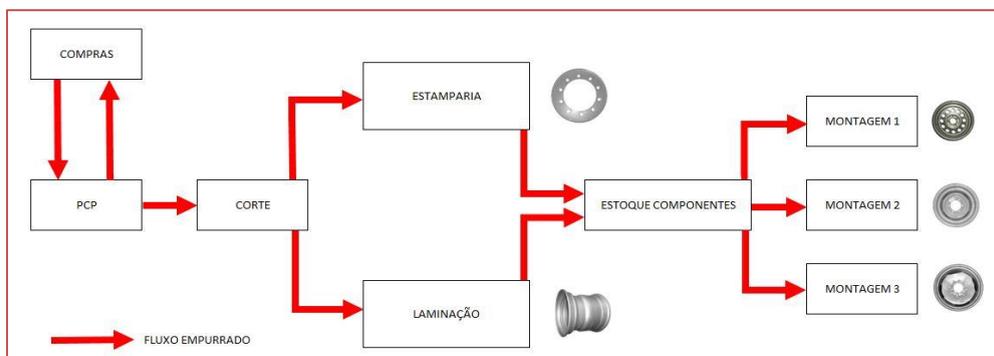
3.1 PESQUISA-AÇÃO

Este trabalho teve como local de estudos uma empresa metalúrgica de pequeno porte fabricante de rodas metálicas, situada no interior do Estado de São Paulo.

O processo de fabricação de uma roda consiste na produção de dois componentes: “aro” (processo de laminação) e “disco” (processo de estampagem), que são unidos posteriormente, por meio do processo de montagem e soldagem.

O arranjo físico produtivo utilizado (Figura 1), se baseia em fluxo de produção empurrado, na qual o sistema MRP auxilia na programação da produção e, o PCP solicita a matéria prima ao setor de compras. Com a matéria prima disponível, inicia-se o processo de corte que abastece os setores de estamparia e laminação, nos quais são fabricados os componentes “discos” e “aros” respectivamente. Com os componentes processados, inicia-se o processo de montagem e soldagem dos componentes.

Figura 1 - Fluxo empurrado de produção de rodas



Fonte: Autores

O mercado em que a empresa atua, é dividido entre produtos da linha agrícola e automotiva, os quais representam 68,45% e 31,55% das vendas, respectivamente.

Nos últimos anos, a empresa estudada começou a apresentar problemas de atraso na entrega de seus produtos, devido a mudança dos pedidos de seus clientes, que passaram a comprar lotes de produtos cada vez menores e diversificados. Esta mudança de demanda, chegou a interferir no prazo de entrega de seus produtos em 37% de sua “carteira de pedidos”, devido ao atraso na entrega de matéria prima, lotes de produção pequenos e aumento do número de preparação (setups).

Com base na problemática apresentada, levantou-se a hipótese da implantação de um sistema híbrido de produção, integrando o sistema kanban com o sistema MRP para produção de seus componentes. Este sistema, inicialmente seria implantado para regular o fluxo produtivo dos componentes e reduzir a falta dos mesmos no momento da realização da montagem das rodas para finalização dos pedidos.

A principal vantagem a ser obtida com a implantação deste sistema produtivo, seria a possibilidade de aumentar a disponibilidade das máquinas para produção de itens de menor volume, tendo em vista suprir a demanda dos principais clientes, que mesclam pedidos de lotes maiores com lotes menores, o que impacta em tempos maiores de preparação e conseqüentemente em atrasos de entrega.

Portanto, a partir do cenário apresentado, foi realizado um planejamento para implantação de um sistema de produção híbrido, e que foi desenvolvido entre os meses de agosto/2018 até abril/2019.

Inicialmente, foi realizado um seminário com colaboradores das áreas de engenharia, planejamento e controle da produção (PCP), comercial e um consultor externo, na qual realizou-se um brainstorming para definição dos setores da empresa nos quais seriam implantados o sistema kanban e quais continuariam utilizando o sistema MRP.

A partir do estudo inicial, foi determinado que o componente “disco” era o processo com maior tempo de ciclo produtivo dentro da fabricação do produto final, sendo assim, foi definido o setor de estamparia para implantação do sistema, tendo em vista que as máquinas deste setor apresentavam o menor tempo disponível para produção de outros produtos. O processo de estamparia dos “discos” compõe-se das seguintes operações: repuxar “disco”, furação de fixação, escarear furos de fixação e furação do cubo (Figura 2).

Figura 2 - Operações do processo de estamparia do “disco”

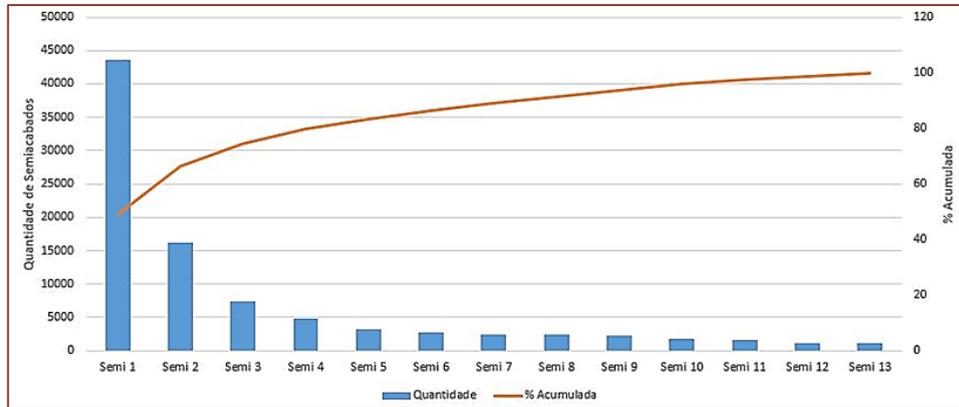


Fonte: Autores

Com base na decisão da equipe de implantar o sistema kanban no setor de estamparia, foi definido a aplicação inicial nos produtos do segmento agrícola, tendo em vista representarem 74,55% no faturamento anual da empresa.

Com o setor e o segmento de produtos definidos, a equipe passou a coletar e analisar os dados de fabricação dos “discos”, e por meio desta análise, foi possível agrupá-los em famílias de semiacabados, utilizando o conceito da curva ABC (Figura 3). O que diferencia os “discos” de acabados para semiacabados é a furação de fixação e do cubo, enquanto as famílias são determinadas pelo estampo do “disco”.

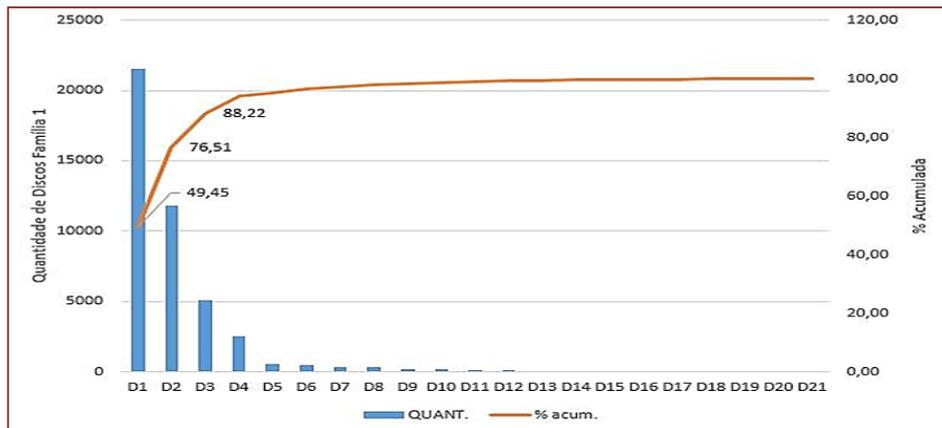
Figura 3 - Famílias “discos” semiacabados



Fonte: Autores

Dentro de cada família de “discos” semiacabados, foram estratificados os dados com base nos conceitos da curva ABC, para identificar quais dos componentes tinham a maior representatividade. A figura 4, apresenta os dados estratificados da família de semiacabados 1, na qual pode ser observado que os itens, D1, D2 e D3 representam 88,22% da produção desta família.

Figura 4 - Estratificação da família de “discos” semiacabados 1

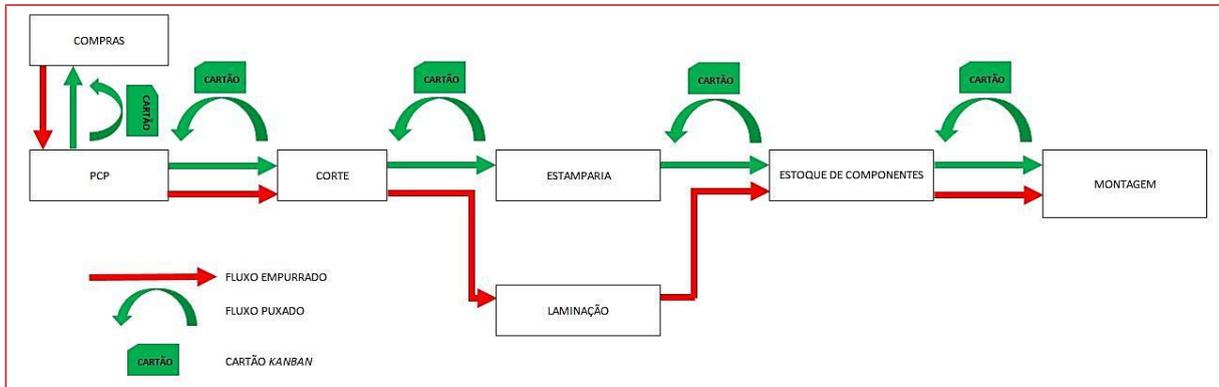


Fonte: Autores

Com base nestes critérios, foi proposto que os itens que representavam de 80% a 90% da quantidade produzida em cada família de semiacabados, teriam um tratamento especial no processo de fabricação (kanban misto), tendo em vista aumentar a disponibilidade das máquinas.

Após avaliação da equipe e com base nos dados coletados, iniciou-se o processo de implantação do sistema híbrido de produção, integrando o sistema MRP com o sistema kanban (Figura 5).

Figura 5 - Fluxo de produção híbrido implantado



Fonte: Autores

O sistema MRP ficou dedicado ao setor de laminação e o setor de estamparia passou a ter o sistema kanban, posto isto, o setor de montagem veio a ser o cliente final do estoque de componentes, ou seja, este setor passou a ser o responsável por iniciar a produção de um novo lote produtivo por meio da liberação dos cartões kanban.

Para condução e integração deste novo sistema de produção, os operadores foram treinados e orientados de como deveriam proceder com a chegada dos cartões para produção e, também, foi designado um colaborador como o responsável em acompanhar e monitorar, durante todo o fluxo produtivo, quais itens estavam em falta e poderiam afetar na montagem.

Para requisição de matéria prima foi criado um cartão de cor e formato diferente dos demais, para auxiliar no processo de identificação e determinar quais cartões pertencem ao setor de compras, (Figura 6).

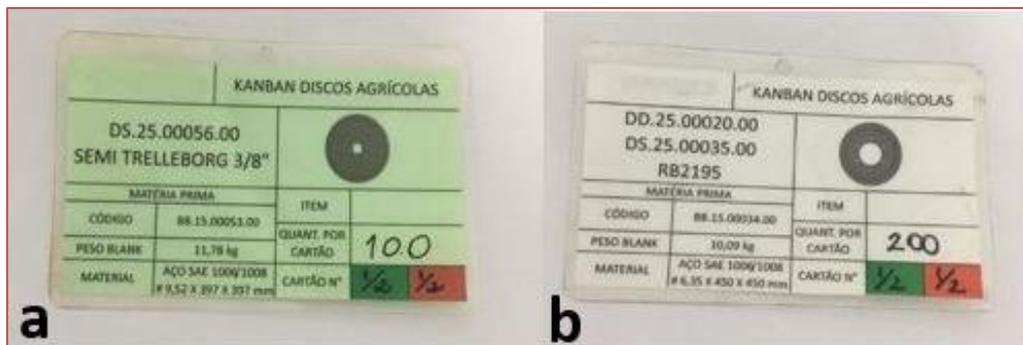
Figura 6 - Cartão kanban compras



Fonte: Autores

O sistema kanban implantado no setor de estamparia ocorreu por um sistema kanban misto, integrando famílias de “discos” semiacabados (cartões com fundo verde) com “discos” acabados (cartões com fundo branco), como pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7 - Cartões kanban: componentes semiacabados (a) e componentes acabados (b)



Fonte: Autores

Como apresentado na Figura 4, a alternativa do sistema kanban misto foi considerada visando aumentar a disponibilidade das máquinas, pois dentro de uma família de “discos” semiacabados existem alguns que possuem uma representatividade significativamente alta em relação ao total da família, sendo assim estes itens seriam armazenados como componentes acabados para montagem, enquanto os “discos” semiacabados retornam ao processo de estamparia para serem finalizados junto com um cartão kanban especial (Figura 8).

Figura 8 - Cartão kanban para furação de produtos semiacabados



Fonte: Autores

Este cartão kanban especial é utilizado para os produtos semiacabados de baixa demanda, produtos estes que apenas serão fabricados quando houver pedido de cliente (sistema puxado). A quantidade a ser produzida destes itens será igual a demanda necessária.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 9 apresenta o resultado da redução da carteira de pedidos em atraso com a implantação do sistema híbrido na empresa estudada.

Figura 9 – Carteira em atraso agosto/2017 a abril/2019



Fonte: Autores

Como pode ser observado antes da implantação do sistema de produção híbrido (julho/2018), o índice médio de produtos em atraso era de 36%. Após a implantação iniciada (julho/2018) e concluída (novembro/2018) obteve-se um índice médio de atraso de pedidos de entrega de 4%.

A redução do índice de pedidos em atraso foi possível devido as melhorias implantadas no setor de estamparia, a identificação dos produtos que tinham maior representatividade e a divisão dos componentes em famílias de semiacabados.

O uso do sistema kanban misto, proporcionou aumento na disponibilidade das máquinas para produção de itens de menor demanda, sem afetar os itens de maior volume e, desta maneira, obteve-se uma maior fluidez no fluxo produtivo.

Vale ressaltar que nos meses de janeiro/2019 e fevereiro/2019, a empresa passou por instabilidades devido ao atraso na entrega de matéria prima junto aos fornecedores e, para a solução deste fato, decidiu-se que seria necessário aumentar a frequência de compras de matéria prima.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como finalidade apresentar uma proposta de implantação de um sistema híbrido de produção, integrando sistema de produção empurrado com sistema de produção puxado, visando a redução do atraso de entrega de pedidos numa empresa fabricante de rodas.

Por meio da pesquisa, foi desenvolvido um sistema kanban misto dentro do setor de estamparia, gerando a integração de componentes acabados com semiacabados. Com a implantação, obteve-se uma redução média do índice de atraso da carteira de pedidos de 36% para 4%.

Além da redução do índice médio de atraso da carteira de pedidos, outros benefícios foram alcançados como: redução de custos com a diminuição de horas extras; aumento da disponibilidade de máquinas e ferramentas para manutenções preventivas, dentre outros.

Sugere-se como trabalhos futuros, novas pesquisas relacionadas à aplicação de sistemas híbridos de produção em indústrias de outros segmentos.

AGRADECIMENTOS

Ao engenheiro Vito José Carone (in memorian).

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, J. M. O sistema just in time reduz os custos do processo produtivo. Congresso Internacional de Custos. UNICAMP, 1996.
- [2] BOHNEN, F., DEUSE, J. Leveling of low volume and high mix production based on a Group Technology Approach. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, v. 4, p. 247-251, 2012.
- [3] CARVALHO, P. P. S. Implementação de sistema Kanban adaptado para redução de estoques de matéria-prima: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2013.
- [4] CORRÊA, H. L. Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação. São Paulo: Giansi Corrêa & Associados: Atlas, 1997.
- [5] CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. JIT, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996.
- [6] COUGHLAN, P., COUGHLAN, D. Action research for operations management. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- [7] DENNIS, P. Produção Lean Simplificada. Porto Alegre, Bookman, 2008.
- [8] FERNANDES, F. C. F., GODINHO FILHO, M. Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2016.
- [9] GSTETTNER, S., KUHN, H. Analysis of production control systems Kanban and CONWIP. International Journal of Production Research. v.34, p. 3253-3273, 1996.
- [10] GERAGHTY, J., HEAVEY, C. A review and comparison of hybrid and pull-type production control strategies. OR Spectrum, v. 27, n. 2, p. 435-457, 2005.
- [11] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 5ª Ed., 2010.
- [12] GODDARD, W. E. JIT/TQC + MRP II = Sinergy. Modern Materials Handling, v. 46, p. 35, 1991.
- [13] JEGANATHAN, K., MANI, M. Improving the material and information flow from subassembly shop to multiple final assembly lines. Master of Science Thesis. Department of Technology Management and Economics. Chalmers University of Technology. Sweden, 2012.
- [14] KENDALL, G.I. Visão Viável: transformando o faturamento em lucro líquido. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- [15] LAGE JUNIOR, M., GODINHO FILHO, M. Variations of the Kanban system: literature review and classification. International Journal of Production Economics, v. 125, p. 13-21, 2010.
- [16] LEMOS, A. C. D. Aplicação de uma metodologia de ajuste do Sistema Kanban em um caso real utilizando a simulação computacional. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- [17] LIKER, J. K., MEIER, D. O Modelo Toyota: Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman, p 432, 2007.
- [18] LOPES, A. O, PASQUALINI, F., SIEDENBERG, D. Gestão da Produção. Ijuí: Unijuí, p. 69, 2010.
- [19] MELLO, C. H. P., TURRIONI, J. B., XAVIER, A. F., CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. Produção, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.
- [20] MEMARI, A., RAHIM, A. R. B. A., AHMAD, R. B. Production planning and inventory control in automotive supply chain networks. International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems, p. 430-439, 2014.
- [21] MING-WEI, J., SHI-LIAN, L. A hybrid system of manufacturing resource planning and just-in-time manufacturing. Computers in Industry, v.19, p. 151-155, 1992.
- [22] MOREIRA, D. Administração da Produção e Operações. Saraiva, 1ª ed., 2008.
- [23] OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre, Bookman, 1997.
- [24] OLHAGER, J., WIKNER, J. Production planning and control tools. Journal Production Planning & Control, p. 210-222, 2000.
- [25] POWELL, D., ALFNES, E., STRANDHAGEN, J. O., DREYER, H. The concurrent application of lean production and ERP: Towards an ERP-based on lean implementation process. Computers in Industry, v. 64, p. 324-335, 2013.
- [26] RENTES, A. F., NAZARENO, R. R., SILVA, A. L. Aplicações de produção enxuta em uma empresa do setor agroindustrial. Gestão avançada da manufatura. Jaboticabal: Novos Talentos, v. 2, p. 171-182, 2005.
- [27] SENTHIL, P. V., MIRUDHUNEKA, V. S. Simulation Study of Hybrid Push/Pull System. International Journal of Emerging Technology & Research, v. 1, p. 1053-1060, 2014.

- [28] SHIMOKAWA, K., FUJIMOTO, T. O Nascimento do Lean: Conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão. Porto Alegre: Bookman, p. 296, 2011.
- [29] SLACK, N., JOHNSTON, R., CHAMBERS, S. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 3ª Ed., 2009.
- [30] SMALLEY, A. Criando o sistema puxado nivelado: um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia. Brookline: Lean Enterprise Institute, 2005.
- [31] SPEARMAN, M. L., WOODRUFF, D. L., HOPP, W. J. CONWIP: a pull alternative to kanban. International Journal of Production Research, v. 28, p. 879-894, 1990.
- [32] STEVENSON, M., HENDRY, L. C., KINGSMAN, B. G. A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. International Journal of Production Research, v. 43, p. 869-898, 2005.
- [33] THIOLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 15ª Ed., 2007.
- [34] TUBINO, D. F., LEMOS, A. C. D. Aplicação de uma metodologia de ajuste do sistema Kanban em um caso real utilizando simulação computacional. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XIX ENEGEP, 1999.
- [35] TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 2000.
- [36] VOLLMANN, T. E., BERRY, W. L., WHYBARK, D. C., JACOBS, F. R. Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 5ª Ed., 2006.
- [37] WESTBROOK, R. Action research: a new paradigm for research in production and operations management. International Journal of Operations & Production Management, v. 15, n. 12, p. 6-20, 1995.

Capítulo 4

Aplicação da produção mais limpa em uma empresa fabricante de escapamentos. Um estudo de caso.

Ana Luiza da Silva Vieira

Monique Rodrigues Gomes

Vanessa Moraes Rocha de Munno

Lucas Scavariello Franciscato

Resumo: Com aumento da utilização dos recursos naturais devido ao aumento da produção, muitas empresas adotaram estratégias para aplicar a gestão ambiental e a sustentabilidade, buscando benefícios para o meio ambiente e para a própria empresa, que tem a possibilidade de diminuir seus gastos. Com isso, com a aplicação das ferramentas da qualidade foi constatado uma oportunidade de melhoria para a aplicação dos conceitos de P+L em uma empresa fabricante de escapamentos, onde havia um desperdício muito grande de água e que poderia ser evitado. Após a análise do fluxo da linha de produção, foi realizado um estudo de caso, onde é apresentado o processo de implantação desse conceito e os resultados que foram positivos. Houve um aumento de R\$ 2.130.876,00 anual no faturamento da empresa e uma redução de 83% em relação aos impactos ambientais.

Palavras Chaves: Produção Mais Limpa; Escapamento; Brainstorming; Fluxograma; consumo de água.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Schreiber (2013) é possível afirmar que as indústrias estão mais preocupadas em demonstrar um desempenho ambiental correto, consolidando essa ideia por meio do controle de seus processos e treinamento dos seus colaboradores, na intenção de minimizar os eventuais impactos ambientais.

É notável que, a utilização dos recursos naturais tenha aumentado junto com o aumento da produção industrial. Por isso um dos fatores estratégicos que começaram a ser utilizados pelas empresas são a gestão ambiental e a sustentabilidade, que podem trazer benefícios tanto para o meio ambiente, que não é afetado pelos danos causados pela empresa, quanto para a empresa que tem a possibilidade de diminuir seus gastos (ANACLETO *et al.*, 2012).

A característica dos problemas ambientais é, em parte, dada devido à dificuldade dos processos industriais. Todo produto, não importa qual seja sua matéria prima ou seu uso final, acarreta um impacto ao meio ambiente, devido ao processo produtivo, do material que se utiliza, ou ainda pelo ao seu uso ou disposição final (CHEHEBE, 1997).

Frente a esse cenário, as indústrias estão assumindo uma nova visão, buscando utilizar a variável ambiental como condutora de suas estratégias, ou pelo aspecto coercitivo, que é visto na forma de regulamentações, ou pelo fator econômico, que aparece na forma de oportunidades competitivas (JABBOUR, 2010).

Para um consumo mais consciente dos recursos naturais a inclusão da utilização das ferramentas da produção mais limpa consiste na absorção de ideias sobre sustentabilidade na produção, convertendo-as em procedimentos e práticas com o intuito de minimizar desperdícios, atender com maior eficiência às normas e requisitos ambientais, incentivar tratamento dos resíduos gerados, resultando na diminuição de custos (BOYLE, 1999).

Na área de gestão de produtos a adoção da produção mais limpa busca mensurar o Ciclo de Vida dos mesmos, desde a retirada da matéria prima, passando pela produção, distribuição, utilização e controle de resíduos (BARBOSA JUNIOR *et al.*, 2008).

Por essa razão, com o intuito de reduzir o gasto com água e outros problemas ambientais gerados em uma linha de produção, o tema abordado nesse artigo foi à aplicação dos conceitos de Produção Mais Limpa dentro de uma empresa fabricante de Escapamentos localizada no interior de São Paulo.

Em uma célula do fluxo da produção, era necessário realizar a troca da água do equipamento a cada 2 semanas, devido ao acúmulo de bactérias e resíduos que acarretavam o mau cheiro na célula e poderiam causar problemas de saúde para os operadores. E isso gerava uma grande quantidade de descarte de água. Com isso gerou-se a seguinte questão, como reduzir o descarte de água gerado pelo equipamento?

O objetivo geral era reduzir o desperdício quinzenal de água no dispositivo da linha de produção, através da instalação de um equipamento de filtragem de água no mesmo, ocasionando consequentemente a diminuição de frequência da troca.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1. PRODUÇÃO MAIS LIMPA

O problema do uso da água e descarte dos efluentes líquidos pelas indústrias vem se agravando nos últimos tempos, principalmente pelas atuais condições climáticas que reduzem os níveis dos mananciais tornando esta questão ainda mais relevante e preocupante. Neste contexto surge a Produção Mais Limpa (P+L), que aplica uma abordagem preventiva permitindo que a indústria atue de modo social e ambiental responsável, possibilitando ganhos ambientais e econômicos. A P+L constitui o aproveitamento contínuo de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica associada aos processos e produtos aumentando a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, pela não geração, diminuição ou reciclagem de resíduos gerados nos setores produtivos (UNIDO/UNEP, 1995).

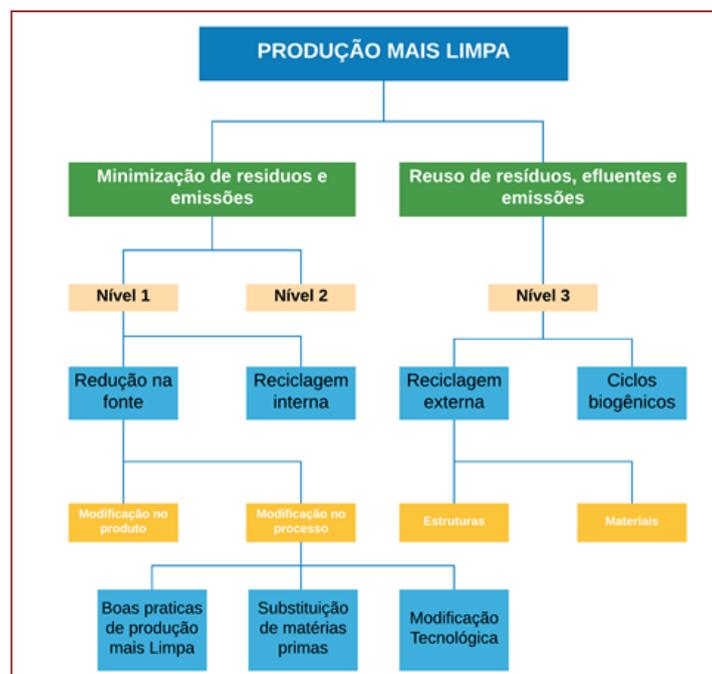
A expressão Produção Mais Limpa surgiu em 1989 lançada pela United Nations Environmental Programme como uma estratégia contínua e integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços, visando o aumento da eficiência da produção e a redução dos riscos para o homem e o meio ambiente (UNEP, 2004).

De acordo com Petter (2011), diferentemente da Produção Limpa – que procurava separar as principais necessidades do processo, para atuar nas atividades de maior impacto ambiental – a P+L considera todas as fases do processo produtivo, inclusive o ciclo de vida do produto final. Com isso, a P+L é uma inovação na maneira de pensar e gerir os seus recursos de uma empresa que busca aumentar a eficiência nos seus processos e ainda possibilita um ganho econômico e ambiental (NUNES JR., 2002).

A implementação de um Programa de P+L deve englobar as áreas de Meio Ambiente, Qualidade e Segurança do Trabalho de forma a ajudar a empresa a entender melhor o seu processo industrial, por meio de monitoramentos constantes (RAMOS, 2018).

Essa ferramenta pode ser aplicada pelas empresas sem restrições, trazendo benefícios econômicos por meio da redução de custos operacionais e diminuição dos impactos ambientais, pela otimização no uso de recursos e diminuição dos desperdícios, além dos benefícios sociais pela conscientização ambiental dos funcionários (CNTL, 2003). Ela obedece a uma hierarquia de ações, com vários níveis de atuação, e prioriza as ações do nível 1, seguidas por ações do nível 2 e 3 respectivamente (CNTL, 2003).

Figura 1 - Níveis de aplicação da produção mais limpa



Fonte: CNTL (2003)

De acordo com Araujo (2002), o nível 1 engloba ações de maior prioridade de redução de resíduos na fonte, as quais podem ocorrer com a modificação do processo ou com a modificação do produto. Quando não é possível aplicar as ações de nível 1, considera-se que os resíduos não podem ser evitados, devendo então retornar à cadeia produtiva por meio da reciclagem interna (nível 2).

Por fim, quando as ações do nível 1 e do nível 2 não forem aplicáveis, deve-se analisar a possibilidade de reutilizar o resíduo gerado externamente, por meio da reciclagem externa (nível 3).

2.2. BRAINSTORMING

O Brainstorming, que é uma técnica de geração de ideias. É uma palavra de língua inglesa onde o termo brain significa cérebro enquanto que storming significa tempestade. A tradução, na língua portuguesa, seria “explosão de idéias” (MINICUCCI, 2001). É uma ferramenta ligada a criatividade e usada normalmente na fase de planejamento de um projeto, na resolução de um problema. Foi criado por Alex Osborn em 1939.

Segundo Eisenhardt (1999) o compartilhamento de informações nas reuniões é obrigatório. Essa técnica tem como finalidade gerar o maior número de ideias sobre um assunto. Com isso, o brainstorming

mostrou-se bastante útil, pois possibilitou a discussão, sob diferentes pontos de vista do problema e como seria tratada sua resolução e a implementação da Produção Mais Limpa no processo.

2.3. FLUXOGRAMA

Outra ferramenta utilizada foi o Fluxograma, que segundo Campos (1992) é fundamental para padronizar e entender o processo, de modo que facilite a visualização e identificação dos produtos produzidos, dos clientes e fornecedores, das funções, das responsabilidades e dos pontos críticos.

É uma técnica para mostrar um processo de maneira mais sólida, a fim de deixar uma melhor compreensão para posteriores melhorias. O gráfico indica os diversos eventos que ocorrem durante a execução de um processo, identificando etapas de ação, inspeção, transporte, espera e fluxo de documentos e registros (BARNES, 1977). Tipos diferentes de operação são tipicamente designados por diferentes símbolos (SCHMENNER, 1999).

3. METODOLOGIA

O seguinte trabalho quanto aos fins de pesquisa, classifica-se como pesquisa exploratória, que segundo Andrade (2002) tem como finalidade, proporcionar maiores informações sobre o assunto que se vai investigar; facilitar a delimitação do tema de pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e formulação das hipóteses; ou descobrir um novo tipo de enfoque sobre o assunto.

Este estudo de caso nos mostra uma análise econômica na introdução da Produção mais limpa dentro de uma empresa do setor automobilístico. Segundo Yin (2015), o estudo de caso nos traz a possibilidade de estudar determinados assuntos em seu ambiente natural.

4. ESTUDO DE CASO

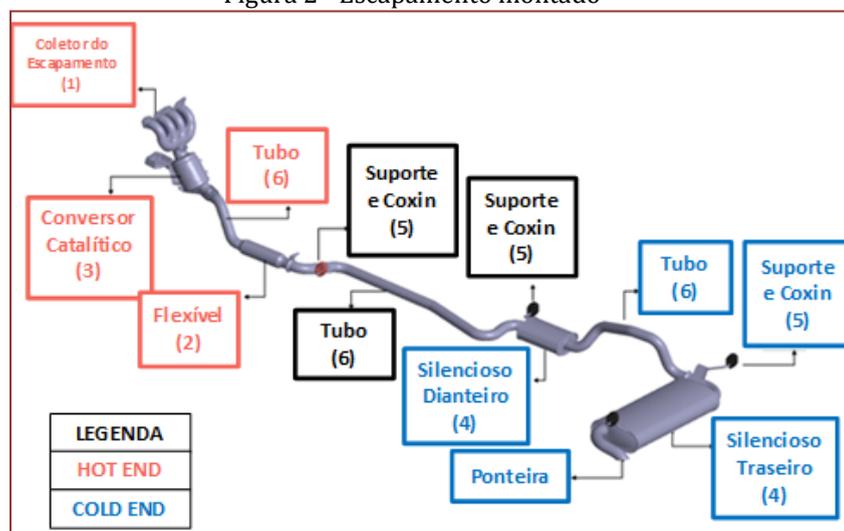
4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

Este trabalho foi realizado em uma Empresa multinacional, do setor automobilístico, localizada no interior de São Paulo. A empresa atua em 35 países, e há uma posição global de destaque nas áreas de interiores de veículos e tecnologias de controle de emissão de poluentes.

O produto que foi utilizado neste estudo de caso é o escapamento automotivo, que é formado por componentes e subconjuntos, sendo itens que ficam mais próximos do motor são chamados de *hot end* e as partes mais afastadas do motor, são denominadas de *cold end*.

O *hot end* é constituído pelo coletor, o flexível e catalisador. O *cold end* é formado por subconjuntos como a ponteira e os silenciosos. Conforme figura 2.

Figura 2 - Escapamento montado

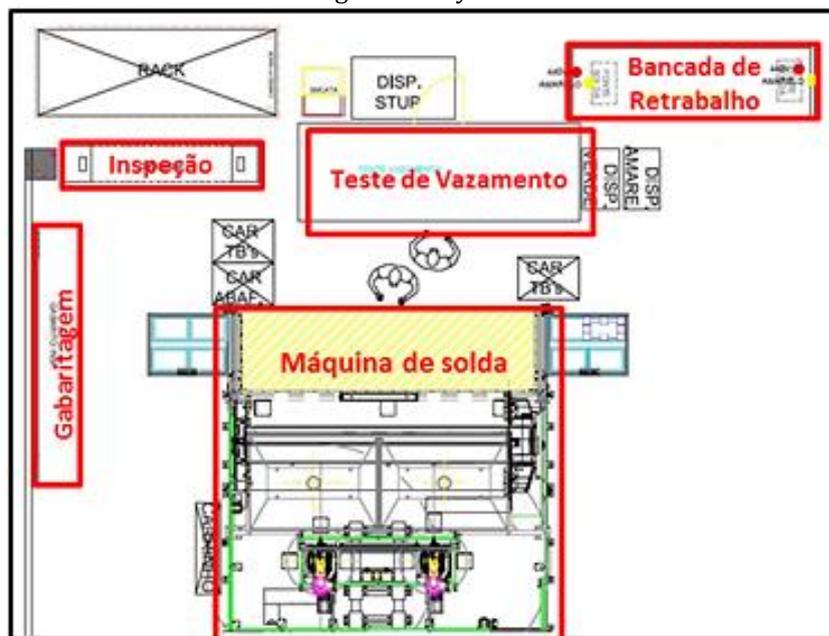


Fonte: Elaborado pelo Autor

- Coletor do Escapamento (1): Capta o fluxo de ar quente proveniente da combustão do motor;
- Flexível (2): Absorve possíveis impactos e vibrações;
- Conversor Catalítico (3): Composto por uma cerâmica especial, revestida em metais, por onde o ar quente passa e ocorre a conversão dos poluentes atmosféricos em compostos menos prejudiciais ao meio ambiente;
- Silencioso Dianteiro/ Traseiro (4): Principal função é reduzir ruído causado pelo motor. Vale ressaltar que nem todos os veículos possuem dois silenciosos, isso varia de acordo com o modelo do carro;
- Suportes e Coxim (5): Auxilia na fixação do escapamento no veículo;
- Tubos (6): Através dos tubos que ocorrem os deslocamentos de ar.

A linha em que o estudo será realizado, é uma linha de solda final, a qual houve a aplicação de Produção mais Limpa. É composta por uma máquina de Solda, por um teste de vazamento e o dispositivo de inspeção final. Seu layout é formado conforme figura 3.

Figura 3 - Layout da linha



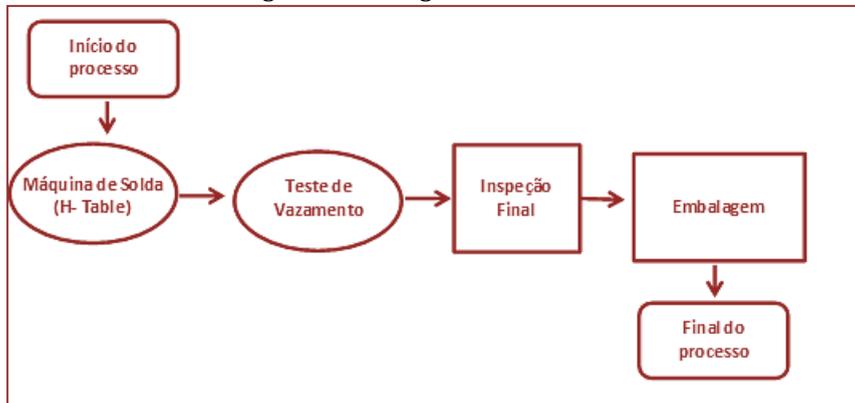
Fonte: Elaborado pelo Autor

A máquina de solda possui uma bancada em formato H, a qual é uma ferramenta de dois lados que se alternam. Em seu interior há um robô responsável pela soldagem dos componentes, desta forma, enquanto os operadores fixam os componentes -que por sua vez estão localizados em hacks ao lado da linha- em um dos lados do outro, são soldados. Para dar início a essa soldagem (mudança de bandeira do robô), é necessário o acionamento do bi-manual e uma distância mínima, limitada pela cortina de luz, uma ação tomada para segurança dos operadores em questão.

Após o processo finalizado, as peças processadas são retiradas e levadas para o Teste de Vazamento por submersão.

Por sua vez, no Teste de Vazamento, há travas emborrachadas, as quais vedam todas as saídas de ar das peças, e ao acioná-lo sua função é detectar se há a presença de algum vazamento, caso haja, a peça é reprovada e passará por processo de retrabalho. E se for aprovada, passa pela inspeção final, onde são checados pontos como a geometria, os cordões de solda e se há a presença de ruídos, após todas essas variáveis terem sido aprovadas, o produto, pronto para comercialização, é alocado na embalagem. Como mostra figura 4, pode-se observar o fluxograma.

Figura 4 - Fluxograma da Solda Final



Fonte: Elaborado pelo Autor

A linha foi escolhida por ter o Teste de Vazamento com maior volume da empresa.

A água utilizada no Teste de Vazamento, tinha que ser trocada a cada duas semanas, devido ao mau cheiro causado pela formação e acúmulo de bactérias e resíduos, e também para a segurança e saúde dos operadores.

Devido a grande quantidade de descarte de água, aproximadamente 20 litros por mês, uma equipe multifuncional foi escalada para diminuir a quantidade de descartes, por questões econômicas, ambientais e de segurança. Através de um brainstorming, a situação que se apresentava o equipamento foi discutido, e pautado os pontos de melhoria que seriam desenvolvidos para sanar as questões.

Para analisar o custo gerado antes da melhoria, o quadro 1 mostra o impacto financeiro causado.

Quadro 1 - Custos com a troca de água

CUSTOS COM A TROCA DE ÁGUA	
Mão de obra para preparação da documentação	
Mão de obra necessária	1
Tempo necessário (horas)	2
Custo de mão de obra (por hora)	R\$ 13,50
Mão de obra para troca de água	
Mão de obra necessária	1
Tempo necessário (horas)	8
Custo de mão de obra (por hora)	R\$ 12,50
Custo por troca	
Mão de obra para preparação da documentação	R\$ 26,20
Mão de obra para troca de água	R\$ 100,00
Retirada da água do tanque de efluentes	R\$ 198,11
Transporte	R\$ 1.000,00
TOTAL	R\$ 1.324,31

Fonte: Elaborado pelo Autor

A responsabilidade deste processo é do setor de HSES – Health Safety Environment and Sustainability.

A pessoa responsável gasta em média 2 horas para efetuar as atividades, contabilizando um custo de R\$ 26,20.

O operador da linha é quem efetua a troca da água do tanque, utilizando um aparelho de sucção, onde leva, em média, 8 horas para finalizar o processo de sucção. A água retirada passa por várias tubulações para chegar no tanque de efluentes da empresa. Essa atividade obtém um custo de R\$ 100,00 por troca.

Para destinação final, os custos envolvem a retirada da água do tanque de efluentes e seu transporte, o que contabiliza R\$ 198,11.

O custo de retirada é R\$1000,00 por troca, o qual é um valor fixo.

Contabilizando todos os valores, confere-se que o custo para a realização da troca de água é de R\$ 1324,31.

Sem a instalação do filtro, eram necessárias 24 trocas de água do tanque, levando em consideração que era feita uma troca a cada quinze dias. O fato da linha ficar parada durante a troca, também contabiliza numa perda significativa de produção, o que pode ser quantificado no quadro 2.

Quadro 2 - Quantidade de peças que deixaram de ser produzidas

INEFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DEVIDO TROCA DE ÁGUA DO TV	
Valor da peça	R\$ 512,23
Taxa horária(quantidade de peças por hora)	26
ANTES DA MELHORIA	
Quantidade de trocas necessárias (em um ano)	24
Tempo total (horas)	192
Quantidade de peças perdidas (em um ano)	4992
TOTAL	R\$ 2.557.052,16

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para que as trocas fossem efetuadas da forma correta, eram perdidas 192 horas de produção, baseando-se em um período de um ano, o que significava que 4.992 peças deixavam de ser produzidas, e que correspondia a soma de um montante de R\$2.557.052,16.

É extremamente importante ressaltar também, que o volume de efluentes gerados era de 86,4m³ anualmente.

4.2. IMPLEMENTAÇÃO DA MELHORIA

Para reduzir o desperdício quinzenal de água no dispositivo, houve a instalação de um equipamento de filtragem de água no mesmo, o qual foi dimensionado especificamente para este projeto, ocasionando consequentemente a diminuição de frequência da troca, que por sua vez começou a ocorrer a cada três meses.

O equipamento instalado é constituído por uma bomba que possui a função de succionar os resíduos que ficam no fundo do teste de vazamento. Os sedimentos são retidos e a água filtrada retorna ao tanque.

Figura 5 - Filtro Instalado



Fonte: Arquivo pessoal

Para contabilizar o tempo de retorno é necessário análise do valor do investimento, o qual pode-se observar no quadro 3, o investimento no equipamento foi de R\$9.600,00 e a manutenção anual é de R\$1.880,00.

Quadro 3 - Cálculo do custo do Investimento

CALCULO DO CUSTO DO INVESTIMENTO	
Equipamento de filtragem	R\$ 9.600,00
MANUTENÇÃO ANUAL	
Pastilhas de Cloro	R\$ 17,50
Quantidade de pastilhas de cloro por ano	96
Filtro bag	R\$ 100,00
Quantidade de filtro por ano	2
TOTAL	R\$ 1.880,00

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com a melhoria, serão necessários apenas quatro trocas por ano, tendo ganhos em todos os quesitos abordados até o momento, o que pode ser visto no quadro 4.

Quadro 4 - Sem melhoria x Com melhoria

SEM MELHORIA X COM MELHORIA	
Valor da peça	R\$ 512,23
Taxa horária(quantidade de peças por hora)	26
SEM MELHORIA	
Quantidade de trocas necessárias (em um ano)	24
Tempo total (horas)	192
Quantidade de peças perdidas (em um ano)	4992
TOTAL	R\$ 2.557.052,16
COM MELHORIA	
Quantidade de trocas necessárias (em um ano)	4
Tempo total (horas)	32
Quantidade de peças perdidas (em um ano)	832
TOTAL	R\$ 426.175,36
Ganho de horas de produção por ano	160
Ganho total por ano	R\$ 2.130.876,80

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com a implementação do novo equipamento, as horas gastas para trocas é de apenas 32 horas anuais, o que gera um ganho perceptível na quantidade de peças produzidas e consequentemente no faturamento da empresa.

Como pode ser visto no Gráfico 1, eram necessários 24 trocas de água do teste de vazamento por ano, e após a implementação esse número diminui para apenas 4 trocas.

Figura 6 - Quantidades de trocas de água



Fonte: Elaborado pelo Autor

No gráfico 2, o tempo de produção perdido é representado em quantidade de peças. Antes de ocorrer a melhoria, perdia-se 4992 peças por ano, e atualmente essa quantia é de 832 peças. Pode-se notar um ganho de 4160 peças produzidas no ano.

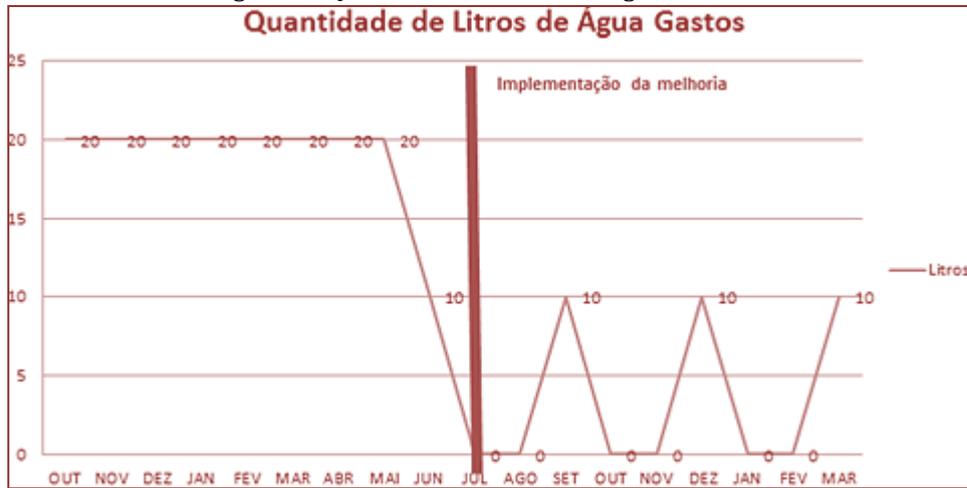
Figura 7 - Ineficiência de produção durante trocas



Fonte: Elaborado pelo Autor

Também houve queda no volume de água, onde antes eram gastos 20 litros por mês, atualmente se gasta 3,34 litros durante o mesmo período, valores que foram apresentados no gráfico 3.

Figura 8 - Quantidade de Litros de Água Gastos



Fonte: Elaborado pelo Autor

Para analisar o payback foi colocado em pauta o valor do equipamento, o valor da manutenção anual, e o valor da quantidade de troca de água anual, o que mostrou um retorno extremamente rápido e positivo. Conforme mostram os quadros 5 e 6.

Quadro 5 - Cálculo dos Custos

CÁLCULO DOS CUSTOS	
Equipamento de filtragem	R\$ 9.600,00
Manutenção anual do equipamento	R\$ 1.880,00
Troca de água anual	R\$ 5.297,24
TOTAL	R\$ 16.777,24

Fonte: Elaborado pelo Autor

Correlacionando o valor gasto com a melhoria e o ganho que a mesma causa durante o processo, o quadro 6 apresenta que o retorno do investimento é obtido em 0,1 mês.

Quadro 6 - Cálculo do retorno dos investimentos

CÁLCULO DO RETORNO DOS INVESTIMENTOS	
Ganho total por ano	R\$ 2.130.876,80
Custo total com a melhoria	R\$ 16.777,24
Tempo de retorno (meses)	0,1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados ambientais foram positivos, no volume de efluentes produzidos, o qual antes apresentava volume de 86,4 m³, com a melhoria reduziu para um volume 14,4 m³, uma redução de 83%. Tornando a melhoria muito bem sucedida em todos os quesitos pautados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve como objetivo diminuir os gastos com consumo de água, através de uma melhoria no dispositivo de Teste de Vazamento de uma empresa de produção de Escapamentos automotivos, onde as trocas que eram quinzenais passaram a ser trimestrais após a instalação do sistema de filtragem.

Tratar os efluentes gerados de maneira eficiente tornou-se imprescindível para a indústria, com o auxílio das ferramentas da qualidade e a aplicação dos conceitos de produção mais limpa, foi possível alcançar o objetivo proposto pois, possuem juntas, o potencial de melhorar significativamente o desempenho econômico, social e ambiental dentro das empresas proporcionando proteção ao meio ambiente, diminuindo a poluição e os gastos de recursos naturais, utilizando-o de maneira mais sustentável.

Portanto, através de uma positiva aplicação dos conceitos, foi possível ter resultados pertinentes as ações tomadas pela equipe, o qual alcançou a diminuição de 83% do consumo inicial de água. E afirmando que, embora tenha a necessidade de um investimento inicial para implementação das ações de P+L, há expressivos ganhos econômicos.

REFERÊNCIAS

- [1] Anacleto, C.; Hänsch Beurena, F.; Martins Lohn, V.; Souza Campos, L. M.; Cauchick Miguel, P. A. Ecoeficiência e produção mais limpa: uma análise das publicações em quatro periódicos brasileiros da engenharia de produção. *Revista Sistemas & Gestão* 7, pp 476-489, 2012.
- [2] Andrade, Maria Margarida de. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [3] Araujo, A. F. A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- [4] Barbosa Junior, A. F.; Morais, R. M.; Emerenciano, S. V.; Pimenta, H. C. D.; Gouvinhas, R. P. Conceitos e aplicações de Análise do Ciclo de Vida (ACV) no Brasil. *Gerenciais*, v.7, n.1, p.39-44, 2008.
- [5] Barnes, Ralph M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1977.
- [6] Boyle C. Education, sustainability and cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 7(1), 83- 87. (1999)
- [7] Campos, V. F. TQC – Controle da qualidade total: no estilo japonês. Minas Gerais: 5º ed., 1992.
- [8] Chehebe, J. R. Análise do Ciclo de Vida de Produtos: ferramenta gerencial da ISO 14.000. Rio de Janeiro: Quality mark, CNI, 1997.
- [9] Cntl - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Meio ambiente e a pequena e microempresa: módulo 1 - Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa. Porto Alegre: p. 73, 2003.
- [10] Cnlt - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, CNTL, 2003.
- [11] Eisenhardt, K.M. Strategy as strategic decision making. *Sloan management review*, 40 (3) p. 65-72, 1999.
- [12] Jabbour, C.J.C. Non-linear path ways of corporate environmental management: a survey of ISO 14001-certified companies in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, pp. 1222-1225, 2010.
- [13] Minicucci, A. Técnicas do trabalho de grupo. São Paulo: Atlas, 2001.
- [14] Nunes Júnior, M.L. Aplicação da metodologia produção limpa em uma pequena empresa de laticínios. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, 109p., 2002.
- [15] Petter, R. R. et al. Produção limpa, produção mais limpa, produção enxuta, 5S e manutenção autônoma – uma proposta metodológica de implantação conjunta, anais do VII Congresso Nacional de Excelência e Gestão, 2011.
- [16] Ramos, A. R. et al. A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil. *Journal Of Cleaner Production*, v. 177, p.218-231, 2018.
- [17] Schreiber, Dusan. Inovação e aprendizagem organizacional. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- [18] Schmenner, Roger W.. Administração de operações de serviços. Trad. de Lenke Peres. Revisão técnica de Petrônio Garcia Martins. Editora Futura, São Paulo, 419p, 1999.
- [19] Unep, Cleaner production energy efficiency e manual. Oxford: United Nations Publication, 2004.
- [20] Unido/Unep, Manual (a). Cleaner Production Assessment Manual. Part One. Introduction to Cleaner Production. Draft, 30 June 1995.
- [21] Yin, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

UNIDADE 3

MAPEAMENTO DE PROCESSOS



Capítulo 5

Aplicação do service blueprint em conjunto com as ferramentas da qualidade para redução de itens não faturados em uma indústria de embalagens: Uma pesquisa-ação.

Matheus Surge Rampo

Rodrigo Turatti

Bianco Gallazzi da Silva Leite

Vanessa Moraes Rocha de Munno

Lucas Scavariello Franciscato

Resumo: Diante de um cenário, de competitividade global, as empresas buscam reduzir seus custos e maximizar seus lucros. Por isso, a busca por melhorias em seus processos de fabricação é fundamental como uma vantagem competitiva. Para isso, as empresas utilizam as ferramentas da qualidade como base para a melhoria contínua. Uma das ferramentas mais utilizadas para identificar os pontos fracos e oportunidades de melhoria é o mapeamento de processos. Sendo assim, uma forma de dividir e organizar uma cadeia de ações e suas dependências é através da ferramenta service blueprint. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo, através de uma pesquisa-ação, aplicar esta ferramenta para o mapeamento e análise de melhoria em um processo administrativo de uma indústria fabricante de embalagens de madeira em conjunto com as ferramentas da qualidade. Possibilitando uma redução mensal de 95% no valor de produtos não faturados.

Palavras Chave: Mapeamento de Processos; Service Blueprint; Ferramentas da Qualidade.

1 INTRODUÇÃO

Com o atual cenário das indústrias no ambiente econômico de recuperação de crise brasileiro, as empresas buscam seu crescimento em áreas que alavanquem seu nome e suas vendas, assim a concorrência e as práticas de melhorias internas começam a ganhar espaço. Para isso, novas soluções são requisitadas para melhorar o andamento de um projeto, processo, atividade, ou resolver um problema interno. Por consequência dessa forte competição no mercado, as empresas têm que se adequar as constantes mudanças com investimentos, tecnologia e uma gestão eficiente, para demandas cada vez mais personalizadas.

Segundo Savitz e Weber (2007), uma técnica aliada às boas práticas das empresas, é a utilização da ecoeficiência que ajuda na imagem da empresa como esta ser ambientalmente consciente e disposta a combater as práticas nocivas ao meio-ambiente; a sustentabilidade é uma fonte geradora de recursos quando alinhada às práticas de negócio da empresa, sendo assim pilar de crescimento também de uma empresa que queira realmente se manter forte no mercado. A empresa em que este artigo foi aplicado utiliza as normas e a sustentabilidade a seu favor.

As ferramentas da qualidade entram nas ações em que as empresas tomam ou investem dinheiro, com o intuito de gerar melhor aceitação do cliente ou melhorar processos internos. Elas são base de uma tríade (Práticas atuais, melhores práticas, desempenho) que sequenciam um ciclo de melhoria, ou seja, elas fazem parte da gestão empresarial, pegam as práticas utilizadas, analisam e transformam para que sejam melhoradas com o objetivo de melhor desempenho e performance. (ALBERTIN, GUERTZENSTEIN, 2018)

Segundo Fitzsimmons (2014), o service blueprint é uma ferramenta para definir, mapear e identificar falhas na cadeia de um processo. Ela faz parte do BPM e sua utilização pode encurtar caminhos, remanejar e acelerar atividades, o que pode gerar grandes resultados de eficiência e lucro para as empresas.

O objetivo deste trabalho e seu enfoque será na utilização das ferramentas de Blueprint de processos para elaboração de um projeto de transformação e melhoria do fluxo do processo de produção dos pallets e embalagens especiais a fim de organizá-lo, sendo assim serão analisadas as etapas desde a engenharia de suprimentos até as fases de transformação da matéria-prima, até a montagem final em forma de pesquisa-ação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Segundo Meireles (2001), dentro das organizações, existem muitas maneiras para que esta consiga desempenhar suas funções básicas designadas para o cumprimento de sua missão e seus objetivos. Sendo assim, estas atividades são chamadas de processos. Entendê-los e captar suas qualidades e defeitos é de suma importância para uma boa fluidez deste, portanto com seu estudo surgem variáveis e para uma análise mais precisa: o chamado mapeamento de processos ou BPM (Business Process Management).

Desta forma, as empresas que estão atentas às mais eficientes maneiras de gestão de suas atividades e também no seu desenvolvimento, a fim de evoluir e sobreviver a forte concorrência do mercado, deve mapear os seus processos com o intuito de identificar seus pontos fracos e oportunidades de melhoria. Feito isso, o produto ou serviço terá qualidade e valor agregado elevado também. A questão de desempenho, da troca de informações, do benchmark e todas as variáveis que a gestão organizacional considera são visando o cliente e sua total satisfação (MEIRELES, 2001).

2.1.2 BPM NA GESTÃO DE PROJETOS

Segundo Usirono (2015), ciclo de um projeto é seguido por etapas: a iniciação, planejamento, execução e encerramento, sendo assim o BPM dá andamento na fase de execução de um projeto, podendo ser um dos pilares de atuação na área funcional de um processo, assim definidas as metas e objetivos os dois tópicos seguem concomitantemente (o mapeamento do processo e suas melhorias devem convergir e coincidir com a ideia do projeto).

As possibilidades de aplicação do BPM geraram três modelos que são seguidos na gestão de projetos, que segundo Usirono (2015), são:

O tipo centralizado, que um centro de gestão capta, organiza e comanda as decisões dos processos e verifica em conjunto com a área de projetos se os dois estão trabalhando com o mesmo intuito e meta. Tem como ponto a favor a padronização e definição de técnicas a serem utilizadas, e como fator negativo o problema de comunicação e falta de agilidade nas análises de cada área.

O tipo descentralizado, em que cada setor tem sua autonomia e responsabilidade de gerir seus processos, ainda assim alinhando-os com a ideia do projeto. Seu ponto forte é a maior rapidez nas resoluções e maior aprimoramento técnico das equipes de trabalho, porém seu custo é maior e também a visão setorista pode entrar em primeiro lugar e não do projeto como um todo.

E por fim o método híbrido, que consiste na junção dos outros dois tipos anteriores, ou seja, as áreas são divididas e delegadas os objetivos e forma de atuação. Seu ponto forte é a agilidade e padronização, além da visão de trabalho em equipe; porém as áreas de atuação podem ser privilegiadas.

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Em paralelo com o BPM, as ferramentas da qualidade ajudam no processo de melhoria na etapa de atuação, no andamento e na gestão de um projeto interno de uma empresa. Elas funcionam como um divisor de águas em um problema, ou seja, situação atual e após a sua utilização o objetivo de uma situação alcançável, sendo assim auxiliam a organização, o entendimento, esquematização e solução de um problema organizacional. Uma solução pode gerar maiores lucros, maior comprometimento dos colaboradores, melhor qualidade, eficiência e eficácia, produtividade, fatores de suma importância em uma organização (LUCINDA, 2010).

2.2.1 5 PORQUÊS

Segundo Ohno (1997), a repetição da pergunta “Porquê? ”, repetidas vezes, pode auxiliar na descoberta do problema inicial, também chamado de causa-raiz. Em um exemplo de problema rotineiro, muitas vezes é solucionado apenas o problema imediato do processo e não identificado realmente qual sua causa-raiz. Como é uma ferramenta de fácil utilização, aplicando-se aos problemas de grande porte ou pequeno porte pode ser solucionado com apenas uma reflexão e assim já decidir qual melhor maneira para mudar um processo com o intuito de sanar esta dificuldade.

2.2.2 5W2H

Segundo Daychoum (2012), a ferramenta 5W2H é um fluxograma simples e direto na questão de definição de uma situação-problema com o propósito da criação de um plano de ação. Ela é chamada assim pois são anagramas no idioma inglês, ou seja, What?, Who?, Why?, Where?, When?, How long?, How Much? (O que é feito?, Quem executa?, Porque é necessário?, Onde deve ser feito?, Quando deve ser feito?, Quanto tempo? Quanto custa?) onde suas iniciais formam os 5W e os 2H. Com estas informações, o gestor tem as informações necessárias para que sejam observados todos os aspectos pertinentes para a tomada de decisão, sendo possível também elaborar planos e metas, e conseqüentemente, ter maior controle sobre o andamento deste plano estabelecido.

2.2.3 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO OU MÉTODO DE ISHIKAWA

Segundo Filho (2007), o diagrama de Ishikawa, sendo conhecido também como diagrama espinha de peixe, é uma ferramenta que surgiu na década de 1940, como parte dos conceitos de qualidade de Kaoru Ishikawa. Consiste em uma ferramenta para análise de causas de falhas, onde se pode chegar à raiz dos problemas. O conceito pressupõe que uma falha nunca é proveniente de uma causa isolada, portanto é necessário que se divida o problema em seis classes de causas: método, máquina, medição, meio ambiente, mão de obra e material. Em cada uma dessas classes, é necessário chegar até a causa raiz, o que pode ser feito em conjunto com outras ferramentas, como por exemplo, os cinco porquês.

Na prática, é uma ferramenta muito útil ao ser utilizada dentro de um sistema completo e com o apoio de outras ferramentas, pois ela irá apenas determinar as causas dos problemas e não irá proporcionar ações

de contenção ou resolução. De preferência, sempre utilize dentro do ciclo PDCA, pois é ele que irá ditar todas as etapas de construção do processo de melhoria. Porém, ela consegue analisar apenas uma situação de cada vez, sendo necessário que se faça uma nova análise para cada falha encontrada (FILHO, 2007).

2.2.4 BRAINSTORMING

O Brainstorming ou “tempestade de ideias” é uma ferramenta da qualidade utilizada na discussão e debate em grupo para a resolução de um problema. Sendo assim, envolve o máximo de ideias e percepção de quem está comprometido na situação, dando voz e incitando a engenhosidade e apoio à criatividade dos participantes. Por isso, a proximidade de identificação do problema é maior; a reunião é feita fora do ambiente de trabalho e de hierarquias. O grupo é formado por um líder, um secretário que faz a pauta e anota as ideias, e os membros. Após a reunião serão eleitas as melhores ideias e as prioridades de ação. Esta ferramenta não é utilizada somente para resolução de problemas, mas também no desenvolvimento de produtos, publicidade, gestão de projetos, formação de equipes e gestão de processos (DAYCHOUM, 2012).

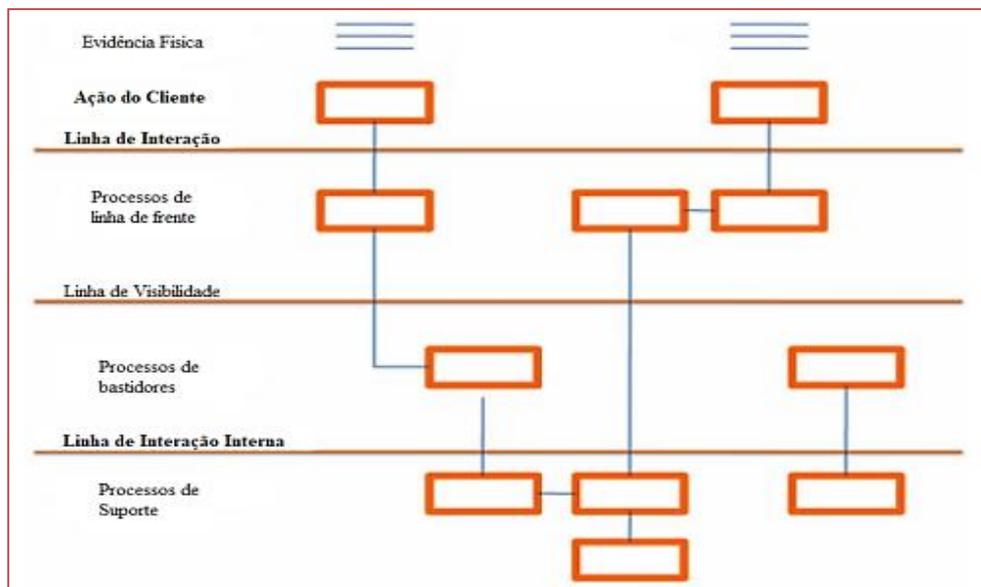
2.3 GRÁFICO DE FLUXO DE PROCESSOS (MAPA DE PROCESSO)

Segundo Oakland (1994), gráfico de fluxo de processos pode ser definido como todo o caminho a ser realizado por uma tarefa, ou seja, todas suas etapas. Estas tarefas podem ser um processo de produção, um processo administrativo ou qualquer uma que passe por fases. O gráfico facilita a identificação de falhas durante o processo, como por exemplo movimentações desnecessárias, perdas de tempo, tempo demasiado de espera. Existem vários tipos de gráficos a serem realizados e cada tipo adequa-se melhor a cada tipo de situação.

2.3.1 SERVICE BLUEPRINT

Segundo Fitzsimmons (2014), o fluxograma Service Blueprint, utilizado originalmente no setor de serviços, divide e organiza uma cadeia de ações e sua dependência de uma com a outra, nele são descritas todas as partes que formam a rede de interações do sistema para facilitar as interpretações de quem utiliza essa ferramenta, assim as informações captadas podem trazer novas ideias e visualizar possíveis falhas no processo. Chamar figura

Figura 1 - Exemplo de uma cadeia esquematizada pelo Blueprint



Fonte: Adaptado de Fitzsimmons (2014).

As “Evidências Físicas” significam a percepção inicial que o cliente tem sobre imagem passada. Abaixo as ações do cliente, é enunciado o processo de venda em si e também seu feedback. A linha de visibilidade separa as ações em “Processos de linha de frente” e “Processos de bastidores” respectivamente, onde a primeira é percebida e interage com o cliente e a segunda executa atividades que são percebidas, porém não vistas pelo cliente. A “Linha de interação interna” relaciona as atividades de suporte com as de bastidores a fim de sistematizá-las. Toda linha vertical serve de elo entre as divisões das linhas e significam uma relação de dependência da ação anterior; conforme exemplo do Service Blueprint na figura abaixo (FITZSIMMONS, 2014).

3 METODOLOGIA:

Para Andrade (2010), a metodologia é o conjunto de métodos ou caminhos que são percorridos na busca do conhecimento; sendo assim, nesta etapa, apresentamos teoricamente a forma com que foi executada a pesquisa científica tendo como inspiração um referencial bibliográfico que se aplicará em nosso estudo de caso. Para isso foram definidos os seguintes métodos para a realização desta, segundo Yin (2010), a pesquisa empírica averigua a relação entre o fato em si e o seu contexto, portanto a natureza em que está inserido o ambiente dessa investigação é aplicada, ou seja, em decorrência dos conceitos analisados e compreendidos, ações serão tomadas para que gerem resultados melhores como produtos com qualidade e produtividade superiores ao parâmetro e estágio atual.

O caráter desta pesquisa é explicativo, pois trata de observar, analisar, e finalmente criar uma solução para a problemática trazida, deixando como exemplo as soluções para que possam utilizar essa experiência como estrutura e facilitar a solução de outros problemas; ou seja explicar a realidade apresentada a fim de desenvolver e aumentar os conhecimentos sobre o assunto principal (GIL, 2010).

Utilizamos o método da pesquisa-ação, o qual é direcionado para um auto compreensão situacional que visa a reorganização e melhor lógica do objeto de estudo; com base prática, colaborativa e participante este modelo tem como objetivo sanar um problema sistêmico e que gera um bem-estar coletivo quando este é solucionado (THIOLLENT, 1998).

4 ESTUDO DE CASO

Para este estudo de caso, fez-se a integração das ferramentas da qualidade com objetivo de detectar as causas para o problema proposto e o uso da ferramenta Service Blueprint para determinar a melhoria que necessária.

4.1 APLICAÇÃO FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Este estudo tem como base os processos administrativos de uma empresa de embalagens de madeira, com aproximadamente 150 funcionários que atualmente conta com duas plantas produtivas situadas no interior do estado de São Paulo.

Pelo histórico do indicador de itens não faturados dentro do mês (itens com pedido que não foi possível produzir), comparando a média do primeiro e segundo semestre de 2018, houve um aumento de R\$ 96.864,00 para R\$ 203.878,50, com pico de R\$531.317,17 no mês de dezembro 2018, conforme figura 2:

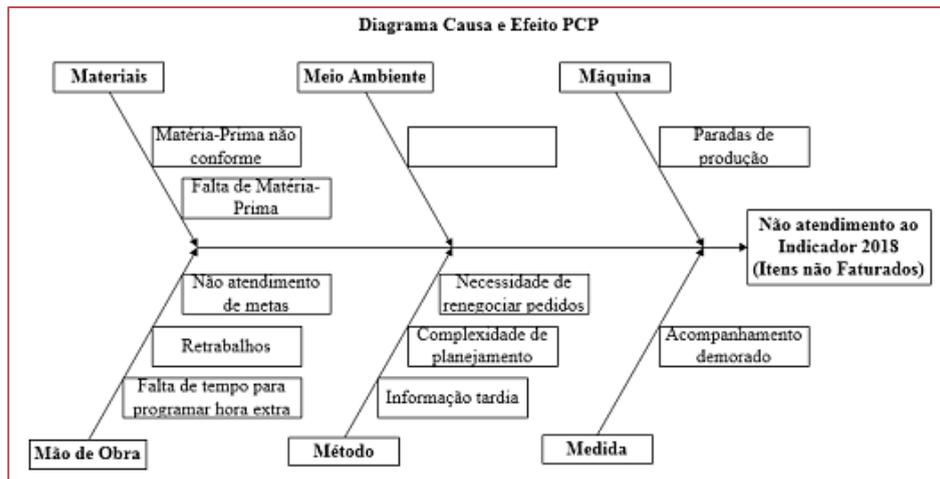
Figura 2 - Indicador de itens não faturados por mês



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Analisando as possíveis causas para esta perda de desempenho, foi realizado um brainstorming com a equipe de Vendas, Planejamento e Industrial, onde os problemas identificados pelo diagrama de causa e efeito foram analisados individualmente, utilizando a ferramenta dos “cinco porquês”.

Figura 3 - Indicador de itens não faturados por mês



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Para isso, foram separadas as causas que tem interferência no processo de Planejamento e estas foram analisadas individualmente, como mostra a figura 4:

Figura 4 - Indicador de itens não faturados por mês

CAUSA A: Necessidade de renegociar pedidos	
PORQUÊ 01	Desconhecimento dos itens mais críticos do dia
PORQUÊ 02	Alta complexidade de planejamento
PORQUÊ 03	
PORQUÊ 04	
PORQUÊ 05	
CAUSA B: Complexidade de planejamento	
PORQUÊ 01	Muitas linhas de características diferentes na mesma planta
PORQUÊ 02	Não há separação / especialização de cada planta
PORQUÊ 03	
PORQUÊ 04	
PORQUÊ 05	
CAUSA C: Informação tardia	
PORQUÊ 01	Descumprimento da produção planejada
PORQUÊ 02	Necessidade de horas extras
PORQUÊ 03	Falta de tempo hábil para programar horas extras
PORQUÊ 04	Reunião de acompanhamento acontece as 9:00h
PORQUÊ 05	

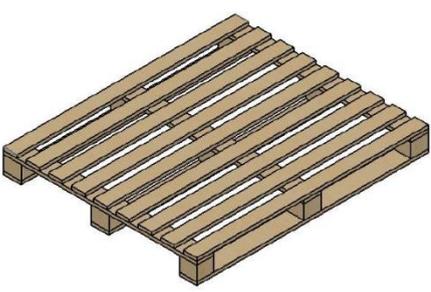
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Dentro de várias causas descobertas, a complexidade do planejamento das duas plantas de fabricação, juntamente com a grande variedade de produtos e suas necessidades singulares de planejamento, fez com que cada planta produtiva se especializasse em uma classe de produtos, facilitando assim seu planejamento, gestão e execução.

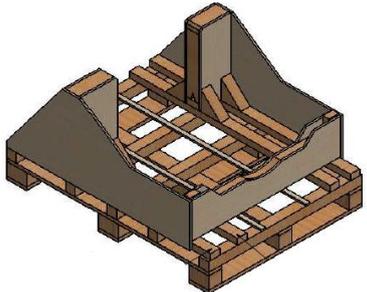
Os produtos fabricados podem ser classificados dentro de duas grandes classes: (paletes e embalagens especiais), exemplificados pela figura 5:

Figura 5 - Características dos produtos

Tipos de Produto	Complexidade	Valor agregado	Volume de produção
Paletes	baixa	baixo	alto
Embalagens especiais	alta	alto	baixo



Paleta



Embalagem Especial

++

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Atualmente, na planta “A” há uma linha de montagem de paletes automática em que uma máquina realiza a montagem completa dessas peças e oito linhas de embalagens especiais, de alta complexidade que são produtos de características praticamente artesanais de montagem. Enquanto na planta “B” existem oito linhas manuais de paletes, porém com processos que utilizam ferramentas e gabaritos que funcionam de maneira seriada e mais três linhas de embalagens especiais, como descrito na figura 6:

Figura 6 - Linhas de produtos em cada planta produtiva

Planta A	Planta B
1 linha de paletes automática	8 linhas manuais de paletes
8 linhas de embalagens especiais	3 linhas de embalagens especiais

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Como observado, pela diferença de complexidade dos produtos, foi decidido pela Direção da empresa separar a produção das duas famílias de produtos, deixando a planta “A” focada em produzir paletes (alto volume de produção, baixa qualificação da mão de obra) enquanto a planta “B” produziria somente embalagens especiais (equipe reduzida e altamente qualificada). Visando a preparação da estrutura interna para esta alteração, observou-se a necessidade de mapear o processo de planejamento da maneira que é realizado, para depois desenhá-lo da forma esperada, de quando serão divididas e especializadas as duas plantas produtivas.

Porém para viabilizar o tempo hábil de reação da Produção foi necessária a aplicação de uma melhoria no processo de planejamento, o qual entregava as informações tardiamente ao PCP e por consequência, não informava em tempo hábil que itens a produção não poderia deixar de atender o que foi planejado. Para aplicar tal melhoria, utilizou-se a ferramenta de Blueprint de processo, onde podemos observar todas as atividades de um determinado processo e todas as suas interações com o restante da organização.

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO BLUEPRINT:

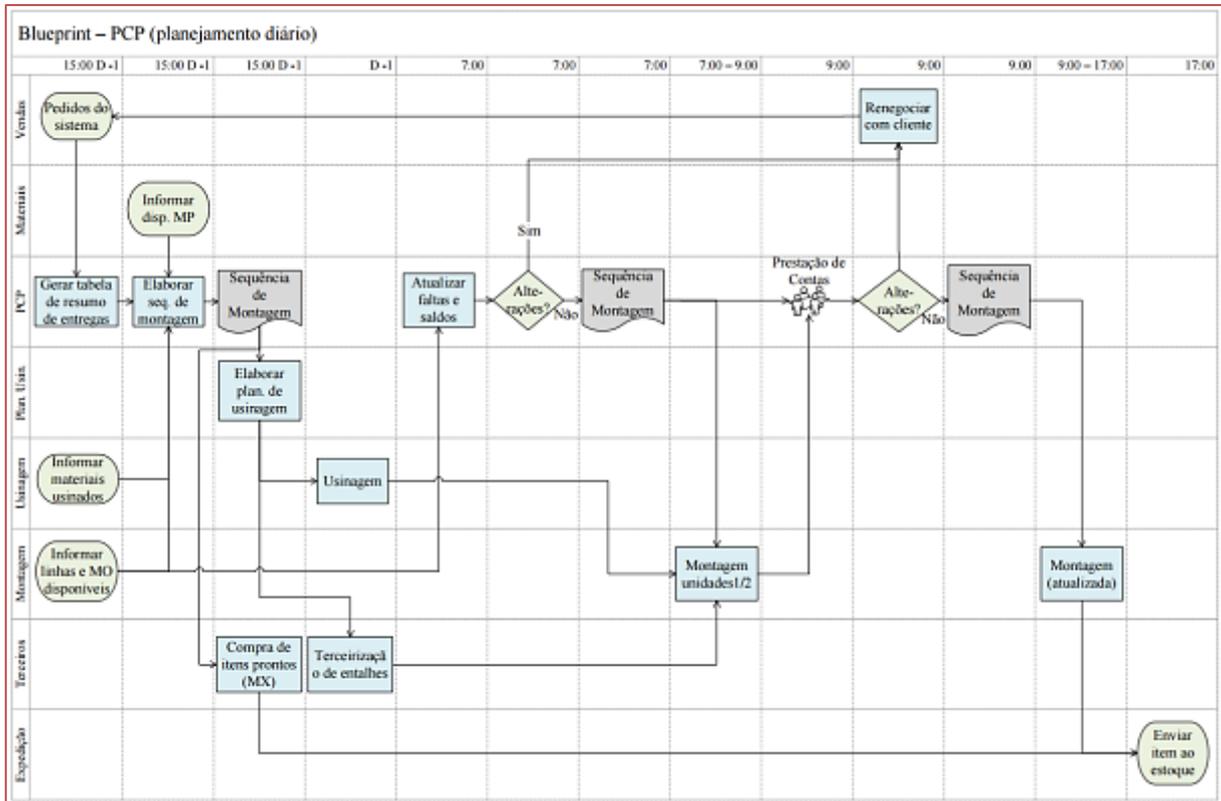
Para aplicação da ferramenta de Service Blueprint, foram feitas algumas alterações em seu conceito, sendo que as linhas de interação com o cliente se tornaram as áreas da organização e as colunas avançam conforme o tempo decorrido. As áreas localizadas acima ao do estudo, são áreas fornecedoras de informação ou algum processo e as localizadas abaixo, são clientes e utilizam o que é processado na área em questão.

O desenho de cada processo estudado foi realizado por meio de entrevistas com os colaboradores responsáveis por operar este processo, depois realizado o desenho deste por um colaborador de outra área (Engenharia) e posteriormente apresentado aos responsáveis do processo e direção para validação final e ajustes. Dentro do planejamento, foram detectadas as seguintes atividades:

Na Figura 7, é possível notar todas as atividades que interagem com o processo de planejamento, independente de estarem dentro das responsabilidades do setor do PCP, suas interfaces dentro da organização, informações necessárias e registros utilizados. Os processos de outras áreas foram mapeados individualmente para que suas interações com o processo de planejamento sejam evidenciadas e tratadas conforme a necessidade. Dentro destas atividades, a principal do setor é a elaboração do documento “sequência de montagem”, porém após a emissão da primeira versão existem muitas alterações que fazem com que o processo seja refeito várias vezes, além do que existe o risco de atrasar algum produto e gerar insatisfação do cliente.

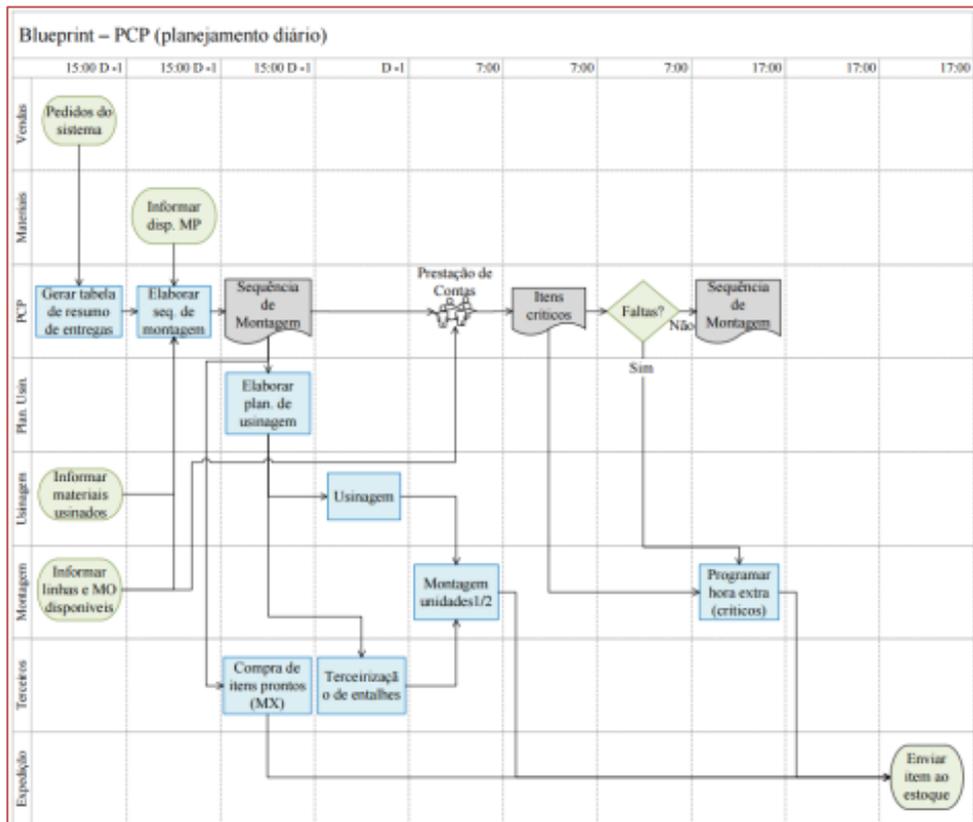
Em posse do fluxo do processo, o gestor da área apresentou o mesmo para todas as áreas clientes e fornecedoras, a fim de debater os tempos de recebimento e entrega de informações bem como a quantidade de voltas ou retrabalhos existentes. Como resultado final, teremos um desenho ideal do processo, com alinhamento dos tempos de entrada e saída e um plano de ação para implantar as alterações necessárias a fim de atender o novo fluxo do processo.

Figura 7 - Ferramenta Blueprint aplicada ao processo de PCP



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Figura 8 - Ferramenta Blueprint revisado no processo de PCP



Fonte: Desenvolvido pelos autores

As alterações principais no processo de Planejamento foram as seguintes:

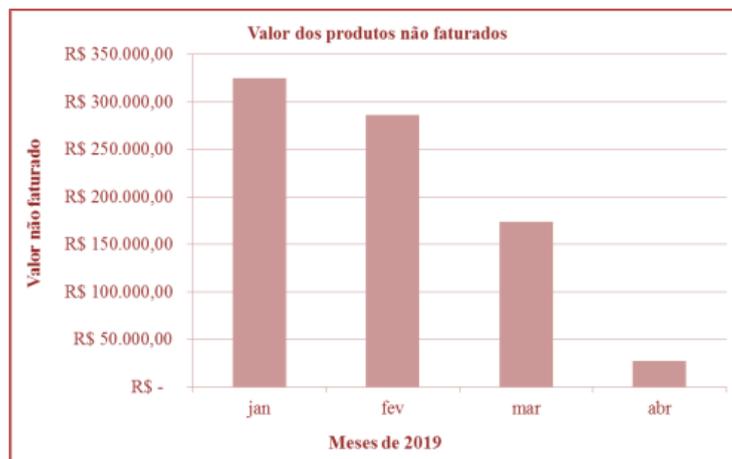
- deslocamento da reunião de prestação de contas para as 7:00;
- criação de um documento chamado “Itens Críticos”, que contém uma lista cujos produtos não podem atrasar a produção;
- necessidade de programar horas extras de acordo com a lista de itens críticos, dos quais eram renegociados com o cliente e ocasionavam “não faturamento”.

Todas estas mudanças têm como objetivo minimizar os impactos ao Cliente, visando não atrasar ou deixar de entregar os produtos que o ele necessita, causando insatisfação e aumentando o indicador de Itens não Faturados daquele mês.

Para que todas estas mudanças sejam efetivamente implantadas, foi elaborado em conjunto com a equipe, um plano de ação contendo as tarefas necessárias para cumprir com o novo fluxo do processo. Onde foram identificadas todas as ações, responsáveis e prazos realizados no mês de março de 2019.

Após a implantação de todas as ações e as mudanças propostas pela equipe, que foi realizada no mês de março de 2019, o indicador de itens não faturados no mês de abril está apresentado na figura 9.

Figura 9 – Resultado do indicador no ano de 2019



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Em comparação com o indicador apresentado no mês de dezembro de 2018 (figura 2), podemos observar uma redução de aproximadamente 95% no valor de produtos não faturados.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa-ação era combinar a utilização das já conhecidas ferramentas da qualidade e melhoria contínua, em conjunto com a ferramenta de Service Blueprint, utilizada de maneira adaptada para a realidade de uma indústria.

As ferramentas da qualidade serviram de suporte para a aplicação do Blueprint, pois foi necessário levantar as diversas informações e interações de um setor com os demais da organização.

Após o levantamento destas informações, o Blueprint esclareceu todas as interfaces de relação de um setor com todos os outros de maneira organizada e sequencial, facilitando a visualização dos problemas e a forma de melhoria mais assertiva.

Por se tratar de uma ferramenta pouco, ou até mesmo não utilizada, no processo de melhoria das indústrias, com algumas adaptações ela proporcionou uma visão completa e rápida das interações entre os processos possibilitando um diagnóstico de forma simples e objetiva e a elaboração de um plano de melhoria.

Como resultado das ferramentas e metodologia utilizadas, obtivemos uma redução de aproximadamente 95% no valor de itens não faturados no mês de abril de 2019.

REFERÊNCIAS

- [1] ALBERTIN, M; GUERTZENTEIN, V. Planejamento Avançado da Qualidade: Sistemas de gestão, técnicas e ferramentas. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.
- [2] ANDRADE, Maria Margarida de. Introdução à Metodologia Do Trabalho Científico. 10ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [3] CÉSAR, Giocondo L.F. Ferramentas básicas da qualidade. 1.ed. São Paulo: Biblioteca 24 Horas, 2011.
- [4] DAYCHOUM, M. 40+8 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. 4.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.
- [5] FILHO, Moacyr P. Gestão da Produção Industrial. 20.ed. Curitiba: Ibpex, 2007.
- [6] FITZSIMMONS, James A.; Mona J. FITZSIMMONS. Administração de Serviços. 7.ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014.
- [7] GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [8] LUCINDA, Marco A. Qualidade - Fundamentos e Práticas. 1.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- [9] MEIRELES, M. Ferramentas Administrativas Para Identificar Observar E Analisar Problemas. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.
- [10] OAKLAND, John S. Gerenciamento da Qualidade Total. São Paulo: NBL Editora, 1994.
- [11] OHNO, T. O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [12] SAVITZ, A. W.; WEBER, K. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é lucro com responsabilidade social e ambiental. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- [13] THIOLENT, M. Metodologia pesquisa-ação. 8.ed. São Paulo: Cortez, 1998.
- [14] USIRONO, Carlos H. Escritório de Processos: BPMO - Business Process Management Office. 1.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2015.
- [15] YIN, Robert K. Estudo de Caso – Planejamento e Métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

UNIDADE 4

GESTÃO DA QUALIDADE



Capítulo 6

Aplicação da metodologia DMAIC para otimização de processos produtivos em uma empresa metalúrgica

Camille Proença Pereira

Rodrigo Santos Macedo

Resumo: Uma empresa para se manter competitiva no mercado, tem o desafio de cada vez mais eliminar os desperdícios e realizar constantemente melhorias no seu processo para manter bons resultados e maximizar os lucros. Diante desse fato, o presente trabalho fez o uso da ferramenta DMAIC – Define (definir), Measure (medir), Analyze (analisar), Improve (Melhorar), e Control (Controlar), através de um estudo de caso em uma empresa voltado para linha de produção de móveis para salão de beleza, visando diminuir especificamente o tempo gasto de movimentação interna de peças e componentes, minimizando o tempo que não agrega valor ao produto. Os resultados obtidos após a aplicação da ferramenta DMAIC em conjunto com as ferramentas da qualidade, demonstraram eficiência para maximizar os lucros, aumento da produtividade e diminuição do tempo gasto que não agrega valor.

Palavras chave: DMAIC, produção, metalúrgica

1. INTRODUÇÃO

A busca por melhorias no processo produtivo e redução de custo, tornou-se um fator indispensável dentro do mercado atual. (JURKO, 2011; LOTT, 2011). A utilização da metodologia Seis Sigma é de suma importância na gestão de negócios, pois ela tem uma tratativa diferenciada, um método de fazer a organização mais focada nos seus negócios, e atingir os níveis de excelência em qualidade e produtividade no seu segmento (ROTANDARO, 2006).

Em busca da melhoria contínua, nesse trabalho foi utilizado a metodologia Seis Sigma, seguindo seu método denominado DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar), que de acordo com Rotondaro (2002) é uma ferramenta para análise e soluções de problemas, que tem como foco melhorar o desempenho do processo, evitando desperdícios, falhas, utilizando de uma coleta de dados para medir e melhorar o desempenho do processo.

O objetivo deste trabalho é relacionar os problemas encontrados na aplicação do sistema de armazenagem de produção, com ênfase nas dificuldades de transporte e perda de tempo produtivo no processo, e para alcançar o objetivo proposto, foi feita uma análise prática em uma empresa do ramo metalúrgico que atua a mais de 15 anos no mercado, sediada na cidade de Limeira-SP, seu mercado alvo de atuação é voltado para linha de produção de móveis para salão de beleza, Spas e outros seguimentos semelhantes. Antes de iniciar o estudo de caso, foi abordado de forma estruturada, conceitos teóricos de como fazer o uso correto da ferramenta DMAIC.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SEIS SIGMA

Conforme Slack; Chambers; Johnston (2009), o Seis Sigma pode ser definido como um conjunto de práticas desenvolvidas para maximizar o desempenho dos processos dentro da empresa, eliminando os seus defeitos e as não conformidades de acordo com as especificações de fábrica. Esta ferramenta foi desenvolvida em decênio de 80 na Motorola, que fabrica itens eletrônicos. Segundo CORONADO (2002), a Motorola desenvolveu essa ferramenta com o propósito de reduzir o número de falhas e focar na melhoria do seu processo.

O Seis Sigma pode ser definido, também, como uma estratégia gerencial planejada, com foco nos resultados de qualidade e financeiro, com o objetivo de promover mudanças significativas nas organizações, buscando sempre melhorias nos processos, produtos e serviços oferecidos aos clientes. Pode-se dizer, que o foco principal da metodologia Seis Sigma é a satisfação dos clientes, por meio da redução de defeitos nos processos, além de melhorar o desempenho da empresa (CARVALHO, 2005).

A nomenclatura Seis Sigma vem da conformação de um processo, um parâmetro, ou da performance estatística de nível de instabilidade de um processo. A letra Sigma (σ) representa o desvio padrão de uma repartição, e assim quanto minimamente for o desvio padrão de um processo, maior será a quantidade de desvios padrões a serem incorporados dentro do especificado, e a expressão Seis Sigma representa na verdade, uma eficácia de 99,99966% em qualquer processo, ou 3,4 defeitos por milhão de Oportunidades (DONADEL, 2008).

2.2 METODOLOGIA DMAIC

A metodologia DMAIC é um método estruturado, formado de cinco fases que direcionam da melhor forma as atividades necessárias na abordagem Seis Sigma para a melhora dos processos. E tem o objetivo de inserir um projeto de melhoria, mapear os problemas, identificar os pontos mais críticos, desenvolver medições para obtenção das informações, analisar e encontrar as possíveis causas, propor suas soluções, e o controle dos mesmos.

Segundo Lélis (2012) cada letra desta sigla tem um significado bem definido, os quais são respectivamente, (Definição - D), (Medição - M), (Análise - A), (Implementação - I) e (Controle - C).

2.2.1 ETAPA DEFINIR

De acordo com Werkema (2004), uma ferramenta para ser utilizada nessa etapa do método é o Project charter, que nada mais é um documento que representa um contrato firmado com a equipe responsável pela elaboração do projeto juntamente com os gestores, que tem a finalidade de:

- Definir claramente o que é esperado em relação a equipe;
- Manter a equipe alinhada aos objetivos prioritários da empresa;
- Formalizar a transição do projeto das mãos do Champion para a equipe.

Ainda na etapa definir é feito o uso do Project Charter, que é um formulário que visa formalizar o grupo que compõe o projeto, alinhar o foco, objetivo, viabilidade, tudo dentro de um cronograma (OUCHI, 2003).

Para evidenciar se há algum desperdício no processo produtivo, o uso do mapeamento do fluxo de valor, ou em inglês Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta e tem como objetivo identificar os prováveis causadores de desperdícios do seu processo produtivo, além de ser muito utilizado para implementar a produção enxuta (ROTHER, 2012).

Segundo Martins et al. (2005) se faz necessário uma classificação dos itens de estoque, para descobrir os de maior demanda, e eles são classificados por ordem crescente de importância, e a mesma é chamada de análise ABC.

2.1.2 ETAPA MEDIR

Werkema (2004) diz que essa etapa deverá propor foco no problema com a intenção de ter um detalhamento maior. Para isso deve se seguir as seguintes ações a serem realizadas:

- Através do mapeamento do fluxo de valor descrever o processo atual;
- Detectar características do processo a partir de indicadores;
- Após detectar as características do processo, devem-se validar os seus sistemas de medição;
- Todos os desperdícios do processo devem ser identificados;
- Encontrar pequenas oportunidades de melhorias no processo;
- Revisar benefícios financeiros;
- Rever metas e objetivos descritos no contrato.

Uma atividade de grande relevância que deve ser feito, é a separação dos itens do processo para visualizar as atividades que agregam valor (AV), e que as atividades que não agregam valor (NAV), pois assim pode-se eliminar atividades como movimentação e armazenagem de componentes e retrabalhos, pois são atividades que demanda tempo e dedicação e seus custos não são agregados ao produto final (MARTINS, 2006).

2.1.3. ETAPA ANALISAR

Werkema (2004) acrescenta como objetivo determinar as causas fundamentais do problema prioritário associada a cada uma das metas definidas, para isso algumas atividades deverão ser realizadas:

- Analisar o processo gerador do problema prioritário;
- Analisar dados do problema prioritário e seu processo gerador;
- Identificar e organizar as causas potenciais do problema prioritário;
- Priorizar as causas potenciais do problema prioritário;
- Quantificar a importância das causas potenciais prioritários.

Ainda na fase analisar, segundo Juan (1991) o Diagrama de Causa e Efeito proporciona um efeito visual das possíveis causas de um determinado problema.

Rissi (2007), determina que uma matriz de impacto x esforço é formada por quatro quadrantes, em que se pontua o impacto que a resolução da causa terá para o projeto em desenvolvimento e o esforço necessário para realizá-lo. Primeiro resolve-se as causas que apresentam maior impacto e menor esforço.

Outra ferramenta importante é o Brainstorming, que segundo Behr (2008) é uma ferramenta que apesar de ser simples deve ser utilizada em grupo para a discussão de ideias e também, para evidenciar problemas.

2.1.4 ETAPA IMPLEMENTAR

Werkema (2004) diz que na penúltima etapa do DMAIC devem ser criadas ideias sobre possíveis soluções e realizar testes em pequenas escalas das soluções escolhidas, e algumas perguntas e ações devem ser realizadas:

- Identificar meios para remover as causas dos defeitos;
- Confirmar as variáveis-chave e quantificar sobre as características;
- Avaliar e minimizar os riscos das soluções prioritárias;
- Testar em pequena escala;
- Identificar e implementar melhorias ou ajustes;
- Modificar o processo para se manter dentro de uma faixa aceitável.

Uma ferramenta imprescindível que deve ser utilizada para definir o plano de ação é a ferramenta 5W1H que segundo Deolindo (2011), esta ferramenta consiste em responder perguntas em busca de soluções, além de ser uma técnica de fácil utilização e compreensão respondendo 6 perguntas.

2.1.5 ETAPA CONTROLAR

De acordo com Werkema (2004) a última etapa do DMAIC tem como base a avaliação da obtenção da meta em larga escala. Com esse propósito, os resultados conquistados, após a vasta implementação das soluções, devem ser controlados para ser confirmado o alcance do sucesso e as seguintes ações e perguntas devem ser feitas:

- Identificar quais são os riscos do novo processo;
- Fazer uma análise crítica da nova realidade;
- Confirmar os ganhos com a implementação do projeto;
- Registrar e padronizar a melhoria;
- Registrar as lições aprendidas;
- Registrar o projeto nos sistemas necessário.

Junior (2007), completa que se o resultado da avaliação não for favorável, será necessário retornar à etapa M do DMAIC para um maior aprofundamento da análise.

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Para uma melhor análise de soluções de problemas, são utilizadas ferramentas da qualidade, que tem como objetivo analisar, mostrar soluções técnicas, e métodos eficazes para melhoria dos processos (LUCINDA, 2010).

2.4 LAYOUT

Segundo Araujo (2010) o arranjo de um layout se faz a partir do equilíbrio entre equipamentos, máquinas, pessoas e materiais em uma organização, obstinado pelos processos e viabilizado pelo planejamento do layout.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde se desenvolveu o presente trabalho, atua no ramo de fabricação de móveis e acessórios para salões de beleza, sendo classificada como empresa de pequeno porte, localizada na cidade de Limeira/SP.

Referência em móveis e acessórios para salões de beleza, clínicas, spas e barbearias, o seu nome vem se firmando no mercado, desde sua fundação, em 1989, e hoje se encontra entre as mais bem estruturadas empresas do segmento no país.

3.2 ETAPA DEFINIR

3.2.1 PROJECT CHARTER

Por meio de uma reunião com membros da empresa, o setor da montagem foi escolhido para a realização do projeto, pois, foi constatado uma dificuldade no processo produtivo, com problemas referentes ao mau gerenciamento do estoque, e que se depara com um layout inadequado, tendo como resultado aparente perda de produção. Com o objetivo de estabilizar o processo de tal modo que não houvesse um grande desperdício no mesmo, foi decidido utilizar a metodologia DMAIC, o qual foi desenvolvido o Project Charter para definição das metas do projeto e o foco do mesmo.

Após a concretização do Project Charter, foi iniciado o processo de desenvolvimento do trabalho através do desdobramento da metodologia.

3.2.2 ANÁLISE ABC DOS PRODUTOS

Para que o projeto mantivesse o foco foi preciso buscar informações no sistema de gerenciamento, extraindo uma tabela de demanda de fevereiro a setembro, Utilizando a análise de Classificação ABC, a partir desses dados foi possível escolher a linha de produtos com maior demanda e quantidade de itens em comum, como mostra a figura 1, nos quais os produtos selecionados estão em vermelho e correspondem a 31,18% da demanda, onde o fundo em azul são produtos de classificação "A", e com o fundo em amarelo são os de classificação "B".

Figura 1 - Análise ABC

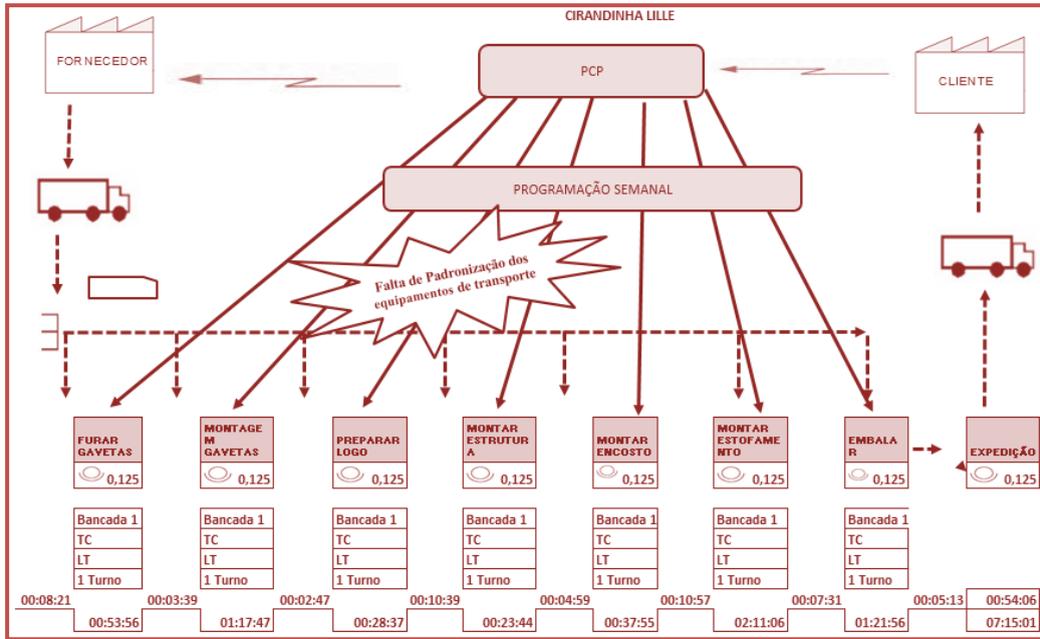
Nome	Unitário	Total (Fevereiro a Setembro)	Média Mensal	% Individual	% Acumulado	Classificação
Cirandinha Lille Manicure Pedicure	PÇ	530	66	9,09%	9,09%	A
Cirandinha Aquarius Manicure Pedicure	PÇ	529	66	9,07%	18,16%	A
Poltrona de Espera Firenze	PÇ	451	56	7,74%	25,90%	A
Poltrona Hidráulica Tulipa c/ Reclino c/ Cabeçote	PÇ	441	55	7,56%	33,46%	A
Cirandinha Elegance	PÇ	389	49	6,67%	40,14%	A
Cirandinha Elite Inox	PÇ	370	46	6,35%	46,48%	A
Poltrona Hidráulica Aquarius c/ Reclino	PÇ	264	33	4,53%	51,01%	A
Cirandinha Dallas	PÇ	244	31	4,19%	55,20%	A
Carrinho Auxiliar Tulipa	PÇ	226	28	3,88%	59,07%	A
Lavatório Tulipa c/ Descanso de Pernas	PÇ	211	26	3,62%	62,69%	A
Carrinho Porta Esmalte Elite	PÇ	194	24	3,33%	66,02%	A
Lavatório Roma	PÇ	171	21	2,93%	68,95%	A
Poltrona Hidráulica Tulipa Fixa c/ Cabeçote	PÇ	159	20	2,73%	71,68%	A
Poltrona Hidráulica Atenas c/ Reclino	PÇ	139	17	2,38%	74,07%	A
Poltrona Hidráulica Atenas Fixa c/ Cabeçote	PÇ	120	15	2,06%	76,12%	A
Lavatório Água c/ Descanso de Pernas	PÇ	107	13	1,84%	77,96%	A
Lavatório Atenas c/ Descanso Pernas	PÇ	93	12	1,60%	79,55%	A
Carrinho Estética Star	PÇ	78	10	1,34%	80,89%	B
Poltrona Hidráulica Vintage Ink c/ Reclino	PÇ	77	10	1,32%	82,21%	B
Poltrona Hidráulica Juju c/ Reclino	PÇ	72	9	1,23%	83,45%	B
Lavatório Água s/ Descanso de Pernas	PÇ	71	9	1,22%	84,67%	B
Poltrona Hidráulica Órion Retrô c/ Reclino	PÇ	68	9	1,17%	85,83%	B
Poltrona Hidráulica Tulipa c/ Reclino c/ Descanso	PÇ	67	8	1,15%	86,98%	B
Poltrona Hidráulica Atenas c/ Reclino c/ Desc. Pernas	PÇ	63	8	1,08%	88,06%	B
Poltrona Hidráulica Victória c/ Reclino	PÇ	62	8	1,06%	89,13%	B
Poltrona Hidráulica Juju Fixa c/ Cabeçote	PÇ	47	6	0,81%	89,93%	B
Poltrona Hidráulica Órion c/ Reclino	PÇ	46	6	0,79%	90,72%	B
Lavatório Aquarius New c/ Descanso de Pernas	PÇ	46	6	0,79%	91,51%	B
Lavatório Elegance c/ Comando Eletrônico	PÇ	45	6	0,77%	92,28%	B
Poltrona Hidráulica Juju c/ Reclino c/ Descanso	PÇ	38	5	0,65%	92,93%	B
Lavatório Juju c/ Descanso de Perna	PÇ	36	5	0,62%	93,55%	B
Lavatório Alice c/ Descanso de Pernas	PÇ	36	5	0,62%	94,17%	B
Carrinho Porta Esmalte Roma	PC	35	4	0,60%	94,77%	B

Fonte: Autores (2018)

3.2.3 CRIAÇÃO DO VSM

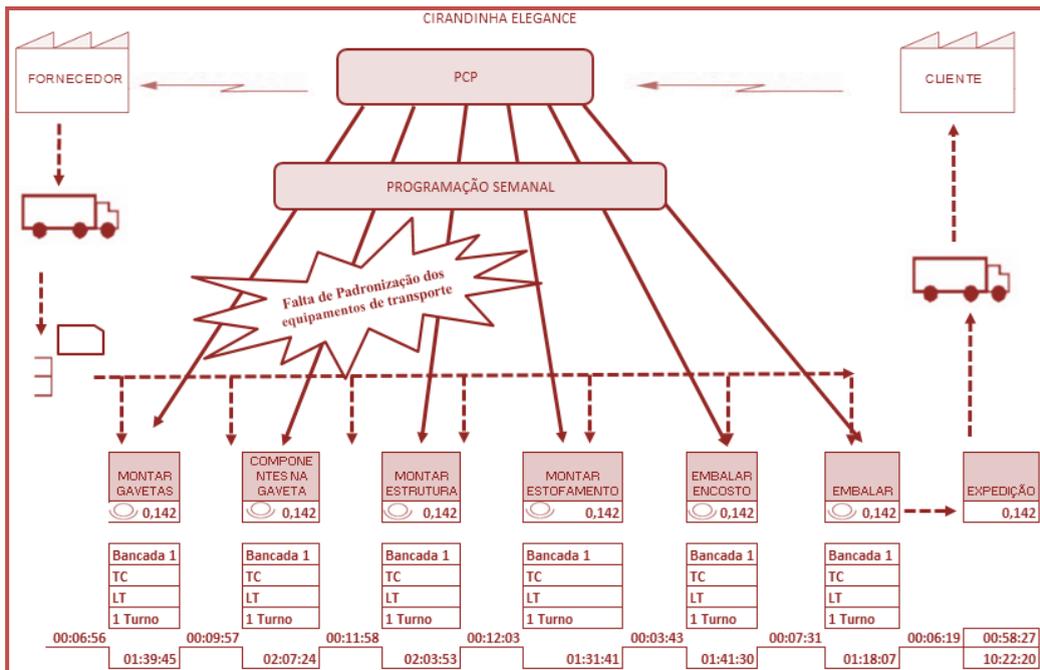
Subsequente a este processo foi aplicada a ferramenta VSM (Value Streaming Map) o mapa de fluxo de valor, apresentado nas Figura 2, 3, 4, e 5 nos quatro produtos, afim de se mapear todo o processo produtivo dos 4 itens destacados em vermelho na análise ABC, desde o fornecedor até o cliente, tendo assim uma visão maior e conseguindo visualizar potenciais melhorias no processo.

Figura 2 – VSM Cirandinha Lille



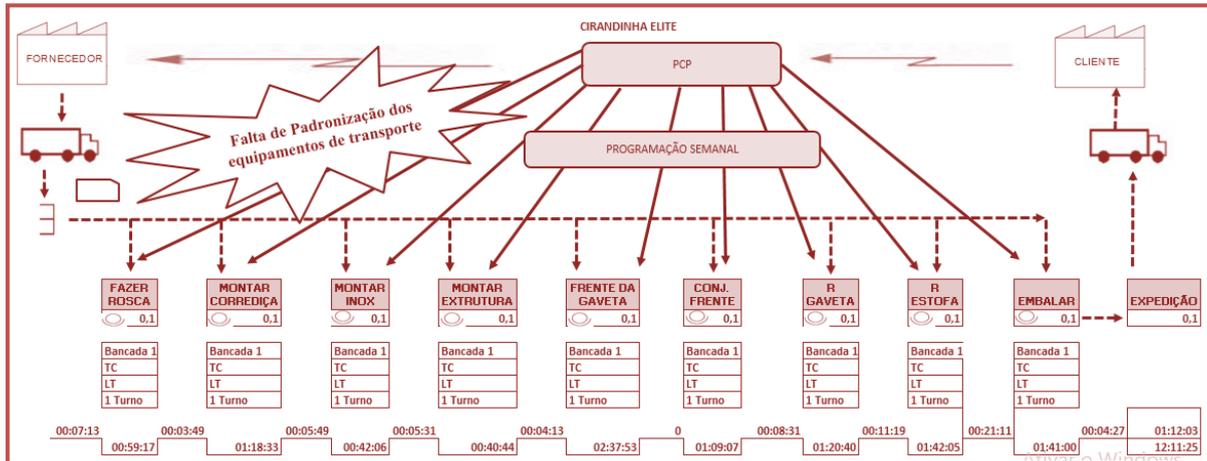
Fonte: Autores (2018)

Figura 3 – VSM Cirandinha Elegance



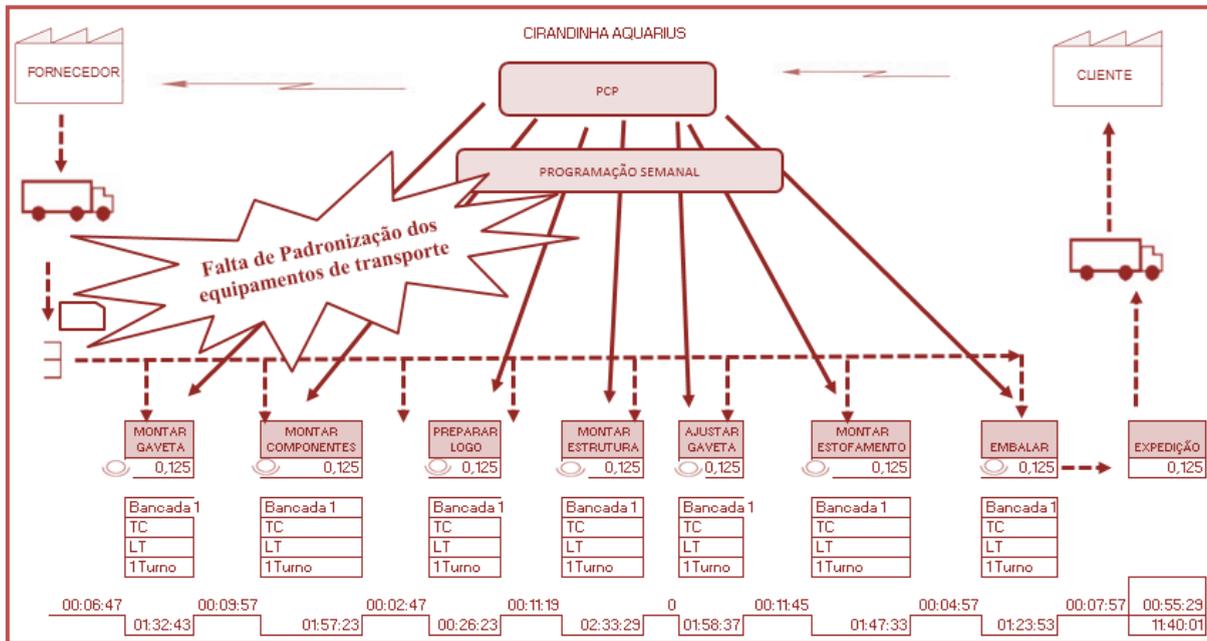
Fonte: Autores (2018)

Figura 4 – VSM Cirandinha Elite



Fonte: Autores (2018)

Figura 5 – VSM Cirandinha Aquarius



Fonte: Autores (2018)

3.3 ETAPA MEDIR

Após a finalização da etapa de definição do projeto iniciou-se a etapa de medição, onde foi utilizado a ferramenta AV/NAV, como mostra na figura 6. Foram coletados todos os tempos do processo, para possibilitar uma visão concreta dos processos e tempos que agregam e não agregam valor, e posteriormente esses tempos serão classificados de acordo com a necessidade, e a possibilidade de eliminação ou redução do processo.

Figura 6 - Diagrama Agrega valor / Não agrega valor

Diagrama AV / NAV												
Símbolos	<input type="checkbox"/>	Operação	<input type="checkbox"/>	Espera	Processo		Montagem da cirandinha Aquarius					
	<input type="checkbox"/>	Decisão	<input type="checkbox"/>	Inspeção	Time		seis sigma					
	<input type="checkbox"/>	Estoque	<input type="checkbox"/>	Início ou fim	Participantes		Rodrigo Nicodemo, Rafael neves, Rafael Peçanha, Kayo Lima, Samuel Muller, Rodrigo Macedo					
	<input type="checkbox"/>	Transporte			Observações							
Nº	Símbolos						Etapa do processo	Atividades	Tempo (hora)	Atividades		
										AV	NAV neces.	NAV desnec.
1	<input type="checkbox"/>	Início	Buscar gavetas e fundo das gavetas	0:06:47		X						
2	<input type="checkbox"/>	Operação	Montar gaveta	1:32:43	X							
3	<input type="checkbox"/>	Transporte	Buscar acessórios da gaveta	0:09:57		X						
4	<input type="checkbox"/>	Operação	Montar acessórios	1:57:23	X							
5	<input type="checkbox"/>	Transporte	Buscar logotipo	0:02:47		X						
6	<input type="checkbox"/>	Espera	Preparar Logotipo	0:26:23	X							
7	<input type="checkbox"/>	Transporte	Buscar estrutura e rodizio	0:11:19		X						
8	<input type="checkbox"/>	Operação	Montar estrutura	2:33:29	X							
9	<input type="checkbox"/>	Operação	Ajustar gavetas	1:58:37	X							
10	<input type="checkbox"/>	Transporte	Buscar apoio de pe e suporte fixação e estofamento	0:11:45		X						
11	<input type="checkbox"/>	Operação	Montar estofamento	1:47:33	X							
12	<input type="checkbox"/>	Transporte	Buscar embalagem	0:04:57		X						
13	<input type="checkbox"/>	Operação	Embalar	1:23:53	X							
14	<input type="checkbox"/>	Fim	Transportar para o estoque	0:07:57		X						

Fonte: Autores (2018)

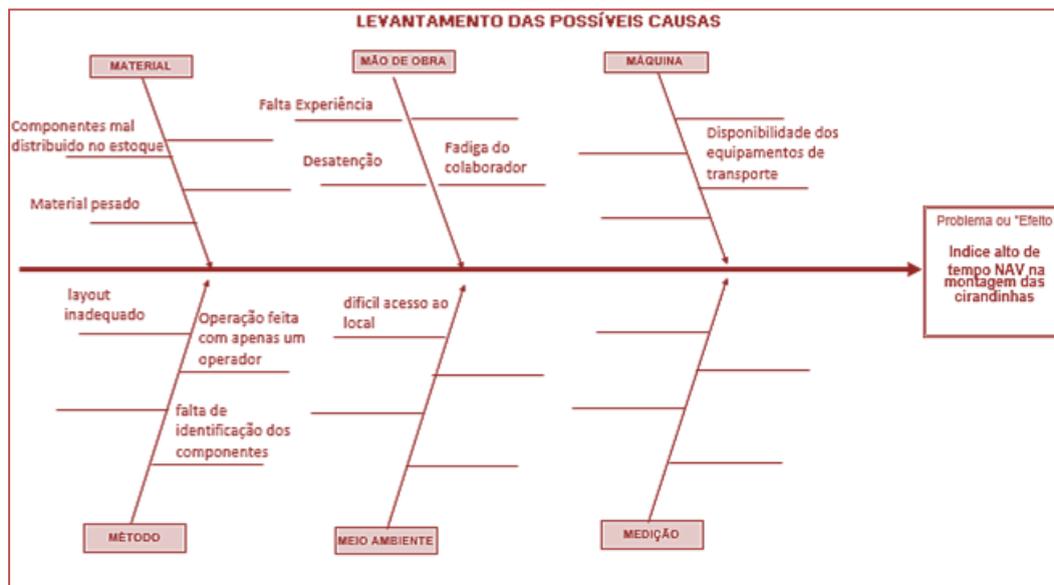
3.4 ETAPA ANALISAR

Com os dados coletados no VSM e Diagrama AVNAV foi detectado que havia grande possibilidade de redução dos tempos que não agregam valor sendo que a principal perda é com de tempo no abastecimento da linha de montagem.

3.4.1 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

Foi aplicada a ferramenta Ishikawa (Figura 7) para encontrar as causas do alto índice de tempo que não agrega valor no processo de montagem.

Figura 7 - Diagrama de causa e feito



Fonte: Autores (2018)

3.4.2 BRAINSTORMING

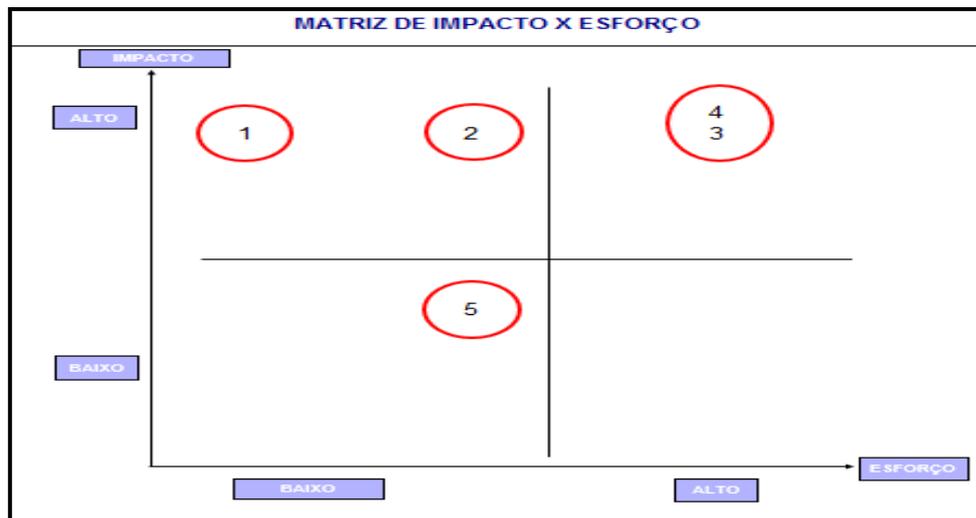
Levantado todas as possíveis causas do alto índice de tempo que não agregam valor, foi aplicada a ferramenta brainstorming, afim de reunir todas as possibilidades de melhorias que poderiam ser feitas para a redução destes tempos, como relatados na lista a seguir:

- Oportunidades de melhorias:
- Buscar todos os componentes de uma vez;
- Melhorar disposição dos materiais;
- Alterar layout para maior espaçamento;
- Manter estoque próximo ao operador;
- Padronizar o local dos equipamentos de transporte.

3.4.3 MATRIZ DE IMPACTO X ESFORÇO

Com as ideias para potenciais melhorias coletadas, se fez necessário prioriza-las utilizando matriz de impacto x esforço onde foi realizada uma análise das tarefas a serem executadas e, em seguida, foram distribuídas pela matriz considerando a energia ou esforço despendido (horizontalmente) e o resultado ou impacto representado (verticalmente) para cada ação. Por meio desta ferramenta foi possível classificar as melhorias que seriam implementadas, priorizando assim, as que conseguiriam maior impacto nos resultados com o menor esforço, que são apresentadas na Figura 8.

Figura 8 – Matriz de Impacto e esforço



Fonte: Autores (2018)

3.4.4 ANÁLISE ABC DOS COMPONENTES

Com as priorização das melhorias, se fez necessário a priorização dos componentes de cada produto, então com a ajuda do sistema de gerenciamento foi desenvolvida uma tabela como mostra na figura 9, com todos os componentes dos 4 produtos analisados, os mesmos foram dispostos de acordo com a quantidade de vezes que é demandado o seu abastecimento pela linha de produção, podendo assim classificar quais são os componentes que mais demandam transporte podendo assim alcançar um maior impacto com o menor esforço.

Figura 9 – Análise ABC dos Componentes

	Código	Descrição	Conjunto	Demanda	Classificação	% Individual	% Acumulado
1	01304	Tampo das Cirandinhas	4	227	A	3,039%	3,039%
2	02452	Braco das Cirandinhas	4	227	A	3,039%	6,079%
3	0107127	Manipulo 3 Pontas 5/16 X 1	4	227	A	3,039%	9,118%
4	00324	Arruela Lisa 1/4" Zincada	4	227	A	3,039%	12,158%
5	0108378	Parafuso Fixer Philips Chipboard Cab. Chata 3 x 12	4	227	A	3,039%	15,197%
6	0108057	Fita Transparente 70 X 100 Mts	4	227	A	3,039%	18,237%
7	00430	Suporte de Fixação do Apoio de Perna	4	227	A	3,039%	21,276%
8	50515	Apoio de Pé das Cirandinhas	4	227	A	3,039%	24,315%
9	0108341	Parafuso Hallen Cab. Abaulada M6 X 20 Inox	4	227	A	3,039%	27,355%
10	0108368	Parafuso Sextavado M6 X 25 Zincado	4	227	A	3,039%	30,394%
11	0107058	Friso T Dupla Aba 16MM Preto	4	227	A	3,039%	33,434%
12	0310014	Selo Adesivo - Fabricação	4	227	A	3,039%	36,473%
13	0111024	Rodizio Cromado Sem Pino	3	161	A	2,421%	38,894%
14	0107014	Abraçadeira Plástica K-22 Preta	3	161	A	2,153%	41,047%
15	0108084	Parafuso Fixer Flangeado Philips 3,5 X 12 BC	3	161	A	2,153%	43,201%
16	0108424	Parafuso Máquina Cab. Chata Phillips M4 X 10 Bicromatizado	3	161	A	2,153%	45,354%
17	0401036	Fechadura c/ 2 Chaves	3	161	A	2,153%	47,507%
18	0401037	Corredija Telescópica 300 mm	3	161	B	2,153%	49,661%
19	0101160	Caixa da Cirandinha Lille - 525X390X470 - CMC/BC	2	132	B	1,770%	51,431%
20	50743	Logo Van de Velde	2	132	B	1,770%	53,202%
21	51497	Suporte de Fixação da Corredija	2	132	B	1,770%	54,972%
22	0107004	Rebite Clip Canoa Preto Pequeno - 01.64	2	132	B	1,770%	56,743%
23	0108375	Rebite Com Rosca Interna M6 Recartilhado	2	132	B	1,770%	58,513%
24	0116064	Cavilha 8 x 29mm	2	132	B	1,770%	60,284%
25	0108389	Conjunto Girofix	2	132	B	1,770%	62,054%
26	0107110	Plástico Bolha 1,30 X 100m	2	132	B	1,770%	63,825%
27	0108105	Grampo Probel GSN 18 X 25	2	132	B	1,770%	65,595%
28	0108046	Parafuso Fixer Flangeado Philips 4,0 X 25	2	115	B	1,535%	67,130%
29	0107185	Puxador 250/G PZ01	2	115	B	1,535%	68,665%
30	0108344	Parafuso Hallen Cab. Abaulada M6 x 16 Inox	2	115	B	1,535%	70,199%
31	0117002	Cola PVA Branca 10 KG	2	115	B	1,535%	71,734%
32	0108381	Parafuso Hallen Cab. Abaulada M6 x 30 Inox	1	66	B	0,886%	72,620%
33	0107147	Acabamento Oblongo 16 x 30mm Cromado	1	66	B	0,886%	73,506%
34	0107151	Gaveta do Carrinho Roller e Cirandinha Lille	1	66	B	0,886%	74,392%

Fonte: Autores (2018)

3.5 ETAPA IMPLEMENTAR

Na etapa implementar foram analisadas algumas restrições encontradas na empresa para a alteração do layout, tais como volume dos itens em estoque, a disponibilidade dos equipamentos de transporte, e o estoque dos produtos acabados, que já tinham seu layout definidos e não poderiam ser alterados, com isso as restrições a serem analisadas são:

- Volume;
- Peso;
- Lote de Compra;
- Lote de Produção;
- Capacidade do estoque;
- Dimensões diferentes para porta palhetes;
- Dimensões diferentes para prateleiras KTL's;
- Equipamentos de transporte;
- Segurança;
- Estoque dos produtos acabados.

3.5.1 PLANO DE AÇÃO – 5W1H

Foi elaborado um plano de ação, onde para cada ação a ser realizada foram respondidas 6 perguntas, conforme ferramenta 5W1H.

Figura 10 - Plano de ação

O que?	Como?	Onde?	Por que?	Responsável ?	Quando?	Status
Layout inadequado.	Analisar os tipos de layouts existentes e realizar mudança para que o mesmo atenda às necessidades do abastecimento da linha de montagem.	Processo Produtivo	Devido ao alto índice de tempo que não agrega valor no processo.	Time	Semana 09	Concluído
Componentes mal distribuído no estoque.	Modificar layout de estoque facilitando a saída dos componentes com maior demanda diminuindo tempo que não agrega valor.	Processo Produtivo	Para melhor distribuição dos componentes em estoque.	Time	Semana 10	Concluído
Disponibilidade dos equipamentos de transporte.	Analisar e modificar a localização dos equipamentos de transporte para garantir sua disponibilidade.	Processo Produtivo	Para facilitar e agilizar o transporte dos componentes.	Time	Semana 11	Concluído

Fonte: Autores (2018)

Com os resultados obtido na análise dos produtos e de acordo com a ordem de classificação, foi realizada as implementações necessárias para melhorar o tempo NAV dos processos de montagem, buscando sempre a retirada de todos os componentes do estoque, por processo de montagem de uma só vez e no menor tempo possível, fazendo assim, necessário a redução das distancias dos estoques.

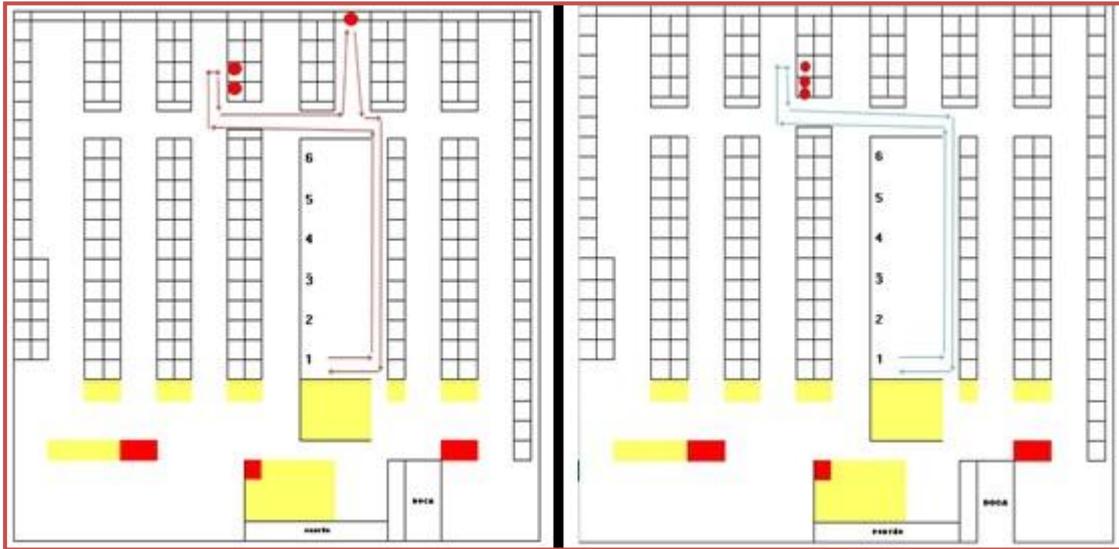
Antes da alteração do layout, os componentes das gavetas das cirandinhas Aquarius e Elegance eram dispostos de acordo com o fornecedor, uma vez que existem duas cores de frente de gaveta branca e preta, e a cor branca possuem apenas 3% da demanda total de cirandinhas, a mesma foi realocada, e em seu lugar no estoque foi disposto o fundo da gaveta que possui apenas uma cor e é utilizado em ambas cirandinhas.

Figura 11 – Layout antes e depois da gaveta da Cirandinha Aquáriu



Fonte: Autores (2018)

Figura 12 – Layout antes e depois da gaveta da Cirandinha Elegance

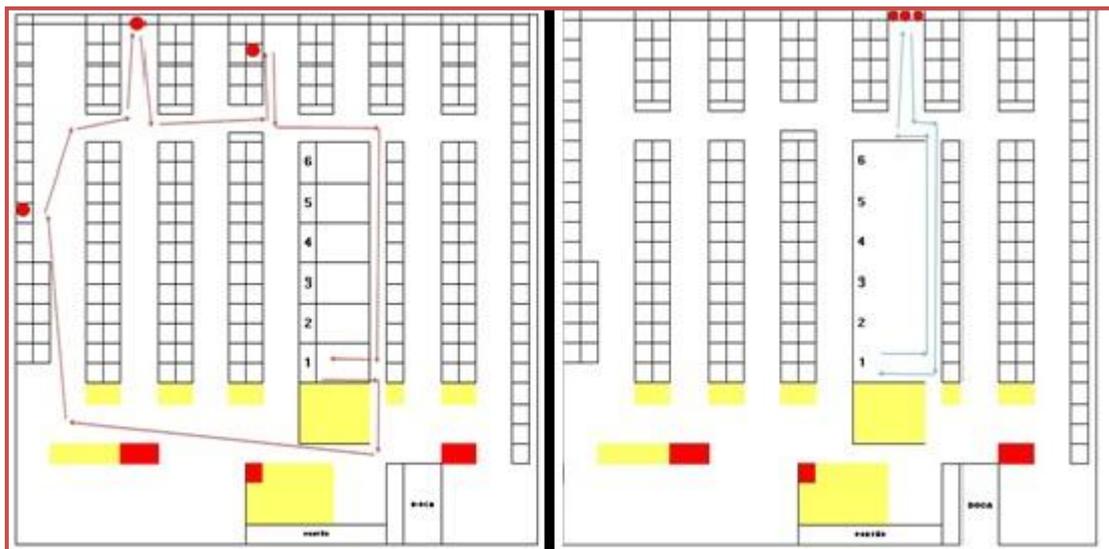


Fonte: Autores (2018)

A corrediça era disposta distante da montagem, pois é um produto importado e quantidade comprada é para, 6 meses, ocupando um volume do estoque muito grande dificultando assim que seja alocado próximo aos postos de trabalho, a fechadura tinha sua disposição definida aleatoriamente, e o puxador ficava próximo aos outros modelos de puxadores existentes.

Com a alteração do layout foi criado um estoque intermediário de corrediça ocupando menor espaço físico e a fechadura e os puxadores foram dispostos próximos, fazendo assim que o colaborador não tenha grande deslocamento no processo de montagem destes componentes.

Figura 13 – Layout antes e depois dos componentes das gavetas (puxador, corrediça e fechadura)



Fonte: Autores (2018)

Os 3 modelos de rodízios utilizados nas cirandinhas eram dispostos por afinidade de fornecedor, porém foram agrupados e realocados em um estoque intermediário com menor volume em um local que era inutilizado ao lado do posto de trabalho do operador.

As embalagens dos produtos utilizados nesta linha de montagem eram classificadas por produtos, desprezando assim a sua demanda de transporte, com a implementação foi utilizada a análise ABC e as embalagens foram reorganizadas no estoque de acordo com a sua demanda.

Os equipamentos de transporte não tinham nenhum local de armazenagem padronizado fazendo com que o colaborador se deslocasse pela empresa buscando o equipamento necessário para o transporte dos componentes a serem montados, então foi padronizado um local para armazenagem dos mesmos, deixando os equipamentos próximos aos operadores e aos componentes que possuem maior demanda de transporte.

3.6 ETAPA - CONTROLAR

Para etapa controlar a foi novamente utilizada a ferramenta AV/NAV com nova coleta de dados de tempo dos processos após a alteração do layout, afim de mensurar o impacto causado pelas devidas alterações na figura 14.

Figura 14 – Diagrama agrega valor / Não agrega valor depois da melhoria

Diagrama AV / NAV												
Símbolos		Operação		Espera	Processo		Montagem da cirandinha Aquarius					
		Decisão		Inspeção	Time		seis sigma					
		Estoque		Início ou fim	Participantes		Rodrigo Nicodemo, Rafael neves, Rafael Peçanha, Kayo Lima, Samuel Muller, Rodrigo Macedo					
		Transporte			Observações							
Nº	Símbolos						Etapa do processo	Atividades	Tempo (hora)	Atividades		
										AV	NAV nees.	NAV desneec.
1							Início	Buscar gavetas e fundo das gavetas	0:06:07			X
2							Operação	Montar gaveta	1:32:43	X		
3							Transporte	Buscar acessórios da gaveta	0:03:44			X
4							Operação	Montar acessórios	1:57:23	X		
5							Transporte	Buscar logotipo	0:00:19			X
6							Espera	Preparar Logotipo	0:26:23	X		
7							Transporte	Buscar estrutura e rodizio	0:09:43			X
8							Operação	Montar estrutura	2:33:29	X		
9							Operação	Ajustar gavetas	1:58:37	X		
10							Transporte	Buscar apoio de pe e suporte fixação e estofamento	0:11:33			X
11							Operação	Montar estofamento	1:47:33	X		
12							Transporte	Buscar embalagem	0:02:29			X
13							Operação	Embalar	1:23:53	X		
14							Fim	Transportar para o estoque	0:07:37			X

Fonte: Autores (2018)

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após ser mensurada a melhoria causada pela implementação, a mesma foi estratificada e exposta em na Tabela 1 para melhor visualização.

Tabela 1 - Redução percentual de atividades que não agregam valor

Produto	Tempo nav (antes)	Tempo nav (depois)	Redução tempo	Redução nav %
Cirandinha Aquarius	00:55:29	00:41:32	00:13:57	25,14%
Cirandinha Elegance	00:58:27	00:44:20	00:14:07	24,15%
Cirandinha Elite	01:12:03	01:03:46	00:08:17	11,50%
Cirandinha Lille	00:54:06	00:46:46	00:07:20	13,56%

Fonte: Autores (2018)

Após estratificação dos resultados obtidos com as melhorias efetuadas pelo projeto, foi realizada uma mensuração monetária, afim de visualizar o quanto a melhoria poderia trazer em redução de custos ou aumento da lucratividade para empresa.

A Tabela 2 mostra o preço médio de venda de cada produto, os custos dos insumos envolvidos no processo de fabricação, podendo assim saber qual a margem de contribuição de cada produto para a empresa, ou seja, quanto cada produto contribui em unidades monetárias para cobrir os custos fixos da empresa.

Tabela 2 - Margem de contribuição

Produto	Preço venda	Custo insumos	Margem contribuição
Cirandinha Aquarius	R\$595,73	R\$168,93	R\$426,80
Cirandinha Elegance	R\$774,25	R\$201,89	R\$572,36
Cirandinha Elite	R\$887,97	R\$244,86	R\$643,11
Cirandinha Lille	R\$429,87	R\$145,78	R\$284,09

Fonte: Autores (2018)

Na Tabela 3, é apresentada a estratificação anual do tempo de melhoria no processo produtivo de cada produto envolvido no projeto.

Tabela 3 - Tempo de produção de cada produto

Produto	Redução anual
Cirandinha Aquarius	08:52:37
Cirandinha Elegance	07:41:09
Cirandinha Elite	06:21:02
Cirandinha Lille	04:50:24
Total	27:45:12

Fonte: Autores (2018)

Com as melhorias mensuradas e estratificadas em horas, possibilitou descobrir quanto a empresa deixou de gastar com mão de obra em atividades que não agregam valor ao produto conforme mostra tabela 4.

Tabela 4 – Redução de custo com mão de obra

Custo mensal médio montador	R\$1.580,00
Horas trabalhadas	189
Custo/hora trabalhada	R\$8,36
Redução custo de mão de obra anual	R\$232,01

Fonte: Autores (2018)

A Tabela 5 exibe a quantidade de produtos que a empresa conseguiu produzir com as melhorias nos tempos que não agregam nos processos produtivos,

Ao multiplicar essas quantidades pela margem de contribuição de cada produto, foi possível chegar ao valor que a empresa deixava de ganhar com os tempos de transporte que não agregam valor ao produto.

Tabela 5 - Aumento da quantidade de produto produzido

Produto	Quantidade produzida c/ melhoria	Valor que a empresa deixava de ganhar
Cirandinha Aquarius	15	R\$8.709,80
Cirandinha Elegance	13	R\$8.577,72
Cirandinha Elite	6	R\$1.775,97
Cirandinha Lille	13	R\$5.698,30
Total:		R\$24.761,79

Fonte: Autores (2018)

A Tabela 6 apresenta a somatória da economia com mão de obra, mais o dinheiro que a empresa deixava de ganhar, o saving anual seria de R\$ 24.993,80.

Tabela 6 - Saving anual da melhoria

Mão de Obra	R\$232,01
Saving	R\$24.761,79
Saving anual total:	R\$24.993,80

Fonte: Autores (2018)

Para perpetuação e documentação da implementação do projeto foi aplicado a ferramenta LPP (Lição Ponto a Ponto), onde, por meio de desenhos e descrições as informações e procedimentos são aplicados “Ponto a Ponto”, isso garante que todas as melhorias serão mantidas. A figura 15 demonstra o modelo aplicado de Lição Ponto a Ponto.

Figura 15 - Lição ponto - a - ponto

Fonte: Autores (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente projeto possibilitou conhecimento dos conceitos da metodologia Lean e Seis Sigma e as suas ferramentas, bem como a aplicação das etapas do método DMAIC, por meio de um estudo de caso, podendo assim integrar o conhecimento teórico adquirido, com a prática em uma empresa, onde a empresa tinha dificuldades no gerenciamento do seu estoque, ocasionando uma perda muito grande com tempo de transporte para abastecimento das linhas de montagem.

Através do desenvolvimento do estudo, foram definidos, mapeados e identificados os problemas relacionados à estoque e transporte, foi realizada a medição desses processos, analisando, detectando e priorizando as principais causas desses problemas e potenciais melhorias, onde foi possível viabilizar a implementação de melhorias eficazes, afim de minimizar ou até eliminar as dificuldades encontradas na empresa, com o gerenciamento do seu estoque. E também foi realizado o controle sobre as melhorias afim de perpetuar os resultados obtidos.

O objetivo inicialmente estabelecido na etapa definir do projeto foi alcançado, beneficiando assim a empresa estudada, além disso, este projeto pode ter uma abrangência e se expandir para outros setores da empresa.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, L. C. G. Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia. 4ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2010.
- [2] BEHR, A.; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. Ci. Inf., Brasília, v. 37, n. 2, Agosto de 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652008000200003&lng>. Acesso em 02/032018.
- [3] CARVALHO, Marly Monteiro. Gestão da Qualidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- [4] CORONADO, R.B., Antony, J. Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in Organizations. The TQM Magazine, v.14, pp. 92-99, no.2, 2002.
- [5] DONADEL, Daniel C. Aplicação da metodologia DMAIC para redução de refugo em uma indústria de embalagens. São Paulo, 2008. 122 p.
- [6] DEOLINDO, V. Planejamento Estratégico em Comarca do Poder Judiciário. Dissertação (Mestrado ' , J. et al. Study on screw drill wear when drilling X6Cr16Ni8Mo stainless steel. Journal Manufacturing Engineering, v.2, p.17-20, 2011.
- [7] JUNIOR, Almir W. L. Planejamento e controle Via MSProject. 1. Ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.
- [8] LOTT, P. et al. Design of an Optical system for the In Situ Process Monitoring of Selective Laser Melting (SLM). Physics Procedia, n.12, p. 683–690, 2011.
- [9] LUCINDA, Marco Antônio. Qualidade fundamentos e práticas para curso de graduação. Rio de Janeiro. Editora Brasport, 2010.
- [10] JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Controle da Qualidade. 5ª ed. São Paulo, SP: McGraw Hill, 1991.
- [11] MARTINS, P. G.; ALT. P. R. C. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2005.
- [12] MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [13] OUCHI, Fabio Y. Estudo do DFSS (Design for Six Sigma). Dissertação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- [14] RISSI, Leandro. Aplicação da metodologia 6 sigma para a resolução do problema da falta de acurácia no estoque de uma empresa. Tese (Conclusão de curso em engenharia de produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2007.
- [15] ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Intitute Brasil, 2012.
- [16] SCATOLIN, Andre Celso. Aplicação da Metodologia Seis Sigma na Redução das Perdas de um Processo de Manufatura. São Paulo: Bae-Unicamp, 2005.
- [17] SLACK, Nigel; CHAMBERS Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

- [18] WERKEMA, Cristina. Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Werkema, 2006.
- [19] WERKEMA, Cristina. Criando a Cultura Seis Sigma. Belo Horizonte: Werkema, 2004.
- [20] WERKEMA, Cristina. Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

Capítulo 7

Aplicação das ferramentas da qualidade para redução no tempo do Set-Up. Uma pesquisa-ação

Bianca Pracopio

Caroliny Bonin

Vanessa Moraes Rocha de Munno

Lucas Scavariello Franciscato

Resumo : A utilização de metodologias para solução de problemas, tem sido amplamente utilizada nos dias atuais. Metodologias como PDCA e MASP atreladas a utilização de ferramentas da qualidade, direciona as organizações para excelência e qualidade em seus processos. Estas ferramentas são fundamentais para a detecção e resolução de problemas e quando utilizadas de maneira correta, tornam-se diferenciais competitivos para os negócios empresariais, a fim de, alcançar os requisitos da qualidade, redução de custos, atendimento a índices produtivos e visando a melhoria contínua vinculadas as estratégias organizacionais. Portanto, o presente artigo apresenta através de uma pesquisa-ação o impacto da redução do tempo de setup em uma empresa de autopeças e apresentar o impacto dessa mudança nos indicadores da empresa estudada. O resultado obtido foi o atendimento da meta do indicador OEE, com aumento de 31% em seu desempenho, passando de 66% para 97%, superando a meta da empresa, além de uma economia anual de R\$ 232.460,0

Palavras chave: MASP; PDCA; Ferramentas da Qualidade; Redução do tempo de setup; Redução de refugo

1 INTRODUÇÃO

No cenário de competitividade nos mercados nacionais e internacionais, a qualidade é de extrema importância, e tem uma grande interferência no preço e venda de produtos. Segundo Falconi (2004), para que seja definido um critério de qualidade é necessário conhecer quais são as preferências do cliente final.

Desta forma, as empresas têm focado em melhoria contínua, pois essa busca por melhorar cada vez mais, é relacionada a sobrevivência das organizações por conta da qualidade. Para alcançar as especificações que são exigidas pelos clientes, é importante reduzir todos os possíveis custos e desperdícios que são gerados por uma falta de controle na qualidade do produto, em outras palavras quer dizer produzir cada vez mais com maior qualidade e menor custo, visando reduzir todos os desperdícios como retrabalho, refugo e setup, pontos essenciais para produzir em maior escala, no menor tempo e com baixo custo (PALADINI, 2012).

Assim, a redução no tempo de setup pode gerar melhorias nos índices do sistema produtivo como por exemplo OEE, disponibilidade de máquina, reduções de refugo, matéria prima entre outros. (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Por isso, o objetivo é apresentar através de uma pesquisa-ação o impacto da redução do tempo de setup em uma empresa de autopeças e apresentar o impacto dessa mudança nos indicadores da empresa estudada. Para obter tais resultados, foi necessário avaliar o impacto das mudanças e de como o sistema produtivo passaria a funcionar após a aplicação do método.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTROLE DE QUALIDADE TOTAL

Segundo Alvarez (2001), tornou-se necessária a aplicação do Controle de Qualidade Total, para aqueles que buscam sua sobrevivência no decorrer do tempo. Com a união dos departamentos e pessoas dentro da organização, trabalhando em conjunto é possível atingir de forma rápida e eficiente as alterações que devem ser feitas, não se referindo somente aos índices de falha, desperdícios ou prazos de entregas.

Para aplicação do Controle da Qualidade Total, são formados grupos de pessoas que trabalham em cooperação para solução de problemas, esta integração é denominada de Círculo do Controle da Qualidade (KALTENECKER et al., 2013).

De acordo com Verri (2009), é necessária a participação de um grupo multifuncional para que o controle de qualidade total seja exercido, onde estão envolvidos todos os departamentos da empresa, para que sejam solucionados os problemas efetivamente. É de extrema importância o empenho de todos, cada qual, agregando seus conhecimentos técnicos e especializados.

Para implementar um o Controle de Qualidade Total, é utilizada a metodologia do ciclo PDCA, pois é essencial a avaliação das metas, capacitação dos funcionários participantes e controle dos custos (MARQUES, 2007).

Segundo Campos (1992) é essencial atender as necessidades dos clientes e para que isto ocorra, a organização deve fornecer seus produtos e serviços com qualidade, no tempo correto e de uma forma que ofereça confiança, acessibilidade e segurança ao cliente. Para isto, as organizações buscam incessantemente pela utilização de ferramentas como Controle de Qualidade Total, com foco em agregar qualidade em suas operações.

2.2 PDCA

Segundo Imai (2005), o PDCA é utilizado para aplicar melhoria contínua nas empresas e que faz a utilização das iniciais das palavras em inglês Plan-Do-Check-Action. É formado por uma sequência de atividades que tem como sentido final, a melhoria já que ela faz referência a um ciclo que gira continuamente no tempo para buscar resultados, mantê-los e atingir desta forma novos níveis de excelência (SLACK, CHAMBER, JOHNSTON, 2007)

Segundo Slack, Chamber e Johnston (2007), o ciclo PDCA é dividido em quatro etapas:

a) Plan (Planejamento) – É o desenvolvimento de um plano de ação, definição de objetivos, a estabelecendo os métodos que serão feitos para alcançar os objetivos, ou seja, planejar todos os passos para a obtenção de resultados;

b) Do (Executar) – Após a definição de todos os passos do plano de ação, são executadas todas as atividades. São realizadas todas as coletas de dados para uma seguinte análise, é importante que o plano seja seguido de acordo com os critérios estabelecidos;

c) Check (Verificar) – São verificados todos os resultados do plano de ação, confrontando os resultados reais com o planejado. Nesta fase que são detectados erros ou falhas devido a análise dos dados;

d) Action (Ação) – Após a investigação das causas das falhas e desvios no processo é necessário acompanhar a eficácia e eficiência, a fim de verificar se houve melhora no processo e quais os ganhos obtidos, porém, se o problema persistir, deve-se repetir o ciclo PDCA para corrigir as falhas através do mesmo método.

2.3 MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS - MASP

Segundo Freitas (2009) o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é uma metodologia de realização de ações corretivas e preventivas para a resolução de problemas. De acordo com Santos (2004), é baseado em oito etapas para identificar, analisar e solucionar problemas, de uma maneira que evite reincidências.

O objetivo deste método é eliminar as causas de um problema, a fim de, que sejam solucionados e não reincidam, o que possibilita a qualidade total e melhoria contínua (SANTOS, 2004).

Para a solução de problemas pelo método MASP, a coleta de dados, uma vez que sem conhecimentos adequados, não é possível realizar análises aprofundadas, com o intuito de solucionar os problemas. Estes dados devem ser: coletados, analisados, agrupados, estratificados e apresentados, por esse motivo são utilizadas as Ferramentas da Qualidade (MORAES, 2010).

Diversas organizações utilizam deste método, para reduzir e eliminar intervenções que diminuam a produtividade no processo, implementando melhorias em aspectos da qualidade e ações corretivas (FERREIRA, 2012).

Segundo Campos (1999), o MASP trata-se da desintegração das fases do ciclo de PDCA, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Comparativo MASP e PDCA

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	Efetivo?	Bloqueio foi efetivo?	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Fonte: Adaptação de Campos (1999)

2.4 OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Conforme Slack (2002), para o processo de manufatura é necessário que sejam estabelecidas metas da organização e buscar estratégias para que estas sejam atingidas. Para verificação dos resultados são utilizados indicadores, capazes de identificar seus potenciais ganhos ou perdas. Um indicador que promove esta verificação é o Indicador OEE (Eficiência Global dos Equipamentos), o qual verifica os ganhos produtividade e de qualidade dentro da manufatura, assim, possibilitando a verificação da eficiência e eficácia máxima dos processos. (SLACK, 2002).

Segundo Hansen (2006) este indicador é composto por três pilares, classificados em:

a) Disponibilidade Trata-se da verificação da capacidade de funcionamento de um item, realizando suas funções em um determinado intervalo de tempo. É a porcentagem do tempo que este item funcionou, comparado ao que estava disponível para sua utilização.

Pode-se classificar o tempo – de parada em:

- Paradas planejadas: sendo estas definidas, como parada para almoço, manutenções (periódica e preventiva), finais de semana e feriados;
- Paradas não planejadas: como, por exemplo, dano de máquinas, ausência de matéria prima ou operador e entre outros.

b) Performance – É a busca pela diminuição de fatores que possam influenciar na eficiência do equipamento, realizando um comparativo entre a velocidade que o item operou e a velocidade que ele deveria operar. Ou seja, trabalhando em um ritmo inadequado por pequenas paradas, por insuficiência de velocidade e até mesmo, por tempo desperdiçado com setup para sua adequada utilização;

c) Taxa de Qualidade – Trata-se da comparação entre a quantidade de produtos fabricações em boas condições e a quantidade total fabricada, com o objetivo de não haver refugos ou retrabalhos. São calculados o tempo que foi gasto com produção de peças ruins e estes desperdícios são denominados como perdas por qualidade.

Ainda segundo Hansen (2006), com a utilização deste indicador é possível implementar um sistema que consegue reduzir as perdas e aumentar a produtividade com qualidade. Proporcionando a organização a fabricação de um produto com menor custo e máximo aproveitamento de sua capacidade.

2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são um conjunto de ferramentas que auxiliam na avaliação de problemas e a tomada de decisões. (MIGUEL, 2006).

Da mesma forma, segundo Mata-Lima (2007) se há uma integração de todos os envolvidos, a utilização destas ferramentas é eficaz na identificação das causas raízes e quais serão as ações a serem tomadas, pois há participação de um time multifuncional proporcionando a integração de conhecimentos e maneiras distintas de análise, assim, facilitando a solução dos problemas.

A aplicação destas ferramentas é simples, porém é essencial para auxiliar na melhoria contínua dos processos. Segundo Ishikawa (1982), a utilização das ferramentas da qualidade utilizadas em conjunto, auxilia na solução de 95% dos problemas encontrados nas organizações.

O acompanhamento dos processos e aplicação das ferramentas, se utilizados da forma correta, resulta em redução de custos, pois agrega valor. (COSTA, 2012).

Abaixo são apresentadas algumas das ferramentas da qualidade:

a) Brainstorming – Segundo Soares e Brito (2014) a melhor maneira de ter uma grande ideia é ter um monte de ideias. O significado brainstorming é tempestade de ideias, onde é aplicada para que grupo de pessoas que obtenham conhecimento no assunto criem ideias sobre o tema abordado. Conforme Behr, Moro e Estabel (2008), para a elaboração de um brainstorming existem algumas etapas a serem seguidas como:

- Etapa 01 – Introdução;
- Etapa 02 – Criação de ideias;

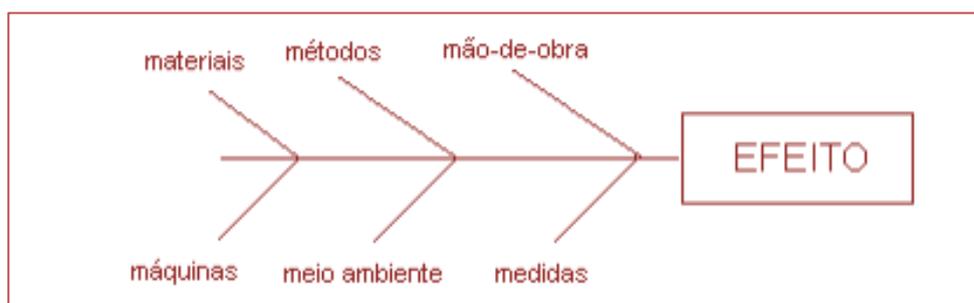
- Etapa 03 – Revisão das ideias;
- Etapa 04 – Seleção de ideias;
- Etapa 05 – Priorização de ideias.

b) Diagrama de Ishikawa – O diagrama de Ishikawa tem o objetivo de identificar causas possíveis para um problema, onde é possível simplificar processos complexos dividindo-os em processos simples tornando-os mais controláveis e padronizados (TUBINO, 2000).

Conforme Werkema (1995), o diagrama de Ishikawa, é utilizada para exibir a relação existente entre o resultado de um processo, e as causas que possam afetar o resultado.

Segundo Campos (1999), o método é baseado em uma divisão de 6 M's, ou seja, as causas dos problemas poderiam ser originárias, conforme Figura 1.

Figura 1- Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6M's



Fonte: Os autores.

c) 5 Porquês – Segundo Stickdorn e Schneider (2014), a ferramenta tem o objetivo de encontrar a principal causa raiz. As perguntas são interligadas onde a resposta da pergunta anterior, gera a questão seguinte. Geralmente, se encontra a causa raiz em no máximo 5 perguntas, é importante que as respostas sejam precisas e objetivas;

d) 5W2H – Segundo Seleme e Stadler (2010), é uma ferramenta também chamada de “Plano de Ação”, que tem a necessidade de fácil entendimento, é uma ferramenta capaz de guiar as diversas ações que deverão ser implementadas.

Essa ferramenta identifica, estratifica e estrutura de forma organizada todas as ações a serem tomadas. Conforme Gonçalves e da Luz (2016), a denominação do 5W2H, surge através das perguntas utilizadas na ferramenta, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo MASP e PDCA

WHAT	O que será feito?	Etapas
WHY	Por que será feito?	Justificativa
WHERE	Onde será feito?	Local
WHEN	Quando será feito?	Tempo
WHO	Por quem será feito?	Responsabilidade
HOW	Como será feito?	Método
HOW MUCH	Quanto custará fazer?	Custo

Fonte: Gonçalves e da Luz (2016)

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia adotada para a presente pesquisa é a pesquisa-ação, que segundo Thiollent (1998), trata-se de uma pesquisa onde o objetivo final é a resolução de problemas. Os pesquisadores ou pessoas

diretamente envolvidas trabalham de forma cooperativa, de modo a desempenharem um papel no qual serão analisadas as causas dos problemas e definição das ações a serem tomadas.

Para o desenvolvimento da metodologia, estabeleceu-se os seguintes passos:

- Referencial teórico utilizando revisão bibliográfica;
- Definição do local a ser aplicado;
- Definição do problema e análise do cenário atual;
- Análise do problema e aplicação das ações, com auxílio das ferramentas da qualidade;
- Verificação dos resultados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo automotivo, localizada no interior de São Paulo, a empresa é destaque no fornecimento de inovações tecnológicas e peças automotivas para os principais fabricantes de automóveis.

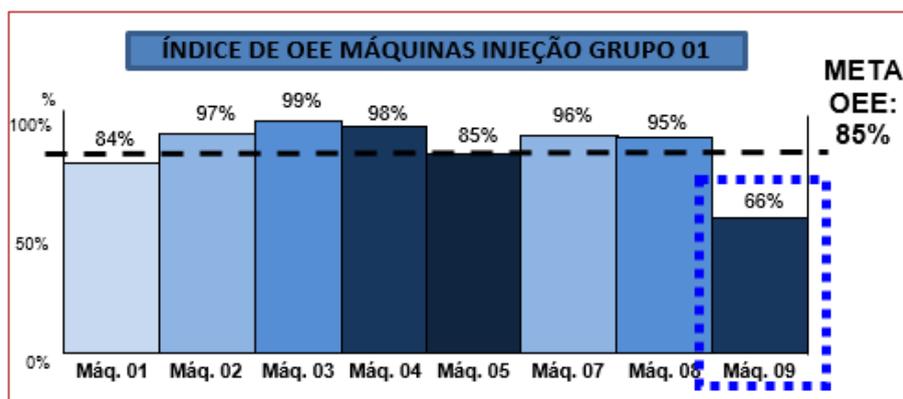
Com aproximadamente 600 colaboradores, o foco da empresa é a qualidade e satisfação de seus clientes com aplicação de tecnologias e um gerenciamento que antecipe seus principais concorrentes e tendências globais.

4 ESTUDO DE CASO

A empresa estudada tem como meta no indicador OEE, apresentar resultado maior ou igual a 85%, o qual considera aspectos como performance, qualidade e disponibilidade.

A Figura 2 apresenta o desempenho de todas as máquinas injetoras existentes na empresa, verificou-se que, em apenas uma delas, apresentava o indicador com resultado abaixo do esperado, apontado com valor de 66%.

Figura 2 – Índice de OEE comparativo entre as máquinas



Fonte: Os autores.

A máquina que será objeto deste estudo será a máquina 9. Trata-se de uma máquina de injeção plástica, responsável pela fabricação de diversos componentes do ar condicionado do automóvel, reservatório de água, entre outros.

A máquina 9 produz cinco componentes, os quais possuem matérias primas distintas, sendo estas fabricadas com material plástico, classificadas como polipropileno natural e polipropileno preto, conforme Quadro 2. Devido a esta mistura de cores no processo de fabricação, eram ocasionados diversos problemas de qualidade nas peças, até que o mesmo fosse estabilizado após a realização de um setup.

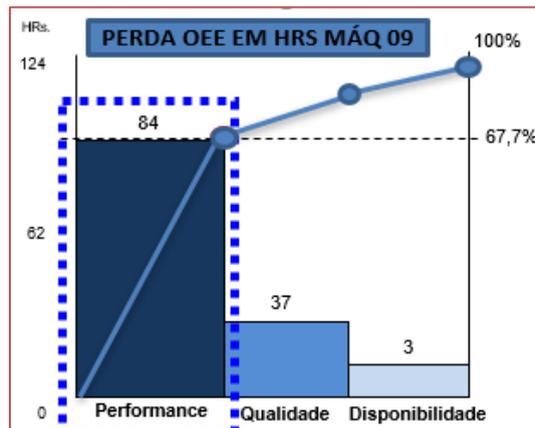
Quadro 2 -Componentes plásticos injetados na máquina 9

COMPONENTES	ILUSTRAÇÃO	TIPO DE MATERIAL	
		PP PRETO	PP NATURAL
Peça A			X
Peça B		X	
Peça C		X	
Peça D		X	
Peça E		X	

Fonte: Os autores

Ao analisar o gráfico de OEE, foi necessário estratificar os dados nos três pilares. Verificado que o índice que apresentava maior perda, era o indicador de performance, o qual, é responsável pela medição do tempo de setup de uma máquina, sendo este responsável por 67,7% do total de perdas, conforme Figura 3.

Figura 3 – Perda OEE em horas - Máquina 9

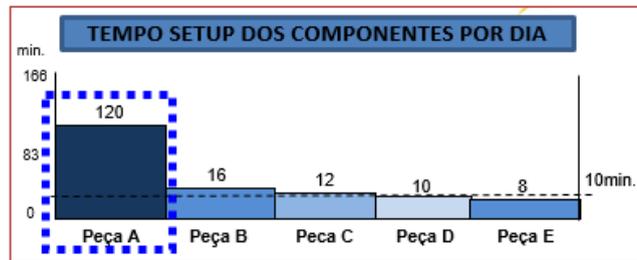


Fonte: Os autores.

Ao realizar o desdobramento deste indicador de performance, a fim de avaliar, quais dos componentes estavam gerando maior desperdício de tempo, foi possível observar que, o componente fabricado na máquina 9 que apresentava maior perda, é a peça A, com aproximadamente 120 minutos gastos com setup, em relação as outras que variam em uma média de 8 a 16 minutos.

Além dos 120 minutos gastos para limpeza do canhão da injetora conforme Figura 4, para realização da troca de material polipropileno preto para o natural. Todas as peças produzidas neste tempo tornavam-se refugo, pois apresentavam algum tipo de contaminação do material preto no material natural, ocasionando falhas de pintas pretas e manchas. O critério de aprovação de qualidade da peça A, era de zero pintas ou manchas, pois trata-se de um item aparente ao cliente final.

Figura 4 – Desdobramento indicador performance Máquina 9

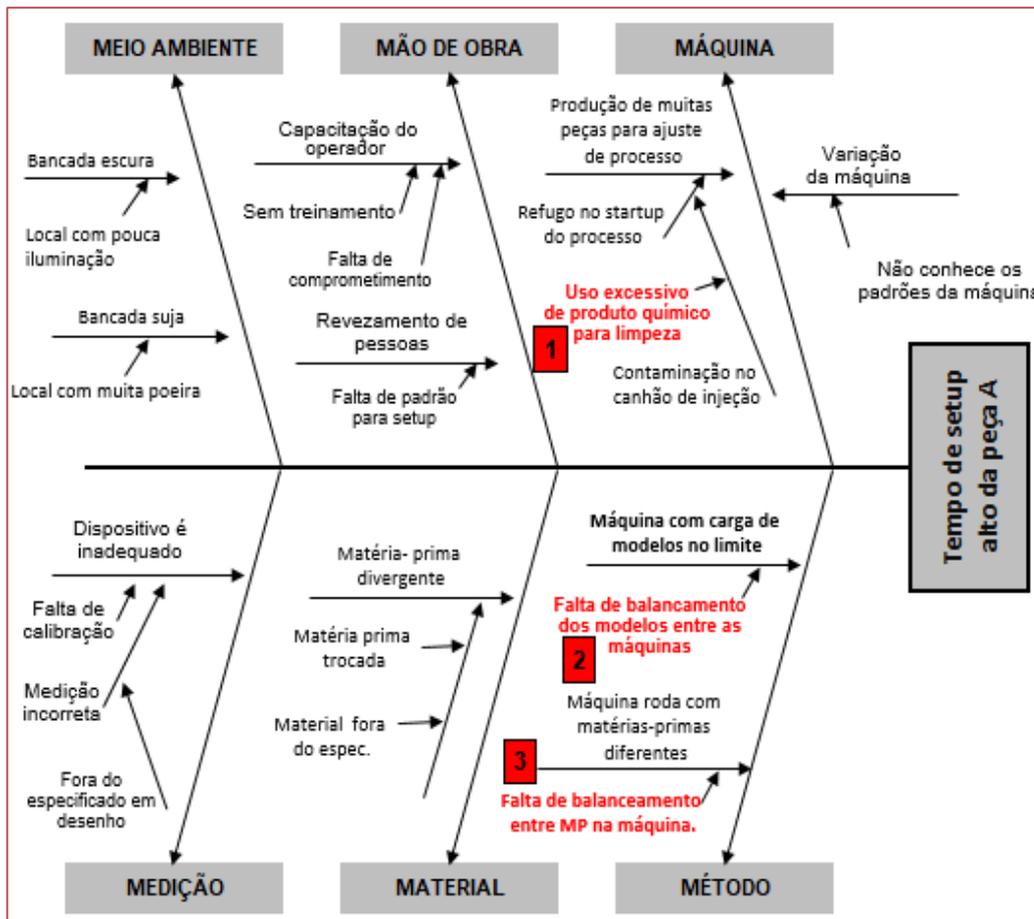


Fonte: Os autores

Posterior a análise do problema, foi criado um grupo multidisciplinar (Círculo do Controle da Qualidade), aplicando a metodologia de Controle da Qualidade Total, com o intuito de realizar um brainstorming e levantar as possíveis causas raízes do problema. Além da definição de uma meta de redução para o tempo de setup da peça A, o qual ao final do estudo, será reduzido de 120 minutos para uma média de 8 a 16 minutos, o que consequentemente ocasionará melhora do indicador produtivo.

Com as possíveis causas levantadas em discussão no brainstorming, para que fossem classificadas de cada uma delas, foi utilizada ferramenta Diagrama de Ishikawa, conforme Figura 5.

Figura 5 – Resultados – Redução tempo setup



Fonte: Os autores.

Ao concluir a análise do diagrama foram definidas as três principais causas, que contribuem para não atendimento do indicador:

- Uso excessivo de produto químico para limpeza do canhão;

- b) Máquina com carga de modelos no limite – excesso matérias primas distintas;
- c) Falta de balanceamento das matérias primas na máquina.

Para uma análise mais aprofundada, em cada uma das possíveis causas detectadas, utilizada a ferramenta 5 Porquês, a fim de, verificar a causa raiz de cada uma delas, assim buscando soluções para o verdadeiro problema.

Tabela 2 – 5 Porquês - Causa principal 1

Porquê 1	Porque o tempo de setup da Peça A está alto?
Porquê 2	Porque é necessária produção de muitas peças para ajustar o processo?
Porquê 3	Porque há muito refugo no setup do processo?
Porquê 4	Porque as peças estão contaminadas com manchas brancas?
Porquê 5	Porque é usado produto químico de limpeza excessivamente, ocasionando manchas nas peças.

Fonte: Os autores

Tabela 3 – 5 Porquês - Causa principal 2

Porquê 1	Porque a máquina está com carga de modelos no limite?
Porquê 2	Porque os modelos em questão foram validados na máquina 9?
Porquê 3	Porque as outras máquinas não estavam adequadas para estes modelos?
Porquê 4	Porque necessitavam de intervenção da manutenção para utilização?
Porquê 5	Porque necessitam de ajustes finos para produção da peça A.

Fonte: Os autores

Tabela 4 – 5 Porquês - Causa principal 3

Porquê 1	Porque falta balanceamento entre as matérias primas na máquina?
Porquê 2	Porque a demanda era conforme a entrada de pedidos do cliente?
Porquê 3	Porque o departamento de Planejamento de Produção (PCP) não tinha definida a demanda semanal?
Porquê 4	Porque não havia envolvimento entre produção e o departamento de PCP?
Porquê 5	Porque o PCP não possui conhecimento do impacto no indicador de produção.

Fonte: Os autores

Com base nas análises dos 5 Porquês, foram definidas três contramedidas, utilizando a ferramenta 5W2H, com o objetivo de sanar as principais causas raízes identificadas. Além de definir os responsáveis e os prazos a serem cumpridos.

Tabela 5 – Contramedida 1

<i>WHAT</i> (O que?)	Diminuir o uso de produto químico para limpeza do canhão
<i>WHY</i> (Porquê?)	Para evitar manchas brancas nas peças, geradas pelo produto químico
<i>WHERE</i> (Onde?)	Na máquina injetora 09.
<i>WHEN</i> (Quando?)	Dezembro-18
<i>WHO</i> (Quem?)	Time multifuncional e linha de produção
<i>HOW</i> (Como?)	Utilizando a própria matéria prima refugada para limpeza
<i>HOW MUCH</i> (Quanto?)	Sem custo

Fonte: Os autores

Tabela 6 – Contramedida 2

<i>WHAT</i> (O que?)	Utilização da máquina 7 dedicada para material de cor natural
<i>WHY</i> (Porquê?)	Porque não estava sendo utilizada a capacidade máxima
<i>WHERE</i> (Onde?)	Máquina injetora 7
<i>WHEN</i> (Quando?)	Janeiro-19
<i>WHO</i> (Quem?)	Time multifuncional e linha de produção
<i>HOW</i> (Como?)	Transferência do molde da peça A para máquina 7
<i>HOW MUCH</i> (Quanto?)	Sem custo. (Parada programada para ajustes finos de máquina)

Fonte: Os autores

Tabela 7 – Contramedida 3

<i>WHAT</i> (O que?)	Balanceamento entre as MP nas máquinas
<i>WHY</i> (Porquê?)	Para reduzir número de setups por dia
<i>WHERE</i> (Onde?)	Máquina injetora 7 e 9
<i>WHEN</i> (Quando?)	Fevereiro-19
<i>WHO</i> (Quem?)	Time multifuncional, linha de produção e PCP
<i>HOW</i> (Como?)	Balanceamento junto ao setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP), definindo uma demanda semanal
<i>HOW MUCH</i> (Quanto?)	Sem custo

Fonte: Os autores

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao decorrer da implementação do estudo, pode-se observar, que antes da implementação das ações, o tempo de setup durava em média de 100 a 120 minutos para mudança do modelo da cor preta para a cor natural. Após aplicarmos a primeira ação, apenas utilizando matéria prima refugada (cor natural), foi reduzido o tempo de setup em 50%, com a redução de 120 minutos para 60 minutos.

Esta foi uma ação, foi considerada ação de contenção, pois era necessário, tomar uma contramedida imediata, devido aos altos índices de percas que estavam sendo encontrados durante o período de análise até a máquina 7 fosse ajustada.

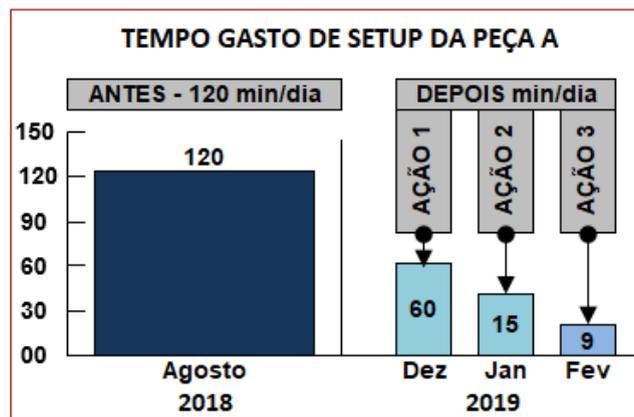
Ao balancear as matérias primas entre as máquinas 9 e 7, foi possível reduzir o tempo de setup de todas as trocas de modelos, padronizando o tempo de um ciclo de setup, para aproximadamente 08 a 16 minutos. Ainda com esta ação, consequentemente, dispensando o uso de produto químico para limpeza, pois o mesmo somente é utilizado para mudança de preto para cor natural.

Com a aplicação da terceira ação, a qual se tratava de um balanceamento entre as matérias primas dentro da máquina injetora 7 e da máquina injetora 9, assim reduzindo a quantidade de setup entre os modelos de cor natural e também entre os modelos de cor preta (na outra máquina).

Portando, o tempo de setup da peça A passou a ser de aproximadamente 9 minutos quando injetada na máquina 7, conforme Figura 6.

Ainda na Figura 6, é possível avaliar na o impacto de cada uma das ações implementadas e o resultado obtido na redução do tempo de setup

Figura 6 – Resultados com aplicação das ações



Fonte: Os autores.

Após analisar os custos do período quando iniciado o estudo, considerando tempo de máquina, matéria prima, mão de obra e o desuso do produto químico, houve uma redução mensal de R\$19.371,73, o que anualmente reduzirá R\$ 232.460,00.

Ao verificar o indicador da máquina 9, foi observado um aumento de 31% em seu desempenho, passando de 66% para 97%, atendendo a meta da empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das ferramentas da qualidade foi essencial para o planejamento do estudo, pois com a utilização das metodologias guiadas pelo uso das ferramentas da qualidade, foi possível analisar a situação atual, definir metas, analisar a causa raiz e definir as ações para resolução do problema.

A utilização da metodologia MASP em conjunto com o PDCA, direcionou qual deveria ser as etapas a serem seguidas, com o objetivo de realizar um correto planejamento, execução, coleta de dados e análise de eficácia e eficiência. Também, a utilização das ferramentas que auxiliam na identificação de causas raízes, foi imprescindível para uma análise assertiva durante o decorrer do estudo.

Foi observado que havia uma falta de planejamento de demanda, pois as máquinas não estavam sendo utilizadas em sua capacidade máxima. Assim, ao aplicar o balanceamento das máquinas, foi possível atender a meta do indicador OEE, alinhado com as estratégias adotada pela organização. Consequentemente, reduzindo refugo, tempo de máquina e percas consideráveis no processo de manufatura.

REFERÊNCIAS

- [1] BEHR, A.; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. Ci. Inf., Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, 2008.
- [2] CAMPOS, V. F.. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.
- [3] COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K; CARPINETTI, L. C. R. Controle estatístico de qualidade. 2º ed., São Paulo, ed. Atlas, 2012.
- [4] FALCONI, V. TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 256 p, 2014
- [5] FERREIRA, Rafael Henrique Mainardes; SATO, Angelica Natie; CANTERI, Carlos Giovani. Círculos De Controle Da Qualidade (CCQ'S): A Participação Direta Nos Processos Decisórios em uma Indústria de Autopeças da região sul. Congresso UFV de Administração e Contabilidade e II Mostra Científica, v. 5, Viçosa, p.3, mai. 2012
- [6] FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M.. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. Gestão e Produção (UFSCar), São Carlos, SP, v. 6, n. 2, p. 163-181, 2003
- [7] FREITAS, F. V. M. Estudo sobre a aplicação da metodologia MASP em uma empresa transformadora de termoplásticos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Produção ênfase Plástico) - Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.
- [8] GONCALVES, R. D. S.; LUZ, M. P. D. Proposta de implantação de ferramentas da qualidade no processo produtivo de uma empresa alimentícia. XXXVI ENEGEP, 2016.
- [9] HANSEN, R.C. Eficiência Global dos Equipamentos – uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre, Bookman, 2006.
- [10] HIKAWA, K. Guide to quality control. Nova York, Kraus International Publications, 1982.
- [11] IMAI, M. Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo. 6. ed. São Paulo: Editorial Em, 2005.
- [12] MORAES, Giovanni. Elementos do Sistema de gestão da qualidade de SMSQRS. Rio de Janeiro: 2. ed. Gerenciamento Verde Editora, p.203, 2010.
- [13] SANTOS, A. Gestão da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Getúlio Vargas, (2004) e Gestão de Logística. Belo Horizonte: Fundação Getúlio Vargas, (2005).
- [14] SELEME, Robson; STADLER, Humberto. Controle da qualidade: As ferramentas essenciais. Curitiba: 2. ed Ibpex, p.27- 56, 2010.
- [15] SLACK, Nigel; CHAMBER, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. São Paulo: 2. ed., Atlas, p.605-617, 2007.
- [16] SLACK N. Vantagens competitivas em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo. Atlas, 2002.
- [17] SOARES, S. C.; BRITO, J. N. Análise da causa raiz da falha de um moinho de pinos utilizado no processo produtivo de uma indústria processadora de amêndoa de cacau. In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais... Curitiba, 2014.
- [18] STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. Isto é Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, p.168, 2014.
- [19] THIOLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1998.
- [20] TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. São Paulo: Atlas, 2000
- [21] WERKEMA, M.C.C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

Capítulo 8

Implantação de um aplicativo para o gerenciamento da manutenção com o auxílio das ferramentas da qualidade. Uma pesquisa-ação

Rafael Henrique Pecin

Célio Peres da Silva Junior

Bianco Gallazzi da Silva Leite

Lucas Scavariello Franciscato

1. INTRODUÇÃO

Nos processos produtivos surgem grandes mudanças devido a competitividade do mercado.

Pensando nisso, a manutenção aparece como um processo fundamental para a indústria. Desta forma, ocorrem buscas por novas ferramentas para o gerenciamento da manutenção, para auxiliar na tomada de decisão e para que os processos sejam mais flexíveis as mudanças (KARDEC; NASCIF, 2001).

Uma das ferramentas de auxílio para gerenciamento da manutenção é o diagrama de causa e efeito. De acordo com Roth (2011), é uma ferramenta utilizada para análise dos fatores influentes de um problema estabelecido, de modo a determinar os motivos causadores dos problemas para posterior solução.

Outra forma de analisar as operações críticas é o fluxograma, que segundo Paladini (2010), são as operações que estão situadas entre diversos fluxos, a ferramenta oferece as visualizações das operações em questões, viabilizando maneiras alternativas de atuar na manutenção.

Outra maneira de viabilizar alternativas é através de um Brainstorming, que segundo Campos (2004), a ferramenta é capaz de coletar e a explorar todas as ideias dos indivíduos envolvidos no assunto, para realização de uma análise crítica das mesmas. Apesar de parecer algo bem simples, considerar a verdadeira participação do problema em questão para uma análise crítica, pode ter resultados consideráveis (WERKEMA, 1995).

Segundo Werkema (1995), uma forma de demonstrar as informações coletadas é através do Diagrama de Pareto, possibilitando posteriormente a tomada de decisão nos pontos de maior importância.

Com isso, propõe-se a implantação de um aplicativo gerenciador de manutenções em máquinas produtoras, para integrar as ferramentas e facilitar a interação entre o homem e a máquina, bem como, demonstrar outros benefícios que a utilização do mesmo trará para os utilizadores.

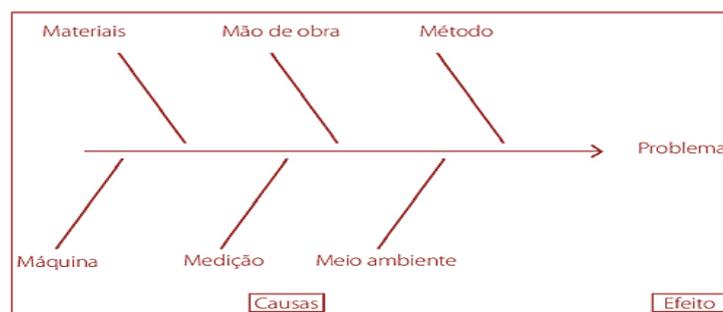
Desta forma, o objetivo deste projeto é, verificar os métodos de gerenciamento da manutenção incluindo um gerenciamento mais ágil, analisar as aplicações das ferramentas da qualidade e, através de uma pesquisa-ação, a implantação de um aplicativo para melhorar a interação entre homem e máquina e desenvolver uma sistemática para que haja uma melhora não só em manutenções corretivas, mas sim, para que as preventivas também sejam executadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

Criado por Kaoru Ishikawa, o diagrama de causa e efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe, é dividido em 6 categorias para facilitar sua estruturação, conhecida como “6Ms”: Matéria prima, máquina, mão de obra, método, medida e meio ambiente. De acordo com Machado (2012), essa ferramenta tem como finalidade identificar e explorar as possíveis causas, relacionadas a um determinado efeito, tais como as formas em que essas causas, influenciam no mesmo. Ainda segundo o Machado (2012), utilização dos 6Ms busca auxiliar a análise de um problema, contribuindo para entendimento e identificação das causas que ocasionam, de fato, o mesmo, facilitando assim, em uma possível tomada de decisão para resolução, podendo ser utilizada em diversas áreas dentro de uma companhia.

Figura 1 – Modelo Ishikawa



Fonte: Adaptado de Barros (2014)

2.2 FLUXOGRAMA

O fluxograma é uma forma de representar graficamente um processo, mostrando com clareza a sua sequência e devidas interações entre suas etapas. Machado (2012), considera que o fluxograma pode ajudar a identificar caminhos reais e ideais para determinados produtos ou serviços, tendo como finalidade reconhecer seus respectivos desvios, gargalos, ineficiências, desperdícios, sempre mostrado com uma ilustração sequencial de fácil entendimento. Também podem ter como benefícios, uma padronização nos procedimentos, quanto a suas representações e facilidade em se localizar a informação e identificação dos pontos prioritários a serem observados.

Segundo Barros (2014), são usados símbolos padronizados para a realização do fluxograma. Devido ao uso da simbologia, o fluxograma é de fácil aplicação e interpretação, onde qualquer pessoa consiga entender o funcionamento, seja qualquer o processo descrito e sua área de atuação. Portanto, devido a sua clareza e objetividade ao mapear o processo, dividido em etapas, essa ferramenta torna-se fundamental para o planejamento e aperfeiçoamento, podendo servir como uma fonte de informação para uma análise mais crítica (CHIROLI et al., 2016).

Figura 2 – Simbologia utilizada no fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Fonte: Adaptado de Martins (2012)

2.3 BRAINSTORMING

Bastante utilizado em diferentes ramos, o Brainstorming, ao pé da letra, “tempestade de ideias”, é uma ferramenta para geração de ideias que tem como finalidade gerar uma ampla quantidade de opiniões/sugestões, de diferentes pessoas, com diferentes pontos de vista, mas todos com o mesmo propósito, que seria a resolução de determinado problema, específico ou genérico, ou o aperfeiçoamento de certa atividade. Praticada sempre com o intuito de gerar e estimular a criatividade, fazer os participantes “pensarem fora da caixa”, conseguindo assim, ótimas ideias e sugestões criativas para a resolução do problema em questão (SELEME, 2010).

O Brainstorming é dividido em 3 etapas:

1ª Etapa: Geração das ideias;

2ª Etapa: Revisar, registrar e esclarecer as ideias;

3ª Etapa: Avaliação das ideias propostas.

Segundo Coutinho (2017), o método consegue explorar a criar a capacidade criativa, seja em um indivíduo ou em um grupo, pois estimula essa capacidade, dando liberdade ao mesmo de expor suas ideias livres de julgamento, tirando assim o “bloqueio criativo” do participante. Ainda, algumas empresas possuem uma espécie de “banco de ideias”, onde as sugestões remanescentes possam ser utilizadas no futuramente.

2.4 5 PORQUÊS

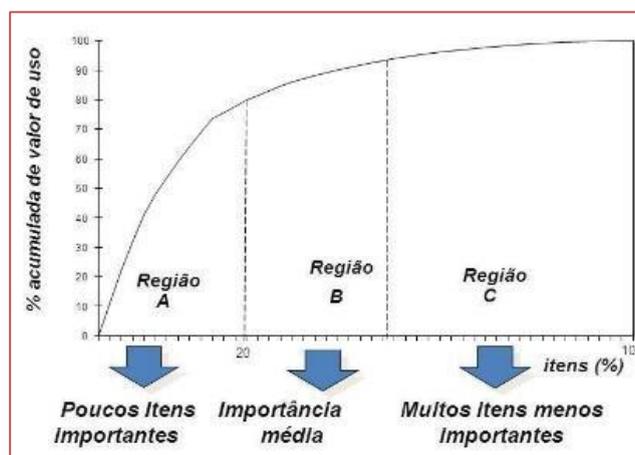
Uma ferramenta simples e objetiva, geralmente utilizadas para problemas simples ou moderados na área da manutenção. De acordo com Glasser (1994), os 5 porquês são indicados para detectar a causa raiz de um problema ou defeito, onde é perguntado 5 vezes o motivo deste problema, até chegar, enfim, na causa raiz, porém, não é necessário realmente fazer todas as 5 perguntas para se chegar a causa, pois dadas as vezes, o problema tende a ser mais superficial, sendo assim, chegando na resposta (verdadeira causa) mais cedo.

Os 5 porquês conseguem direcionar e estruturar o pensamento de quem participa diretamente à ação que tende a resolver o problema em questão. Devido a sua simplicidade e flexibilidade, ele é geralmente combinado com outras ferramentas da qualidade, servindo como base de apoio para solução de problemas mais complexos (SELEME, 2010).

2.5 DIAGRAMA DE PARETO

Também conhecido como curva ABC e também 80/20, é uma ferramenta de análise, geralmente utilizada para gerenciamento de estoque, onde é possível visualizar através de gráficos, a parcela de cada item/produto de determinada empresa/comercio (DESIDÉRIO. et al., 2012). Normalmente usada para identificar a representação ou importância de um produto, seja pelo volume de vendas ou pelo preço do mesmo, ou até mesmo para controlar ocorrências em um processo, sempre do maior para o menor, conseguindo assim, saber qual o ponto a se priorizar na pratica de alguma ação corretiva. E então, deverão ser praticadas ações de melhoria e correção para o mesmo, ou seja, problemas de maiores importâncias, devem ser corrigidos e solucionados primeiros, permitindo assim, um uso adequado de esforços e recursos em direção aos variados problemas existentes em determinada organização. Segundo Carpenetti (2012), o diagrama de Pareto parte da ideia de que uma pequena parcela de problemas, geram a maior parte dos defeitos, onde tratando os problemas principais, é possível diminuir e/ou eliminar a maioria destes defeitos ou problemas existentes.

Figura 3 – Diagrama de Pareto



Fonte: Adaptado de Borges (2018)

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada neste artigo é a pesquisa-ação, que segundo Thiollent (2011), ajuda a responder os problemas vivenciados e facilita a busca por soluções. Então, o método aprendido por meio de uma ação ajuda a desenvolver conhecimentos pessoais e profissionais (KOSHY; KOSHY; WATERMAN, 2010). Conforme Nilsson (2010), uma vez que acontece a participação dos membros, há uma mistura dos conhecimentos adquiridos.

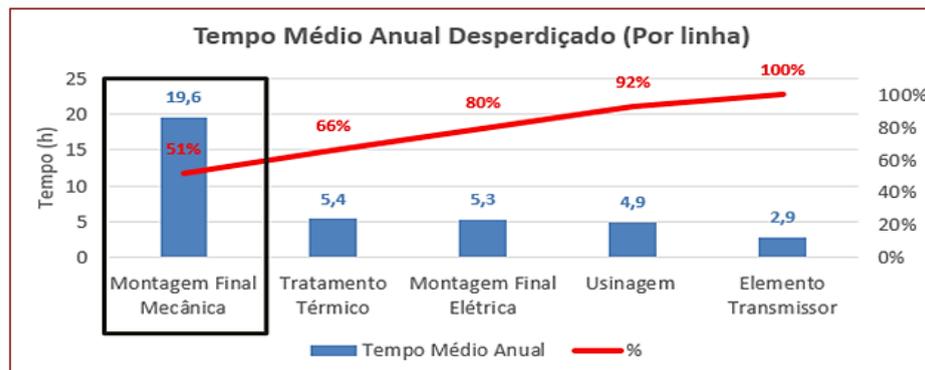
4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa multinacional, fabricante de autopeças, situada no interior de São Paulo, a mesma empresa emprega mais de 2 mil pessoas e é responsável pelo fornecimento a grandes montadoras. A empresa busca sempre inovar seus negócios com confiança, e cada vez mais, tornar-se líder no mercado automobilístico.

Para isso, observou-se que em um dos indicadores, o tempo médio anual desperdiçado por linha, há uma oportunidade de melhoria. Com o propósito de facilitar a interação entre o homem e a máquina, visando a redução de tempo entre os atendimentos e o desperdício de mão de obra, no qual, foi necessário realizar um estudo para avaliar o funcionamento do sistema atual.

Inicialmente os dados são apresentados em um gráfico de Pareto, no qual, foi possível identificar qual das principais linhas tem um déficit de tempo anual maior entre o cadastro da solicitação para manutenção e o atendimento da mesma, conforme mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 – Tempo Médio Anual Desperdiçado



Fonte: Os autores

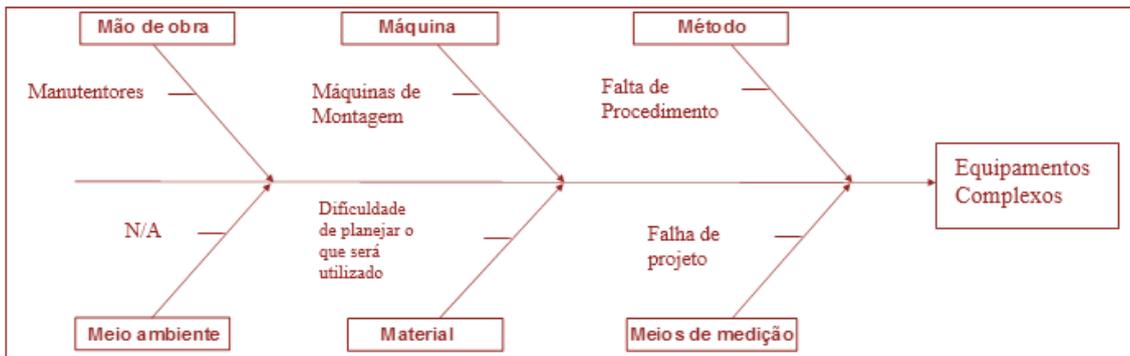
É possível observar que a linha de Montagem final mecânica é onde ocorre o maior déficit de tempo entre o cadastro do atendimento até o início do mesmo. Desta forma, este será o escopo do estudo.

O time multifuncional se reuniu a fim de estratificar os causadores dos maiores impactos no tempo de atendimento da Montagem final. Para isso, foi realizado um Brainstorming, e as observações da equipe foram:

- Equipamentos Complexos;
- Diversidade de problemas;
- Distância entre a área de manutenção e as linhas de Montagens;
- Processos de solicitações de itens comerciais;
- Dificuldade de comunicação entre as áreas;
- Dificuldade de identificação de prioridade do atendimento.

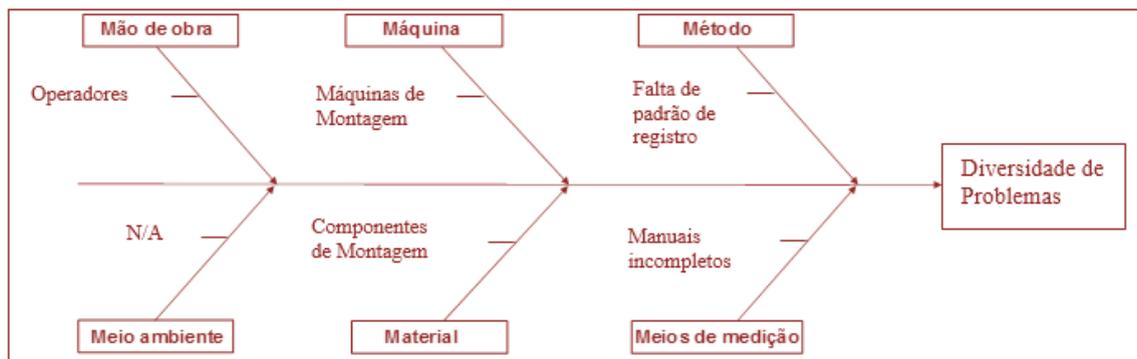
Após a realização do Brainstorming, foram destacados os possíveis problemas responsáveis pelo impacto na demora entre o cadastro e o atendimento da solicitação. Com isso, julgou-se necessário a utilização do Diagrama de Ishikawa, conforme as figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9 para analisar cada problema, com a finalidade de encontrar os de maiores potenciais.

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa



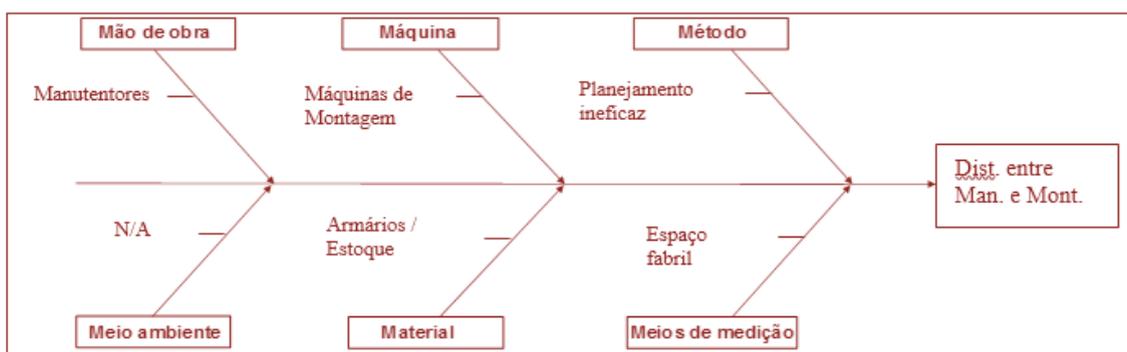
Fonte: Os autores

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa



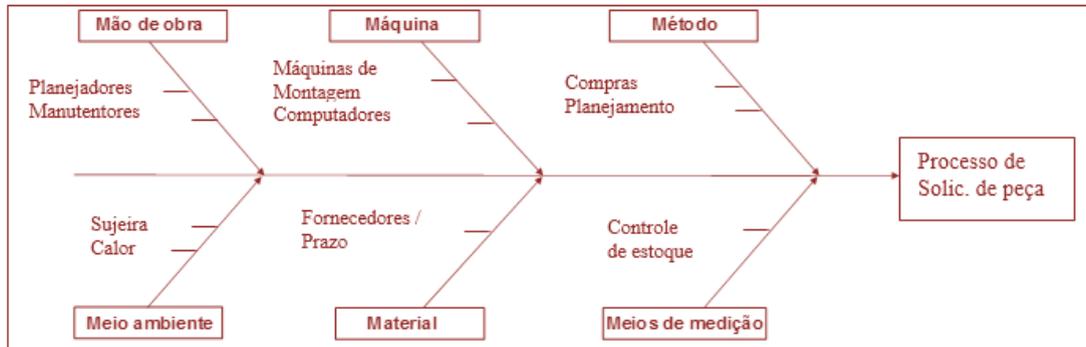
Fonte: Os autores

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa



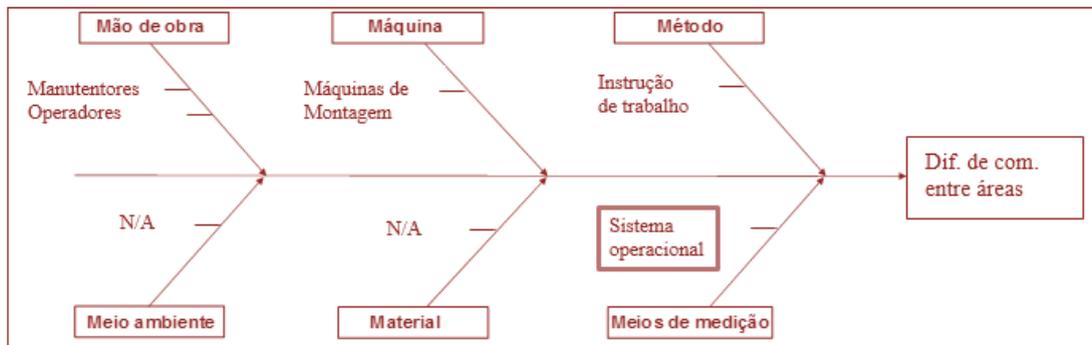
Fonte: Os autores

Figura 7 – Diagrama de Ishikawa



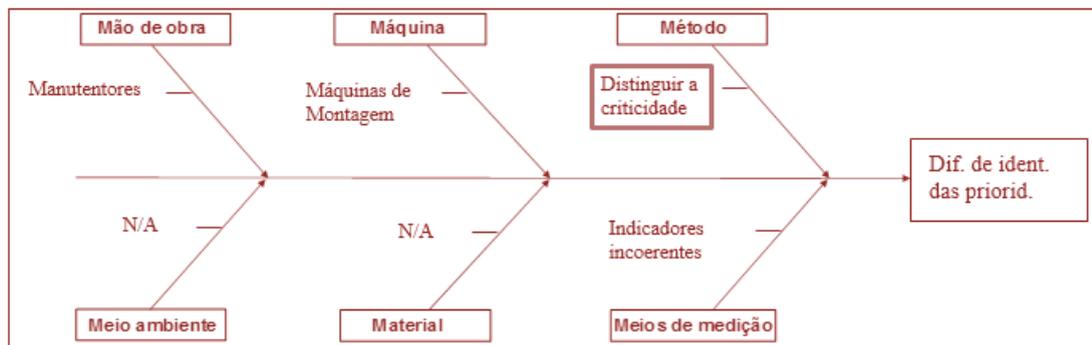
Fonte: Os autores

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores

9 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores

No passo seguinte, foram realizadas algumas reuniões com o time para discussões e definições dos fatores em potencial, no qual, conforme destacados nas figuras 5 e 6, foram definidos que o sistema operacional e a dificuldade em distinguir a criticidade de cada atendimento são os diferenciais para que ocorram maiores tempos até os atendimentos das solicitações. Visto também que para encontrar as causas raízes desses fatores, foi utilizado o método dos 5 porquês, conforme as figuras 10 e 11.

Figura 10 – 5 porquês

E	Dificuldade de comunicação entre as áreas
<i>Por que?</i>	Operador pode acionar a manutenção por motivo de intervenção errado.
<i>Por que?</i>	Dificuldade em distinguir o real motivo da parada para manutenção.
<i>Por que?</i>	Facilidade em abrir a solicitação para manutenção.
<i>Por que?</i>	Existem diversos motivos para manutenção cadastrados.
<i>Por que?</i>	Sistema atual não possui padrão.

Fonte: Os autores

Figura 11 – 5 porquês

F	Dificuldade de identificação de prioridade do atendimento
<i>Por que?</i>	A tomada de decisão requer um escalonamento.
<i>Por que?</i>	É necessário definir o responsável pela parada para manutenção.
<i>Por que?</i>	É preciso descrever o problema encontrado e a solução tomada.
<i>Por que?</i>	Para manter históricos e atualizações recentes sobre as paradas.
<i>Por que?</i>	Para controle das manutenções, dos indicadores, criações de planos de ações e melhorias nas linhas.

Fonte: Os autores

Após as identificações das causas raízes para ambos os fatores em potencial, foram necessárias mais algumas reuniões com a equipe, com a finalidade de criar um plano de ação para eliminar ambos os problemas, melhorando o desempenho das linhas e dos indicadores.

Ao observar históricos e realizar testes nas linhas, notou-se que a criação de um novo sistema operacional seria o mais viável para soluções dos problemas, no qual, o mesmo seria responsável por distinguir prioridades e direcionar a mão de obra de acordo, e também de forma padronizada através do novo sistema, o manutentor é informado do real motivo da solicitação aberta, sendo assim, capaz de levar as ferramentas corretas para execução da mesma.

O novo sistema operacional funciona em um aplicativo instalado no celular fornecido pela empresa para os manutentores e os líderes de produções, também conta com acesso pelo computador. Na tela inicial do mesmo, são disponíveis 3 opções:

Cadastro de hierarquia: onde são cadastrados os usuários e as telas que os mesmo podem ter acesso, variando do diretor da empresa até o operador de produção. As classificações das máquinas, para que o sistema entenda qual é de maior importância até a de menor importância e, são cadastrados os problemas padrões para abertura da solicitação;

Consulta: utilizado para consultar históricos das solicitações, os tempos de cadastro, atendimento e encerramento das solicitações, verificar os indicadores de desempenho, ou seja, consultar todos os dados salvos pelo sistema;

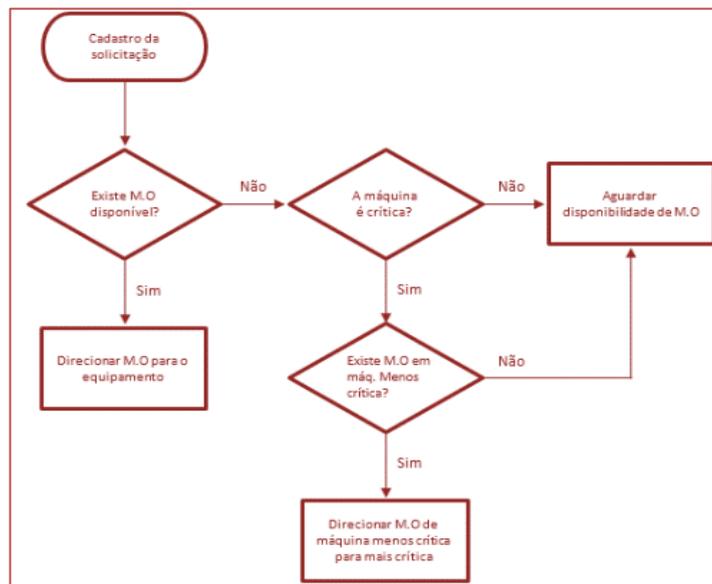
Cadastro da solicitação para manutenção: dedicado aos líderes de produções e aos manutentores, para que ocorra a interação rápida e eficaz entre o cadastro e o atendimento da solicitação.

Ao ocorrer uma falha em um equipamento, o líder da produção é acionado pelo operador para que seja aberta a solicitação, então, ao selecionar esta opção através do aplicativo, é solicitado o registro do funcionário, para identificar o solicitante, e após isso, automaticamente abre a câmera do celular para que seja escaneado o QR CODE do equipamento e obter as informações cadastradas sobre o mesmo.

Feito isso, é solicitado que selecione o problema do equipamento, onde algumas opções padronizadas já são previamente cadastradas para facilitar a interação. Caso não haja a opção desejada cadastrada ou o solicitante não saiba qual é o problema, existe a opção “outros” onde o mesmo pode descrever a situação ou problema.

Após selecionar o problema, automaticamente é definida a melhor mão de obra a ser acionada, podendo ser, eletrônica, mecânica ou ambas de acordo com a área específica do manutentor. Neste ponto, o sistema entra em ação realizando uma análise de prioridade e deslocando a mão de obra necessária, a figura 12 apresenta o fluxograma da solicitação de serviço.

Figura 12 – Fluxograma



Fonte: Os autores

Finalizado o fluxo interno no sistema, é enviada uma notificação ao solicitante informando o nome do operador selecionado para o atendimento ou informando que o mesmo deve aguardar liberação de mão de obra. No caso do manutentor, o mesmo também recebe uma notificação, com as informações registradas na hora do cadastro da solicitação.

Ao enviar a notificação, o celular do manutentor começa a tocar para alertá-lo que a uma solicitação pendente em seu nome, são feitas 3 tentativas até que o mesmo confirme a notificação de solicitação, caso isso não ocorra, é seguido um escalonamento e começam a ser enviadas notificações aos seus superiores, ou seja, posteriormente são feitas tentativas com o líder de manutenção, supervisor de manutenção e o gerente.

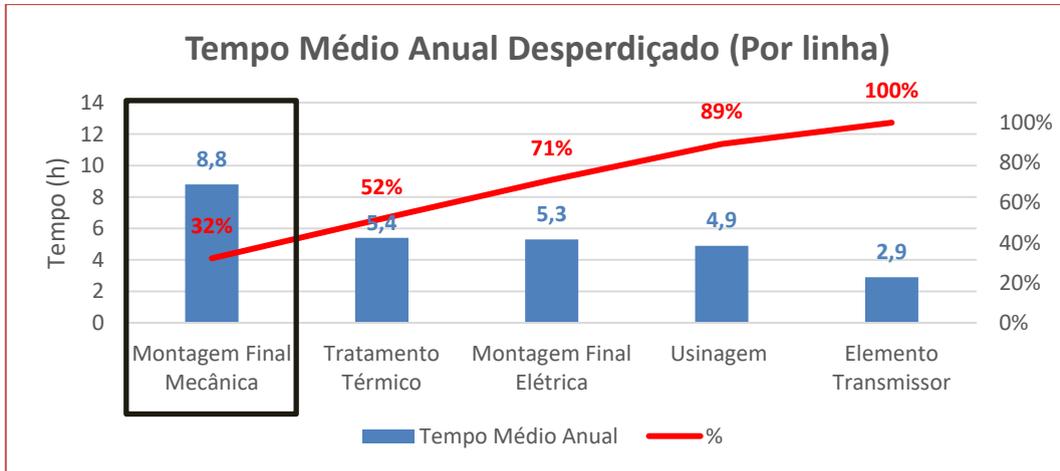
Antes de iniciar o atendimento ele deve escanear o QR CODE da máquina para indicar que o mesmo está começando uma manutenção no equipamento conforme a solicitação de serviço. Executados os reparos necessários no equipamento, o manutentor deve entrar no sistema e preencher o histórico informando o motivo da manutenção, a causa da mesma e a solução encontrada para resolver o problema, finalizado o preenchimento o mesmo informa via sistema as peças que foram substituídas (caso houver), e que a máquina está liberada para produção.

Com a máquina liberada pela manutenção, um aviso é enviado ao solicitante para que o mesmo saiba que já é possível voltar a produzir normalmente com o equipamento. Todas as informações geradas em todo esse processo, são salvas no sistema para que posteriormente seja possível consultar e utilizar os dados da forma que julgar necessária.

Dadas essas informações, o time da tecnologia da informação foi acionado para desenvolver um protótipo do sistema, para que o mesmo seja implantado e testado na linha de Montagem final mecânica, onde ocorre o maior déficit de tempo no atendimento. Após alguns ajustes, o sistema entra em vigor e começa a ser feita a coleta dos dados para análises de eficácia do novo sistema.

Realizada a análise dos dados, foi possível observar uma grande evolução no tempo médio anual desperdiçado, houve uma queda de aproximadamente 55% em relação ao tempo anterior registrado entre o cadastro da solicitação e o atendimento da mesma, conforme mostra o gráfico 2.

Gráfico 2 – Tempo Médio Anual Desperdiçado



Fonte: Os autores

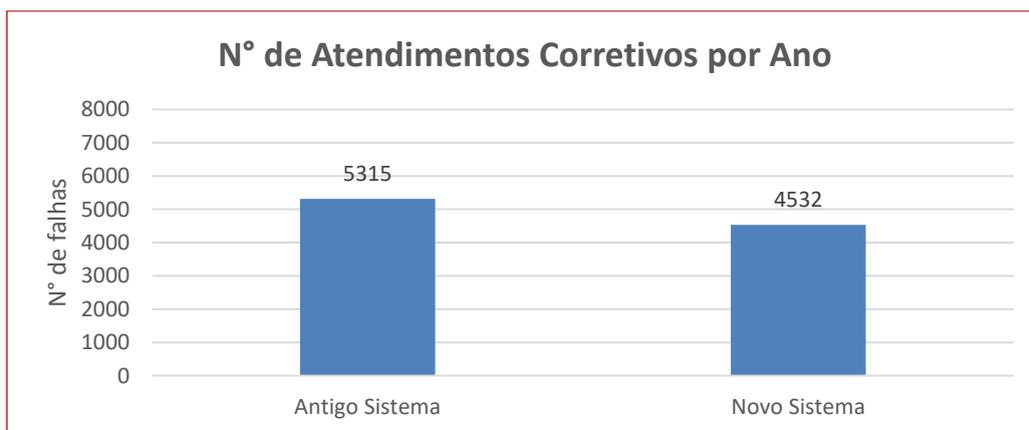
Com a melhora na divisão de mão de obra e na diminuição de tempo entre o cadastro da solicitação e o atendimento, o time da manutenção realizou uma nova reunião para pensar em como aproveitar o tempo em que os manutentores passam a ficar ociosos.

Foi então desenvolvida uma quarta opção na tela inicial do aplicativo, sendo ela:

Preventiva: opção responsável por encontrar manutentores que não estão alocados em nenhuma máquina e, enviar a eles notificações sobre as mesmas informando as que ainda não tiveram suas preventivas executadas de acordo com a periodicidade de realização previamente cadastrada pelo time.

Com preventivas bem executadas e dentro de seus determinados prazos, foi possível observar também uma queda de aproximadamente 15% no índice de atendimentos corretivos e de produções interrompidas por conta disto, conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3 – N° de Atendimentos Corretivos por Ano



Fonte: Os autores

Com base em todos os dados apresentados no estudo de caso, está sendo realizado um novo estudo para implantação do novo sistema em todas as áreas que recebem suporte da manutenção, como o almoxarifado, recebendo uma notificação enviada pelo manutentor da peça a ser utilizada na execução do serviço, e também, o devido treinamento de como utiliza-lo da melhor forma.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a modernidade cada vez mais presente nos processos produtivos, a manutenção é um processo cada vez mais fundamental na indústria e vem se desenvolvendo também, para melhorar sua atuação e formas para o gerenciamento mais eficaz desses processos. Utilizando as ferramentas da qualidade como suporte na implantação de um aplicativo gerenciador da manutenção.

Desta forma, o presente artigo apresentou resultados positivos perante aos objetivos da pesquisa-ação, a utilização das ferramentas teve importante auxílio para garantirmos resultados mais eficientes e positivos com o aplicativo de gerenciamento, conseguindo assim, redução de aproximadamente 55% do tempo entre o cadastro de uma solicitação de manutenção até o atendimento.

Com isso, um tempo maior para execução de manutenções preventivas mais eficazes e uma queda de aproximadamente 15% nos atendimentos corretivos e produção interrompidas.

Após a implantação do aplicativo, permitiu-se um gerenciamento da manutenção mais eficiente, colaborando também, para uma melhor interação entre as áreas de suporte da empresa, melhorando a disponibilidade dos equipamentos/máquinas e assim, sua produtividade.

REFERÊNCIAS

- [1] BARROS, Elsimar. Ferramentas da Qualidade. Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- [2] BORGES, Leandro. Curva ABC de Estoque: O que é e para que serve?. Blog Luz, 2018.
- [3] CAMPOS, V.F. Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia. 8 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.
- [4] CARPINETTI, L. C. R. Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [5] CHIROLI, D. M. G. Avaliação de sistemas de qualidade [livro eletrônico]. Ed. Curitiba: InterSaber, 2016.
- [6] COUTINHO, Thiago. Brainstorming: O que é e como fazer uma tempestade de ideias?. BlogVoitto, 2017.
- [7] DESIDÉRIO, Z. P. – As 7 Ferramentas da qualidade, 2012.
- [8] GLASSER, William. Administração de liderança: Qualidade e eficácia com uma moderna técnica de gerenciamento: a teoria do controle. Editora Best Seller, 1. ED., 1994.
- [9] KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção Função Estratégica. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2001.
- [10] KOSHY, Elizabeth; KOSHY, Valsa; WATERMAN, Heather. Actionresearch in healthcare. Sage, 2010.
- [11] MACHADO, S. S. Gestão da Qualidade / Simone Silva Machado. IFG. Ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.
- [12] MARTINS, Rosemary. Fluxograma de Processo. Blog da Qualidade, 2012.
- [13] NILSSON, Monica. Organizationaldevelopment as actionresearch, ethnography, andbeyond. In: Annual Meeting ofthe American EducationalResearchAssociation, New Orleans, LA., 2000.
- [14] PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. 2 ed. São Paulo, Atlas, 2010.
- [15] ROTH, C. W. Qualidade e Produtividade. e-Tec Brasil. 3ª ed. Colégio Técnico Industrial, UFSM, Santa Maria, 2011.
- [16] SCHIAVON, Adriana. Criatividade: seu guia de criatividade em publicidade e propaganda [livro eletrônico]. Curitiba: InterSaber, 2017.
- [17] SELEME, Robson. STADLER, Humberto. Controle da qualidade: As ferramentas essenciais. Curitiba: 2. Ed Ibpex, 2010.
- [18] THIOLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- [19] WERKEMA, M.C.C. Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 1995.

Capítulo 9

Aplicação da Metodologia DMAIC e das Ferramentas da qualidade para melhorias em um processo de aplicação de graxa de uma indústria de autopeças

Igor Matheus Corrêa

Ivan Correr

Lucas Scavariello Franciscato

Resumo: Com a instabilidade econômica dos últimos anos, e a competitividade cada vez mais acirrada entre as organizações, as empresas buscam por mais ações inovadoras, investimento na melhoria dos seus processos, e buscam a redução de custos, de maneira a conquistar vantagens competitivas no segmento em que ela atua. Assim, a busca pela eliminação dos desperdícios é algo que está presente na filosofia lean – seis sigma, através da metodologia dmaic, o objetivo deste trabalho é, através de uma pesquisa-ação, estabilizar o processo de aplicação de graxa, de forma a determinar seus modos de falha (agentes causadores) e eliminá-los. Para isso é necessário controlar seus processos utilizando as ferramentas de qualidade e estatística para análise e solução de problemas, desde a etapa da avaliação do estado atual, até a implementação da melhoria. Esta pesquisa-ação teve como atuação uma indústria de autopeças que possuía instabilidade em seu processo de aplicação de graxa, a mesma é medida através da capacidade do processo, e dos índices de cp e cpk . Os resultados obtidos após a implementação das melhorias, mostraram um aumento nos índices de cp e cpk , e, com isso, tornaram o processo estável e atendendo a capacidade exigida pelos clientes.

Palavras-chave: DMAIC, Ferramentas da Qualidade; Autopeças

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento mundial e a competitividade cada vez mais acirrada no mundo corporativo, é necessário que a organização busque uma visão abrangente sobre o segmento em que ela atua. Além disso, a competitividade traz consigo alguns desafios, tais como: flexibilidade, melhoria contínua e criatividade, características essas que fazem com que as empresas busquem por produtos e serviços inovadores, investindo em pesquisa e desenvolvimento, como forma de atrair clientes. (SILVA, 2016).

Ainda, segundo Grams et al. (2013), o Brasil oferece vantagens competitivas para as montadoras, que são atraídas a se instalarem em nosso país, e as que aqui já estão, introduzem novos projetos e expandem suas unidades de negócios e linhas de montagem. No Brasil, no ano de 2018, segundo a Anfavea (2019) foram produzidos 2,745 milhões de veículos.

Dessa forma, surge a necessidade das empresas de autopeças buscarem sempre a melhoria em seus processos, visando a eliminação dos desperdícios, realizando suas atividades com excelência, qualidade e agilidade na fabricação e entrega, de forma a satisfazer o cliente, uma vez que o objetivo de qualquer instituição no mercado, é crescer e aumentar os seus lucros. (OHNO, 1997).

Com isso, muitas empresas utilizam o DMAIC, que segundo Silveira (2018), é um método que faz parte da filosofia seis sigma, e tem como objetivo a melhoria de um processo já existente na organização, uma vez que ele auxilia a identificar, quantificar e minimizar as variações de um processo, além de ser um ciclo de constante aperfeiçoamento.

Portanto, o presente artigo tem como objetivo apresentar, através de uma pesquisa-ação, melhorias no processo de aplicação de graxa, eliminando ou reduzindo a instabilidade durante a aplicação em uma organização do ramo automotivo, localizada no interior do estado de São Paulo, utilizando como base os conceitos da metodologia DMAIC, com auxílio das ferramentas da qualidade e estatística, para análise e solução de problemas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CAPABILIDADE

A capacidade de um processo é um controle estatístico que representa por meio de valores numéricos o quanto um processo é capaz de produzir um produto dentro das especificações determinadas pelo cliente, ou seja, valor nominal +/- tolerância. (MARTINS, 2010).

Ainda segundo Juran e Godfrey (1999), capacidade do processo é um aliado para qualidade, uma vez que, através dela é possível prever se os resultados irão atender aos limites estabelecidos durante programas de melhoria da qualidade.

Conforme Seleme e Stadler (2010), através dos índices de Cp e Cpk, é possível realizar a análise de processo de forma a prever se o mesmo atende a especificação de três elementos básicos: o cliente, o produto, e o processo.

Cp é a razão entre a faixa de especificação de uma certa característica e a variação natural do processo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Segundo Seleme e Stadler (2010) essa razão é dada porque devemos considerar a faixa em que o cliente aceita e a faixa em que o produto oferece.

Para Silveira (2018), o Cpk é elaborado pela necessidade de se medir a variação de limite inferior e superior separadamente. Por essa razão, podemos considerar que o Cpk é mais avançado do que o Cp. Em muitos processos de uma organização, pode ser mais fácil aumentar o valor de Cpk, porque se faz necessário alterar apenas o valor médio, já que a redução do desvio padrão pode envolver a investigação de muitas causas de variabilidade.

No quadro 1, conforme Martins (2010) pode se ver a interpretação do índice (Cp e Cpk), que são os medidores da capacidade do processo, e a pontuação necessária que cada um dos índices deve obter, para classifica-lo como um processo totalmente incapaz, relativamente capaz, capaz e excelente.

Quadro 1 – Interpretação do índice de capacidade do processo.

Cp ou Cpk	Nível	Conceitos do processo
≥ 2,0	A	Excelente - confiável, os operadores do processo exercem completo controle sobre o mesmo.
1,33 até 1,99	B	Capaz – Relativamente confiável, os operadores do processo exercem controle sobre as operações, mas o controle da qualidade monitora e fornece informações para evitar a deterioração do processo.
1,00 até 1,32	C	Relativamente Incapaz – Pouco confiável, requer controle contínuo das operações, tanto pela fabricação quanto pelo controle da qualidade, visando evitar constantes descontroles e perdas por causa de refugos, retrabalhos, paralisações, etc.
< 1,00	D	Totalmente Incapaz – O processo não tem condições de manter as especificações ou padrões, por isso, é requerido o controle, revisão e seleção de 100% das peças, produtos ou resultados.

Fonte: Adaptada de Martins (2010)

2.2. BRAINSTORMING

Segundo Tague (2005) o brainstorming é definido como uma tempestade de ideias, e o mesmo é realizado através de uma equipe multifuncional composta por pessoas de diversos segmentos da organização, com o objetivo de propor possíveis causas de problemas. Para esse método, todas as ideias são válidas e devem ser consideradas.

Ainda, segundo Seleme e Stadler (2010), no Brainstorming existem três fases que se complementam: geração de idéias, esclarecimento e revisão das idéias e por fim, a avaliação das idéias propostas.

2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

De acordo com Seleme e Stadler (2010), a qualidade teve seu início na administração científica de Taylor, em 1900, já que com a evolução industrial aumenta-se a necessidade da fabricação de melhores produtos, bem como, ocorre uma maior concorrência entre as indústrias. Com isso, faz-se necessário que as organizações criem novos métodos de qualidade, ou aprimorem os já existentes a fim de obter um maior rendimento, com a maior qualidade possível, com o objetivo de se manterem no mercado em alta competitividade.

Com essa necessidade, os gestores passaram a entender a importância de uma melhor gestão, e para isso utilizam as ferramentas da qualidade para alcançar a excelência, que segundo Magalhães (2019) tem como objetivo identificar, medir e analisar os problemas encontrados nas organizações e propor soluções através de uma abordagem simples e rápida, a fim de eliminar as falhas recorrentes nos processos. O Quadro 2 apresenta algumas das ferramentas da qualidade utilizadas.

Quadro 2 – Ferramentas da qualidade.

Ferramenta	Objetivo
Gráfico de Controle	Serve para o monitoramento de resultados obtidos de uma certa característica, podem ser dados coletados do passado e no presente, para observar se os atributos desejados estão conforme o esperado ou em alternância, saindo do controle.
Fluxograma	Uma representação gráfica de todo o seu processo, no qual fica visível cada etapa e atividade do seu processo, do começo ao fim.
Diagrama de Pareto	É utilizado para definir o atributo ou característica que possui uma maior frequência dentro da amostra classificando os itens por ordem de importância, conhecido como 20/80.
Histograma	É utilizado para apresentar o comportamento dos valores encontrados de uma amostra de uma população durante um período de tempo.
Diagramas de causa-efeito	Método foi desenvolvido por Kaoru, Ishikawa aonde em uma "espinha de peixe" são distribuído os 6M (Máquinas, materiais, método, meio ambiente, mão de obra, medida) que auxilia na pesquisa das causas raízes dos problemas. Listando possíveis causas que contribuem para o efeito.
Gráfico de Dispersão	Ferramenta que quando utilizada permite a análise numérica de duas variáveis que estão correlacionadas.
Folha de Verificação	São tabelas ou planilhas simples, utilizadas para facilitar a coleta de dados de uma característica a ser estudada ou analisada.

Fonte: Adaptada de Seleme e Stadler (2010); Slack, Chambers, Johnston (2002) e Magalhães (2019).

2.4. MATRIZ DE GUT

Segundo Periard (2011), a matriz de GUT é utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser resolvidos na organização, de forma a classificá-los de acordo com a metodologia aplicada. Além disso, fornece aos gestores a análise de qual ou quais atividades devem ser realizadas ou desenvolvidas com certa prioridade. Ela é aplicada a situações de: tomada de decisão, estratégias, desenvolvimento de projetos e para solucionar problemas. Ainda, essa ferramenta ampara ao gestor de forma quantitativa sobre as dificuldades da organização, sendo possível priorizar as ações preventivas e corretivas.

Conforme Seleme e Stadler (2010), a sigla "GUT" tem origem a partir das iniciais dos parâmetros que a compõem, assim sendo, Gravidade, Urgência e Tendência. Onde o primeiro passo para realizar a matriz de GUT, é listar todos os problemas encontrados em sua empresa, departamento, ou até mesmo em suas atividades de casa, em uma tabela simples. Posteriormente a listagem dos problemas, segundo Custódio (2015), pede-se que atribua a nota para cada problema encontrado dentro dos aspectos que serão analisados, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Descrição da severidade dos problemas.

Gravidade	É o impacto do problema analisado, que pode vir caso ele venha ocorrer. É analisado sobre alguns pontos, tais como: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações, etc. Considerando seus efeitos a médio e longo prazo, caso o problema venha a acontecer
Urgência	É o prazo, o tempo necessário para que se resolva o problema citado. Para isso, é aconselhado que se faça a seguinte indagação: "para solucionar este problema é possível esperar ou não?"
Tendência	Nesse aspecto é representado o possível crescimento do problema e o quanto pode-se agravar caso o mesmo seja deixado de lado. Para isso, é sugerido que se faça a seguinte pergunta: "Se esse problema não for solucionado agora, ele vai piorar devagadamente ou vai piorar bruscamente?"

Fonte: Adaptada de Periard (2011).

Segundo Seleme e Stadler (2010), deve-se atribuir notas crescentes, no qual 5, é a nota de valor máximo, e 1 é a nota de valor mínimo (Quadro 4)

Quadro 5 – Descrição das notas para o problema.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência (se nada for feito)
5	extremamente grave	precisa de ação imediata	... Irá piorar rapidamente
4	muito grave	é urgente	... Irá piorar em pouco tempo
3	grave	o mais rápido possível	... Irá piorar
2	pouco grave	pouco urgente	... Irá piorar a longo prazo
1	sem gravidade	pode esperar	... Não irá mudar

Fonte: Adaptada Periard (2011).

Conforme, Custódio (2015), a obtenção dos resultados virá através de um cálculo, e o mesmo será feito pela multiplicação dos valores para cada problema citados, dessa forma $(G) \times (U) \times (T)$.

2.5. PLANO DE AÇÃO (5W2H)

Segundo Custódio (2015), o 5W2H consiste em um plano de ação que auxilia no planejamento, e que detalha de forma clara, organizada e objetiva as ações que devem ser tomadas, de forma a solucionar problemas. O termo 5W2H, teve origem nos Estados Unidos, por se tratar de ser as letras iniciais das 7 perguntas básicas que compõem o plano de ação, e são elas que, respondidas determinam uma boa aplicabilidade da ferramenta.

As perguntas são: What? (O que?), Who? (Quem?), Where? (Onde?), When? (Quando?), Why? (Por quê?) How? (Como?) e How Much? (Quanto custa?) No quadro 6 são apresentadas as perguntas que são utilizadas. (CUSTÓDIO, 2015).

2.6. SEIS SIGMA

Segundo Werkema (2002), podemos definir o Seis Sigma como uma técnica gerencial e altamente quantitativa, que tem como propósito o aumento expressivo de lucro das empresas e desempenho, através da melhoria contínua da qualidade em seus produtos e processos, obtendo com isso um aumento da satisfação de seus clientes e consumidores.

O Seis sigma foi criado pela Motorola na década de 80, com o objetivo de reduzir as taxas de falhas em seus produtos eletrônicos, uma vez que a criação e estruturação do método visa o zero defeito, através de ferramentas práticas da qualidade, com o intuito de melhoria na qualidade. (SELEME E STADLER, 2010).

Conforme Nicoletti Júnior (2011) sigma é a medida do nível de qualidade, ou seja, a medida em que um processo consegue trabalhar com resultados dentro da conformidade, de forma a atender a especificação do cliente e do processo interno, produzindo peças sem defeito.

Para Rath e Strong (2002), a metodologia seis sigma tem o objetivo de melhorar os processos reduzindo a variabilidade, através de uma melhoria contínua e sustentável, por mais que não exista processo sem variação, a sua meta é reduzir a níveis baixíssimos, e isso é alcançado através do DPMO (Defeitos por milhão de oportunidades), o significado de um processo 6 sigma (σ), é uma garantia de 99,9997% em qualquer processo, o que significa que o limite máximo de defeitos é de 3,4 por um milhão de oportunidades (DPMO).

Figura 1 – Defeitos permitidos por sigma.

Defeitos por milhão (ppm)	Sigma de Processo
308.537	2
66.807	3
6.210	4
233	5
3,4	6

DPMO Capabilidade do processo

Fonte: Adaptada de Rath e Strong (2002).

Com a evolução do Seis sigma, ele passa a ser uma metodologia que tem como objetivo a melhoria empresarial, utilizando ferramentas de controle da qualidade e estatísticas, distribuídas de maneira organizadas, de forma a solucionar problemas, denominado DMAIC e que é composto por 5 fases: D – Define (Definir), M – Measure (Medir), A – Analyse (Analisar), I – Improve (Melhoria) e C – Control (Controle). (CARVALHO e PALADINI, 2005).

3. METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho tem como metodologia a Pesquisa-Ação, na qual é realizado uma pesquisa de base experimental, para propor a solução de um problema com participação direta de um dos pesquisadores como participante e/ou colaborador. (THIOLLENT, 1998). Para se realizar uma pesquisa-ação existem cinco etapas essenciais: planejamento, coleta de dados, análise dos dados, apresentar ações que resulte na solução do problema e por fim o estudo dos efeitos e a construção de relatório para contribuição e disseminação dos resultados obtidos. (COUGHLAN e COUGHLAN, 2002).

O estudo foi realizado em uma linha de montagem, e uma empresa multinacional do setor automotivo no interior do estado de São Paulo e conta com aproximadamente 2500 funcionários.

A empresa trabalha com os conceitos do Seis Sigma, com o objetivo de melhoria contínua em seu processos, atendendo os requisitos da qualidade, com o intuito de satisfazer as necessidades dos clientes internos e externo e fazer certo a primeira vez.

O objetivo do estudo é estabilizar o processo de aplicação de graxa, encontrando e determinando os agentes causadores (modos de falha), que geravam uma instabilidade no processo, e com isso, melhorá-los.

A meta da organização passa a ser tratada com níveis de excelência em seu processo, uma vez que a busca sempre será pelo 6 sigma. A metodologia a ser utilizada será o DMAIC, e os dados serão apresentados conforme suas respectivas fases: definir, medir, analisar, implementar e controlar.

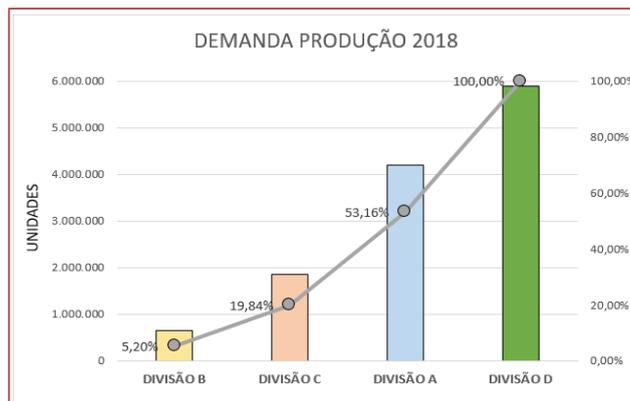
4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos utilizando o passo a passo da metodologia DMAIC.

4.1. DEFINIR

A organização buscou se aprimorar em outros setores da área automotiva, não se prendendo a apenas um específico, possuindo em sua planta diversas frentes de negócio, como demonstrada na figura 2, podemos ver a demanda de produção referente ao ano de 2018 em cada modalidade de negócio, bem como sua porcentagem acumulada para cada uma das divisões, classificando-as da menor para maior. A companhia possui 4 divisões, e as mesmas possuem produtos específicos referentes a cada unidade.

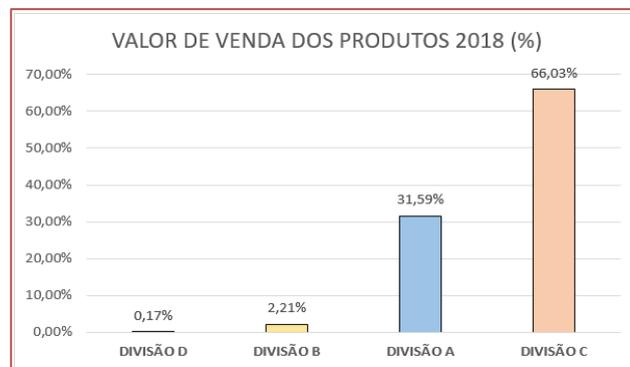
Figura 2 – Demanda produção.



Fonte: Elaborada pelos autores

Foi levado em consideração também, o valor arrecadado com as vendas dos produtos de cada uma das divisões no ano de 2018, conforme demonstrado na figura 3, podemos ver que a Divisão C obtém o maior valor em venda, representando 66% de toda a empresa, ou seja, ela é responsável por mais da metade do faturamento. Os valores não são vistos como lucro, uma vez que apenas foi apontado o valor de venda dos produtos, menosprezando os custos para a produção.

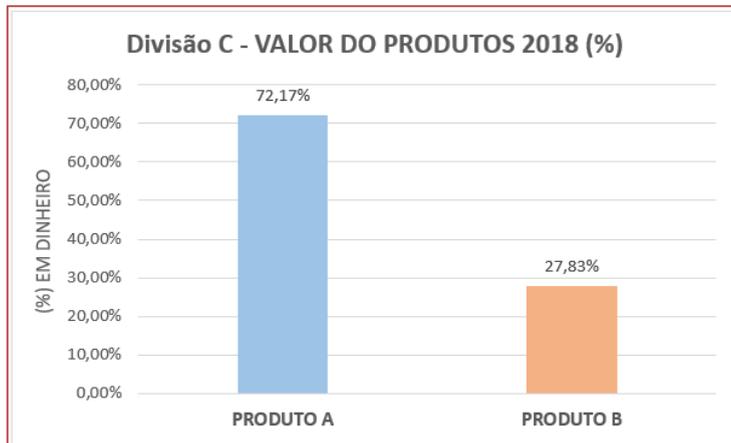
Figura 3 – Valor de venda dos produtos.



Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme apresentado nas figuras 2 e 3, pode-se observar que a Divisão C não possui a maior demanda da empresa, porém ela possui o maior valor de venda. De posse desses dados, pode-se entender o porquê desta divisão estar passando por um período de expansão e investimento interno, e atraindo olhares da diretoria da empresa não por conta da sua demanda, mas sim pelo lucro, além de ser um produto que está em plena fase de expansão (maturidade) no mercado (sistema de direção elétrica), dentro dessa divisão existem dois setores com suas cadeias de produtos, e na figura 4, pode-se ver o valor que foi arrecadado no ano de 2018 com cada um dos setores.

Figura 4 – Valor com venda de produtos.



Fonte: Elaborada pelos autores

Segundo a figura 4, pode-se ver que o valor do produto A, representa 72,17%, e é maior do que o produto B que tem uma totalidade de 27,83%, além disso, a empresa está em fase de try-outs para uma nova linha para esse produto, uma vez que há a necessidade de aumento da sua demanda produtiva. Conforme os dados apresentados, faz-se necessário que venhamos atacar e solucionar esse problema que ocorre na Divisão C, com o produto A. O Planejamento foi a primeira atividade a ser realizada, e para isso faz-se necessário uma avaliação inicial do problema.

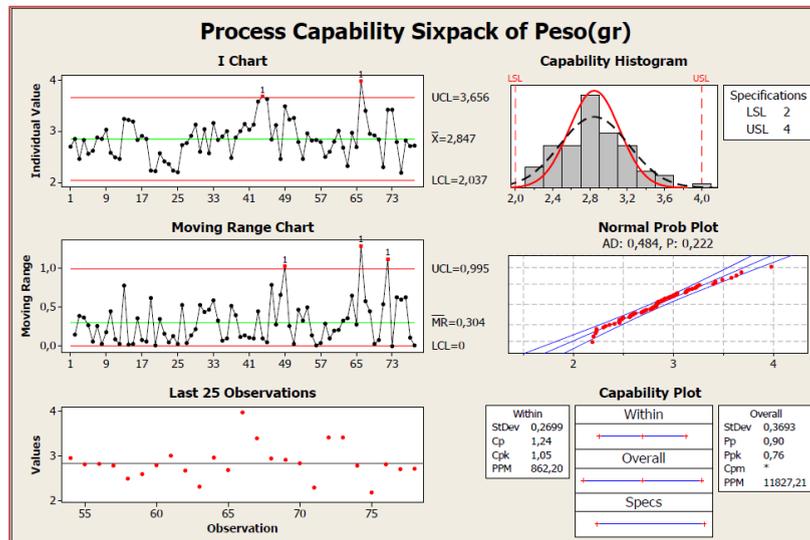
Assim sendo, o problema que iremos propor uma oportunidade de melhoria, encontra-se na operação 10, aonde é realizado a montagem do rolamento, anel elástico e gravação a laser, no OCT (carçaça). Nessa etapa do processo é feita a aplicação de graxa, e nesse requisito foi observado uma certa instabilidade.

4.2 MEDIR

Através de auditorias realizadas pelo próprio operador conforme frequência definida em folha de processo, foi detectado que por mais que os valores encontrados atendessem a especificação determinada pelo produto, o processo não era estável, uma vez que, o mesmo não atende aos padrões de CP e CPK, possuindo uma alta variabilidade, afetando com isso a padronização do processo, o que resulta em um problema de qualidade na produção das peças.

Na figura 5, está representado os resultados obtidos através do estudo da capacidade do processo na aplicação da graxa do mês de setembro/2018, em complemento apresenta-se a figura 6, com os resultados obtidos para os meses de outubro e novembro de 2018.

Figura 5 – Capabilidade graxa - Setembro/2018.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 6 – Capabilidade graxa – 2018.

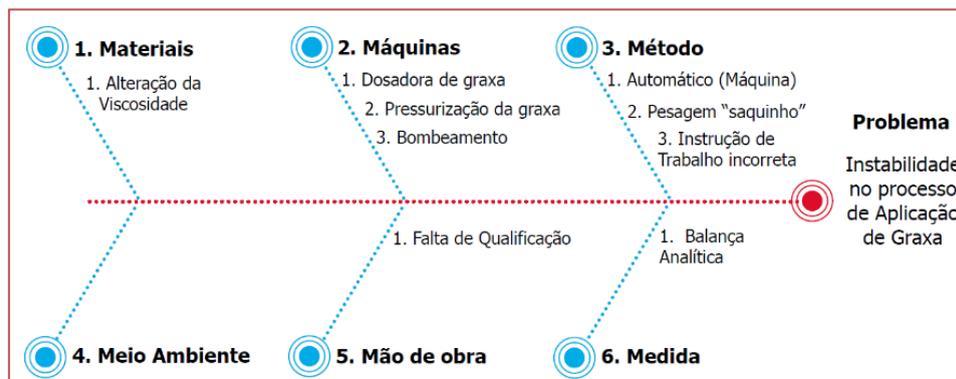
CAPABILIDADE DO PROCESSO DE APLICAÇÃO DE GRAXA - ANTES				
MESES	CP	CPK	Pp	Ppk
Setembro	1.24	1.05	0.9	0.76
Outubro	0.91	0.84	0.88	0.82
Novembro	0.89	0.78	0.86	0.8

Fonte: Elaborada pelos autores

4.3 ANALISAR

Observa-se uma instabilidade no processo, pois os valores encontrados em Cp e Cpk estão abaixo de 1, o que nos mostra que o nosso processo não é capaz, assim faz-se necessário realizar uma análise detalhada a fim de entender os problemas, e propor soluções, obtendo com isso uma melhoria em seu processo. Para isso, foi montado uma equipe multidisciplinar, com membros da manutenção, qualidade de fábrica, produção e engenharia de manufatura, e através do brainstorming foram encontradas as possíveis causas para o problema, em seguida foi elaborado um diagrama de causa-efeito conforme figura 7.

Figura 7 – Diagrama de causa-efeito.



Fonte: Elaborada pelos autores

Pesquisa na Graduação:
Inserção da formação do profissional de engenharia de produção em ambiente de P&D

Após ser realizado o diagrama de causa-efeito e a validação das causas, foi utilizada a matriz de priorização com o intuito de classificar cada item abordado, classificando-os do grau de maior importância, para o de menor importância, com isso pode-se ver qual, ou quais problemas devem ser atacados com maior urgência, pois afetam com criticidade ao processo, para essa atividade foi aplicada como metodologia a Matriz de GUT, e pode-se observar os fatores relevantes através do quadro 6.

Quadro 6 – Matriz de Priorização – GUT.

PROBLEMAS	G	U	T	GUT
	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	
Alteração da viscosidade da graxa	3	2	1	6
Dosadora de graxa	4	5	4	80
Pressurização da graxa	3	2	3	18
Bombeamento	2	1	2	4
Automático (Máquina)	4	3	4	48
Pesagem (Saquinho)	3	4	4	48
Instrução de Trabalho Incorreta	3	3	3	27
Falta de Qualificação	3	3	4	36
Balança Analítica	2	2	3	12

Fonte: Elaborada pelos autores

4.4 IMPLEMENTAR

Em seguida, no quadro 7, foi elaborado um plano de ação, utilizando a metodologia 5W2H, para isso foi levado em consideração os resultados obtidos através da multiplicação dos fatores e suas respectivas pontuações, do método de GUT, o qual nos proporciona um plano de ação melhor organizado, além da realização das atividades dos itens de maiores importância para os de menores, com o intuito de sanar os problemas.

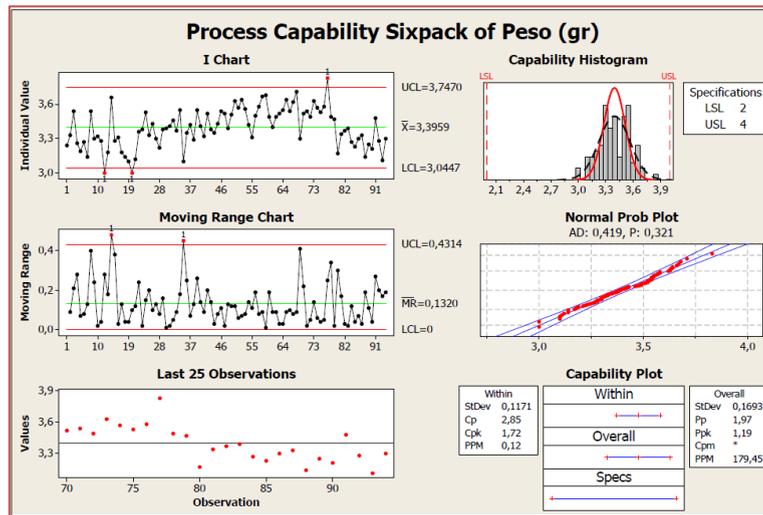
Quadro 7: Plano de ação – 5W2H

WHAT ?	WHY ?	PLANO DE AÇÃO				
		HOW ?	WHO ?	WHEN ?	WHERE ?	HOW
Troca do sistema de aplicação da graxa. (Misturador, reguladora de pressão e dosadoras)	Porque o sistema atual não atende aos requisitos especificados no processo de conformidade	Realizar a troca do sistema atual, para o novo sistema (conforme testes já realizados pela Eng. Manufatura)	Manutenção/ Eng. Manufatura	04/12/2018	Produção (estação de trabalho)	R\$12.000,00
Realizar o controle da pressurização da bomba via software	Porque o sistema da bomba precisa ser desligado em parada de linha acima de 45 minutos para "purgar" ejetar graxa pressurizada.	Com parada de linha, realizar a instalação do software, bem como os controles necessários para verificação e controle do sistema de pressurização	Manutenção/T.I/Eng. Manufatura/Qualidade	04/12/2018	Produção (estação de trabalho/ Software da IHM.	Sem custo
Instalar os Manômetros no sistema de bombeamento	Para controlar a pressão de saída do local de armazenamento x pressão de entrada da graxa no sistema, para correta distribuição.	Com parada de linha, realizar a instalação dos manômetros para verificar os valores de pressão.	Manutenção/ Eng. Manufatura	05/12/2018	Produção (estação de trabalho)	R\$3.000,00
Realizar a troca da automação do momento	Para satisfazer as necessidades do novo sistema instalado, a fim de obter um melhor rendimento	Com parada de linha e instalação dos checker na IHM	Manutenção/T.I	05/12/2018	Produção (estação de trabalho) / Software da IHM	Sem custo
Realizar o estudo do melhor método a ser aplicado para controle de pesagem da graxa	Para atender as necessidades de desempenho de CP e CPK e conformidade na distribuição	Através de teste dos métodos possíveis, e validações do mesmo através de comprovações dos dados	Eng. Manufatura/ Eng. Produto	06/12/2018	Produção (estação de trabalho) / Laboratório Eng. Experimental	Sem custo
Realizar a revisão da instrução de trabalho	Para padronizar o trabalho e realizá-lo de forma correta	Corrigindo e realizando a instrução de trabalho, e IPSS para operação na balança analítica	Eng. Manufatura	06/12/2018	Software que envia as instruções para o Tóten da fábrica	Sem custo
Realizar o treinamento dos operadores	Para instruir sobre a correta maneira de realizar a pesagem	Através de apresentação, simulação e acompanhamento	Eng. Manufatura/Qualidade	07/12/2018	Produção (estação de Trabalho)	Sem custo
Realizar a substituição da balança analítica.	Para atender ao novo método de pesagem	Instalando sobre a bancada que realiza a inspeção da peça	Manutenção	07/12/2018	Produção (estação de trabalho)	Sem custo

4.5 CONTROLAR

Posterior ao 5W2H, foi implementado todas as ações citadas no plano de ação, ao término delas, foram coletadas amostras para realização da capacidade do processo, a fim de observar se obtivemos melhorias, além de analisar os valores encontrados no Cp e Cpk, assim sendo o resultados obtidos estão demonstrados conforme a figura 8 para o mês de Janeiro/2019, além do complemento com o quadro 8. Os dados foram coletados durante 3 meses após a implementação

Figura 8- Capacidade graxa – Janeiro/2019.



Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 8- Capacidade graxa – 2019.

Capabilidade do processo de aplicação de graxa - depois				
MESES	CP	CPK	Pp	Ppk
Janeiro	2.85	1.72	1.97	1.19
Fevereiro	3.1	1.66	1.84	0.99
Março	3.75	2.14	2.4	1.37

Fonte: Elaborada pelos autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi alcançado. Através dos estudos realizados e apresentados nesta pesquisa-ação, foi evidenciado a importância das ferramentas da qualidades como um forte aliado na resolução de problemas e implantação de melhoria de processos.

Com o estudo da capacidade do processo, podemos medir os índices de Cp e Cpk, e observar que as ações implementadas apresentaram melhorias, no processo de aplicação da graxa no OCT (carcaça), eliminando por completo os modos de falha que geravam a instabilidade. Já que antes das melhorias foi evidenciado um cenário totalmente incapaz de nosso processo, e que após todo o plano de ação realizado tivemos uma melhoria tornando o processo entre capaz.

Para o desenvolvimento da pesquisa-ação foi utilizada a metodologia DMAIC, que consiste nas etapas: definir, medir, analisar, implementar e controle. E todos os dados e propostas foram apresentados em cada uma dessas etapas.

A última etapa do projeto, o controle, está em fase de conclusão, com as coletas dos dados, bem como sua padronização. O processo de aplicação de graxa está estável. Agora é necessário, que a empresa busque a centralização dos índices de Cp e Cpk, o que seria oportuno para a continuidade dos estudos.

REFERÊNCIAS

- [1] ANFAVEA, Associação nacional de fabricantes de veículos automotores. Produção de autoveículos 2018. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/estatisticas-copiar.html>. Acesso em: 24 de abril, 2019.
- [2] CARVALHO, Marly M.; PALADINI, Edson P. Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [3] COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- [4] CUSTÓDIO, Marcos Franqui. Gestão da Qualidade e Produtividade. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- [5] GRAMS, Júlia Caroline et al. Competitividade das exportações da indústria automobilística Brasileira. Uma análise Constant-Market-Share. Editora Unijuí, 2013.
- [6] NICOLETTI JÚNIOR, Alaércio Nicoletti. Introdução ao Lean Seis Sigma: Coleção Melhoria Contínua – Livro 1. Impresso no Brasil, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=2JxMBQAAQBAJ>. Acesso em: 22 de abril, 2019.
- [7] JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. Quality control handbook. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1999.
- [8] MAGALHÃES, Juliano. As 7 ferramentas da qualidade. Disponível em: http://www.aprendersempre.org.br/arqs/9%20-%207_ferramentas_qualidade.pdf. Acesso em: 17 de abril de 2019.
- [9] MARTINS, Roberto Antônio. Conceitos básicos de controle estatístico da qualidade. São Carlos: EdUFSCar, 2010. (Coleção UAB-UFSCar). Disponível em: http://audiovisual.uab.ufscar.br/impresso/2016/TS/TS_Roberto_ControlEstatistico.pdf. Acesso em: 20 de abril de 2019.
- [10] OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [11] PERIARD, Gustavo. Matriz GUT – Guia completo, 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 19 de abril de 2019.
- [12] RATH e STRONG, Management Consultants. Six Sigma: Livro de bolso. Aon Consulting worldwide, 2002.
- [13] SELEME, Robson. STADLER, Humberto. Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais. 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2010.
- [14] SILVA, Bruno. Artigo de Opinião “Competitividade das Empresas”, 2016. Disponível em:
- [15] <http://inovacaomarketing.com/2016/09/28/competitividade-das-empresas/>. Acesso em: 24 de abril de 2019.
- [16] SILVEIRA, Bertulucci Cristiano. Cp e Cpk – Índices de Capacidade de um processo. Citisystems, 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/cpk-indice-capacidade-performance-processo/>. Acesso em: 20 de abril de 2019.
- [17] SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [18] TAGUE, Nancy R. The Quality Toolbox. 2. edição, 2005.
- [19] THIOLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1998.
- [20] WERKEMA, Cristina. Série Seis Sigma: Criando a cultura Seis Sigma – Volume 1. Qualitymark, 2002.

Capítulo 10

Aplicação da ferramenta DMAIC e Senso 5S em uma linha de produção cerâmica

Danilo Bueno Camargo

Matheus Fernando Sodelli

Ricardo Scavariello Franciscato

Resumo: Em um cenário atual, de mercado totalmente globalizado e altamente competitivo, a evolução dos processos em busca de melhorias, torna-se essencial para a sobrevivência das empresas. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como finalidade apresentar as metodologias DMAIC e 5S, além de realizar na prática a aplicação das mesmas em uma microempresa familiar do ramo cerâmico com o objetivo de gerar uma redução no lead time. Toda metodologia utilizada no trabalho se deve ao estudo conceitual teórico, com base em pesquisas bibliográficas em livros, artigos e revistas científicas que se referenciam com o assunto proposto e para explanação do tema foi realizado um estudo de caso. No estudo de caso, o processo produtivo foi analisado, foi realizada uma medição e a partir dos dados obtidos houve a implementação das ferramentas e mudanças necessárias. Os resultados obtidos foram analisados e apresentaram uma redução no tempo de produção, além do aumento da eficiência do processo.

Palavras-chave: DMAIC, 5S, Lead Time, Redução de Tempo, Aumento da Eficiência.

1 INTRODUÇÃO

O mercado busca sempre pelo melhor preço, melhor qualidade, melhor tempo de atendimento, além de disponibilidade de produtos, e quando uma empresa não atende umas dessas necessidades a concorrência leva vantagem. Uma ótima solução para as empresas que buscam melhoria e lucros é contar com o trabalho de um profissional em engenharia de produção, pois a análise e entendimento de um engenheiro de produção permite alavancar e alcançar sempre os melhores resultados possíveis.

Sejam as empresas, grandes, médias ou de pequeno porte há sempre o intuito e necessidade competitiva de revisar o processo de produção com a finalidade de reduzir custos de produção e eliminar desperdícios.

Má gestão e desperdícios geralmente são causados por um planejamento inadequado por parte dos responsáveis, ocasionados por decisões equivocadas ou por falta de domínio no assunto.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a importância das ferramentas DMAIC e 5S para otimização do processo e redução do lead time, possibilitando uma visão holística de todo o processo produtivo, proporcionando assim entendimento e aprofundamento aos gestores, sobre mudanças simples que resultam em minimizar desperdícios e maximizar lucros.

2 METODOLOGIA

“O estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definido”. (YIN, 2001, p.32)

Yin (2001) explica que essa estratégia é a mais utilizada para resolver questões do tipo “como?” e “por quê?” e também em alguns casos onde se possui mínimo controle sobre os casos que foram estudados.

“Não é uma técnica específica, é um meio de organizar dados sociais preservando o caráter unitário do objeto social estudado” (GOODE e HATT, 1979, p. 421-422)

A partir desses conceitos este trabalho valida-se através de embasamentos teóricos e um estudo de caso aprofundado. O estudo iniciou-se com visitas constantes à empresa, visitas estas que permitiram uma visão holística e entendimento de todo o processo produtivo na transformação dos pisos, coleta de dados e análise dos mesmos, além de testes diretos e efetivos na produção, que proporcionou resultados satisfatórios na melhoria de todo o processo de produção e um retorno monetário.

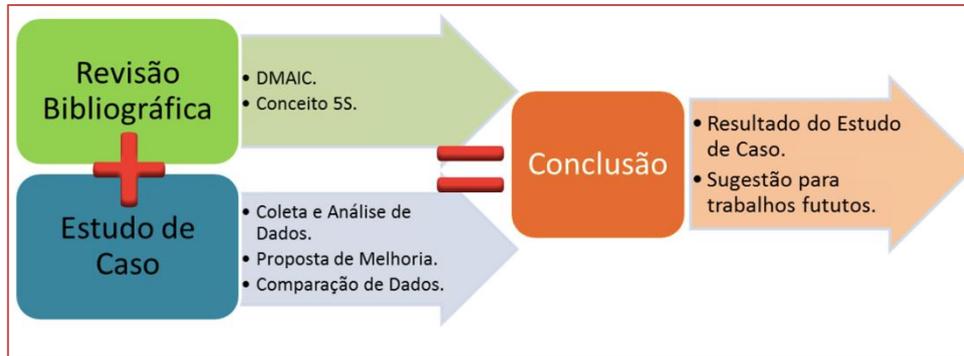
Bruyne, Herman e Schoutheete (apud DUARTE e BARROS, 2006, p. 216) definem estudo de caso como “análise intensiva, empreendida numa única ou em algumas organizações reais.”

A metodologia tem como objetivo mostrar que ferramentas e melhorias simples podem mudar o contexto de determinadas situações ocasionando melhores resultados e maior eficiência. Um processo empírico que permite a compreensão e identificação de problemas e situações adversas enfrentadas pelas empresas, dessa maneira há a possibilidade de levantar dados concretos e relativos aos problemas, que auxiliaram os participantes na melhor solução.

Pesquisa de campo "consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los" (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Os pesquisadores geralmente utilizam a observação sistemática, com o objetivo de descrever os fenômenos e testar as hipóteses, onde já sabem quais aspectos serão analisados. (GIL, 2011).

Figura 1: Metodologia do Trabalho



Fonte: Os autores, 2019

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DMAIC

Cada letra desta sigla tem um significado bem definido, os quais são respectivamente, Define (Definição - D), Measure (Medição - M), Analyze (Análise - A), Improve (Melhoria - I) e Control (Controle - C). (SANTOS; MARTINS, 2003).

O modelo DMAIC permite gerenciar projetos através de cinco ciclos, orientando as etapas que devem ser realizadas, seguindo algumas obrigatoriedades. Primeiramente na fase “D - define” há a definição dos problemas encontrados e atividades que serão melhoradas, a fase “M - measure” é a etapa de medir, onde será feita a coleta de dados e informações essenciais, fase “A - analyze” é o processamento da fase “M”, pois serão analisadas todas as informações e dados coletados na fase anterior, a fase “I - improve” permite a obtenção das melhorias conquistadas e por fim na fase “C - control” há o controle total do processo. Cada etapa do processo DMAIC, deve ser muito bem estruturada.

Segundo Pande (2001), o DMAIC é uma ferramenta que tem por finalidade identificar, quantificar e minimizar as fontes de variação de um processo, bem como sustentar e melhorar o desempenho deste processo após seu aperfeiçoamento.

As etapas do DMAIC, segundo Reis (2003), englobam os seguintes objetivos:

Figura 2: Tabela DMAIC

D Define/Definir	M Measure/Medir	A Analyze/Analisar	I Improve/Melhorar	C Control/Controlar
Definição de oportunidades	Medição dos processos	Análise de dados e conversão em informações que indiquem soluções (determinação das causas)	Aperfeiçoamento dos processos e obtenção de resultados	Manutenção dos ganhos obtidos

Fonte: Adaptado de Reis (2003)

2.2 FLUXOGRAMA

Araújo (2001) afirma que no estudo de processos administrativos, a ferramenta fluxograma é a mais utilizada e conhecida, podendo também receber outros nomes tais como gráfico de processos ou gráfico de procedimentos.

O fluxograma é uma técnica para explicar de forma objetiva a sequência ideal para realizar os processos, com o objetivo de garantir a eficiência e eficácia do processo como um todo.

De acordo com Barnes (1982), o fluxograma é uma técnica utilizada para registrar o processo de uma maneira que facilite a visualização e entendimento do mesmo. Geralmente o fluxograma é iniciado pela entrada da matéria prima na fábrica ou célula e segue o caminho de fabricação do produto, passando por todas as operações de transformação, transporte e inspeção até a saída do produto acabado.

2.3 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Para Slack, Chambers e Johnson (2009) mapeamento é a forma descrita de como as atividades de um processo se interligam umas com as outras. Existem outras técnicas para conseguir mapear o processo, porém, todas essas técnicas identificam as tarefas, evidenciando o fluxo de materiais, pessoas e informações que fazem parte do mesmo.

Dessa forma, entende-se que se realizado de maneira inadequada e desorganizada, o mapeamento de processos pode gerar informações incertas onde os envolvidos tenham dificuldade e ou não consigam entendê-las de forma correta, fazendo com que a estruturação das ações seja ruim, podendo até ser esquecidas.

De acordo com Slack, Chambers e Johnson (2009) no mapeamento de processos uma vantagem relevante é que toda e qualquer atividade pode ser colocada em análise, com o intuito de ser aperfeiçoada.

Cheung & Bal (1998) definem Mapeamento de Processos como uma técnica de se colocar em um gráfico o processo de um determinado setor, departamento ou organização, para orientação em suas fases de avaliação, desenho e desenvolvimento.

De acordo com Tseng et al. (1999), o Mapeamento de Processos deve ser apresentado sob a forma de uma linguagem gráfica que permita:

- Expor os detalhes do processo de modo gradual e controlado;
- Apresentar o processo com precisão;
- Focar a atenção nas interfaces do mapa do processo;
- Fornecer uma análise de processos consistente com o vocabulário do projeto.

Após os processos serem entendidos no Mapeamento de Processos, é possível partir para eventuais mudanças no modo como a organização os gerencia para atender seus objetivos estratégicos (VILLELA, 2000). Conforme Datz et al. (2004), o Mapeamento de Processos evidencia oportunidades para melhorar o desempenho organizacional, uma vez que identifica as interfaces críticas e estrutura bases para implantação de novas e modernas tecnologias de informação e de integração empresarial.

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiu no Japão o conceito 5S, as cinco etapas dos 5S foram criadas pensando em melhorar as condições e ambiente de trabalho, agregando segurança e produtividade, além de estímulos para que os colaboradores atinjam seu máximo potencial de trabalho.

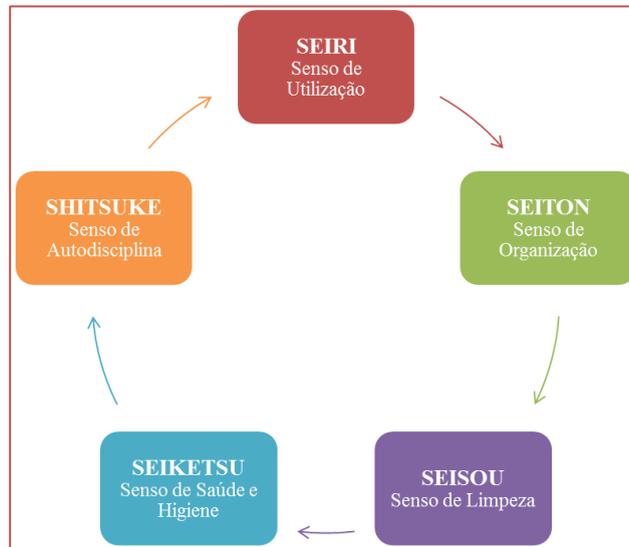
De acordo com Goleman (1999), o '5S' é gerado de cinco palavras em Japonês:

Figura 3: Conceito dos 5 sentidos

Seiri	Seiton	Seisou	Seiketsu	Shitsuke
Senso de Utilização:	Senso de Organização:	Senso de Limpeza:	Senso de Padronização:	Senso de Autodisciplina:
Retirar tudo o que não é necessário ao trabalho, descartar o inútil. Refere-se à prática de verificar todas as ferramentas, materiais, etc. na área de trabalho e manter somente os itens essenciais para o trabalho que está sendo realizado. Tudo o mais é guardado ou descartado. Este processo conduz a uma diminuição dos obstáculos à produtividade do trabalho.	Tudo deve ter local definido e claramente indicado e uma localização visível de documentos úteis, ou seja, cada coisa em seu lugar. O processo deve ser feito de forma a eliminar os movimentos desnecessários.	Limpeza de máquinas, equipamentos, mesas, contêineres, armários, bancados e outros recursos da área de trabalho. O foco deste procedimento é notar que a limpeza deve ser parte do trabalho cotidiano, e não uma mera atividade eventual realizada quando os objetos estão desordenados.	Conhecer, orientar e utilizar componentes padrões e regras existentes. A gestão visual é fundamental para fácil entendimento de cada norma.	Saber que o futuro está presente em cada ato. Uma vez que os 4S anteriores tenham sido estabelecidos, transformam-se em uma nova maneira de trabalhar, não permitindo um refluxo aos antigos métodos. Todavia, quando surge uma nova evolução ou um novo instrumento de trabalho - ou a decisão de implantação de novas práticas, é recomendável a revisão dos quatro princípios anteriores.

Fonte: Adaptado de Goleman (1999)

Figura 4: 5S



Fonte: Goleman (1999) adaptado pelos autores, 2019

3 ESTUDO DE CASO

A empresa alvo de estudo da presente monografia é uma microempresa com atuação no setor de revenda e transformação de pisos e revestimentos cerâmicos, está localizada na cidade de Limeira no estado de São Paulo. A principal atividade da empresa é a transformação de pisos cerâmicos de categoria C em categoria B.

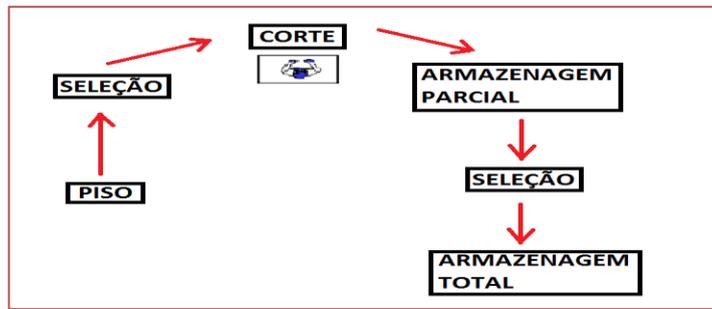
A empresa depende de uma gestão familiar e dispõe de um quadro de funcionários capacitados que dominam e atuam nas etapas de todo o processo. Porém a empresa apresenta problemas no controle de tempo de produção, baixos índices de produtividade, dificuldade em controlar os estoques, além de que não existe nenhum método que comprove a quantidade de pisos processados.

3.1 PROCESSO PRODUTIVO

Todo o processo produtivo decorre em relação aos pisos de categoria C, classe inferior, que apresentam algum tipo de defeito, por este motivo é o piso necessita ser processado e transformado em piso de categoria B.

A Figura 5 descreve o fluxo do processo produtivo do piso C.

Figura 5: Fluxo do processo produtivo



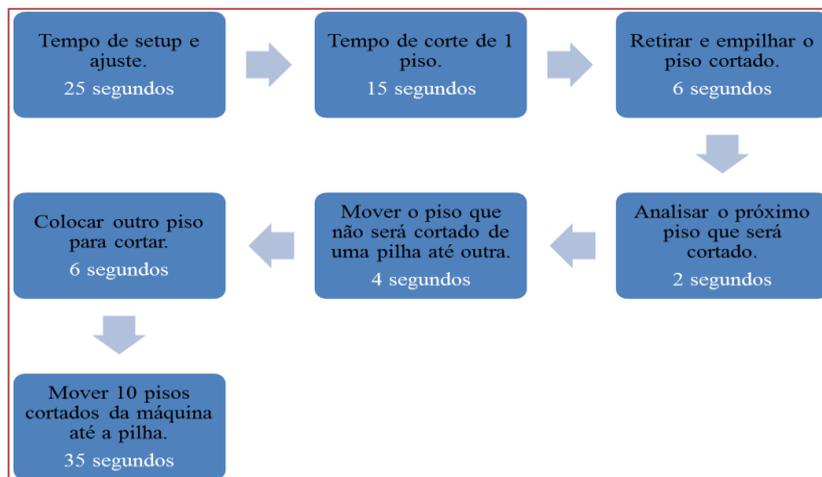
Fonte: os autores, 2019

Os pisos ficam dispostos no estoque, e é feito uma seleção apenas dos que irão entrar no processo de transformação, após a operação de corte dos defeitos, os pisos são armazenados em cima de uma bancada que está disposta próxima ao operador, não existe nenhum tipo de agrupamento específico neste momento. Com o término total do processo de corte, o operador deve novamente voltar a selecionar os pisos e fazer a armazenagem final, com um agrupamento determinando um lote.

O processo, é feito manualmente e visualmente, consiste em cortar as partes defeituosas dos pisos C, para que possam ser classificados como piso B. O ciclo de corte tem duração média de 390 segundos para a transformação de 10 pisos, totalizando uma média de 92 pisos por hora.

A definição operacional das variáveis do processo produtivo é a descrição detalhada da forma de obter o valor para uma característica que se deseja medir, no caso utilizamos para medir os tempos do processo de corte de 10 pisos, que nos dá um valor total de 390 segundos.

Figura 6: Fluxograma do processo



Fonte: os autores, 2019

Figura 7: Etapas X Tempo do Processo SEM Modificação

ETAPAS	PROCESSO	Tempo médio em segundos	Medições em segundos				
1	Inspeção	60	59	60	57	61	63
2	Seleção	20	23	19	22	16	20
3	Separação	25	25	25	22	27	26
4	Transporte	40	42	45	39	38	36
5	Corte	150	150	155	148	147	150
6	Embalagem	60	56	62	61	59	62
7	Armazenamento	35	35	34	39	32	35
	Ciclo Completo	390					

Fonte: os autores, 2019

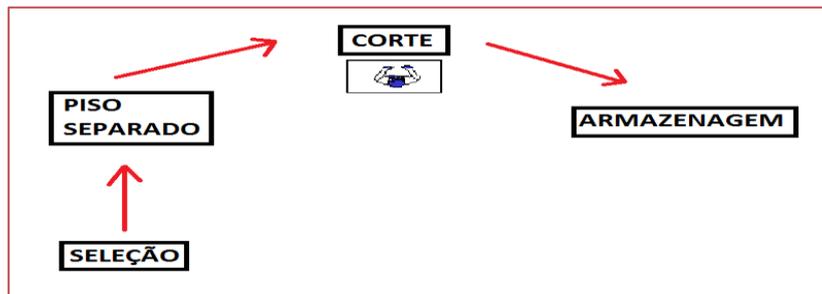
3.2 ESTRUTURA DMAIC

3.2.1 DEFINE – ETAPA DEFINIR

A etapa definir é o ponto de partida para a aplicação da ferramenta. Nesta etapa foi necessário a definição dos aspectos em que concentrariam nosso foco, foco este que é reduzir o tempo de produção dos pisos. Neste momento houve consenso e participação dos envolvidos no processo.

Definimos como primordial, a alteração do layout e dos movimentos realizados pelo operador de corte. A definição das metas e objetivos orientou o plano de ação, definimos a redução de tempo de produção em 15% e a criação de um layout organizado e voltado somente para o processo de corte.

Figura 8: Layout modificado



Fonte: os autores, 2019

Definimos a Figura 4 como o novo modelo de layout, com a finalidade de atingir os objetivos desejados. Diferentemente da Figura 3, temos definido um processo mais organizado, onde houve a eliminação de movimentos e fases desnecessários, reduzindo uma “seleção” e uma “armazenagem”.

3.2.2 MEASURE – ETAPA MEDIR

Após concluir a etapa Definir, partimos rumo às medições, dando início a etapa Medir. Nessa etapa, houve a necessidade de utilizar um cronômetro com a finalidade de se obter o tempo do processo completo, que caracteriza um ciclo, que consiste em processar e transformar 10 pisos e armazená-los adequadamente.

Figura 9: Etapas X Tempo do Processo COM Modificação

ETAPAS	PROCESSO	Tempo médio em segundos	Medições em segundos				
1	Seleção	60	61	57	64	60	58
2	Inspeção	25	25	24	27	26	23
3	Separação	10	11	10	8	12	9
4	Transporte	20	18	24	21	17	20
5	Corte	150	152	149	148	147	154
6	Embalagem	30	30	33	31	25	31
7	Armazenamento	17,5	16,7	17	18,8	18	17
	Ciclo Completo	312,5					

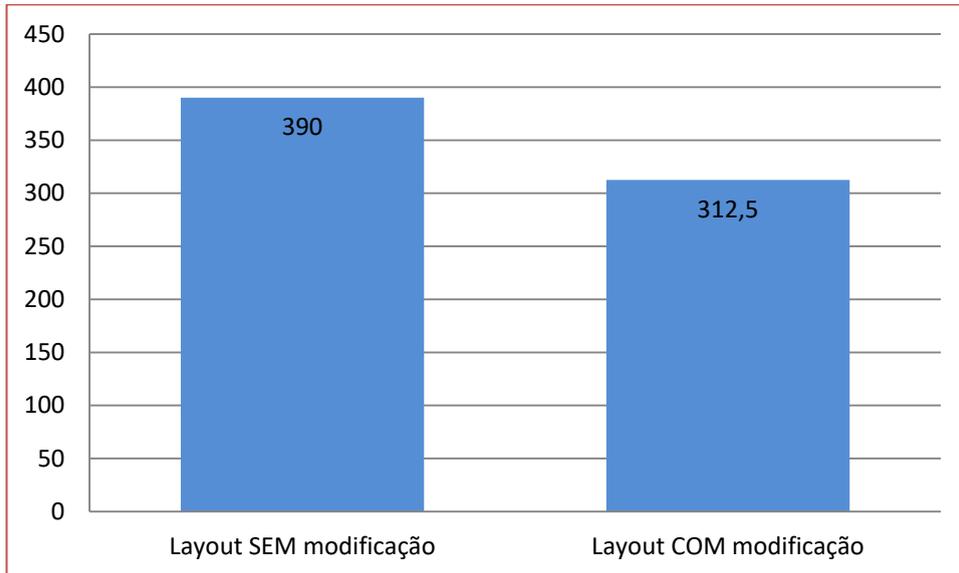
Fonte: os autores, 2019

A tabela acima descreve a medição de tempo do processo de produção, referente ao novo layout definido anteriormente.

3.2.3 ANALYSE - ETAPA ANALISAR

Iniciando a etapa Analisar, com os dados obtidos, permitiu a possibilidade de comparar e relacionar os dados obtidos entre o processo sem e com modificações. Essa etapa requer muita atenção e senso crítico, com o intuito de analisar corretamente os dados. Através de gráficos fica evidenciado um comparativo, relativamente fácil de entender, das diferenças em relação aos modelos de layout.

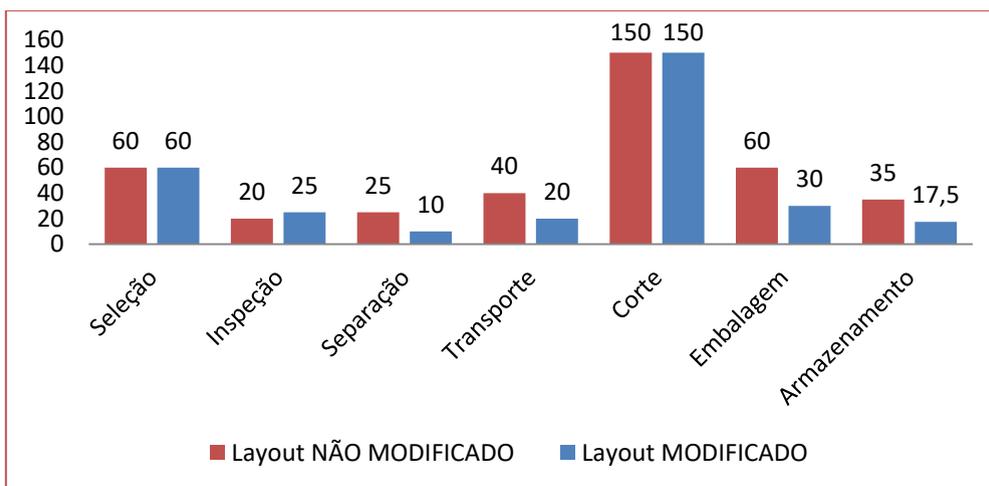
Figura 10: Lead Time (segundos)



Fonte: os autores, 2019

Imediatamente já há a possibilidade de analisar uma redução de 19,87% no lead time entre os layouts.

Figura 11: Lead Time dos Processos (segundos)



Fonte: os autores, 2019

Após análise completa de todos os dados obtidos e transformados em gráficos é evidenciado a diferença entre os lead times, essa comparação permite concluir que umas das metas foi alcançada, a redução de tempo total do processamento de 10 pisos. Partimos do princípio que 1 hora possui 3600 segundos, e consideramos apenas ciclos completos, portanto temos:

Figura 12: Comparativo entre layouts

Layout SEM modificação	390 segundos	9 ciclos	90 pisos
Layout COM modificação	312,5 segundos	11 ciclos	110 pisos

Fonte: os autores, 2019

Com a redução de 77,5 segundos entre um lead time e outro, temos um aumento de 30 pisos cortados no período de 1 hora, ou seja, um aumento na produtividade de 22,2%.

3.2.4 IMPROVE - ETAPA MELHORAR

Na etapa Melhorar há a implementação da ferramenta de melhoria na qualidade, utilizando o senso 5S com o intuito de melhorar a produtividade juntamente com a qualidade. Tendo em mãos o estudo dos tempos das operações e fluxos de processos, verificamos que o setor de trabalho para o produto precisa ser modificado, por tanto o 5S fez parte desse projeto de melhoria. Primeiramente, aplicamos os 3 primeiros sentidos para conseguir o resultado a curto prazo.

Figura 13: Aplicação 5S.

SEITON	Inicialmente, analisando o setor de corte foi verificado materiais que não faziam parte do processo (ferramentas de manutenção, embalagens desnecessárias, sucatas, armazenamento de pisos que não seriam cortados, pallets vazios).
	Foram descartados os papelões que estavam jogados embaixo da máquina de corte, e deixado apenas os materiais que serão utilizados na operação.
	Foi implantada uma operação de seleção e para isso foi identificado o local para realizar a seleção dos pisos antes do corte.
SEISO	Foi identificado o local onde os pisos estarão armazenados antes e depois do corte.
	Durante a operação, o operador só fará uso dos pisos para executar o trabalho.
SEISO	Reagrupados os materiais que mais serão utilizados e itens de limpeza próximos da máquina para utilizar após o término do trabalho.
	O local de trabalho será limpo mais facilmente, pois o local já é adaptado para o processo e tendo em vista foco apenas no corte, não será necessário organizar todas as ferramentas.
SEIKTESU	Para manter a saúde e integridade do operador há o intuito de manter o ambiente adequado para o trabalho: como iluminação adequada, se todos estão zelando pelo local de trabalho.
SHITSUKE	A disciplina parte da motivação dos funcionários e de auditorias periódicas.
	Com a auto-gestão em que serão treinados, os funcionários serão capacitados para realizar a operação, tendo a participação ativa como donos do local.

Fonte: os autores, 2019

Implantar o 5S foi muito importante, pois algumas ações de disciplina são sincronizadas diretamente com a melhoria do processo.

3.2.5 CONTROL – ETAPA CONTROLAR

A etapa Controlar é a última fase do DMAIC, nesta fase é importante controlar e monitorar os resultados alcançados periodicamente, com a finalidade de assegurar que todo o processo está funcionando adequadamente em relação às melhorias conquistadas. O monitoramento deve ser contínuo, é interessante estabelecer uma rotina de monitoramento, para garantir que os objetivos sejam mantidos, não apenas em curto prazo, mas também em longo prazo. O controle não provém apenas do funcionamento adequado, esse controle deve ser feito regularmente e deve controlar cada uma das etapas, com constantes medições, novas análises, melhorias contínuas e futuras definições para que atendam as necessidades do processo produtivo.

A ferramenta DMAIC deve ser adotada como um ciclo, que não tem fim, havendo um começo, meio, fim e recomeço.

3.3 RESULTADOS

Ao final da implementação da ferramenta, modificação do layout e com o funcionamento adequado do processo produtivo, podemos evidenciar o quanto significativo e importante foi à realização desse projeto. Estabelecemos um comparativo em relação aos nossos metas e nossos resultados.

A estimativa inicial era reduzir em 15% o lead time da produção e alcançamos almejados 19,87%, isso acarretou em um aumento de produtividade de 22,2% em relação ao fluxo antigo. Além do processo produtivo, percebemos também motivação e realização por parte dos envolvidos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia permitiu a aplicação prática das ferramentas DMAIC e 5S em uma linha de produção de pisos cerâmicos. O trabalho tinha como principal objetivo reduzir o lead time de produção e também melhorar o layout do processo.

O objetivo do estudo foi alcançado com êxito, reduzindo o tempo de produção de 10 pisos, de 390 segundos para 312,5 segundos. A melhoria no layout e no processo obteve uma redução de 19,87% no tempo de produção e aumento de 22,2% da produtividade. Além disso, as pequenas modificações no layout de produção permitiram um fluxo mais organizado.

Em suma, podemos concluir com embasamento teórico e prático, que a aplicação dessas ferramentas, de baixa complexidade e fácil implementação, que buscam melhorar o processo e reduzir o tempo total de produção, se executado corretamente, pode ser extremamente útil na melhoria do processo produtivo, reduzindo o tempo de produção e aumentando a produtividade, resultando um lucro monetário.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, Luis César G. de. Organização Sistemas e Métodos. E as Modernas Ferramentas de Gestão Organizacional: arquitetura, benchmarking, empowerment, gestão da qualidade total, reengenharia. São Paulo: Atlas, 2001
- [2] BARNES, Ralph M. Estudo de movimentos e de tempos. São Paulo: Edgard Blücher, 6ª ed., 1982.
- [3] CHEUNG, Yen e BAL, Jay. Process analysis techniques and tools for business improvements. Business Process Management Journal, Vol. 4, No. 4, 1998.
- [4] DATZ, D.; MELO, A. C. S.; FERNANDES, E. Mapeamento de processos como instrumento de apoio à implementação do custo baseado em atividades nas organizações. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.
- [5] DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio. Métodos e Técnicas de Pesquisa em Comunicação. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2006.
- [6] GIL, A. C. Metodologia do ensino superior. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

- [7] GOODE, W.J.; HATT, P.K. (1979). Métodos em pesquisa social. São Paulo: Nacional.
- [8] GOLEMAN, Daniel. Trabalhando com a Inteligência Emocional. Rio de Janeiro: Editora Objetiva Ltda, 1999.
- [9] MARCONI, M. de A. LAKATOS, E. M. Metodologia Científica. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [10] PANDE, P S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. Estratégia Seis Sigma. Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- [11] REIS, D. F. Seis Sigma: um estudo aplicado ao setor eletrônico. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- [12] SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, Itajubá, v.1, n.1, p.1-14, Dez. 2003
- [13] SLACK, Nigel et. al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997.
- [14] SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [15] TSENG, Mitchell M., QINHAI, Ma, SU, Chuan-Jun. Mapping customers' service experience for operations improvement. Business Process Management Journal. UK, v. 5, n. 1, p. 50-64, 1999.
- [16] VILLELA, Cristiane S. S., Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- [17] YIN, Robert K. Estudo de caso – planejamento e métodos. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.

UNIDADE 2

ENSINO DE ENGENHARIA



Capítulo 11

Metodologia de Aprendizagem Ativa: O uso de jogos de empresas como facilitador no processo de aprendizagem, motivação, envolvimento e percepção da prática

Gabriela Fernanda Nilsen

Rafaela Macedo de Araújo

Bianco Gallazzi da Silva Leite

Ivan Correr

Resumo: Uma das maiores dificuldades das empresas hoje em dia é encontrar profissionais com habilidades para tomada de decisão, trabalhar em equipe multidisciplinares e gerir situações que nem sempre são previsíveis. No entanto, a formação destes profissionais é ainda definida pelos métodos de aprendizagem tradicionais, que priorizam o conteúdo teórico, e deixam de estimular os alunos a utilizarem seu conhecimento para resolução de problemas e tomada de decisão. À metodologia de aprendizagem ativa, é uma prática que visa desenvolver estas novas habilidades no processo de aprendizagem. Uma das técnicas de aprendizado, por meio do uso da metodologia ativa, são os jogos de empresas que proporcionam simular um ambiente empresarial. Portanto, o presente artigo visa aplicar a metodologia de aprendizagem ativa, por meio do uso de jogos de empresas, na disciplina de administração da produção, e identificar os resultados relacionados à aprendizagem, motivação, envolvimento, percepção da prática e trabalho em equipe. Como metodologia, foi utilizada a pesquisa diagnóstica exploratória, e os resultados foram analisados por meio de debate aberto em sala e questionário no padrão da escala tipo Likert. Os resultados obtidos, apresentam que o método de aprendizagem por meio de jogos de empresas se torna eficiente, inserindo os alunos em uma realidade simulada, próxima ao ambiente empresarial, o que potencializa habilidades como tomada de decisão, trabalho em equipe multidisciplinar e gestão de conflitos.

Palavras chave: Metodologia ativa, jogos de empresas, Ensino de engenharia

1. INTRODUÇÃO

O mercado atual exige que o Engenheiro de Produção esteja pronto para tomar decisão e gerir situações que nem sempre são previsíveis. Neste sentido, Ribeiro (2007) apresenta que estas novas habilidades definidas pelo mercado, muitas vezes não são trabalhadas pelos métodos de aprendizagem tradicionais.

No que diz respeito ao ensino de engenharia de produção, o profissional formado deve estar apto a exercer uma abordagem interdisciplinar, correlacionando diferentes áreas para a tomada de decisão como conhecimentos de engenharia, gestão, ciências sociais, dentre outros (NETO & LEITE, 2010).

No entanto, a formação dos alunos de engenharia de produção, em sua grande maioria, é definida pelos métodos de aprendizagem tradicionais, que priorizam o conteúdo teórico, e deixam de estimular os alunos a utilizarem seu conhecimento para resolução de problemas e tomada de decisão (RIBEIRO, 2007).

À metodologia de aprendizagem ativa, é uma prática que visa desenvolver estas novas habilidades e estimular os alunos no processo de aprendizagem, de uma maneira diferente dos métodos tradicionais de aprendizagem, no qual o aluno deixa de ser apenas o receptor de informações e o professor passa a ser um mediador, possibilitando os alunos a desenvolverem habilidades como tomada de decisão, autoconfiança, autonomia, dentre outras habilidades que as empresas estão buscando em seus profissionais (FIGUEIREDO, 2010).

Uma das técnicas de aprendizado, por meio do uso da metodologia ativa são os jogos de empresas que proporcionam um ambiente empresarial hipotético com uso de técnicas de simulação da realidade (ESCRIVÃO FILHO, 2009; O'GRADY, 2012)

No que diz respeito à aplicação de jogos de empresas nos cursos de engenharia, destacam-se: Barco de Papel (Shiwaku, 2004; Pantaleão, Oliveira, Antunes Junior, 2003; Sehn, Freitas, Mendes Junior, 2013), Fábrica de canetas (Silva, 2003; Costa, Jungles, 2006; Althoff, Colzani, Seibel, 2009), dentre outros jogos e dinâmicas, que trabalham de forma ativa temas, como: gestão da produção, gestão da qualidade, ambientes de manufatura e projeto do produto.

Portanto, o presente artigo visa identificar os resultados da aplicação do conceito de metodologia de aprendizagem ativa através do uso de jogos de empresas, na disciplina de administração da produção, em relação a aprendizagem, motivação e envolvimento, percepção da prática e trabalho em equipe.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ENSINO DA ENGENHARIA

A Engenharia de Produção baseia-se em uma função que se ocupa dentro de um projeto em uma organização, visando a melhoria e a integração de sistemas, máquinas, homens e equipamentos, com o fim de especificar, predizer e avaliar os resultados a serem obtidos (MEIRELES, 2005).

Silveira (2005) destaca diversas mudanças enfrentadas pelos engenheiros dentro do contexto econômico, social e tecnológico, ainda, define que a inovação precisa ser fundamental dentro da “era do conhecimento globalizado”, para que impulsionem o desenvolvimento industrial colaborando com a cidadania e com o mercado interno.

No contexto do ensino, é comum observarem discussões relacionadas às deficiências da atual formação dos novos profissionais (ESCRIVÃO FILHO e RIBEIRO, 2009). Neste caso, o modelo educacional convencional que consiste em uma transmissão e recepção de dados (conhecimentos) parece não estar mais preparando os alunos para a complexa atuação profissional no mercado de trabalho.

No ensino de engenharia os currículos tradicionais são os que ainda predominam, na qual se nota a integração tardia entre a teoria e a prática, entre o mundo escolar e o profissional. Ribeiro (2007) apresenta que na formação em engenharia, é comum encontrar a crítica de que os métodos de aprendizagem empregados não favorecem os atributos estipulados em suas diretrizes ou recomendados pelas associações profissionais, visto que, o modelo de transmissão e recepção de informações não lhes estimula o desenvolvimento da criatividade, do empreendedorismo e da capacidade de aprender autonomamente.

Segundo Escrivão Filho e Ribeiro (2009), existem métodos de ensino que podem ser empregados em sala de aula com base em aprendizagem ativa/colaborativa, na qual os métodos de ensino se tornam construtivos chamando a atenção dos alunos nos estudos.

2.2. METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA

Pode-se entender por metodologia ativa todo aquele processo de organização da aprendizagem (didáticas/estratégicas) cuja centralidade esteja efetivamente no aluno (PEREIRA, 2012).

O método cria e promove uma aproximação crítica do aluno com a realidade através de situações de ensino, bem como, a disponibilização de recursos para a pesquisa dos problemas e soluções mais adequadas a cada situação a fim de aplicá-las. Além disso, é necessário que o aluno realize tarefas que requeiram processos mentais complexos, como análise, síntese, dedução e generalização (MEDEIROS, 2014).

São inúmeras as metodologias ativas disponíveis, na qual se faz necessário escolher aquela que melhor se adapta à fase e perfil do curso. Sendo indicadas aos primeiros semestres aquelas que projetam simulações, discussões em classe, dramatizações, mapas conceituais e mentais, enquanto, o uso de metodologias de problematização, estudos de caso e aprendizagem baseada em projetos são de melhores resultados para as etapas intermediárias e finais colaborando na formação do egresso (OLIVEIRA, 2010).

2.3. METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA APLICADA NA ENGENHARIA: JOGOS DE EMPRESAS

De acordo com Santos (2011), o aluno só aprenderá se for capaz de apresentar projetos, desenvolver novas ideias, resolver problemas e aplicar o conceito em sua vida prática, mas para que isso ocorra, são necessários métodos de ensino nos quais a teoria e a prática estejam associadas.

Segundo Cardoso e Borges (2013) e Vieira Filho (2008), o ideal é que os alunos apliquem os conteúdos de forma dinâmica e problematizada, por exemplo, por meio de simulação de “jogos de empresas”. Estes jogos são capazes de desenvolver a tomada de decisão dos alunos, fazendo com que os mesmos estimulem um modelo de conhecimento empresarial (SILVA e MORAIS II, 2011), e possibilita um cenário com a simulação que se aproxima ao máximo da realidade (FERRERA, 2010; SIEWIOREK, 2012)

A uso de jogos de empresas para o ensino de engenharia, vem sendo a metodologia que mais tem despertado pontos positivos e interesses dos pesquisadores, que cada vez em maior número tem utilizado estratégias diferentes no sentido de explorar os conceitos da produção (DEPEXE et al., 2006).

O Quadro 1, apresenta trabalhos desenvolvidos com o uso de jogos de empresas aplicados em ensino de engenharia, com os conceitos abordados e autores.

Quadro 1: Jogos de empresas aplicados em ensino de engenharia

Autores	Jogo utilizado	Conceitos abordados
Shiwaku (2004); Pantaleão, Oliveira, Antunes Junior (2003); Sehn, Freitas, Mendes Junior (2013); Silva, Evangelista, Prado, Silva, Correr (2017).	Barco de Papel	Planejamento e Gestão da Qualidade (PDCA, 5W1H,5S entre outros); JIT (just-in-time) e Lean; Teoria das Restrições.
Silva (2003); Costa, Jungles (2006); Althoff, Colzani, Seibel (2009).	Canetas	Sistema de produção puxado X Sistema de produção empurrado.; JIT; Mapeamento do fluxo de valor.; Produção enxuta X Produção em massa.
Depexe, M.D.; Ammar, Wright (1999); Paxton (2003); Dorneles (2006).	Lego	Just-in-Time Produção Enxuta; Programação Linear; Curva de Aprendizagem.
Santos, Gohr, Vieira (2013).	Robocano	Gestão da Produção: estudo de tempos e balanceamento de linhas de montagem; Planejamento de necessidade de materiais (MRP); Programação puxada com o sistema Kanban
Leis (2006); Queiroz, Lucero (2010); Anjos, Rodrigues, Francischetti, Correr (2017). Schoeffel (2014). Saffaro (2003). Silveira, Heineck (2003).	Jogo Produção Pizzamia Fábrica de Aviões de Papel Casinha Andaime	Administração da Produção; Projeto de Produto Gerenciamento de Projetos Produção enxuta JIT e Conceitos Lean JIT e Tempo de setup (Padronização do Trabalho)

Fonte: Autores

3. METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Como metodologia da presente pesquisa, foi definido a utilização da pesquisa-diagnóstico, pois segundo Richardson (1999), o objetivo desta é compreender as diferenças existentes entre as opiniões de um indivíduo dentro de um grupo, além de identificar os benefícios e as dificuldades encontradas em relação ao processo estudado.

O caráter da pesquisa é de natureza exploratória com o objetivo de proporcionar maior familiaridade dos pesquisadores com o jogo, pois de acordo com Gil (2007), este tipo de pesquisa tem como objetivo tornar o problema mais explícito ou ajudar a construir hipóteses, podendo ser dividido em 3 etapas: Pesquisa bibliográfica para base do tema estudado; Definição de um grupo como amostra para a pesquisa; Determinação dos métodos de coleta de informação (questionário, observação, entrevista, etc).

Para avaliação, foi elaborado questionário com perguntas objetivas para analisar quantitativamente os resultados, que de acordo com Manzato e Santos (2016), o questionário pode conter questões abertas para que o entrevistado discorra sobre o seu ponto de vista e fechadas ou objetivas quando há opções de respostas.

3.1. APLICAÇÃO DO JOGO DE EMPRESA: MANUFACTURA®

Para a presente pesquisa, foi utilizado o jogo Manufactura® cujo objetivo é simular o processo produtivo de uma fábrica e a comercialização dos seus produtos para o mercado, abordando os conceitos de produção enxuta, eliminação de desperdícios, redução de custos, planejamento estratégico e tomada de decisão.

O jogo foi aplicado aos alunos que estavam cursando a disciplina de Administração da Produção, dos cursos de Engenharia de Produção e Administração de Empresas, totalizando 76 alunos participantes (Figura 1).

A aplicação do jogo, ocorreu durante o horário de aula da disciplina e foi dividida em 3 etapas: Apresentação dos conceitos teóricos relacionados ao jogo junto ao professor (duração 30 minutos); realização da dinâmica em sala de aula (duração 60 minutos); aplicação do questionário visando avaliar os resultados obtidos com a aplicação do jogo e discussão aberta com os alunos sobre a simulação e aprendizado (duração 30 minutos).

Na primeira etapa, o professor introduziu os conceitos relacionados ao ambiente fabril, evidenciando os conceitos de produção enxuta, eliminação de desperdícios, redução de custos, e como as oscilações e perturbações do mercado interferem diretamente na tomada de decisão para o planejamento da produção.

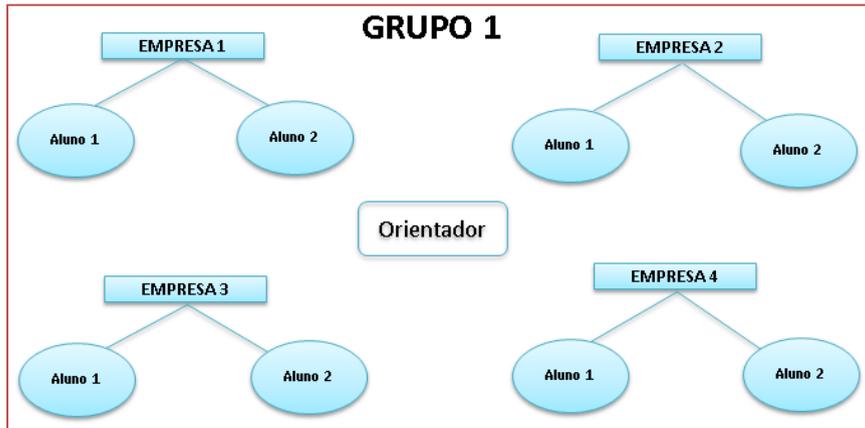
Figura 1: Aplicação do jogo em sala



Fonte: Autores

Para iniciar a segunda etapa, foram divididos os alunos em grupos, na qual cada grupo possuía 4 empresas, sendo que cada empresa era composta por 2 ou 3 alunos. Para cada grupo, havia um instrutor para orientar os alunos sobre as regras do jogo. A Figura 2, apresenta a característica e formação de um grupo de empresas.

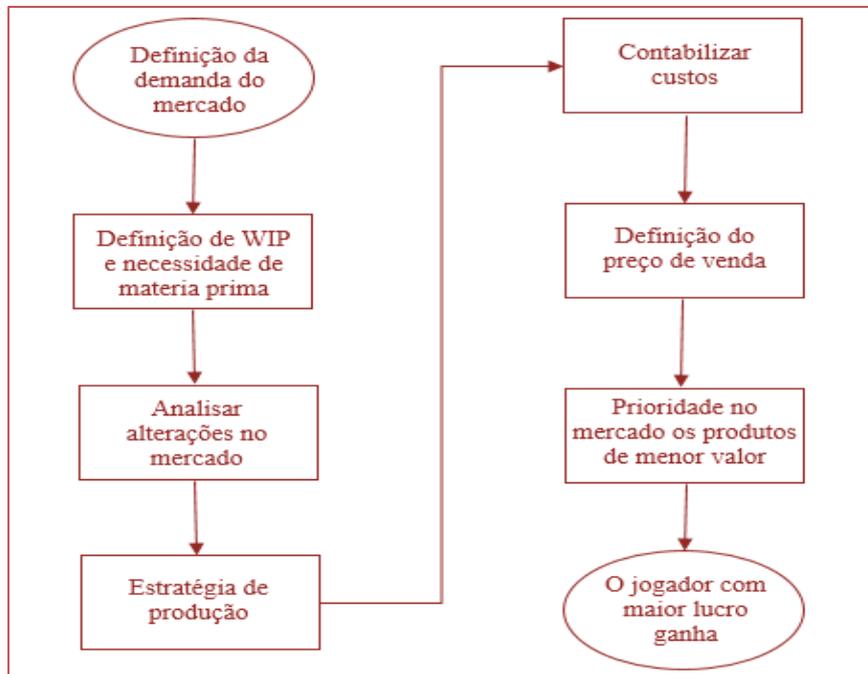
Figura 2: Característica e formação de um grupo de empresas



Fonte: Autores

A Figura 3, apresenta um fluxograma de como o jogo é aplicado e suas principais características

Figura 3: Fluxograma do jogo.



Fonte: Autores

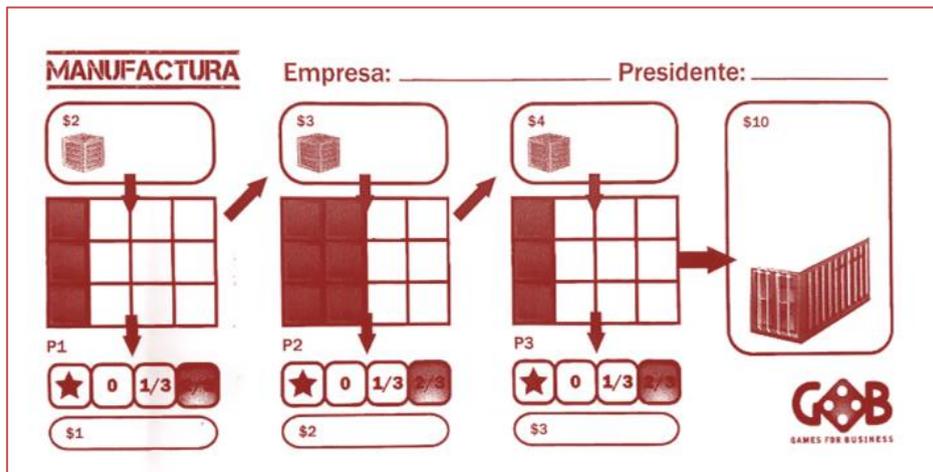
O jogo se inicia com a definição da demanda do mercado. Esta, pode variar de 2 a 12 produtos por rodadas, tendo e vista que a mesma é gerada de forma aleatória com o uso de “dados da sorte”.

Na primeira rodada, a quantidade de matéria prima e de produtos em processos (WIP) é definida de forma aleatória com o uso de “dados da sorte”, e nas rodas seguintes a empresa poderá adquirir novas matérias primas em função da sua demanda e planejamento.

No começo de cada rodada, cada empresa recebe uma “carta evento”, na qual simula interferências externas (de mercado) e internas (empresa) que irão ocorrer na empresa durante a rodada, podendo ser benéficas ou prejudiciais, forçando a empresa a tomar decisões que maximizem ou minimizem os efeitos da carta evento no custo do produto.

Na etapa da estratégia de produção, com o auxílio da ficha de processo (Figura 4), a empresa necessita efetuar o planejamento da produção com as informações do mercado, relacionadas à demanda de produtos e interferências (carta evento), bem como, dos recursos disponíveis em matéria prima, produtos em processo e oportunidades de processos de melhorias (aumento da capacidade produtiva e redução do índice de rejeição) durante a rodada.

Figura 4: Ficha do processo



Fonte: Autores

No final de cada rodada, após contabilizar as perdas e ganhos na folha de controle gerencial (Figura 5), a empresa deve definir seu preço de venda. Tem prioridade na venda aqueles produtos com menor valor.

Figura 5: Ficha de Controle Gerencial

Controle Gerencial														
Rodadas	CUSTOS							VENDAS				RECEITA	RESULTADO	
	Estoque Final	Melhorias	Matéria-prima	Retrabalho	Estoque	Outras	TOTAL	Produtos Produzidos	Custo Unitário	Preço Unitário	Produtos Vendidos			
	a	b	c	d	e	f	$g=a+b+c+d+e+f$	h	$l=g/h$	j	k			$(l) = j \times k$
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
TOTAL														

Fonte: Autores

O jogo finaliza após 7 (sete) rodadas, ou 40 produtos vendidos, vence a empresa que obtiver o melhor resultado (lucro) entre as participantes. Tem prioridade na venda a empresa com o menor preço de venda, em caso de empate, vende a empresa com o menor custo de produção.

Após o termino da simulação do jogo, foi aplicado um questionário desenvolvido no software SurveyMonkey® disponibilizado em plataforma online. As questões foram elaboradas a partir da pesquisa

realizada por Santos et al. (2013), que desenvolveu e aplicou uma metodologia de jogos de empresas anteriormente, com os tópicos abordados e as questões desenvolvidas conforme (Quadro 2):

Quadro 2: Tópicos abordados e questões resolvidas

Tópicos	Questões
Aprendizagem	A sua participação na dinâmica do jogo Manufactura® facilitou a sua aprendizagem nos conceitos teóricos da administração da produção: Preço de venda, estoque em processo, concorrência do mercado?
Motivação e envolvimento	A aplicação da dinâmica do jogo Manufactura® tornou a aula mais interessante e lhe motivou a participar mais da disciplina?
Percepção da prática	A dinâmica do jogo Manufactura® permitiu que você pudesse entender melhor como funciona o sistema produtivo, concorrência, estratégia do preço de venda em situações reais?
Trabalho em equipe	Em sua opinião, a aplicação da dinâmica do jogo Manufactura® estimula o trabalho em equipe?

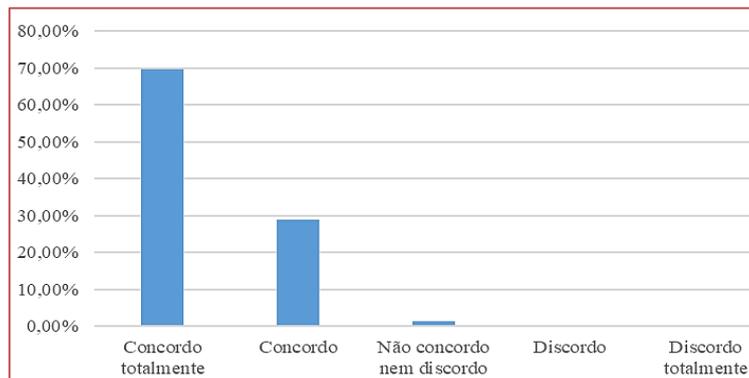
Fonte: Autores

Nas respostas, os alunos podiam selecionar uma das cinco alternativas disponíveis: “concordo totalmente”, “concordo”, “não concordo e nem discordo”, “discordo” e “discordo totalmente” de acordo com o padrão usual da escala tipo Likert, que tem capacidade de identificar a concordância ou discordância e a frequência, oferecendo um indicador de análise do ambiente estudado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar os resultados do questionário aplicado (Figura 6), foi possível identificar que a grande maioria dos alunos concordam (28,94%) e concordam totalmente (69,74%), no que diz respeito ao jogo facilitar a aprendizagem e apenas 1,32% dos alunos não concordam nem discordam sobre isso, assim, pode ser considerado que após a aplicação do jogo ficou mais evidente aos alunos os conceitos sobre preço de venda, estoque em processo e concorrência do mercado e sua influência num cenário real.

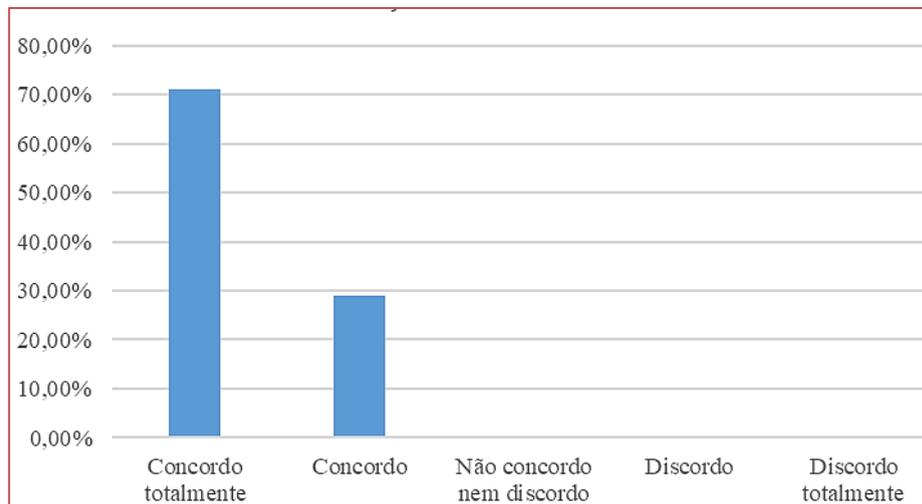
Figura 6: Aprendizagem



Fonte: Autores

Na segunda pergunta foi questionado se a participação no jogo aumentou o interesse do aluno e se lhe motivou a participar mais da disciplina, como pode ser observado na Figura 7, 100% dos alunos concordaram ou concordam totalmente, o que demonstra que o uso de metodologias ativas, por meio de jogos de empresas, desperta a curiosidade dos alunos e conseqüentemente aumenta sua participação em sala.

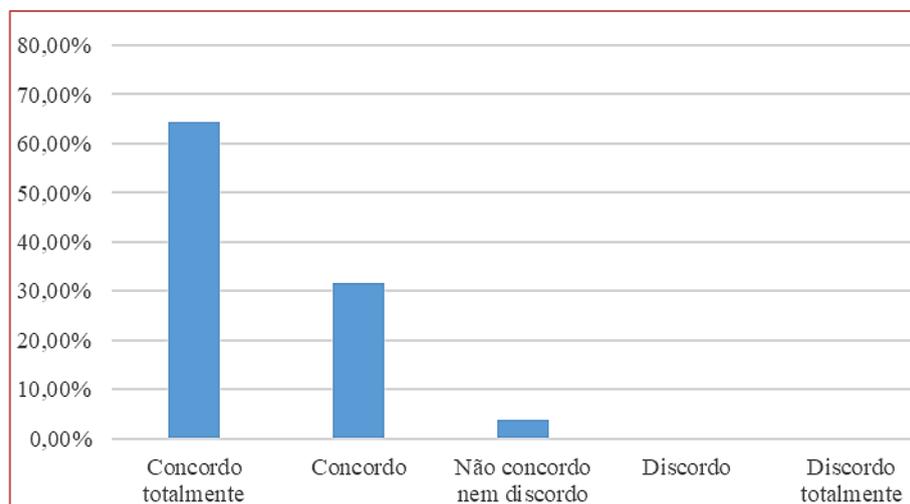
Figura 7: Motivação e Envolvimento



Fonte: Autores

Em seguida, foi questionado se o jogo permitiu que os alunos entendessem melhor como funciona um sistema produtivo e a estratégia de preço de venda em situações reais. Apenas 3,95% não concordam e nem discordam (Figura 8), o que demonstra que com a aplicação do jogo potencializa-se uma proximidade de um cenário real, forçando-os a tomar decisões como se vivenciassem um ambiente empresarial real.

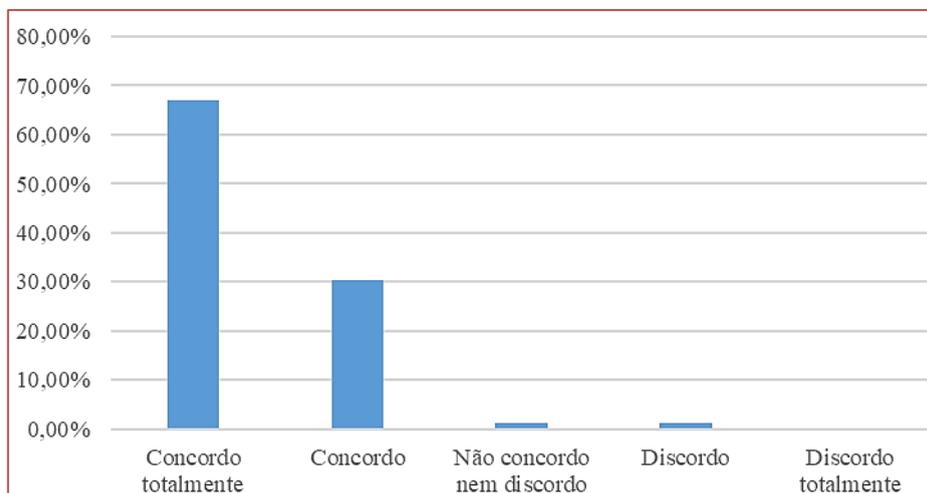
Figura 8: Percepção da prática



Fonte: Autores

E a quarta pergunta foi em relação ao estímulo ao trabalho em equipe, ao total 97,36% dos alunos concordaram ou concordaram totalmente, e 2,64% não concordam e nem discordam (Figura 9), o que demonstrou um alto índice de estímulo de trabalho em equipe.

Figura 9: Trabalho em Equipe



Fonte: Autores

Além dos resultados obtidos por meio do questionário, foi realizada uma discussão aberta e sugerido para que deixassem sugestões sobre o jogo. Neste caso, foi possível identificar pontos adicionais relacionados ao aprendizado (“Me ajudou muito em relação aos conceitos de análise estratégica”); foram sugeridas novas propostas e regras para que o jogo se tornasse mais dinâmico e mais próximo da realidade (“Poderia haver taxa de juros de empréstimo bancário”); bem como apresentando que o uso de metodologias ativas auxiliam no processo aprendizado e no desenvolvimento de habilidades comportamentais (“Parabéns, competições sempre motivam os alunos e colaboradores de empresas”; “A dinâmica fez com que a aula ficasse mais atrativa”).

5. CONCLUSÕES

A presente pesquisa se propôs a identificar os resultados do uso da metodologia ativa aplicada por meio de um jogo de empresa, em relação a aprendizagem, motivação e envolvimento, percepção da prática e trabalho em equipe. Sua análise de resultados se deu através de um questionário que envolveu esses tópicos após a participação dos alunos no jogo e debate aberto em sala.

Com os resultados obtidos, ficou evidente que a aprendizagem por meio dos jogos de empresas se apresentou como eficiente, como pode ser observado nas figuras 6, 7, 8 e 9 além de proporcionar um ambiente dinâmico e um novo método de aprendizagem que foge dos métodos tradicionais de aprendizagem.

É possível observar que umas das maiores dificuldades das empresas hoje em dia é encontrar profissionais com habilidades para lidar com situações reais exigidas no dia a dia, e a Engenharia de Produção é um curso que exige que o profissional esteja pronto para tomada decisões envolvendo um grande número variáveis internas e externas, deste modo, além das habilidades técnicas, o profissional de engenharia de produção deve potencializar suas habilidades comportamentais, no que diz respeito a gestão de pessoa, trabalho em equipe, pro atividade, liderança, dentre outros.

No entanto, muitas vezes os métodos tradicionais de ensino já não são mais eficientes para que o profissional adquira estas habilidades, e o uso de jogos de empresas, podem auxiliar na preparação dos alunos, tendo em vista inseri-los em uma realidade simulada, próxima ao ambiente empresarial, fazendo com que os alunos potencializem as habilidades como tomada de decisão, trabalho em equipe multidisciplinar e gestão de conflitos, que o mercado atualmente exige.

REFERÊNCIAS

- [1] ALTHOFF, T.; COLZANI, T. A.; SEIBEL, S. (2009); A dinâmica da montadora de canetas - uma simulação baseada em jogos de empresas no ensino da engenharia de produção. Anais..., XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Salvador, Bahia, Brasil.
- [2] AMMAR, S.; WRIGHT, R. (1999); Experiential learning activities in operations management. *International Transactions in Operational Research*, 6 (2), 183-197.
- [3] ANJOS, J. M. A.; RODRIGUES, R.; FRANCISCHETTI, C. E.; CORRER, I. (2017). Proposta de um jogo de empresa, utilizando os conceitos de desenvolvimento e projeto de produto.
- [4] BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (Eds.). *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996. p. 3-12.
- [5] BRAGHIROLI, L. F. (2014). Aprendizagem por jogo computacional na engenharia de produção. Tese doutorado UFRGS, Escola de engenharia, Programa de pós-graduação em engenharia de produção.
- [6] CARDOSO, O. E. B.; BORGES, E. M. (2013). Aprendizagem colaborativa: webquest no ensino superior a distância, potencializando a pesquisa, a interatividade. In 5o Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação. UFPE, Recife - PE.
- [7] COSTA, A.C.F.; JUNGLES, A.E. (2006); O mapeamento do fluxo de valor aplicado a uma fábrica de montagem de canetas simulada. Anais...,XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- [8] DEPEXE, M.D.; DORNELES, J.B.; COSTA, A.C.F.; SANTOS, D.G.; HEINECK, L.F. M. (2006); Apresentação de um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino da produção enxuta. *Revista Gestão Industrial*, 2 (4), 140-151.
- [9] DORNELES, J.B.; DEPEXE, M.D.; SILVEIRA, J.P.; GASPARETTO, F.C.; SANTOS, D.G.; HEINECK, L.F.M. (2006); Montagem de carrinhos: aprendizado de conceitos da construção enxuta por meio de jogos didáticos. Anais..., XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído - ENTAC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- [10] ESCRIVÃO FILHO, E.; CAMARGO RIBEIRO L. (2009). Aprendendo com PBL - Aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP.
- [11] FERREIRA, J. Â. (2010). A ferramenta jogos de empresa como estimulador da aprendizagem.
- [12] FIGUEIREDO, J. Modelo Computacional para Simulação de Aplicação da Teoria das Restrições. *Revista Alcance*, v. 17, n. 2, p. 19-31, 2010
- [13] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- [14] LEIS, R.P.; KLIPPEL, M.; PELLEGRIN, I.; ANTUNES JÚNIOR, J.A.V.A. (2006); Utilização de Jogos de Simulação Computacional no Ensino de Administração da Produção: um estudo comparativo da aplicação do PSP. Anais..., XXX Encontro da ANPAD - ENANPAD, Salvador, Bahia, Brasil.
- [15] MANZATO, Antonio José; SANTOS, Adriana Barbosa. A elaboração de questionários na pesquisa qualitativa. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf> Acesso em: 22 de Abril de 2019.
- [16] MARGETSON, D. Why is problem-based learning a challenge? In: BOUD, D.; FELETTI, G. (Eds.). *The challenge of problem-based learning*. London: Kogan Page, 1999. p. 36-44.
- [17] MEDEIROS, Amanda. Docência na socioeducação. Brasília: Universidade de Brasília, Campus Planaltina, 2014.
- [18] MEIRELES, M; SILVA, O. R; PAIXÃO, M. R; MARIETTO, M. O papel da Engenharia de Produção. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 33., Campina Grande, 2005.
- [19] NETO, Alfredo Iarozinski.; LEITE, Maria Silene. A abordagem sistêmica na pesquisa em Engenharia de Produção. *Revista Produção*, v.20, n. 1, p.1- 14, 2010.
- [20] O'GRADY, G. et al. One-day, One-problem. An approach to Problem-Based Learning. Singapore: Springer, 2012.
- [21] OLIVEIRA, G.A.; COSTA, E. Metodologias ativas: aplicações e vivências em educação farmacêutica. Brasília: Associação Brasileira de Ensino Farmacêutico e Bioquímico, 2010. p.11-33.
- [22] PANTALEÃO, L.H.; OLIVEIRA, R.M.; ANTUNES JR., J.A. V. (2003); Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem.
- [23] PAXTON, J. (2003); A short, simple learning curve classroom exercise. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 1 (2), 303-307.

- [24] PEREIRA, Rodrigo. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão, SE. 20 a 22 setembro de 2012.
- [25] QUEIROZ, A.Q.; LUCERO, A.G. (2010); Jogos, uma alternativa para complementar o ensino da administração da produção. Artigo (Departamento de Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: USFC. Brasil.
- [26] RIBEIRO, L. R. C. Radiografia de uma aula de engenharia. São Carlos: EDUFSCar, 2007.
- [27] RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia. 2005. 236 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos / SP, 2005.
- [28] RICHARDSON, R.J. Pesquisa social: métodos e técnicas. 3 Ed. 1999.
- [29] SAFFARO, F.A. et al. (2003); Discussão de princípios da Lean Production através de um jogo didático. Anais., III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção – SIBRAGEC, ANTAC, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- [30] SANTOS, J. C. F. (2011). O desafio de promover a aprendizagem significativa.
- [31] SANTOS, L.C.; GOHR, C. F., VIEIRA JR., M. (2013); Robocano: uma dinâmica alternativa para ensinar e aprender gestão da produção. Revista Gestão Industrial, 9, 122-146.
- [32] SCHOEFFEL, P. PizzaMia: (2014); Dinâmica vivencial para apoio ao ensino de gerenciamento de projetos baseado no PMBOK. Anais..., 22º Workshop sobre Educação e Computação (WEI).
- [33] SEHN, M.F.; FREITAS, M.C.D.; MENDES JUNIOR, R. (2014); Linha de produção de barcos de papel: dinâmica dos princípios da teoria das restrições. Anais..., XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil.
- [34] SHIWAKU, M.; BUOSI, J.P.; PAULISTA, P.H.; TURRIONI, J.B.; COSTA JÚNIOR, A.G. (2004); Resultados da utilização da dinâmica do barco de papel para o ensino da gestão da qualidade. Anais..., XI Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP, Bauru, São Paulo, Brasil.
- [35] SIEWIOREK, A.; SAARINEN, E.; LAINEMA, T.; LEHTINEN, E. (2012). Learning leadership skills in a simulated business environment. Computers & Education. v. 58, n. 1, p. 121-135.
- [36] SILVA, I. K. O.; MORAIS II, M. J. O. (2011). Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino- aprendizagem no ensino fundamental.
- [37] SILVA, M. S. K.; EVANGELISTA, G. M. S.; PRADO, D. O.; SILVA, M. H.; CORRER, I. (2017). Desenvolvimento de uma metodologia de jogos de empresa, utilizando os conceitos do jogo do barco com o uso das ferramentas da qualidade.
- [38] SILVA, Maria et al. (2003); Sistema de produção puxado e sistema de produção empurrado: simulação através de jogo didático de montagem de canetas, associando ideias e conceitos ao ambiente da construção civil. Anais., III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção – SIBRAGEC, ANTAC, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- [39] SILVEIRA, M. A. A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional. Rio de Janeiro PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.
- [40] SILVEIRA, R. HEINECK, L. (2003); Aprendizagem da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos. Anais..., III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, SIBRAGEC, São Paulo, Brasil.
- [41] VIEIRA FILHO, L. C.; MATOS, F. R. N.; GUEDES, M. G. C. V.; DINIZ, G. C. V.; DINIZ JUNIOR, A.A. (2008). Jogo de Empresas: Caracterização e Implementação Computacional de um Modelo para o Ensino da Logística.

Capítulo 12

Jogos de empresa: Aplicação da metodologia DMAIC na fabricação de barcos de papel

Camille Proença Pereira

Rodrigo Santos

James Santos

Warley Samoel dos Santos Silva

Ivan Correr

Resumo: A utilização de jogos de empresas como ferramenta de ensino da Engenharia de Produção está se tornando cada vez mais presente nas instituições. Esta ferramenta complementa o aprendizado da teoria na prática, por meio de simulações. Um dos jogos mais utilizados em sala de aula, é o jogo do barco, no qual enfatiza os conceitos de produção puxada, produção empurrada e de produção enxuta, entretanto são poucos os artigos que abordam as ferramentas da qualidade de forma prática. Tendo isso em vista, este trabalho tem como objetivo aplicar os conceitos da metodologia DMAIC em um jogo de fabricação de barcos de papel, com o intuito de otimizar a sua fabricação no que diz respeito a redução do tempo de fabricação e redução do número de não conformidades do produto. Os resultados obtidos demonstram a importância da prática do uso da metodologia DMAIC para resolução de problemas simulando o ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Jogos de empresa; DMAIC; Ensino de Engenharia

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a concorrência no mercado tem se ampliado significativamente, logo para se destacar e tornar se mais competitiva, as empresas buscam alternativas para aumento da qualidade, flexibilidade e capacidade. Neste cenário, muitas empresas necessitam de métodos para aumentar qualidade de maneira simples que seja financeiramente viável (CARVAHO e PALADINI, 2005).

A metodologia DMAIC é muito empregada hoje nas empresas devido a sua clareza na identificação e solução de problemas, visando o conceito de melhoria contínua. Sendo assim, auxilia na tomada de decisão mais assertiva colaborando com a melhoria e manutenção dos métodos para solução dos problemas (SLACK et al., 2009).

Na busca de preparar os futuros profissionais para o ambiente industrial, caracterizado anteriormente, as faculdades em seus cursos de graduação utilizam-se de jogos de empresas com o intuito de simular um ambiente industrial, com o intuito de auxiliar no aprendizado prático dos alunos, devido ao fato de trabalhar com as ferramentas práticas de maneira direta, aplicando as mesmas em um problema com a intenção de se obter uma solução (CARDOSO, 2011).

Portanto, este trabalho tem como objetivo aplicar os conceitos da metodologia DMAIC em um jogo de fabricação de barcos de papel, com o intuito de otimizar a sua fabricação no que diz respeito a redução do tempo de fabricação e redução do número de não conformidades do produto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Oposto aos métodos tradicionais de aprendizagem, Duch et al. (1996) define a aprendizagem baseada em problemas, como uma ferramenta que utiliza a dificuldade para dar início, direção e foco na atividade proposta. Na maioria dos casos, é normal a apresentação do problema vir antes da teoria, contudo nos métodos tradicionais de ensino o problema sempre vem no fim.

De acordo com Cardoso (2011) a aprendizagem baseada em problemas passou por mudanças, pois a resolução de problemas torna o ambiente mais complexo e entrega um resultado com mais soluções. Estes problemas são utilizados para impulsionar a criatividade, aguçar a curiosidade, desenvolvendo no aluno a criatividade e pensamento analítico, quando utilizada de maneira correta os métodos de aprendizagem.

Gramigna (2010) acredita que a formação de alunos com a aplicação de jogos de empresa aumenta o entendimento dos conceitos aplicados, aguçando a sagacidade do aluno, impulsionando uma mudança em seu comportamento, permitindo o aprimoramento de habilidades interpessoais, comparando a vivencia em empresas na verificação de resultados, aumentando a criatividade nas ações tomadas, incentivando o comprometimento e trabalho com todos os membros da equipe, dando suporte nas decisões a serem tomadas, promovendo a mudança no comportamento que tende a favorecer um melhor desempenho profissional dos integrantes.

Segundo Sauer (2000), explica que o conhecimento se fixa a partir do instante em que os integrantes apresentam seus conhecimentos sobre os assuntos abordados. Os conhecimentos adquiridos anteriormente em situações reais fundem com os novos conhecimentos, estimulando os alunos a elaborarem conclusões mais adequadas em determinadas situações.

2.2. METODOLOGIA DMAIC

Segundo Carvalho e Paladini (2005) a metodologia DMAIC representa um ciclo de melhoria de processos baseado em um roteiro sistemático que auxilia na resolução de problemas. Este método é caracterizado de 5 etapas de execução: Definir (Define – D), Medir (Measure – M), Análise (Analyze – A), Melhoria (Improve – I) e Controle (Control – C).

De acordo com Slack et al. (2009) o DMAIC se inicia na fase definir, onde são evidenciados os problemas e formalizado os melhoramentos, o próximo passo depois do definir, é o medir, que é uma etapa significativa, e se aborda o Seis Sigma, pois com suas ferramentas é possível realmente evidenciar onde está ocorrendo o problema, e o que está acontecendo. Depois de medir os problemas, é possível analisa-lo, onde os problemas imprescindíveis e principais causas são identificados. Após esse passo é possível trabalhar em cima de implementar as melhorias, afim de eliminar as causas prejudiciais do processo, e por

o fim do processo precisa ser monitorado e controlado para certificar que as melhorias realizadas sejam sustentáveis.

2.2.1 DEFINIR

Ao se iniciar o DMAIC, faz-se o uso do Project Charter que é um documento que visa mostrar a viabilidade do projeto, a equipe envolvida, e define um cronograma de começo e fim do projeto (OUCHI, 2003).

A fase inicial do DMAIC visa definir qual será o cronograma do projeto Seis Sigma, sendo o Contrato de Projeto o final dessa fase, que tem como objetivo consolidar informações importantes que serão resultantes das definições e iniciar formalmente o projeto (WERKEMA, 2012).

Na Fase definir será realizada a identificação de todos os requisitos do negócio e do cliente, dos quais correspondem aos requerimentos Critical To Quality (CTQ) e Critical To Process (CTP), podendo também utilizar outras ferramentas, como o diagrama de SIPOC, que tem o objetivo de relacionar o macroprocesso desde seus fornecedores, entradas, saídas e clientes (GEORGE, 2004).

2.2.2 MEDIR

Segundo Slack et al. (2009), ao se iniciar uma melhoria, se faz necessário medir o processo e diferenciar o que é importante do menos importante. No processo de quantificar os dados, o diagrama de Pareto tem esse papel de especificar, e isso é mensurado pela frequência de ocorrência.

O Diagrama de Pareto, é formado a partir de uma coleta de dados de um processo que é muito usado para se priorizar problemas, onde se é utilizado o critério de 80/20, onde 80% dos problemas são 20% das causas (MARSHALL JUNIOR, 2010).

2.2.3 ANALISAR

No processo de analisar, segundo Slack et al. (2009), uma das ferramentas mais conhecidas, e que pode ser utilizada, é o Ishikawa, conhecida também por diagrama de causa-efeito, é muito eficaz para se fazer uma análise e chegar na raiz do problema, pois isso é feito com base nas perguntas: “o que, onde, como e por quê”, juntamente apresentando contestações, e isso faz com que a ferramenta seja utilizada na busca de melhorias.

Com a finalidade de obter a principal causa raiz, utiliza-se a ferramenta 5 porquês, onde a resposta de cada pergunta anterior torna-se uma questão para a pergunta seguinte, e com isso fazendo o uso de 5 perguntas desde que suas respostas sejam claras e objetivas, é possível encontrar a causa raiz do problema (STICKDORN E SCHNEIDER, 2014).

2.2.4 MELHORAR

A ferramenta 5W2H é uma técnica fácil de ser utilizada e que já é aplicada a bastante tempo, e seu intuito é assegurar que as ações sejam implementadas, não deixando nenhuma dúvida de quem vai realizá-la e qual o prazo estabelecido, tornando-se compreensível para qualquer pessoa ler e entender o que está sendo realizado contendo 7 perguntas: O que? (What?); Quem? (Who?); Por que? (Why?); Onde? (Where?); Quando? (When?); Como? (How?); Quanto? (How Much?); (LENZI; KIESEL; ZUCCO, 2010).

2.2.5 CONTROLAR

A fase controlar, é a última etapa do ciclo de melhoria, na qual visa mensurar o processo melhorado e fazer o seu controle para que nada saia fora do padrão estabelecido, e para que isso ocorra, se faz necessário o uso de indicadores-chaves para realizar a medição, e principalmente demonstrar as melhorias para os operadores envolvidos, afim de que eles mantenham o processo eficaz, conforme as melhorias conquistadas (PAPA e SIMON, 2017).

3. METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido em um ambiente acadêmico nas dependências da Faculdade Integradas Einstein de Limeira, e em diversas vezes houve a necessidade de utilizar ambientes externos para que um maior número de simulações fossem realizadas, afim de buscar constantes melhorias e cumprir com as entregas do cronograma do projeto.

Com o objetivo de utilizar as ferramentas da qualidade para resolução de problemas, redução de custo, atingimento da demanda, e principalmente simular uma linha de produção na qual fosse possível vivenciar diversas dificuldades de modo que esses problemas fossem resolvidos.

Foi empregado a metodologia DMAIC, utilizando as ferramentas da qualidade em todas as etapas, e com a autonomia de criar dispositivos para facilitar e otimizar o tempo do processo de montagem, e seguindo as etapas para a fabricação de barquinhos de papel, conforme Figura 1.

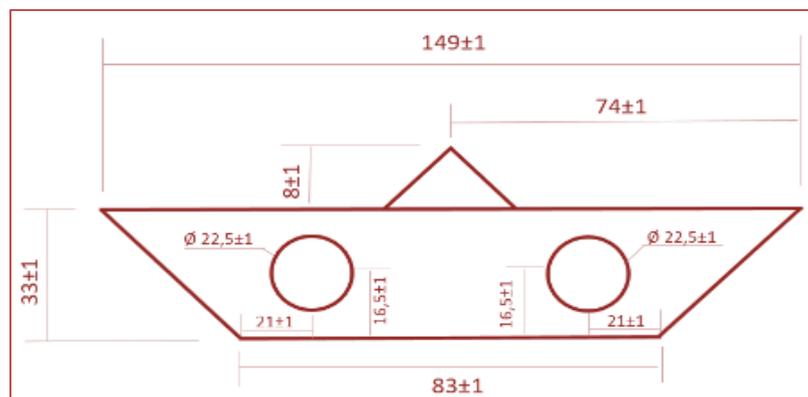
FIGURA 1 – Passo a passo para construir um barquinho.



Fonte: Autores

Além de seguir as etapas, foram estabelecidas dimensões máximas e mínimas para cada dimensão do barco (Figura 2). O sistema de produção simulado foi o em massa “empurrada”.

FIGURA 2 – Dimensões do barco.



Fonte: Autores

Para o presente projeto, poderiam ocorrer 7 possíveis “não conformidades” nomeadas de (NC-1 a NC-7) conforme quadro 1.

QUADRO 1 – Controle das Não Conformidades do Produto

Controle de qualidade no produto final	Controle de qualidade na matéria prima
NC-1: Dimensões da vela fora das especificações dimensionais (74±1; 8±1)	NC-5: Papel Rasgado
NC-2: Dimensões do barco fora das especificações (149±1; 33±1; 83±1)	NC-6: Papel Riscado
NC-3: Dimensões da escotilha fora das especificações (Esquerda: 22,5±1; 21±1; 16,5±1); (Direita: 22,5±1; 21±1; 16,5±1)	NC-7: Papel Amassado
NC-4: Dimensões dos fechamentos não pode ser maior que 1mm (Vão central da vela; Fechamento ponta do barco esquerda; Fechamento ponta do barco direita)	

Fonte: Autores

3.1. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A demanda proposta foi de produzir 28 barcos em um tempo cronometrado de 20 minutos, com isso utilizando os seguintes materiais obrigatórios: folha de papel sulfite A4, e cronômetro, sendo livre para criar qualquer dispositivo com o objetivo de auxiliar na conformação, sem pular nenhuma etapa, e, cada operador fazendo sua operação e fabricando lotes de 4 barcos.

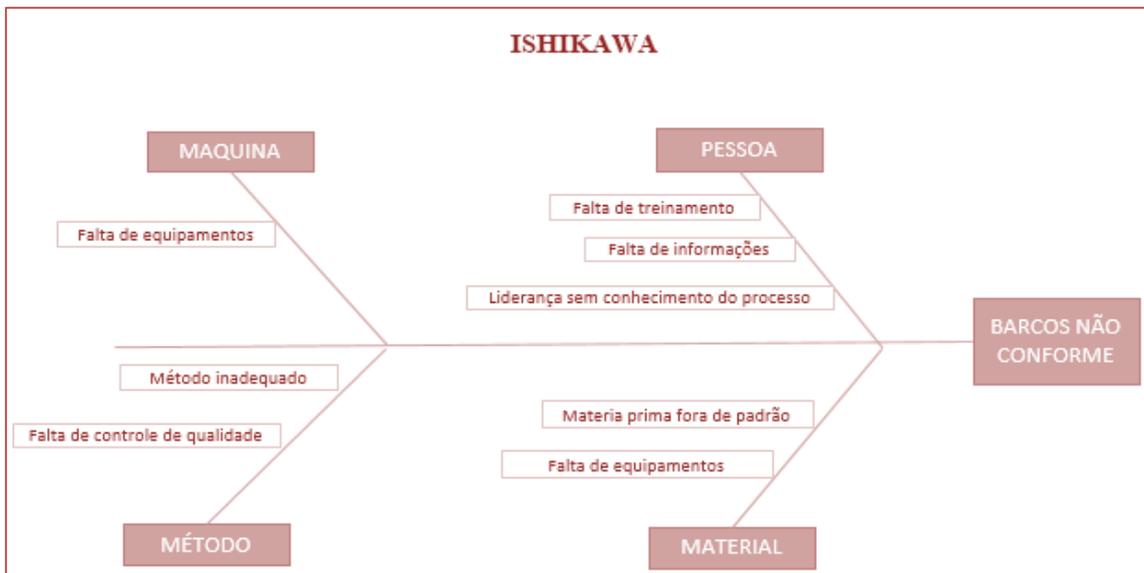
A equipe era composta por 9 integrantes, sendo 6 operadores, 1 na qualidade, 1 no cronômetro, e por fim, 1 gerente, com a função de gerenciar toda a equipe do projeto.

Após a definição da equipe foi preenchido simbolicamente um Project Charter, assim firmando o compromisso e o comprometimento de toda a equipe, e traçado um cronograma de todo o processo onde foi retratado as datas de todas as reuniões para a realização das simulações e tomar as devidas tratativas para assegurar a melhora do processo.

Antes de avançar para o próximo passo, foi feita uma coleta de dados na primeira simulação de produção, onde nela constava uma coluna com o número de barcos produzidos em 20 minutos, e todas as medidas conseguidas em todas as etapas de construção.

Na etapa medir, foi empregado o diagrama de Pareto, afim de visualizar quais não conformidades necessitariam de maior atenção da equipe. Após essa análise foi possível criar um diagrama de Ishikawa para nos auxiliar na tomada de decisão e chegar nas causas reais do problema (Figura 3).

FIGURA 3 – Diagrama Ishikawa aplicado no processo de produção do Barco.



Fonte: Autores

Na etapa analisar, foi proposto pela equipe o uso da ferramenta Brainstorming, gerando um plano de ação, seguido de mais algumas simulações, nos quais todos os dados foram coletados e novamente analisados (Quadro 2).

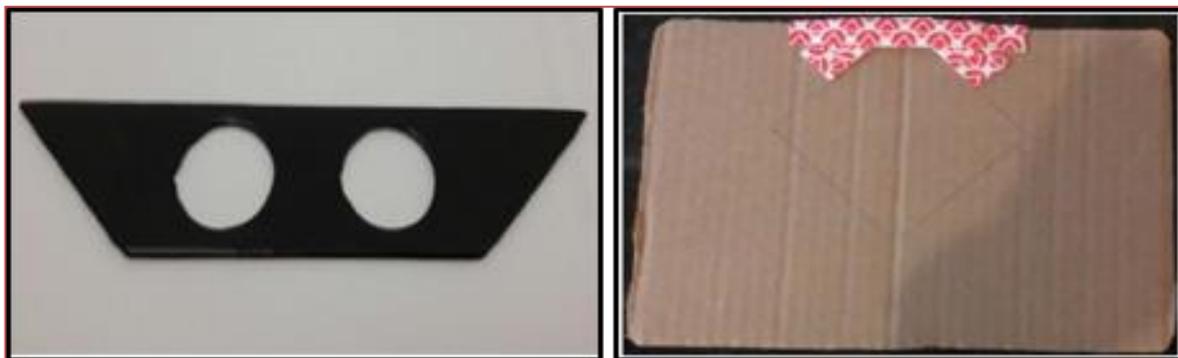
QUADRO 2 – Plano de ação

Item	Abertura	Item / Problema	Ação	Resp.	Prazo
1	26/09/18	Capacitação do time	Remanejamento do time	Qualidade	17/10/18
2	26/09/18	Amassado	Uso de ferramenta a fim de eliminar os amassados	Qualidade	17/10/18
3	26/09/18	Rasgo	Verificação do processo para avaliação do motivo do rasgo	Qualidade	17/10/18
4	26/09/18	Dimensões fora do especificado (Escotilha, vela, etc...)	Uso de gabarito e instrumentos de medição	Qualidade	17/10/18

Fonte: Autores

Colocando as ações em prática na etapa implementar, uma das estratégias foi o desenvolvimento de dispositivos para auxiliar na conformação dos barcos, conforme apresentado na Figura 4.

FIGURA 4 – Dispositivos de auxílio a construção do Barco.



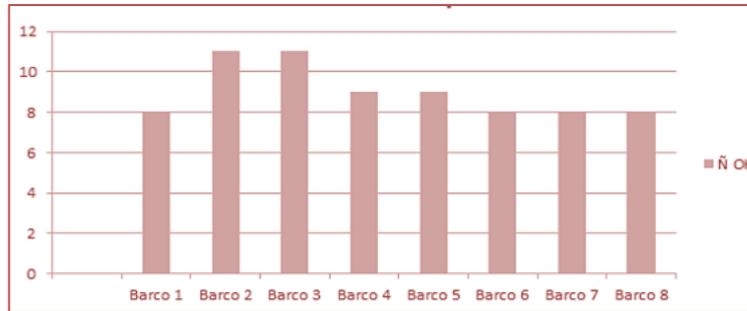
Fonte: Autores

Na etapa Controlar, além de realizar a simulação final e todo levantamento de dados e análise afim de verificar se o processo estava controlado e se havia obtido algum progresso, foi criada uma LPP (Lição ponto a ponto), com instruções informando como utilizar os dispositivos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira simulação, foram fabricados apenas 8 barcos (de um total de 28 solicitados), o que representa apenas 28% da meta estipulada. Destes 8 barcos fabricados, foi detectado uma média de 9 não conformidades por barco, como pode ser observado na Figura 5.

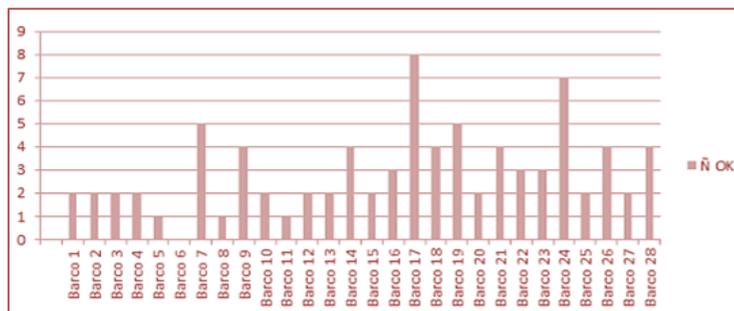
FIGURA 5 – Número de não conformidades por barco: Primeira simulação.



Fonte: Autores

Após a aplicação da metodologia DMAIC, a fim de melhorar os processos e reduzir as não conformidades, foi realizada uma simulação final, na qual foi possível atingir a meta estipulada de fabricação de 28 barcos em 20 min. Foi possível também, reduzir o número de não conformidades que foi inicialmente de 9 não conformidades por barco (primeira simulação) para 3 não conformidades por barco, como pode ser observado na Figura 6.

FIGURA 6 – Número de não conformidades por barco (Simulação final).



Fonte: Autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresetou-se eetivo ao fazer essa relação do jogo do barco com a aprendizagem dos alunos em sala de aula, colocando em prática as ferramentas da qualidade e todos os conhecimentos obtidos no até o presente momento na graduação de Engenharia de produção, somados com a disciplina de gestão da qualidade.

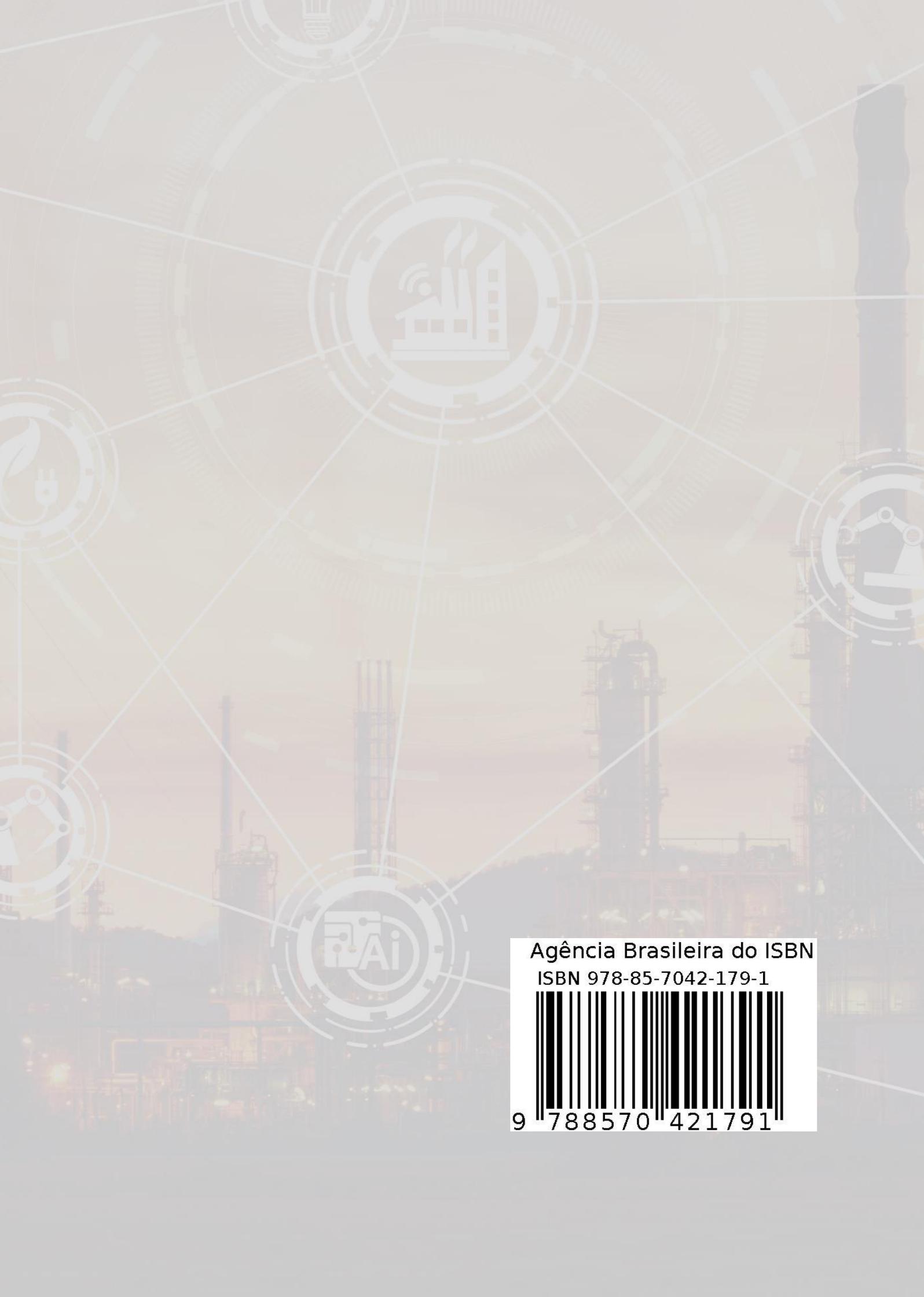
Com base no objetivo proposto e diante das ferramentas aplicadas conforme metodologia definida, pode-se concluir que a utilização de ferramentas de qualidade para controle e otimização dos resultados é imprescindível, uma vez que definido o objetivo e demanda do cliente.

O índice de tempo de fabricação e conformidade apresentou melhora considerável, uma vez que notificado a importância de treinamento do time, após alteração de funções, e várias práticas, foram alcançados a produção total dos barcos no tempo definido.

Acredita-se que resultados melhores podem ainda serem alcançados, bem como reduzir ainda mais o tempo, aumentando a produtividade e principalmente aumentando a qualidade.

REFERÊNCIAS

- [1] CARDOSO, I. M. Métodos Ativos de Aprendizagem: O Uso do aprendizagem baseada em problemas no ensino de logística e transporte, Universidade Federal de Itajubá , Itajubá , p.131, 2011.
- [2] CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [3] DUCH, B. J. et al. Problems: a key factor in PBL. Stylus Publishing,1996.
- [4] GEORGE, M. L. Lean Seis Sigma para serviços: como utilizar velocidade Lean e qualidade Seis Sigma para melhorar serviços e transações. Tradução de Carlos Henrique Trieschmiann. Rio de Janeiro, 2004.
- [5] GRAMIGNA, M. R. M. Jogos de empresa e técnicas vivenciais. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- [6] LENZI, F.C., KIESEL, M.D., ZUCCO, F.D. (org), Ação empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência. São Paulo: Editora gente, 2010.
- [7] MARSHALL JUNIOR, Isnard. Gestão da qualidade. 10ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010. 204 p.
- [8] OUCHI, Fabio Y. Estudo do DFSS (Design for Six Sigma). Dissertação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- [9] PAPA, Gabriel O; SIMON, Alexandre T. Aplicação da metodologia DMAIC para redução do consumo de energia elétrica em uma estação de tratamento de água. In: VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa PR, 2017.
- [10] SAUAIA, A. C. A. Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas contribuições para a educação gerencial. Tese de Doutorado em Administração - Universidade de São Paulo, p.272, 2000.
- [11] SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. Administração da produção. Editora Atlas, 3ª edição. São Paulo, 2009.
- [12] STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. Isto é Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, p.168, 2014.
- [13] WERKEMA, M.C.C. Criando a cultura Lean Seis Sigma. 2 ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2012.



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7042-179-1



9 788570 421791