

GESTÃO DA PRODUÇÃO EM FOCO

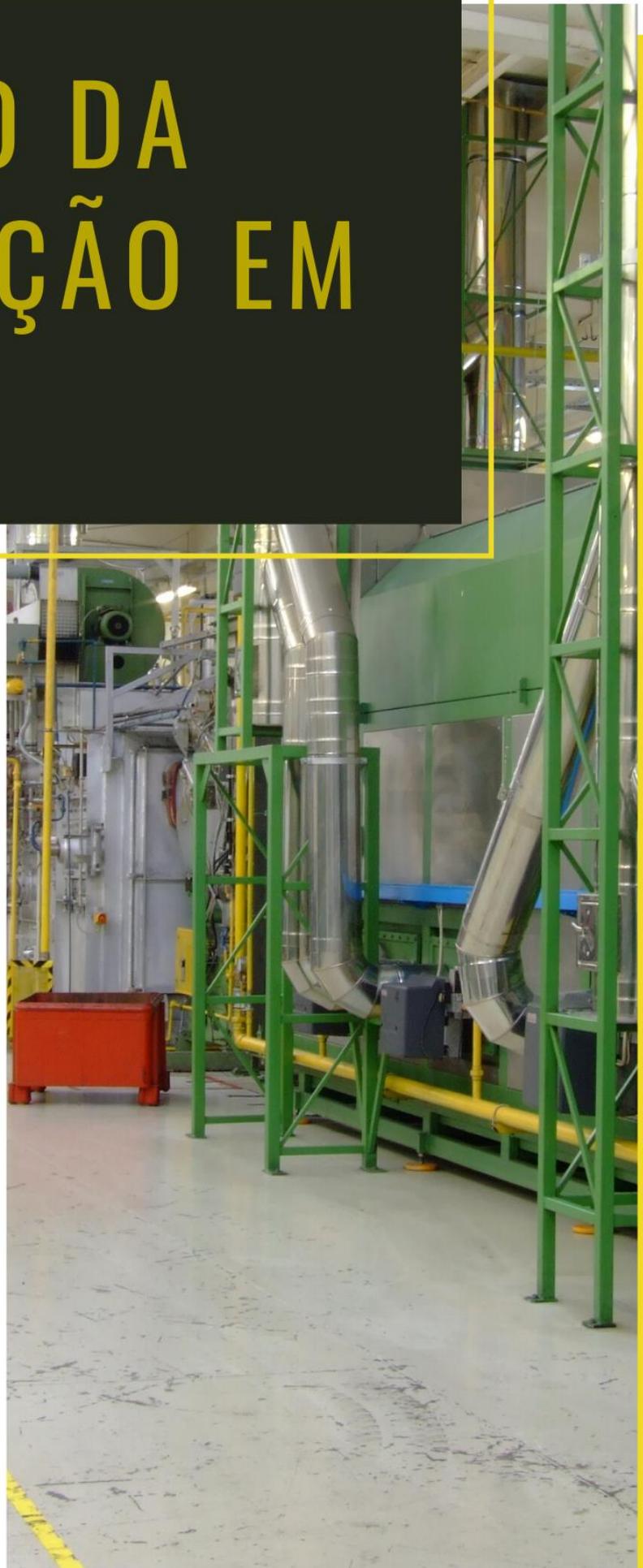
Volume

39

Ano 2020



Editora Poisson



Editora Poisson

Gestão da Produção em Foco Volume 39

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2020

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MS. 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
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393

**Gestão da Produção em Foco - Volume 39/
Organização Editora Poisson - Belo
Horizonte - MG: Poisson, 2020**

Formato: PDF

ISBN: 978-85-7042-211-8

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Gestão 2. Produção. 3. I. Título.

CDD-658

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

Baixe outros títulos gratuitamente em www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Lean Maintenance: Análise Bibliométrica 2000-2018 em busca de definição, conceitos, características e aplicações..... 07

Thiago Augusto Silva dos Reis, Fernando Celso de Campos

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.01

Capítulo 2: Análise de desperdícios em Canteiros de Obra em Mossoró/RN 20

Lívia Maria Silva Queiroz, Maria Eduarda Torres Gonçalves, Priscylla Cinthya Alves Gondim, Lycia Nascimento Rabelo Moreira

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.02

Capítulo 3: Estudo de viabilidade de estratégias de produção mais limpa em uma Indústria do Ramo da Borracha..... 28

Ana Paula Duarte Seleglim , Willian de Oliveira Fernandes

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.03

Capítulo 4: Aumento de performance em consultorias com aplicação de indicadores em Gestão Tempo 38

Jadir P. dos Santos, Allan Bizarria Leite da Silva, Dermeval Batista dos Santos

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.04

Capítulo 5: Seguir a receita à risca, “Uma faca de dois gumes”: As variáveis que influenciam no *Lead Time* de uma cozinha industrial 48

Jessica de Jesus Bernardo Manoel, Lucas Corso Varela, Martha Goulart Cassimiro, Renan Ryuji Murashita Takenaka, Vitor Guilherme Carneiro Figueiredo

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.05

Capítulo 6: Estruturação e aumento da OEE em uma linha de produção de uma Indústria de Nutrição Animal 55

Robson Luciano de Almeida, Paula Andreia Poggere Mattera, Joel Cordeiro Júnior, Maurício Bedim dos Santos

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.06

Capítulo 7: Análise do índice de eficiência global de equipamento (OEE) em uma Indústria Alimentícia no Estado de Sergipe 64

Cleberson de Jesus Gomes, Fabiane Santos Serpa, Alexandre dos Santos Santana

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.07

Capítulo 8: Engenharia de métodos: Um estudo de movimentos no processo de desenvolvimento do sistema de ignição do projeto especial Carcará Rocket Design.. 74

Natália das Neves Vidal, Raissa de Sousa Serra

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.08

SUMÁRIO

Capítulo 9: Proposta de arranjo físico em uma Auto Eletrica: Estudo de caso..... 82

Danylo de Araujo Viana, Edigelson Nascimento Silva, Rayane Felicio Campos, Aurilene Dayanne Rodrigues Duarte, Maria Jacsonilda de Lima

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.09

Capítulo 10: Aplicação combinada de técnicas de simulação na avaliação de arranjos organizacionais..... 92

Marco Túlio Domingues Costa, Emerson José de Paiva, Bráulio Frances Barcelos

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.10

Capítulo 11: Utilização da simulação a eventos discretos no Setor da Lavanderia de um Hospital Regional..... 101

Flávio Fraga Vilela, Lucas Cavallieri Segismondi, Diego Dobscha da Cruz Piedade, José Arnaldo Barra Montevechi

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.11

Capítulo 12: Compreendendo a nova Norma ISO 45001 e sua relação com a OHSAS 18001 107

Bruna de Jesus Souza, Carolina de Souza Rocha

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.12

Capítulo 13: Aplicação do método OWAS e da análise ergonômica do trabalho em uma instituição de ensino superior pública: Um estudo de caso no serviço terceirizado ... 122

Laira Melo da Cunha, Family Alvarenga dos Santos, Anna Karollyna Albino Brito

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.13

Capítulo 14: Aplicação de método multicritério para análise e diagnóstico do uso das práticas de gestão da produção e operações em empresas manufatureiras do Setor Metal-Mecânico da Região de São Luís..... 134

Lucélia Claudina Abrantes Prazeres, Abraão Ramos da Silva

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.14

Capítulo 15: Proposta e aplicação de um método para avaliação do grau de maturidade no escritório de projetos da unidade operacional de uma empresa multinacional do setor elétrico..... 144

Francisco Iranildo da Silva, Maxweel Veras Rodrigues, Alan Bessa Gomes Peixoto

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.15

SUMÁRIO

Capítulo 16: O uso de ferramentas de gerenciamento de projetos em pesquisas laboratoriais em universidades públicas 154

Eduardo Fabiano da Costa, Luís Fernando Cabeça, Marcio Florian

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.16

Capítulo 17: Produção acadêmica sobre a metodologia Seis Sigma: Um estudo bibliométrico de 2008 a 2018. 162

Maria Eduarda de Jesus Santos, Paulo Victor Santana, Renata Veloso Santos Policarpo

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.17

Capítulo 18: Aplicação da etapa planejar do MASP: Um estudo do controle de qualidade em uma empresa de corte e dobra de aço..... 179

Letícia Barbosa Brito, Ana Carla Correa, Thainá Mayara Baêta Cruz, Paulo Fernandes Sanches Junior, Luciano dos Santos Diniz

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.18

Capítulo 19: Gestão visual aplicada para a manutenção de caminhões fora de estrada em uma mineradora: Um estudo de caso..... 191

Haroldo Lhou Hasegawa, Isadora Zogbi de Lima, Márcio Dimas Ramos, Ana Carolina Oliveira Santos, Délvio Venanzi

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.19

Capítulo 20: Estudo de melhoria do ambiente produtivo por meio de ferramentas da produção em uma malharia em Itacoatiara – AM..... 199

Pablo Steven Rodrigues Rios, Moisés Israel Belchior de Andrade Coelho, Rute Holanda Lopes Alves, Marusca Wisler Iannuzzi, Aldo da Paz Rocha Junior, Jessé Garganta da Silva Domingues

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.20

Capítulo 21: Análise do processo de inspeção de matéria prima em indústria calçadista do Norte do Ceará com a utilização de ferramentas do CEP 206

Eliana de Jesus Lopes, Francisco Israel Costa Marques, Raimundo Alberto Rêgo Junior, Juliany Simplício Camelo

DOI: 10.36229/978-85-7042-211-8.CAP.21

Autores:..... 215

Capítulo 1

Lean Maintenance: Análise Bibliométrica 2000-2018 em busca de definição, conceitos, características e aplicações

Thiago Augusto Silva dos Reis

Fernando Celso de Campos

Resumo: A manutenção industrial passou a ter função estratégica nas empresas devido ao fato de ter como missão principal a garantia da melhor disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos possível. Existe uma diversidade de indicadores que permitem uma gestão

Palavras-chave: manutenção, indicadores, manutenção enxuta, Lean Maintenance, roadmap, bibliometria.

1. INTRODUÇÃO

A partir da consolidação do Sistema Toyota de Produção (STP), nas últimas décadas, que trouxe consigo o conceito de *Lean Manufacturing* (ou Manufatura Enxuta), considerado uma metodologia para a identificação e redução de desperdícios no decorrer dos processos produtivos, além do pensamento enxuto, refinando os conceitos das primeiras publicações (Womack, Jones E Ross, 1990; Womack, Jones, 1996), houve um direcionamento para eliminar todas as formas de desperdício nos processos produtivos – incluindo o desperdício nos processos de manutenção (Smith; Hawkins, 2004).

A manutenção industrial visa a garantia da melhor disponibilidade possível dos equipamentos, sendo que, otimizar os processos de manutenção aumenta o tempo disponível para melhorias adicionais e reduz os defeitos que causam *downtime*, ou seja, tempo de inatividade da produção. Como consequência disto, pode-se citar a redução de custos e melhorias na produtividade, por exemplo. É por isso que a manutenção tem sido considerada um ponto necessário para a gestão de uma organização, além de ser reconhecida como um elemento importante para a geração de receita para as organizações (Mostafa, 2015).

Com base nisso, Davies e Greenough (2010) enfatizam a necessidade de se conduzir mais pesquisas sobre a aplicação dos princípios *Lean* nas operações de manutenção. Alguns autores, como Smith (2004) e Mostafa *et al.* (2015), definem a prática de Manutenção *Lean* como um pré-requisito para o sucesso de uma jornada de implantação da produção enxuta, levando em conta o fato de aumentar a disponibilidade dos equipamentos, e consequente melhoria na produtividade das organizações. Para Smith (2004), Manutenção *Lean* também engloba mudanças fundamentais em atitudes e papéis de liderança.

O objetivo desse trabalho é obter uma visão geral sobre *Lean Maintenance* partindo-se de sua definição, os conceitos associados, suas características, bem como possíveis aplicações, por meio de uma análise bibliométrica no período de 2000 a 2018.

As próximas seções descrevem uma revisão geral sobre o tema (aspectos gerais da manutenção e uma visão geral de *lean maintenance*), depois o método de pesquisa (revisão bibliográfica preliminar e análise bibliométrica) e, por fim, os resultados e discussão da análise bibliométrica.

2. ASPECTOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Em Abramam (1999), dentre os vários temas discutidos, destacaram-se as insistentes tratativas e experiências cruzando a gestão da manutenção industrial com aspectos de implantação de qualidade e produtividade, visando a busca do aumento da disponibilidade e da confiabilidade. Nesse sentido os indicadores ocupam um espaço importante para medir essas evoluções e seus resultados alcançados.

Autores como Kardec Pinto e Xavier (2013), Tavares (1999), Tavares (1996), Mirshawka e Olmedo (1993) e Higgins (1988), apontam aspectos fundamentais da gestão da manutenção tais como os seguintes:

- Tipos de manutenção e o formato/capacitação da equipe de manutentores;
- Planejamento e organização da manutenção;
- Qualidade na manutenção;
- Práticas básicas da manutenção moderna;
- Combate aos custos de não-eficácia;
- Terceirização na manutenção: riscos e oportunidades;
- TPM – Manutenção Produtiva Total;
- Qualidade Total e a manutenção.

Kröner (1999), Palmer (1999), Kelly e Harris (1978), aprofundam diversos temas e necessidades do planejamento e controle da manutenção, destacando-se aspectos fundamentais de estruturação da área, formulários, equipe e das técnicas básicas.

Esses aspectos fundamentais auxiliam a gestão da manutenção a ter uma visão proativa dos processos buscando a otimização do uso dos recursos. E se houvesse a junção dos 5 princípios básicos do *Lean*, das ferramentas de sua implantação e da filosofia do pensamento enxuto no tocante à: tipologia de manutenção, treinamento e capacitação, gestão por indicadores, auditoria regular, boas práticas de manutenção, entre outros?

A próxima seção responde à essa indagação apresentando o *Lean Maintenance* como junção desses conceitos todos.

3. LEAN MAINTENANCE

O *Lean Maintenance* (ou manutenção enxuta) é uma operação de manutenção proativa planejando e programando as atividades de manutenção por meio de práticas de Manutenção Produtiva Total (TPM), utilizando estratégias de manutenção desenvolvidas por meio da aplicação de Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM), decisão lógica e contando com equipes habilitadas (*Self-directed*), usando o programa 5S, eventos semanais de melhoria Kaizen e manutenção autônoma com manutenedores multi-qualificados pelo uso comprometido do sistema digitalizado de ordem de serviços (O.S.) gerenciado por um sistema de manutenção (CMMS – *Computerized Maintenance Management System*) ou sistema de gestão de ativos corporativos (EAM – *Enterprise Asset Management*). Eles são apoiados por um estoque de manutenção/MRO distribuído, enxuto, que fornece peças e materiais na base *just-in-time* (JIT) e apoiado por um grupo que executa a parte de análise (RCFA – *Root Cause and Failure Analysis*) análise de causa-raiz e de falhas de engenharia de confiabilidade e manutenção, análise da eficácia de procedimento de manutenção, análise de Manutenção Preditiva (PdM) e criação de tendências e análise de resultados de monitoramento de condição (SMITH, 2004).

Ainda, para Smith (2004), o *Lean Maintenance* gera um resultado desejável, minimizando o consumo de insumos, ou seja, ele valoriza e adota princípios *Lean* para as operações de manutenção, reparo e revisão geral (MRO). Isso poderia reduzir o tempo de inatividade não programada por meio da otimização de atividades de suporte de manutenção e sobrecarga de manutenção.

Figura 1: Práticas Lean Maintenance



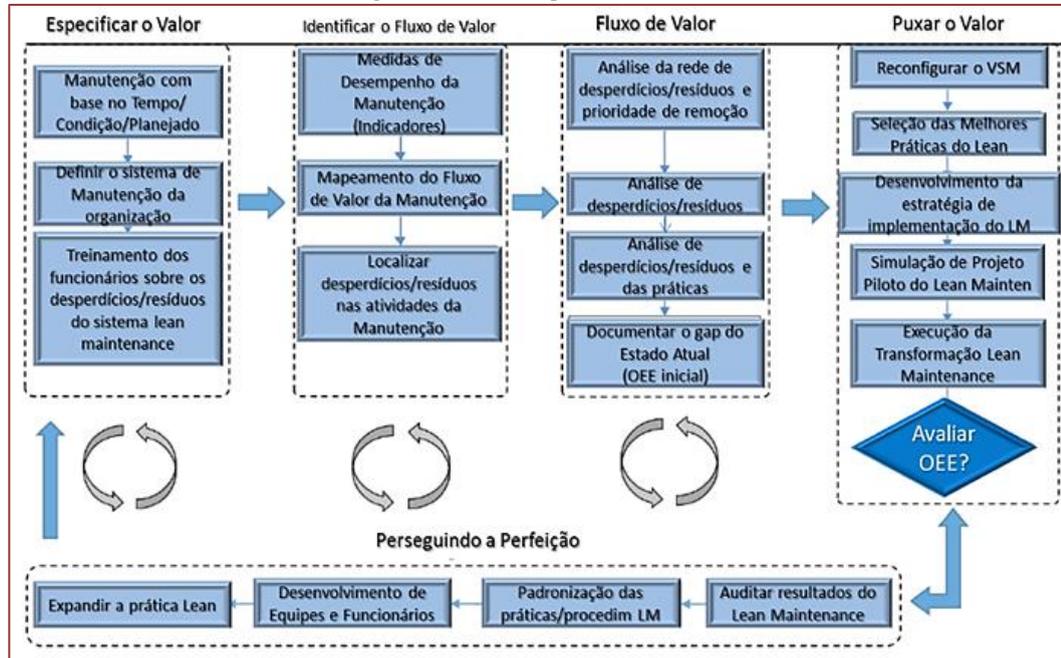
Fonte: Adaptado de Smith e Hawkins (2004)

Como verdadeira base do *Lean Maintenance*, a Manutenção Produtiva Total (TPM) deve estar estabelecida e operando de maneira eficaz para a aplicação dos princípios *Lean*. TPM é uma iniciativa para otimizar a confiabilidade e eficiência dos equipamentos, pois seus objetivos incluem a eliminação de acidentes, falhas e quebras de máquinas (Smith; Hawkins, 2004).

As ferramentas do *Lean* representam os princípios *Lean* para o processo de implementação (Mostafa; Dumrak; Soltan, 2013). Para efetivamente alcançar melhoria no *Lean Maintenance*, ferramentas-chaves do *Lean*, tais como VSM, 5S e gestão visual, precisam ser empregadas (Smith, 2004). Um conjunto completo de ferramentas *Lean* para as atividades de manutenção incluem: 5S, TPM, OEE, *Kaizen*, *Poka-Yoke*, processos de mapeamento das atividades, *Kanban*, sistema de gestão de manutenção (CMMS), sistema de gestão (EAM) de ativos e *Takt Time* (Smith, 2004; Davies, Greenough, 2010).

Mostafa, Dumrak e Soltan (2015) propuseram um roadmap para o *Lean Maintenance*, baseado nos 5 (cinco) princípios de *Lean Manufacturing*, instituídos por Womack e Jones (2003), ilustrado pela Figura 2.

Figura 2: Roadmap Lean Maintenance



Fonte: Adaptado de Mostafa, Dumrak e Soltan (2015)

Este roadmap, mostrado na Figura 2, é dividido em 5 etapas. Especificar o valor é a primeira, que foca na definição e organização do sistema de manutenção, além do treinamento dos funcionários sobre os desperdícios/resíduos do sistema. A segunda etapa é a identificação do fluxo de valor, incluindo todas as atividades e processos relacionados à manutenção. Essa fase começa com o mapeamento dos processos e consequente localização dos desperdícios, e termina com a medição dos índices de desempenho de manutenção, como disponibilidade. A terceira etapa é a análise do fluxo de valor, focando nos desperdícios e práticas, e de documentação do estado atual do processo. A quarta etapa é a de puxar o valor de todos os processos de manutenção. A evolução dos princípios *Lean* acontecem nessa fase. Esta etapa inclui a reconfiguração do fluxo de valor, além da seleção das melhores práticas *Lean* e o desenvolvimento da melhor estratégia para aplicação do *Lean Maintenance*. A quinta e última etapa consiste na busca de um processo de eliminação dos desperdícios nos processos de manutenção, que pode ser atingida com a utilização de diversas ferramentas, como a padronização das práticas e processos, treinamento do pessoal envolvido, entre outras (Mostafa; Dumrak; Soltan, 2015).

4. MÉTODO

O método de pesquisa adotado foi dividido em duas etapas: pesquisa bibliográfica preliminar e análise bibliométrica.

4.1. ETAPA 1: DETALHAMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR

Esta etapa foi composta de levantamento em anais de eventos nacionais (SIMPEP e ENEGEP), em 5 revistas nacionais (Production, Gestão & Produção, Produção Online, Gestão Industrial e GEPROS) e, por fim, uma pesquisa geral no Portal de Periódicos da CAPES. O período compreendido para esta pesquisa foi de 5 anos.

4.1.1. PESQUISA NOS ANAIS DOS EVENTOS NACIONAIS: SIMPEP E ENEGEP

Foi realizado um levantamento de publicações acerca do tema nos anais do Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), utilizando-se alguns filtros, a saber:

- Período de 5 anos de publicação entre os anos de 2013 e 2018;
- Palavras-chave utilizadas: “Lean Maintenance”, “Manutenção”, “Gestão da Manutenção”; “Plano de Manutenção”, “TPM”.

Em ambos os eventos, os artigos foram buscados, primeiramente, por área temática e, também, pelos termos presentes no título e pelas palavras-chave. A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos encontrados por evento e por ano.

Tabela 1: Quantidade de Artigos por Evento e por Ano de Publicação

Evento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Simpep	2	4	6	12	13	05	42
Enegep	10	22	13	17	10	06	78
							120

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 2 apresenta o enfoque dos artigos coletados nos Eventos Nacionais.

Tabela 2: Enfoque dos Artigos Coletados – Simpep e Enegep

	Gestão / Planejamento da Manutenção	Total Productive Maintenance (TPM)	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Lean	Padronização da Manutenção	Métodos de Manutenção	Tomada de Decisão / Manutenção Estratégica
Gestão / Planejamento da Manutenção	47	2	1	-	-	4	1
Total Productive Maintenance (TPM)	-	19	2	-	-	-	1
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	-	-	9	-	-	-	-
Lean	-	-	-	-	-	4	-
Padronização da Manutenção	-	-	-	-	1	-	-
Métodos de Manutenção	-	2	-	-	-	21	1
Tomada de Decisão / Manutenção Estratégica	1	-	-	-	-	1	3

Fonte: Autoria própria

4.1.2. PESQUISA NAS REVISTAS NACIONAIS

Em um segundo momento, foi realizado um levantamento dos artigos publicados nas revistas nacionais Production, Gestão & Produção, Produção Online, Gestão Industrial e GEPROS, utilizando-se alguns filtros, a saber:

- Período de 5 anos de publicação entre os anos de 2013 a 2018;
- Palavras-chave utilizadas: “Lean Maintenance”, “Manutenção”, “TPM”, “Gestão da Manutenção”.

A Tabela 3 apresenta a quantidade encontrada de artigos por revista e por ano de publicação.

Tabela 3: Quantidade de Artigos por Revista e por Ano

Revista	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total por revista
Production	1	1	-	-	-	-	2
Gestão & produção	-	-	-	-	-	-	-
Gestão industrial	-	-	1	-	-	1	2
Produção online	-	1	2	1	-	-	4
Gepros	-	-	-	-	-	-	-
Total por ano	1	2	3	1	-	1	8

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 4 apresenta o enfoque dos artigos coletados na busca por publicações em revistas nacionais da área.

Tabela 4: Enfoque dos artigos coletados – Revistas Nacionais

	Gestão / Planejamento da Manutenção	Total Productive Maintenance (TPM)	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Lean	Padronização da Manutenção	Métodos de Manutenção	Tomada de Decisão / Manutenção Estratégica
Gestão / Planejamento da Manutenção	4	-	-	-	-	-	-
Total Productive Maintenance (TPM)	-	2	-	-	-	-	-
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	-	-	-	-	-	-	-
Lean	-	-	-	-	-	-	-
Padronização da Manutenção	-	-	-	-	-	-	-
Métodos de Manutenção	-	-	-	-	-	1	-
Tomada de Decisão / Manutenção Estratégica	-	-	-	-	-	1	-

Fonte: Autoria própria.

4.1.3. PESQUISA NO PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES

Foi realizado, também, um levantamento preliminar geral dos artigos internacionais pelo Portal de Periódicos da CAPES utilizando-se alguns filtros, a saber:

- Período de 5 anos de publicação entre os anos de 2013 a 2018;
- Palavras-chave combinadas utilizadas: “Lean Maintenance”, “Manutenção”, “TPM”
- Artigos revisados por pares das seguintes bases de dados: Web of Science, Science Direct e Scopus.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de artigos encontrados por Journal e por ano de publicação.

Tabela 5: Quantidade de Artigos por Journal e por Ano.

Journal	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total por Journal
Journal of Manufacturing Technology Management	1	1	-	2	-	1	5
The International Journal of Advanced Manufacturing Technology	-	-	-	1	1	-	2
Open Engineering	-	-	-	1	-	-	1
3C Tecnología	-	-	-	1	-	-	1
Journal of Quality in Maintenance Engineering	-	-	-	1	1	-	2
Physics Procedia	-	1	-	-	-	-	1
Procedia Manufacturing	-	-	1	-	-	-	1
International Journal of System Assurance Engineering and Management	2	-	-	-	1	-	3
Intangible Capital	1	-	-	-	-	-	1
MATEC Web of Conferences	-	-	-	-	1	1	2
Production & Manufacturing Research	-	-	1	-	-	-	1
International Journal of Productivity and Performance Management	-	-	-	-	-	1	1
Mechanical Series (Technical University of Ostrava)	-	-	-	1	-	-	1
International Journal of Lean Six Sigma	-	-	-	1	-	-	1
Energies	-	-	-	-	1	-	1
Proceedings of the 19 th World Congress The International Federation of Automatic Control	-	1	-	1	-	-	2
Total por ano	4	3	2	9	5	3	26

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 6 apresenta o enfoque dos artigos coletados no Portal de Periódicos da CAPES.

Tabela 6: Enfoque dos artigos coletados – Portal de Periódicos da CAPES

	Gestão / Planejamento da Manutenção	Total Productive Maintenance (TPM)	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Lean	Padronização da Manutenção	Métodos de Manutenção	Tomada de Decisão / Manutenção Estratégica
Gestão / Planejamento da Manutenção	-	-	-	-	-	-	-
Total Productive Maintenance (TPM)	-	12	1	-	-	2	-
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	-	1	-	-	-	-	-
Lean	3	-	-	-	-	7	-
Padronização da Manutenção	-	-	-	-	-	-	-
Métodos de Manutenção	-	-	-	-	-	-	-
Tomada de Decisão / Manutenção Estratégica	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria.

4.2. ETAPA 2: DETALHAMENTO DA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A etapa da análise bibliométrica foi realizada mediante definição de critérios de pesquisa, com apoio de um software (BibExcel) e apresentação dos resultados no MS-Excel e UCINET.

Para Araújo (2006), a bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico, sendo a área mais importante da bibliometria a análise de citações. Ruas e Pereira (2014) apresentam exemplos de indicadores bibliométricos como o número de artigos publicados, o impacto medido pelo número total de citações recebidas, a instituição, o país e o periódico da publicação.

Como apoio para efetuar a análise estatística, podem ser utilizados softwares para buscar, extrair e visualizar os dados. Para buscar os dados, foram empregadas ferramentas do repositório de publicações científicas (bases de dados), e para extrair os dados pode ser usada a ferramenta BibExcel e para visualizar os dados e a formatação dos gráficos podem ser utilizadas ferramentas como o MS-Excel e UCINET. Devem ser considerados, como publicações válidas para pesquisa, os artigos de periódicos e de eventos, excluindo-se capítulos de livros, editoriais e relatórios (PERUCCI; CAMPOS, 2017).

A etapa da análise bibliométrica é descrita em detalhes a seguir, destacando-se que o período considerado foi de 18 anos.

4.2.1. LEVANTAMENTO E SELEÇÃO DE ARTIGOS

De maneira similar ao processo de levantamento de artigos realizado para a pesquisa bibliográfica, foi realizada uma seleção mais específica e cuidadosa pelas bases de dados Scopus, Web of Science, ScienceDirect e IEEEEXPlore, coletando artigos que tratassem mais especificamente de Lean Maintenance, utilizando-se alguns filtros, a saber:

- Período de publicação: 2000 a 2018;
- Palavras-chave: “Lean Maintenance”;
- Artigos e publicação de eventos.

Desta maneira, foram coletados e selecionados 43 artigos que abordam o Lean Maintenance e suas variações. A Tabela 7 apresenta a quantidade de artigos encontrados por ano, nas bases de dados, que serão utilizados na análise bibliométrica.

Tabela 7: Quantidade de Artigos levantados por Ano nas bases de dados

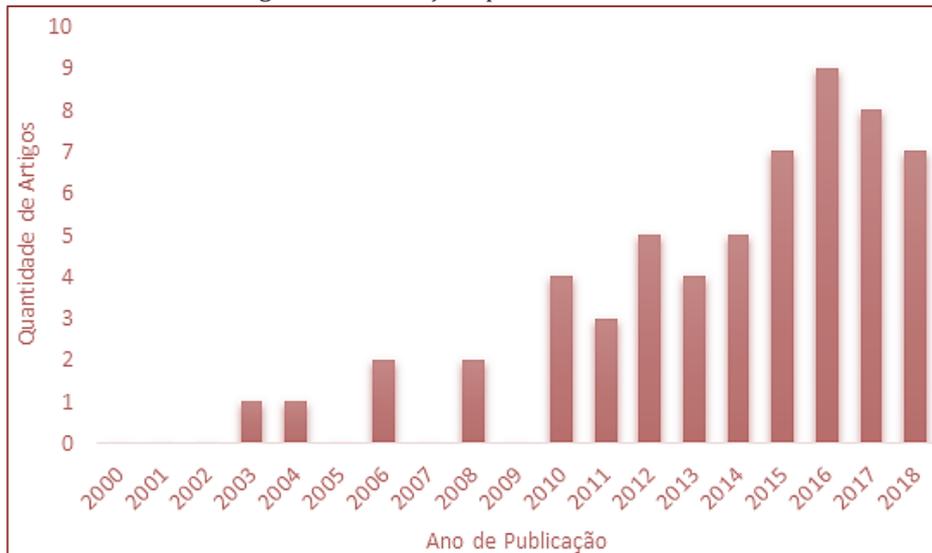
Ano	Qtde.	Ano	Qtde.
2018	7	2009	1
2017	6	2008	1
2016	8	2007	0
2015	7	2006	1
2014	3	2005	0
2013	1	2004	1
2012	3	2003	1
2011	1	2002	0
2010	2	2001	0
		2000	0

Fonte: Autoria própria.

Após o levantamento dos 43 artigos no portal CAPES, explicado anteriormente, alguns outros foram adicionados à amostra de artigos submetida à análise bibliométrica. A coleta de publicações nos eventos nacionais – Simpep e Enegep – forneceu 4 artigos que tratavam do Lean Maintenance e suas variações, sendo 3 (três) retirados dos anais do Simpep e 1 (um) do Enegep.

Além disso, analisando as referências citadas nos artigos selecionados, por meio da técnica ‘bola-de-neve’, houve a adição de outros 11 (onze) artigos que apresentam aderência ao tema, totalizando um montante de 58 artigos que foram submetidos ao processo de análise bibliométrica. A Figura 3 apresenta o gráfico de publicações por ano presentes na amostra.

Figura 3: Publicações por Ano da Amostra



Fonte: Autoria própria.

Após a seleção dos 58 artigos da amostra, todos os registros e dados bibliométricos foram organizados, seja automaticamente extraídos das bases de dados, ou manualmente, no formato de texto sem formatação. Para a análise bibliométrica, são levantadas e padronizadas algumas informações sobre os artigos, para o tratamento bibliométrico, com auxílio do software BibExcel.

Extraídos e organizados os dados bibliométricos da amostra, definiu-se os seguintes critérios de pesquisa para o tratamento bibliométrico: o ano de publicação, o evento e/ou periódico de publicação, os autores e seus países de filiação, as palavras-chave, o idioma e as referências citadas. Com auxílio do software UCINET, foi possível analisar a relação de co-citação entre os artigos selecionados para a amostra.

A próxima seção apresenta os resultados gerais dessa pesquisa e discutem-se alguns pontos relevantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Definidos os critérios de pesquisa e analisados os dados, pôde-se notar algumas tendências acerca da amostra de publicações selecionada. Como mostrado no gráfico da Figura 3, há um crescente número de publicações a partir do ano de 2010, sendo o ano de 2016 o período com maior número de artigos publicados, apesar de ainda não ser um tema tão pesquisado quantitativamente. Nos anos anteriores, há publicações pontuais, precedentes à consolidação do termo “Lean Maintenance” nos estudos.

Apenas 3 (três) periódicos possuem mais de um artigo na amostra analisada: o International Journal of Lean Six Sigma, o Journal of Quality in Maintenance Engineering, ambos da Coleção de Periódicos Eletrônicos de Operações, Logística e Qualidade da Emerald, e o Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, periódico polonês publicado pela Sociedade de Manutenção da Polônia e patrocinado pela Academia Polonesa da área de Ciências. Tratando-se de Eventos e Conferências da área, apenas o Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e a International Conference on Quality Reliability, Risk, Maintenance and Safety Engineering possuem mais de um artigo analisado.

Dos artigos selecionados, 52 (89,7%) são publicados em inglês, 5 (8,6%) em português, e apenas um (1,7%) em mandarim.

Analisou-se, também, o país de filiação dos autores dos artigos. Há pesquisadores de 29 países com publicações sobre o tema nesta amostra. China, Portugal e Reino Unido são os países que mais se destacam em número de pesquisa na área do Lean Maintenance. Outros países, como Irã, Marrocos e África do Sul também apresentam considerável representatividade na área. A Tabela 8 apresenta a relação de país de filiação dos autores.

Tabela 8: País de Filiação dos Autores

País	Nº Autores	País	Nº Autores
China	24	Sri Lanka	3
Brasil	18	Irlanda	3
Portugal	17	Itália	3
Reino Unido	16	Suécia	2
Irã	9	Chile	2
Marrocos	8	Canadá	2
África do Sul	8	Finlândia	2
Austrália	6	Montenegro	2
EUA	6	Holanda	2
Eslovênia	5	Índia	2
Egito	5	Argélia	2
Alemanha	4	Polônia	1
Sérvia	4	Romênia	1
Dinamarca	3	Arábia Saudita	1

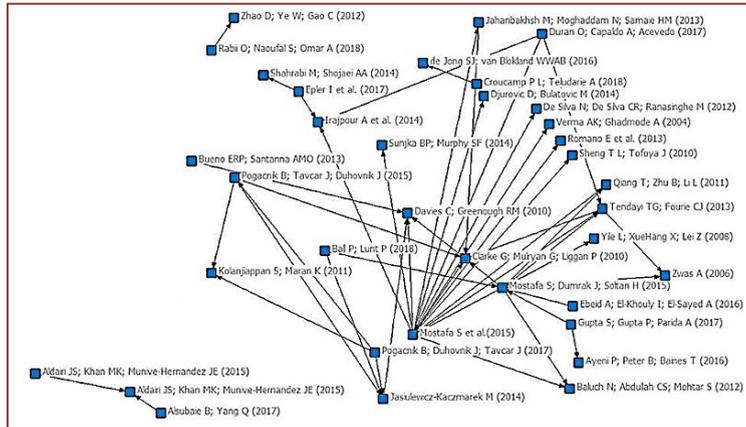
Fonte: Autoria própria.

Vale ressaltar que o Brasil apresenta destaque na amostra, com considerável número de autores, pelo fato de ter tido artigos buscados diretamente nos anais de dois dos seus maiores eventos da área de Engenharia de Produção, o SIMPEP e o ENEGEP. Tratando-se de publicações em periódicos e revistas, nota-se uma escassez de pesquisa brasileira na área.

Dos 157 autores da amostra, 147 apresentam uma publicação na amostra selecionada. J.S. Aldairi, J. Duhovnik, J. Dumrak, C.J. Fourie, M.K. Khan, S. Mostafa, J.E. Hernandez, B. Pogačnik, H. Soltan e J. Tavčar possuem 2 (dois) artigos de sua autoria analisados nesta pesquisa.

A Figura 4, desenvolvida com auxílio do software UCINET, mostra a relação de co-citação entre os artigos selecionados na amostra.

Figura 4: Mapa de Co-citação entre as Publicações da Amostra



Fonte: Autoria própria

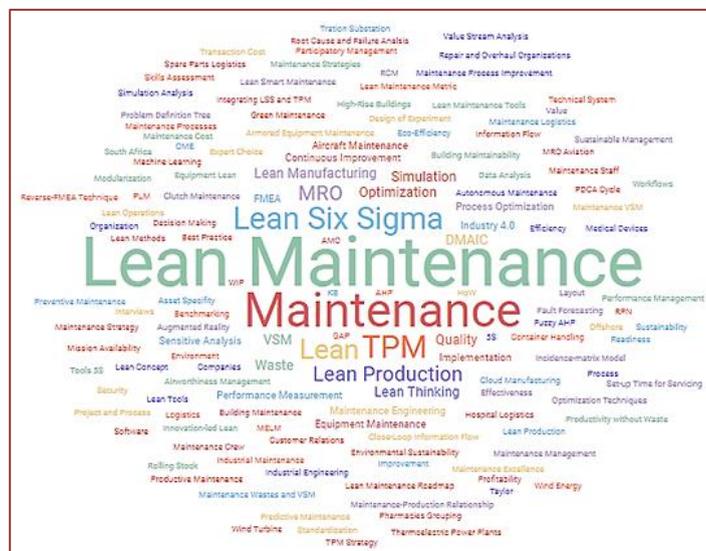
Nota-se uma centralidade dos artigos de Mostafa et al. (2015), Mostafa, Dumrak e Soltan (2015) e Clarke, Mulryan e Loggan (2010) sobre as publicações analisadas.

Mostafa et al. (2015) revisam o conceito de Lean Maintenance, desenvolvendo um processo para adotar princípios Lean nos processos de manutenção. Mostafa, Dumrak e Soltan (2015) identificam e documentam estratégias e atividades de manutenção, além de desenvolverem um roadmap para a implementação do Lean Maintenance, mostrado anteriormente na Figura 2. Clarke, Mulryan e Loggan (2010) apresentam a aplicação da abordagem Lean Maintenance em uma indústria farmacêutica, evidenciando as mudanças resultadas pela implantação da metodologia, como redução de falhas e melhorias na produtividade.

A busca por otimização dos processos de manutenção e pelo aumento dos índices de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos denota a importância e funcionalidade do Lean Maintenance para o bom funcionamento das organizações. Percebe-se uma predominância do estudo de Manutenção Lean na área militar e de aviação.

Analisando-se as palavras-chave, pode-se notar a predominância de alguns assuntos sobre a amostra. A Figura 5 apresenta a relação das palavras-chave, em formato de nuvem de palavras, realizado com auxílio do aplicativo Infogram.

Figura 5: Nuvem de Palavras-Chave da Amostra



Fonte: Autoria Própria

Os termos em destaque, como ‘Maintenance’, ‘Lean Six Sigma’, ‘TPM’, ‘MRO’, ‘Lean Production’ e ‘Lean Manufacturing’ evidenciam a importância da metodologia Lean Maintenance nas áreas de produção e de aviação, além da própria área de manutenção,

As referências citadas em cada um dos artigos também foram analisadas. Ao todo, houve o registro de 1389 referências nos 58 artigos da amostra, com considerável destaque de 10 referências mais citadas, conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9: Relação de Referências mais Citadas

Autores	Ano	Título	Nº DE Citações
R. Smith / b. Hawkins	2004	Lean maintenance: reduce costs, improve quality and increase market share	13
J.p. Womack / d.t. Jones / d. Roos	1990	The machine that changed the world	8
P. Ayeni et al.	2011	State-of-the-art of 'lean' in the aviation maintenance, repair and overhaul industry	8
R. Shah / p.t. Ward	2003	Lean manufacturing: context, practices bundles, and performance	8
T. Ohno	1988	Toyota production system: beyond large-scale production	8
J.p. Womack / d.t. Jones	1996	Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation	8
J. P. Womack / d.t. Jones	2003	Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation	5
C. Davies / r.m. Greenough	2010	Measuring the effectiveness of lean thinking activities within maintenance	5
D.f.x. Mathaisel	2005	A lean architecture for transforming the aerospace maintenance, repair and overhaul (mro) organisations	5
G. Clarke / g. Mulryan / p. Liggan	2010	Lean maintenance - a risk-based approach	5
R. Smith	2004	What is lean maintenance?	5

Fonte: Autoria própria.

A obra “Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share”, de Smith e Hawkins (2004), é a referência mais citada nas pesquisas da amostra analisada e uma das mais completas publicações sobre o Lean Maintenance. Fornece detalhadamente as fases de implementação da Manutenção Lean, assim como suas características, metodologias e práticas, antes mesmo da disseminação do pensamento enxuto em práticas de manutenção.

Womack e Jones são os autores mais citados, pela grande e notória pesquisa na área do pensamento e métodos Lean. As obras “The Machine that Changed the World” (1990), de autoria conjunta com Daniel Roos, e “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation” baseiam-se na conceituação e refinamento do termo e pensamento Lean.

A pesquisa de Ayeni et al. (2011) estabelece a percepção comum do Lean pela indústria de manutenção, reparo e revisão geral (MRO). Algumas questões e desafios são destacados, incluindo os equívocos que decorrem da transferência direta da percepção do Lean de outros setores industriais para o da indústria de MRO aeroespacial. Também se discute os facilitadores e inibidores do Lean dentro da aviação.

A obra “Lean Manufacturing: context, practices bundles, and performance” examina os efeitos de alguns fatores contextuais sobre a probabilidade de implementar práticas típicas dos sistemas de produção enxuta.

Outra obra muito citada, de Taiichi Ohno (1988), “Toyota Production System: beyond large-scale Production” mostra as experiências e inovações que caracterizam o sistema dentro do contexto histórico no qual ele foi criado, desenvolvido e aplicado.

6. CONCLUSÃO

De fato, a manutenção tem sido considerada um ponto-chave para a gestão e o bom funcionamento de uma organização, assim como um elemento importante para a geração de receitas. Por aumentar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos, reduzindo tempo de inatividade e, conseqüentemente, aumentando a produtividade, cada vez mais busca-se a aplicação de práticas Lean na área. O aumento do número de publicações sobre o tema na última década, deixa claro este fato, no âmbito internacional, de 6 artigos publicados entre os anos de 2000 e 2009, para 52 artigos publicados entre os anos de 2010 e 2018, sendo o pico em 2016 com 9 artigos publicados.

O Lean Maintenance, como detalhado nesta pesquisa, valoriza a adoção de princípios Lean para as operações de manutenção, visando a eliminação de desperdícios durante os processos e redução de acidentes, falhas e quebras de maquinários, aspectos suportados pelas práticas da Manutenção Produtiva Total (TPM).

O roadmap de Mostafa, Dumrak e Soltan (2015) pode ser um aliado para maiores desenvolvimentos, pesquisas e aplicações da metodologia, por assimilar os princípios do Lean Manufacturing para o processo de implementação.

A revisão bibliográfica mostra uma significativa escassez de publicações e pesquisas voltadas para a aplicação do pensamento enxuto nas operações de manutenção, principalmente em nível nacional, sendo cerca de 5 artigos encontrados nos último 10 anos.

Pelo fato de alguns autores definirem a prática de Manutenção Lean como um pré-requisito para o sucesso de uma produção enxuta, ressalta-se a importância de pesquisa e desenvolvimento da metodologia para disseminação da prática. Estudos futuros poderiam buscar a implantação efetiva do roadmap de Mostafa, Dumrak e Soltan (2015).

REFERÊNCIAS

- [1] Abraman (1999). Principais ferramentas da qualidade para a manutenção e a produção. In: Anais do Seminário da Regional V, São Paulo da Associação Brasileira de Manutenção.
- [2] Araújo, C. L. Bibliometria: Evolução Histórica e questões atuais. Revista Em Questão, Porto Alegre, v. 12, n.1, p. 11-32, 2006.
- [3] Ayeni, P et al. State-of-the-art of 'Lean' in the Aviation Maintenance Repair Overhaul Industry. Journal of Engineering Manufacture, v.225, no. 11, pp.2108-2123, 2011.
- [4] Davies, c.; Greenough, R.M. Measuring the effectiveness of lean thinking activities within maintenance, 2010.
- [5] Higgins, L. R. Maintenance Engineering Handbook, São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- [6] Kardec Pinto, A.; Xavier, J.N. Manutenção – função estratégica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 440 p., 2013.
- [7] Kelly, A.; Harris, M. J. Administração da manutenção industrial. Rio de Janeiro: IBP, 1978.
- [8] Kröner, W. Produtividade e Qualidade na Manutenção. Apostila de Treinamento do Geman/Abraman, 1999.
- [9] Mirshawka, V.; Olmedo, N. L. Manutenção: combate aos custos da não-eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994.
- [10] Mostafa et al. Lean thinking for a maintenance process. Production & Manufacturing Research. V.3, 2015.
- [11] Mostafa. S.; Dumrak, J.; Soltan, H. A framework for lean manufacturing implementation. Production & Manufacturing Research. V. 1, P. 44-64, 2013.
- [12] Mostafa. S.; Dumrak, J.; Soltan, H. Lean Maintenance Roadmap. Procedia Manufacturing. V. 2, P. 434-444, 2015.
- [13] Ohno, T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, 1ª ed. Cambridge: Productivity PR, 143 p., 1988.
- [14] Palmer, D. Maintenance planning and scheduling handbook. New York: McGraw-Hill, 1999.
- [15] Perucci, C.C.; Campos, F.C. Técnicas de qualidade aplicadas em software: um estudo bibliométrico. Revista de Ciência & Tecnologia • v. 19, n. 38, p. 5-15 • 2016.

- [16] Ruas, T. L.; Pereira, L. Como construir indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação usando Web of Science, Derwent World Patent Index, Bibexcel e Pajek? *Perspectivas em Ciência da Informação*. Escola de Ciência da Informação da UFMG, Belo Horizonte, 2014.
- [17] Smith, R. What is Lean Maintenance? Elements that need to be in place for success. *Maintenance Technology*, p. 15-21, 2004.
- [18] Smith, R.; Hawkins, B. *Lean Maintenance*. Butterworth-Heinemann, 2004.
- [19] tavares, L.A. *Excelência da manutenção: estratégias para otimização e gerenciamento*. Salvador: Ed. Casa da Qualidade, 1996.
- [20] Tavares, L.A. *Administração moderna da manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.
- [21] Womack, J. P.; Jones, D. T. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. London: Simon and Schuster, 2004.
- [22] Womack, J. P.; Jones, D. T.; ROOS, D. *A Máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

Capítulo 2

Análise de desperdícios em Canteiros de Obra em Mossoró/RN

Lívia Maria Silva Queiroz

Maria Eduarda Torres Gonçalves

Priscylla Cinthya Alves Gondim

Lycia Nascimento Rabelo Moreira

Resumo: O presente artigo tem por objetivo avaliar, analisar e comparar as condições dos canteiros de obra e os mais frequentes tipos de desperdícios detectados em duas construções, de um prédio residencial feito pela empresa REPAV e de um domicílio particular, localizadas na cidade de Mossoró/RN. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para identificar estudos acerca da incidência de desperdícios na construção civil. Na sequência, desenvolveram-se estudos de caso nos dois canteiros de obras por meio da análise “in loco” das edificações e aplicação de entrevistas semiestruturadas para o levantamento dos principais tipos de perdas. Por fim, foi realizada uma análise comparativa entre os dois canteiros e os resultados apontaram que a construção da residência particular apresentou os maiores índices de desperdícios. Contudo, as empresas podem reavaliar seus métodos de trabalho com base num modo de produção construtiva mais enxuta, conduzindo-as à redução do desaproveitamento do tempo de trabalho, mão de obra e materiais.

Palavras-chaves: Perdas; Construção civil; Desperdício; Canteiro de obras.

1. INTRODUÇÃO

Com a atual preocupação em relação ao esgotamento dos recursos não renováveis utilizados ao longo das etapas de produção, o desperdício de material ganha dimensões ainda maiores, resultando na busca do desenvolvimento sustentável, onde o ser humano passa a utilizar os recursos naturais pensando nas gerações futuras (SANTOS; LIMA, 2007).

Segundo Souza (2005), a construção civil responde por cerca de 15% do Produto Interno Bruto (PIB). Apesar desta importância, a construção sempre apresentou um ponto negativo: grande quantidade de matéria-prima desperdiçada. Portanto, sempre que se discute desenvolvimento sustentável, ou se fala em desperdício de materiais, o setor da construção civil é colocado em destaque. Por isso, cobra-se cada vez mais a busca pelo uso racional e eficiente desses recursos. Contudo, é importante ter em mente que perdas são características de qualquer processo de produção e que cabe aos profissionais da área entendê-las, tanto em termos quantitativos quanto de suas causas, para subsidiar suas decisões sobre como atuar para evitar que esses índices se elevem mais do que o necessário (SOUZA, 2005).

Hoje o desafio de sustentabilidade na construção é um tema muito importante, sendo esse um grande causador de impactos ambientais durante seu processo. Estima-se que em um metro quadrado de construção de um edifício são gastos em torno de uma tonelada de materiais, demandando grandes quantidades de cimento, areia, brita, etc. Ainda são gerados resíduos devido às perdas ou aos desperdícios neste processo; mesmo que melhore a qualidade do processo, sempre haverá perda e, portanto, resíduos, alguns canteiros de obras em Brasília-DF estimaram uma média de geração de entulho de 0,12Ton/m². (SOUZA, 2005, p. 13).

Face ao exposto, o presente trabalho visa desenvolver um projeto de pesquisa para a análise das condições de canteiros de obras no município de Mossoró/RN. Foram avaliadas as ocorrências, os momentos de incidência e a origem das perdas, e tendo conhecimento dos insumos desperdiçados, possibilitou a observação da influência do desperdício de insumos na construção civil sobre o andamento das construções, para que seja possível repensar a respeito do desenvolvimento sustentável nas construções.

Na seção 1 está presente a introdução do presente artigo. As seções 2 e 3, respectivamente, apresentam o referencial teórico e a metodologia em que foram embasados a pesquisa realizada. A seção 4 expõe todos os resultados encontrados e na 5 estão relatadas as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Sabe-se que a Construção Civil se destaca por ser um dos setores onde o desperdício é maior. Chega-se a afirmar que com a quantidade de materiais e mão-de-obra desperdiçados em três obras, é possível a construção de outra idêntica, ou seja, o desperdício atingiria um índice de 33%. (GROHMANN, 1998)

Não há sentido algum ao se falar em qualidade na obra ou produtividade no processo construtivo, quando não se realiza o planejamento do local onde os serviços de produção da construção acontecem. Vale ressaltar que é notável a existência de um grande potencial de retorno em qualidade na obra com implantação de melhorias dos canteiros. (SOUZA, 2000, p. 105). Como pode-se observar, além de um projeto bem elaborado, os canteiros de obras precisam ser contemplados por uma organização física, sendo fundamental para a otimização dos serviços e estocagem correta dos materiais, evitando assim o desperdício de materiais e de tempo.

2.2. PERDAS

O conceito de perdas na construção civil é, com frequência, associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, para Santos et al (1996) as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação.

A classificação adotada neste trabalho partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), adaptando-o para a construção civil. Cinco tipos de perdas foram identificadas no decorrer da pesquisa:

- a) Perdas por superprodução: refere-se às perdas que ocorrem devido à produção em quantidades superiores às necessárias.
- b) Perdas por transporte: as perdas por transporte estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um layout ineficiente.
- c) Perdas no processamento em si: têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada deles. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos.
- d) Perdas nos estoques: estão associadas à existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros na orçamentação, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição deles. Também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais.
- e) Perdas no movimento: decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados etc.

2.3. ARMAZENAMENTO DE MATERIAL

Segundo o Portal de conteúdo do Instituto da Construção (2018), na construção civil são vários os elementos que precisamos nos preocupar: projeto, orçamento, mão-de-obra, etapas a serem cumpridas, acabamento, entre outros. Mas, o que muitos esquecem na hora de construir são os materiais – e como serão armazenados. A seguir são mostradas as formas corretas de armazenamentos de alguns materiais segundo o Portal.

- a) Peças de aço: Devem ser armazenados de forma a evitar distorções e a deterioração ou corrosão do próprio material. Aços de classes e tamanhos diferentes devem ser armazenados separadamente. Se as barras de reforço precisarem ser armazenadas durante um longo período, empilhe-as pelo menos 150mm acima do nível do solo.
- b) Cimento: Deverá ser armazenado o cimento num local seco e à prova de umidade para que não endureça. Os sacos de cimento não devem ser empilhados diretamente no chão, para que o material não absorva umidade. Coloque-os em cima de tábuas de madeira, de modo que eles fiquem 150mm a 200mm acima do chão. Mantenha um espaço de 600 mm entre as paredes e as pilhas. A altura da pilha não ultrapassar 10 sacos e a largura não deve ter mais de 3 metros.
- c) Agregados: Para que não haja contaminação pelo solo, devem ser armazenados em um local seco e nivelado. Se uma superfície com essas características não estiver disponível, prepare uma plataforma com tábuas ou chapas de ferro corrugado antigas, ou ainda uma fina camada de concreto para evitar a mistura com argila, poeira e outras substâncias. Mantenha uma distância suficiente entre pilhas de agregados finos e grossos, para evitar que o material nas bordas das pilhas se misture. No caso dos agregados finos, empilhe-os em um lugar onde a incidência de vento seja baixa para evitar perdas.
- d) Blocos de concreto: Assim como os tijolos, os blocos de concreto também devem ser armazenados perto do local de trabalho dos funcionários para facilitar o transporte e carregamento. A altura da pilha não deve ser superior a 1,2m, o comprimento não deve ultrapassar 3m e a largura deve ser de no máximo 3 blocos, para evitar quebras e garantir segurança aos trabalhadores.
- g) Tubos e conexões: Os tubos devem ser escorados lateralmente e as pilhas não podem ultrapassar 1,8 m de altura. Criar prateleiras para organização do estoque de acordo com as dimensões. A estocagem de tubos de PVC deve prever que uma das dimensões da instalação tenha, no mínimo, 6 m de comprimento. A área deve ser de cerca de 2 m x 7 m.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, realizou-se estudos de casos em duas edificações, no intuito de realizar uma análise comparativa entre elas.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

O residencial Central Park, pertencente à empresa REPAV, é do tipo popular, composto por três blocos com térreo mais quatro pavimentos cada, sendo esses com quatro apartamentos típicos e elevador. Já o domicílio consiste em uma residência de dois andares, no térreo se encontram: dois quartos (sendo duas suítes), uma cozinha integrada com sala de estar e sala de jantar, varanda gourmet e lavabo. No piso superior, se encontra um quarto social, um banheiro social, uma varanda e uma sala de TV.

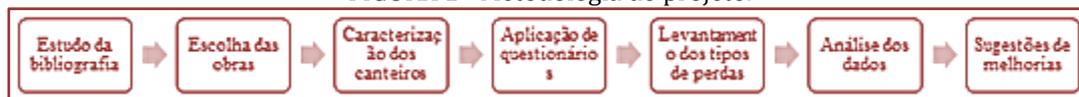
3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa iniciou com o levantamento das bibliografias existentes sobre o tema proposto. Em seguida, foi escolhido dois canteiros de obra para a aplicação dos critérios que as bibliografias sugerem. Esse projeto teve um enfoque qualitativo, constituindo-se num diagnóstico em relação aos canteiros de obra no que diz respeito à análise dos materiais que geram entulho; condições de estoque de materiais; limpeza e organização da obra; forma de verificação de recebimento de material. Foram realizadas visitas às edificações para a análise de forma direta do processo construtivo

Também foi desempenhada a aplicação de questionários semiestruturados com o mestre de obras, o engenheiro que presta consultoria à empresa, a técnica em Segurança do Trabalho e um pedreiro, com a finalidade de analisar a qualificação/conhecimento dos profissionais nas atividades atribuídas ao cargo; a qualidade dos equipamentos e materiais; o investimento da empresa em segurança do trabalho e o grau de incidência de retrabalho nas obras. O levantamento dos tipos de desperdícios foi desenvolvido considerando suas classificações, amparado em Santos *et al.* (1996), no que se refere ao seu controle, natureza e origem. A pesquisa tem um caráter informativo e apresenta subsídios para evitar as perdas, bem como organizar o canteiro de obras.

A figura 1 apresenta as etapas do projeto as quais foram utilizadas para respaldar o desenvolvimento da pesquisa.

FIGURA 1 - Metodologia do projeto.



Fonte: Autores (2019)

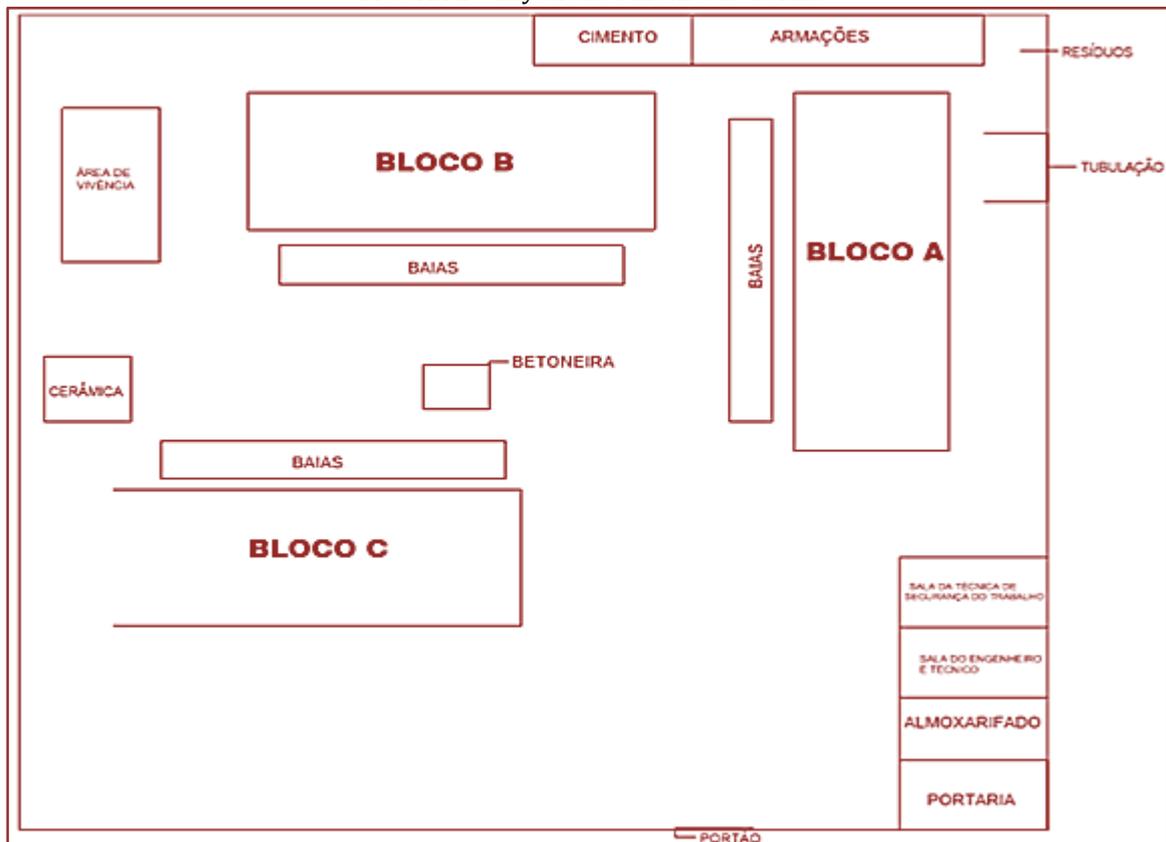
4. RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÕES

4.1. DISPOSIÇÃO DE LAYOUT

O canteiro de obras do residencial Central Park, é constituído por um almoxarifado, onde são armazenadas ferramentas e EPI's (Equipamento de Proteção Individual); instalações sanitárias, refeitório, vestiário e um ambiente de uso da técnica de segurança do trabalho, bem como o escritório onde encontra-se o engenheiro e os demais funcionários que comandam a obra. Diante da observação do canteiro, foi constatado que os materiais são organizados e distribuídos ao longo da obra em sessões, de acordo com a necessidade e etapa de execução do projeto. O gesso, as argamassas, os tijolos, a areia, o cimento e as cerâmicas são organizados sobre paletes de madeira, evitando assim o contato com o solo. Já as britas, ficam sobre um piso de concreto para evitar que o material entre em contato com o solo, como é exigido no item 18.24.5 da Norma Regulamentadora NR18. As tubulações de PVC, por sua vez, são organizadas em andaimes de aço de acordo com seu diâmetro, conforme o item 18.24.3 da NBR18, minimizando perdas e danos aos materiais armazenados.

Todos os materiais armazenados são identificados em suas sessões com placas que descrevem: tipologia, dimensões (no caso das placas cerâmicas) e diâmetro (no caso do aço e tubulações de PVC). Também foram dispostas placas de identificação e sinalização, tanto nos locais de trabalho e desenvolvimento de funções específicas, quanto na identificação dos materiais e máquinas. Também espalhadas por todo o canteiro existem instruções e orientações de como usar os EPI's e EPC's (Equipamento de Proteção Coletiva), e alerta sobre os riscos presentes, de acordo com o item 18.27 da NR18. Quanto ao layout, no geral, possui um bom planejamento e execução, o que torna o ambiente organizado, facilitando o desenvolvimento da obra e buscando minimizar prejuízos com perdas e danificação de materiais, ferramentas e máquinas, além de maximizar o trabalho, diminuindo o tempo gasto com transporte, e evitando acidentes.

FIGURA 2 – Layout do canteiro de obras.



Fonte: Autores (2019)

Já a obra domiciliar, por dispor de uma área bastante restrita para sua execução, solicitou a cessão do terreno ao lado ao respectivo proprietário devido à necessidade de armazenar material. Os materiais e o entulho gerado puderam ser encontrados tanto na área cedida como dentro da própria construção. Também pôde-se observar, ao lado da edificação, uma pequena estrutura formada por cordas e uma roldana que suspende os materiais para o andar superior e a betoneira, que conta com uma cobertura. A área de vivência dispõe de um espaço bastante reduzido, contendo somente banheiro, bebedouro e local para as refeições. Foram vistos também alguns objetos não coerentes com a construção como um aparelho de som, bem como ferramentas de trabalho espalhadas pelo local, o que pode acarretar em movimentações desnecessárias ou dificuldade para realiza-las, distrações e acidentes. De modo geral, o layout da obra não é bem planejado, o que gera uma imagem desprimorosa e desorganizada da construção.

Figura 3 – Obra unifamiliar.



Fonte: Autores (2019)

4.2. LIMPEZA E ARMAZENAMENTO

No decorrer da visita, foi observado o modo como os materiais estavam armazenados e sua coerência com o que é imposto pela NR18. A obra da REPAV apresentava o gesso, as argamassas, os tijolos, a areia, o cimento e as cerâmicas organizados sobre paletes de madeira, evitando assim o contato com o solo e devidamente identificados por placas. As tubulações de PVC, por sua vez, são organizadas em andaimes de aço de acordo com seu diâmetro, conforme o item 18.24.3 da NBR18, minimizando perdas e danos aos materiais armazenados. O maquinário em geral, como por exemplo a betoneira, é mantido na sombra, evitando a exposição excessiva ao sol e assim tardando o desgaste da máquina.

O quadro abaixo apresenta os materiais verificados, indicando se estão em conformidade com o que é exigido pela NR 18.

Quadro 1 - Material verificado

CONDIÇÃO AMBIENTAL	OBRA MULTIFAMILIAR	OBRA UNIFAMILIAR
BLOCOS CERÂMICOS	INCORRETO	CORRETO
BLOCOS DE CONCRETO	CORRETO	-
FERRAGEM	CORRETO	-
LIMPEZA	CORRETO	-
SINALIZAÇÃO	CORRETO	INCORRETO
CIMENTO	CORRETO	CORRETO
GESSO	CORRETO	INCORRETO
AGREGADOS MIÚDOS	CORRETO	INCORRETO
AGREGADOS GRAÚDOS	INCORRETO	INCORRETO
PISOS DE CERÂMICA	INCORRETO	-
TUBOS	CORRETO	INCORRETO

Fonte: Autores (2019)

É possível constatar no quadro apresentado que na obra multifamiliar foram detectados erros no armazenamento dos blocos cerâmicos, pois se encontravam empilhados em uma altura acima de dois metros, a qual é exigida na NR18; nos agregados graúdos, dando ênfase à brita, que contatava o solo diretamente indo contra o item 18.24.5 da NR18 e nos pisos de cerâmica que não apresentavam nenhum tipo de proteção contra intemperes, somente uma lona que era utilizada em dias de chuva. Já na obra residencial, não havia localização para nenhum tipo de sinalização para material, diferente da obra predial já apresentada. Os blocos de gessos que a Norma prevê uma distância de 30cm em relação à parede e ao piso estavam em contato direto com esses locais. Os agregados miúdos e graúdos não foram apresentados em baias, nem tinham identificação. Os tubos não eram armazenados em lugares específicos, os quais foram deixados aleatoriamente pelo terreno da edificação.

4.3. RECEBIMENTO DE MATERIAL

Na visita da obra da REPAV foi relatado que o material recebido é conferido pelo método de amostragem, onde algumas unidades do insumo recebido são analisadas. Por causa da forte relação entre a empresa e seus fornecedores, há uma listagem de marcas confiáveis para cada material. O funcionário encarregado do recebimento e controle de material relatou também que há o uso do Sienge, um software de gestão ou ERP (*Enterprise Resource Planning*) desenvolvido pela Softplan para a indústria da construção. Através desse sistema, é possível gerenciar e integrar todas as áreas da empresa. A REPAV utiliza esse recurso no controle dos estoques de materiais, onde em todo final de expediente é feita uma atualização da quantidade utilizada para que seja programada sua reposição e não haja atrasos na obra. Na obra domiciliar, o mestre de obras também utiliza o método de amostragem para a conferência do material, porém de forma usual, não há nenhuma ferramenta que o auxilie além do projeto da edificação.

4.4. TIPOS DE PERDA DETECTADOS

Com base nos estudos a respeito dos tipos de desperdícios foi feito um levantamento e foram identificadas na obra da REPAV perdas ocasionadas por transporte e no processamento. Na perda por transporte a responsabilidade é atribuída ao fornecedor, e não à empresa atuante. Entretanto, a perda no processamento se constitui responsabilidade do operante, que neste caso se atribui a quem está executando ou da referida empresa contratada para a obra.

Ademais, os outros tipos de perda não foram identificados em virtude da empresa possuir medidas para que elas não sucedam, como: seguir o planejamento (onde qualquer mudança precisa ser justificada), seguir as normas da ABNT e fichas de verificação: tanto de serviço quanto de material. Os materiais excedentes são depositados em um galpão para serem reutilizados. Além disso, possuem o Sienge, um Software para construção civil, que auxilia na gestão da obra e controle de materiais.

Em suma, foi possível averiguar que o domicílio particular evidencia uma maior diversidade de tipos de perda onde apenas três tipos não foram identificados. Foram detectadas perdas por: superprodução (gerada principalmente pelo gesso), por transporte, no processamento (causada por mau dimensionamento e por questões estéticas da construção), e no movimento (durante a produção).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi mencionado a princípio, esta pesquisa teve por objetivo avaliar, analisar e comparar as condições dos canteiros de obra e os mais frequentes tipos de desperdícios detectados nas duas construções apresentadas.

Com o estudo bibliográfico, observações, levantamentos, comparações e análises, foi possível averiguar que a obra domiciliar de cunho particular evidenciou uma maior diversidade de perdas. Isso se deve ao fato de ser uma construção menor, a qual não segue rigorosamente seus projetos por estar sujeita a alterações ao longo de sua execução; atrasos de fornecedores para a entrega de material; contratemplos durante a prestação de serviços terceirizados que não são de responsabilidade da construtora e inconstância na equipe; fatores que afetam tanto o cronograma, como o orçamento da obra.

Pode-se ainda ressaltar a elaboração deficiente do layout do canteiro de obra e o armazenamento inadequado dos materiais, sendo realizado dentro do próprio empreendimento, o que gera maior desorganização e danificação de alguns materiais.

Porém, vale salientar que grande parte das perdas encontradas em ambas as construções são previstas, como a perda do gesso pelo tempo de pega; ou independem da construtora, como as perdas por transporte. Entretanto, uma boa organização de layout e o armazenamento adequado dos materiais, assim como o trabalho adequado contribuem para que as obras se aproximem cada vez mais de um modelo com o menor índice de desperdício possível como a "construção enxuta" ou "lean construction", que visa aumentar a produtividade e a eficiência através da redução de perdas utilizando métodos como o "Total Quality Management" e "Just in Time", a qual pode ser objeto de pesquisas futuras.

Isso posto, as análises e levantamentos realizados, as quais permitiram identificar que a obra domiciliar é a que apresenta maior desaproveitamento de material e também evidencia perdas na obra realizada pela REPAV, podem ser utilizados como parâmetro para que as construtoras transmutem seus aspectos negativos com relação a isso, e promovam uma forma de trabalho mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- [1] Grohmann, M. Z. Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas em Santa Maria. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998, Niterói. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART302.pdf. Acesso em 24 jan., 2014.
- [2] Lean Construction: Benefícios, Exemplos E 5 Princípios Fundamentais. Disponível em < <https://constructapp.io/pt/lean-construction/> >. Acesso em 31 de maio de 2019.
- [3] Portal da Construção Civil. Disponível em: < <https://www.iconstruindo.com.br/armazenamento-de-materiais-na-construcao-civil/> >. Acesso em 20 de agosto de 2018.
- [4] Santos, Aguinaldo, *et al.* Método de intervenção para redução de perdas na construção civil: manual de utilização. Porto Alegre: SEBRAE/RS,1996.
- [5] Shingo, S. A study of Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Toquio, Japan Management Association, 1981.
- [6] Souza, Ubiraci E. L. de. Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.
- [7] Souza, Ubiraci E. Lemes de. Caracterização dos canteiros de obras na cidade de Angico/RN. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/arquivos/Paula%20Frassinetti%20Cavalcante%20Ribeiro.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

Capítulo 3

Estudo de viabilidade de estratégias de produção mais limpa em uma Indústria do Ramo da Borracha

Ana Paula Duarte Selegim

Willian de Oliveira Fernandes

Resumo: A geração e a redução de resíduos deixaram de ser apenas uma preocupação ambiental das empresas, que passaram a enxergar como oportunidade de otimização do seu processo produtivo, aumentando o grau de utilização de todos os recursos disponíveis. Com a implementação da PmaisL a empresa não só minimiza os desperdícios pois, o foco e ação da ferramenta são direcionados para reduzir e algumas vezes exterminar a geração de poluentes, possibilitando benefícios ambientais e econômicos à empresa. Neste artigo, inicialmente realizou-se o estudo do processo de reciclagem de pneus e sua aplicação na fabricação de solas de botinas e parabarros de caminhão. Durante o acompanhamento foi possível analisar minuciosamente as principais etapas dos processos e, assim, visualizar as oportunidades de melhorias. O estudo de viabilidade de implantação da PmaisL foi realizado inicialmente pesquisando alternativas e levantando custos para que a água desperdiçada nas prensas possa ser reutilizada no processo. Como resultado obteve-se uma redução no consumo de água na ordem de 67%, representando uma economia de aproximadamente R\$15.052,65 ao ano. Os valores despertaram a atenção da direção da empresa, mesmo levando em conta que o investimento necessário para atingir esse objetivo exija um pequeno aporte de R\$8.039,80 para adequações estruturais e implantação total do projeto. Além disso, as informações fornecidas por esta pesquisa poderão incentivar outras organizações na implementação da P+L, tanto no segmento de reciclagem, como em outros ramos da indústria local.

Palavras-chave: Lean Manufacturing; Produção+Limpa; Economia; Borracha; Reaproveitamento.

1. INTRODUÇÃO

Independentemente da área de atuação, as empresas estão cada vez mais suscetíveis às mudanças relacionadas à sustentabilidade organizacional. Por esse motivo estudam maneiras de adaptação, permitindo, assim um comportamento relacionado aos pilares de tal cultura, de modo que obtenham uma posição estratégica diferenciada e uma atuação social mais atuante.

Segundo Mello (2002) foi na década de 50 que a sociedade começou a se preocupar com os efeitos ou impactos ambientais gerados ao meio ambiente. E ao longo de 30 anos apareceram os movimentos de proteção ambiental, como conferências, agências e entidades não governamentais sem fins lucrativos.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, órgão criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1983, deu ênfase ao debate sobre a interligação entre as questões ambientais e o desenvolvimento. Foi nessa época, que surgiu o termo Desenvolvimento Sustentável e a principal questão: Como produzir de modo sustentável e aumentar a produtividade das empresas? (MELLO, 2002).

A *United Nation Industrial Development Organization* (UNIDO) e a *United Nation Environmental Program* (UNEP) iniciaram, em 1991, o Projeto Ecoprofit (*Ecological Project For Integrated Environmental Technologies*). O objetivo do projeto era estabelecer Centros Nacionais de Produção Limpa, com o intuito de desenvolverem a ferramenta - Produção mais Limpa (PmaisL) em países em desenvolvimento, minimizando ou eliminando resíduos, prevenindo a poluição, trazendo benefícios em termos econômicos para empresas de manufatura e reduzindo impactos ambientais (MELLO, 2002).

Nas últimas décadas a produção industrial se expandiu de forma eficiente por todo o território brasileiro, desenvolvendo todo o setor econômico. Entretanto, essa expansão da indústria trouxe como consequência alterações ambiental em toda sua extensão. Por isso, atualmente, o mercado procura, não somente, observar o fator econômico das organizações, mas também, o desenvolvimento sustentável das empresas, aumentando sua eficiência, gerando menos resíduos e/ou reaproveitando os resíduos gerados.

A prática da Produção Mais Limpa auxilia de fato a eficiência das empresas, pois, melhora a qualidade dos processos, otimiza a utilização de recursos naturais, matérias primas ou insumos. Além disso, eleva o nível de competitividade no mercado, que exige a busca contínua de excelência em gestão empresarial contemporânea.

Conforme Kuzma, o suporte para atingir a sustentabilidade organizacional, se dá por competências e entregas individuais dos colaboradores. Essas competências são: foco em pensamento sistêmico; preventiva; normativa; estratégica e; interpessoal.

O presente artigo foi estruturado em 5 (cinco) seções, sendo a primeira dedicada à introdução. A segunda o referencial teórico, com enfoque teórico sobre P+L (PmaisL), bem como, processos de fabricação de produtos provenientes da reciclagem de borracha vulcanizada. A terceira seção detalhou-se a metodologia utilizada para a estruturação da pesquisa. Na quarta inicialmente descreveu-se a empresa e posteriormente, o diagnóstico realizado sob a ótica da P+L. Por fim, a quinta refere-se às considerações finais da pesquisa realizada.

A empresa onde o estudo foi realizado localiza-se no sul de Minas Gerais, e atua no ramo de borracha há mais de 20 anos. Possui uma completa linha de artefatos de borracha, e conta com a ajuda de 100 (cem) colaboradores para a fabricação de seus produtos.

Este trabalho teve como objetivo principal fazer um estudo de viabilidade para implantação da ferramenta PmaisL em uma empresa que produz artefatos de borracha.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

O significado de Desenvolvimento Sustentável encontra-se hoje, baseado tanto na gestão empresarial como na sociedade como um todo. É uma solução eficaz diante das agressões feita ao planeta pela intensificação dos processos produtivos, principalmente após a Segunda Guerra Mundial (ALMEIDA, 2002).

Primordialmente, quando começou a discussão sobre os problemas gerados pelos resíduos industriais, os descartes da produção passaram a ser alvo de fiscalização dos órgãos públicos e por parte da sociedade. Para atenderem as novas exigências, as empresas passaram a adotar um sistema de gestão ambiental que previsse apenas o tratamento dos resíduos gerados. Essa técnica foi denominada como fim de tubo, ou seja, ao final do processo, seriam adotadas medidas que tratassem os resíduos sólidos, efluentes e emissões presentes. Porém, as técnicas de tratamento aplicadas causavam a empresa problemas adicionais como, por exemplo, no processo de tratamento de efluente, existia a necessidade de destinar corretamente o lodo produzido com conseqüente aumento de despesas. Era flagrante a necessidade de desenvolvimento de ferramentas e tecnologias mais adequadas para resolver completamente o problema.

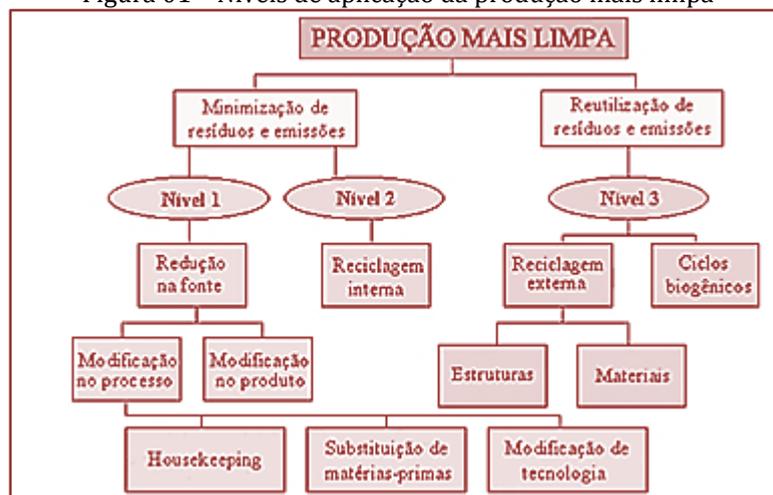
A gestão ambiental passou por uma fase de pesquisa e desenvolvimento e como resultado, surgiu uma alternativa promissora, a tecnologia chamada Produção mais Limpa (PmaisL). A nova tecnologia pressupõe a aplicação contínua de estratégias econômica, ambiental e tecnológica integradas aos processos e produtos, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos em todos os setores produtivos (CNTL, 2001).

A tecnologia PmaisL apresenta várias vantagens quando comparada às tecnologias de fim de tubo, são elas: 1 – Reduz a quantidade de materiais e energia usados, apresentando assim um potencial para soluções econômicas; 2 – Devido à intensa exploração do processo de produção, a minimização de resíduos, efluentes e emissões geralmente promove um processo de inovação dentro da empresa; 3 – A responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção como um todo e os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos podem ser minimizados; 4 – A minimização de resíduos, efluentes e emissões é um passo em direção ao desenvolvimento sustentável (CNTL, 2002).

Nas organizações geralmente os questionamentos são: o que fazer com resíduos, efluentes e emissões existentes em nosso processo? Entretanto, a PmaisL enxerga a situação de forma diferente, o questionamento se faz da seguinte forma: De onde vêm os resíduos, os efluentes e as emissões? Por que se tornaram resíduos? A principal diferença é que a P+L não quer apenas atacar o sintoma, mas sim, conhecer a essência das raízes dos problemas para poder solucioná-las. A partir disto, são criteriosamente estudados os produtos, as tecnologias e os materiais, com a finalidade de minimizar os resíduos, as emissões e os efluentes, e encontrar modos de reutilizar os resíduos inevitáveis (CNTL, 2002).

O CNTL propõe que a priorização das oportunidades esteja fundamentada em uma escala para prevenção de resíduos, ou seja, os níveis de aplicação da Produção Mais Limpa, conforme Figura 01 (CNTL, 2001).

Figura 01 – Níveis de aplicação da produção mais limpa



Fonte: CNTL (2001)

A ferramenta busca gerir os processos produtivos conjuntamente com uma política correta com o meio ambiente, de modo que no primeiro momento haja um investimento mínimo para implantar as primeiras ações, e posteriormente, alcance ganhos ambientais e financeiros baseados na diminuição de desperdícios.

A sua implementação busca a eficiência do processo produtivo, de modo que os recursos financeiros economizados reflitam positivamente quando comparados com o investimento realizado. Além disso, é necessário elencar as oportunidades se baseando em uma escala de prioridades, buscando constantemente a prevenção dos resíduos na fonte, atingindo todos os níveis hierárquicos da empresa, da alta direção até o sistema operacional, também denominado chão de fábrica (BARBIERE, 2006; CAMPOS, 2014).

2.2. VANTAGENS DA PMAISL

Conforme Senai (2003), o programa de Produção mais Limpa oferece para as empresas vantagens ambientais com a eliminação de resíduos, no controle da poluição, no uso racional de energia, na melhoria da saúde e segurança do trabalho, com produtos e embalagens ambientalmente adequadas e vantagens econômicas, com a redução permanente de custos totais através do uso eficiente de matérias-primas, água e energia.

O programa PmaisL quando comparada com as tecnologias convencionais como a de fim-de-tubo trazem ainda mais vantagens ambientais e econômicas. O uso eficiente de matérias-primas como, água e energia; a exploração do processo produtivo com a minimização de resíduos e emissões leva a um processo de inovação dentro da empresa. O processo de produção, neste caso, é visto como um todo, minimizando a geração e os riscos na disposição dos resíduos e nas obrigações ambientais. A ferramenta conduz a um caminho para um desenvolvimento econômico e ambiental mais sustentado (CNTL, 2003).

A PmaisL objetiva a melhora de conduta ambiental das empresas, proporcionando redução de custos de produção e aumento na sua eficiência e competitividade. A implantação requer monitoramento com indicadores ambientais e dos processos, apresentando os resultados ecoeficientes dos recursos utilizados para a gestão da empresa.

A ecoeficiência é uma filosofia pró-ativa reconhecida pelos setores industriais e que pode trazer vantagens competitivas (ALMEIDA, 2006; GIANNETTI, 2006).

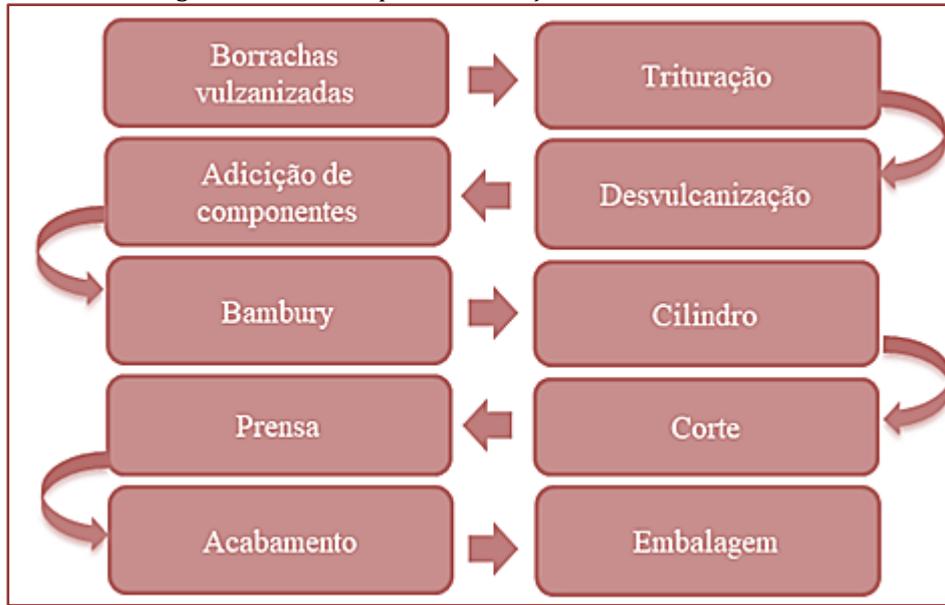
2.3. BORRACHA NO BRASIL

A borracha foi desenvolvida em função da necessidade de materiais que atendessem e se ajustassem aos requisitos para fabricar algumas das descobertas científicas ocorridas durante o século XIX. No início, o látex era comumente utilizado na fabricação de borrachas de apagar, êmbolos de seringas e galochas. Anos mais tarde, o cientista Charles Goodyear desenvolveu acidentalmente o processo de vulcanização da borracha com a adição de enxofre e assim, melhorou sensivelmente a resistência e elasticidade da borracha. O processo possibilitou a ampliação da utilização do material, sendo empregado como matéria-prima na produção de correias, mangueiras e sapatos (SOUSA, 2019).

Um dos maiores segmentos produtivos utilizando-se a borracha vulcanizada é a indústria de pneus. O pneu é acima de tudo borracha, da qual grande proporção é borracha natural. A quantidade utilizada depende do tamanho e do tipo de pneu. Um pneu convencional de carro contém 18% de borracha natural, cerca de 1.35 kg por pneu. Esse número aumenta para 40%, cerca de 22.5 kg, de borracha natural, em pneus para caminhões. No total, a indústria de pneus utiliza 9 milhões de toneladas de borracha natural por ano, e o Brasil é o principal comprador, com um consumo anual de aproximadamente 1 milhão de toneladas (MICHELIN, 2019).

Após o descobrimento da vulcanização, foi possível realizar estudos para a reversão deste processo. Assim, empresas de reciclagem reutilizam borrachas vulcanizadas para produzirem produtos e revendê-los. Possibilitando a criação de um ciclo para produtos desse modelo. O Fluxograma 01 apresenta as etapas para reutilização.

Fluxograma 01 – Fluxo para reutilização da borracha vulcanizada



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Segundo ANIP (2019) a quantidade de pneus produzidos e comercializados anualmente é uma preocupação mundial e histórica. Entretanto, os pneus velhos, aos poucos, estão deixando de ser um problema insolúvel no Brasil. Atualmente uma parte é utilizada como insumo ou, em último caso, como combustível para fornos. Somente em 2017 foram coletadas mais de 458 mil toneladas de pneus inservíveis no País. A reciclagem de pneus é viabilizada pelos próprios fabricantes de pneus por intermédio da Reciclanip, entidade que gerencia o processo de logística reversa do setor, criada em 2007 pela ANIP, a Associação Nacional dos Produtores de Pneus. O volume equivale a 101,78% da meta estabelecida pelo Ibama e a cerca de 91,6 milhões de pneus para carros de passeio. Em 2017, a região Sudeste respondeu por 56,83% do total coletado, aponta o órgão ambiental no Relatório de Pneumáticos 2018. Os pneus inservíveis são coletados e destinados para empresas trituradoras. Depois desse processo, o material é reaproveitado como combustível alternativo nas indústrias de cimento, fabricação de solados de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poliesportivas, pisos industriais, além de tapetes para automóveis e a produção de asfalto-borracha (ANIP, 2019).

3. METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento do estudo foi dividida em três fases. A primeira foi baseada na pesquisa exploratória que visa coletar informações iniciais do problema com vistas a torná-los explícitos ou a construir hipóteses. Nessa fase da pesquisa, inicialmente realizou-se o levantamento bibliográfico e, posteriormente, o diagnóstico da empresa quanto às características produtivas, demanda de água e energia, bem como, a geração de resíduos sólidos e líquidos e classificação quanto ao seu potencial poluidor.

Nesse tópico apresenta-se a descrição detalhada dos métodos, técnicas e processos seguidos na pesquisa. Os procedimentos utilizados para o desenvolvimento do estudo podem ser mais bem visualizados no Fluxograma 02.

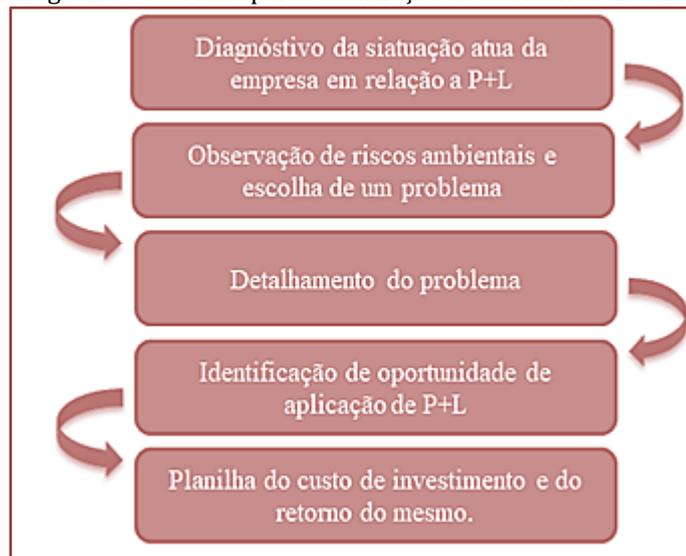
Fluxograma 02 – Fluxo para reutilização da borracha vulcanizada



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para a segunda fase da metodologia foi realizada uma pesquisa interna na empresa, e seu desenvolvimento foi aplicado conforme mostra a Fluxograma 03.

Fluxograma 03 – Fluxo para reutilização da borracha vulcanizada



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Durante o tempo de avaliação e diagnóstico, todas as observações de inadequações e de oportunidades foram reportadas à diretoria, que passou a participar do processo com interesse.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

O processo de fabricação das solas de sapatos e parabarros de caminhão são praticamente o mesmo. Ele se inicia com a trituração do pneu, seguida de processo de desvulcanização. A desvulcanização é realizada pela transferência de aproximadamente 900 kg de pneu moído para uma autoclave rotatória com adição de aditivos químicos. Depois de aproximadamente duas horas, a massa quente obtida é transferida para o misturador Bambury, onde novamente são adicionados produtos químicos e outros compostos. Essa massa será processada por três minutos e liberada para uma prensa rotativa.

Nesta etapa do processo a cilindragem tem por objetivo conseguir a homogeneização por meio de sucessivas passagens no cilindro. Outros parâmetros importantes nessa fase são: a definição do tamanho da placa, que é pré-fixada com gabarito; e a espessura desejada da placa a ser utilizada na próxima etapa de fabricação dos produtos. Com as placas finalizadas, estas são dispostas em uma mesa de resfriamento. Em seguida, é transportada para uma das prensas responsável pela fabricação de solas de botinas ou parabarro. O processo de produção é praticamente o mesmo e será detalhado no Fluxograma 04, a seguir.

Fluxograma 04 – Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Durante o acompanhamento foi possível analisar minuciosamente as principais etapas dos processos e, assim visualizar as oportunidades de melhorias. Apurou-se que em várias etapas caberia intervenções para correções e que a empresa ganharia com a implantação da PmaisL.

O próximo passo foi apresentar para a direção os pontos que requeriam intervenção conjuntamente com as propostas para solução dos problemas sob a ótica da PmaisL. Durante a reunião foi discutida a ordem de prioridade considerando a legislação ambiental e o planejamento orçamentário da empresa. A Tabela 01 apresenta o resumo do diagnóstico, bem como a ordem de prioridade para implantação da PmaisL.

Tabela 01– Tabela de Diagnostico

Problema Diagnosticado	Processo	PmaisL	Prioridade
Óleo das máquinas	Prensa	Reaproveitamento e/ou tratamento do óleo descartado	2
Serragem do misturador	Auto-clave	Reutilização da serragem utilizada para aquecimento do misturador Auto-Clave	2
Desperdício de água	Prensa	Reuso da água gerada do vapor das prensas	1
Seleção de lixos	Fábrica	Coleta seletiva de plásticos, papéis e orgânicos gerados pela empresa antes de ser descartado	3
Treinamento e conscientização	Fábrica	Aplicar a cultura da não geração de resíduos na empresa. Conscientizar os funcionários dos riscos à saúde e ao meio ambiente com a geração dos resíduos	3

Legenda de Prioridade: 1- Alta; 2- Média; 3- Baixa

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A ordem de prioridade se deu devida a necessidade de gerar recursos para executar as próximas etapas. O desperdício com a água impacta diretamente nos custos da empresa.

Para viabilizar a redução de desperdício com a água, realizou-se a medição da vazão de água na saída da tubulação de descarte de água para verificar o volume desperdiçado.

Durante a reunião com a diretoria obteve-se os dados de consumo de água da empresa, mediante a essa informação foi possível encontrar o volume médio e o custo diário, mensal e anual. Posteriormente realizou-se o cálculo da economia em litros e em metros cúbicos de água com a captação de água desperdiçada, proveniente do vapor das prensas. Esses dados podem ser observados na Tabela 02.

Tabela 02 – Cálculo de economia diário, mensal e anual.

Proposta Diária	Qntd (L)	Custo
Utilizado/dia	208,2	R\$ 62,41
Rendimento/dia	138,6	R\$ 41,81
Economia 67%	69,6	R\$ 41,81
Proposta Mensal	Qntd (L)	Custo
Utilizado/mês	6246,7	R\$ 1.872,22
Rendimento/mês	4158,0	R\$ 1.254,39
Economia 67%	2088,7	R\$ 1.254,39
Proposta Anual	Qntd (L)	Custo
Utilizado/ano	74960,3	R\$ 22.466,64
Rendimento/ano	49896,0	R\$ 15.052,65
Economia 67%	25064,3	R\$ 15.052,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Com a futura implantação do sistema proposto de captação a empresa reduzirá sua conta de água em 67%, economia que viabilizará o investimento em outras etapas programadas para implantação da PmaisL nos demais setores, conforme ordem de prioridades estabelecida em conjunto com a direção da empresa.

Com os dados positivos sobre redução de custos e de consumo de água o próximo passo foi realizar um estudo para determinar o investimento necessário para a obtenção do tal sistema, como mostra a Tabela 03.

Tabela 03 – Cálculo de investimento

INVESTIMENTO			
Qntd	Descrição	Valor	Total
2	Reservatório	R\$ 1.700,00	R\$ 3.400,00
1	Bomba D'água	R\$ 935,00	R\$ 935,00
96	Cano de ligação (1 mt)	R\$ 12,55	R\$ 1.204,80
25	Pedreiro (1 dia)	R\$ 100,00	R\$ 2.500,00
Total			R\$ 8.039,80

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Posteriormente ao levantamento de custo para obtenção e implantação de um sistema de captação da água procedente das prensas, realizou-se uma análise de retorno ao investimento, como mostra a Tabela 04.

Tabela 04 – Cálculo de investimento

RETORNO	
Mês	Retorno
1º	R\$ 1.254,39
2º	R\$ 2.508,77
3º	R\$ 3.763,16
4º	R\$ 5.017,55
5º	R\$ 6.271,94
6º	R\$ 7.526,32
7º	R\$ 8.780,71
8º	R\$ 10.035,10
9º	R\$ 11.289,49
10º	R\$ 12.543,87
11º	R\$ 13.798,26
12º	R\$ 15.052,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Com a instalação do sistema de captação e reuso de água, observa-se que a partir do sétimo mês consecutivo a empresa recuperaria seu investimento, e, além disso, a partir deste mesmo mês, o resultado da implantação já seria contabilizado como lucro.

O resultado completo do estudo foi apresentado e aprovado pela direção da empresa. Porém, até o momento da publicação deste, a proposta de melhoria não foi colocada em prática, devido a empresa entender que é necessário cautela para novos investimentos devido ao momento econômico atual. A proposta será inserida do planejamento orçamentário da empresa para o próximo ano, pois há pretensão de implantá-la.

5. CONCLUSÃO

As informações fornecidas por esta pesquisa poderão incentivar outras organizações na implementação da P+L, tanto no segmento de reciclagem, quanto em outros setores empresariais da região. Outro aspecto de relevância desta pesquisa refere-se à disseminação da P+L na comunidade acadêmica, que corrobora cientificamente com o tema.

O presente estudo buscou avaliar a PmaisL como uma ferramenta da sustentabilidade empresarial, na indústria de fabricação de insumos de borracha reciclada e como resultado observou que a implementação do programa de produção mais limpa deverá proporcionar melhorias econômicas, sociais e ambientais. Durante a etapa de avaliação e entrevistas observou-se que a empresa não possuía gestão ambiental integrada, e que por isso, não usufruía dos benefícios concebidos, sejam econômicos, ambientais ou de eficiência produtiva.

Assim, o estudo analisou os aspectos ambientais dos setores efetivamente geradores de desperdícios e com base em uma avaliação técnica e financeira foi possível evidenciar e apresentar elementos de discussão favoráveis à incorporação da ferramenta ambiental no seu processo de gestão corporativa.

Diante de todo o cenário apresentado neste artigo, observa-se que quando a empresa não possui um pensamento de produção aliado ao desenvolvimento sustentável, pode-se entender que o seu desenvolvimento é prejudicado, por não aplicar técnicas de melhorias contínuas em seu sistema.

A redução de consumo de água na ordem de 67% vai representar uma economia de aproximadamente R\$15.052,65 ao ano, e despertou a atenção da direção da empresa, apesar dos investimentos necessários para atingir esse objetivo exija um pequeno aporte de R\$8.039,80 em adequações estruturais para a implantação total do projeto. Além disso, a eficiência operacional e redução de custos apresentada no estudo, levou a empresa almejar a implantação da PmaisL futuramente. Entretanto, a empresa, atualmente, não dispõe desse recurso devido, principalmente, a situação econômica do país que provocou a diminuição do volume de vendas e conseqüentemente, de receita. Pretende-se aperfeiçoar cada vez mais esse projeto, buscando expandir a ecoinovação em outros processos da empresa.

REFERENCIAL

- [1] Almeida, F. O Bom Negócio da Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- [2] Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Pesquisa geral no site. Disponível em: <www.anip.com.br>. Acesso em 28 de abril de 2019.
- [3] Barbieri, J. C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva 2006.
- [4] Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). Manual Metodologia de Implantação do Programa de Produção mais Limpa. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, jan. 2002.
- [5] Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). Manual Questões Ambientais e Produção mais Limpa. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, dez. 2001.
- [6] Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). Manual Questões Ambientais e Produção mais Limpa. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, Jan. 2003.
- [7] Giannetti, B.F. Almeida, C.M.B.V. Ecologia Industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 2006.
- [8] Kuzma, E. L., Doliveira, S. D., & Silva, A. Q. (2017). Competências para a sustentabilidade organizacional: uma revisão sistemática. Cadernos EBAPE. BR, v. 15, p. 428-444.
- [9] Mello, M.C.A. de. Produção mais Limpa: Um estudo de caso na AGCO do Brasil. Porto Alegre, 2002. 163f. Dissertação (Mestrado em Produção mais Limpa) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [10] Michelin. (2019). Árvore por trás do pneu. Disponível em <<https://corporativo.michelin.com.br/arvore-por-tras-do-pneu/>>. Acesso em 26 de abril de 2019.
- [11] Recicloteca. (2019). pneu E entulho: produção, descarte e reciclagem. disponível em <<http://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/outros-pneu-e-entulho/>>. acesso em 22 DE ABRIL DE 2019.
- [12] SENAI. RS. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENA-RS/UNIDO/INEP, 2003.
- [13] Sousa, Rainer Gonçalves. Ciclo da Borracha; Brasil Escola. Disponível em <<https://Brasilecola.uol.com.br/historiab/ciclo-borracha.htm>>. Acesso em 18 de abril de 2019.

Capítulo 4

Aumento de performance em consultorias com aplicação de indicadores em Gestão Tempo

Jadir P. dos santos

Allan Bizarria Leite da Silva

Dermeval Batista dos Santos

Resumo: O objetivo do estudo de caso visa descrever a implementação de melhorias na área de Back Office, assim viabilizando o aumento da performance na execução de demandas e entregas aos clientes internos e externos de uma empresa de Consultoria de pequeno porte localizada em São Paulo, Capital. Por meio da aplicação de um Plano de Ação 5W2H e conceitos da Gestão do Tempo, juntamente de outras metodologias como Mind Map para identificação de gargalos e BPA (Business Process Analysis) para modelar fluxos de trabalho existentes e viabilizar melhorias sistêmicas, estabelecendo metas e indicadores para mensurar os ganhos finais da implementação na organização, trabalho implantado e acompanhado durante dois meses. Os resultados obtidos durante o trabalho, tais como o aumento em 14% da capacidade de entrega, diminuição em 18% a taxa de retrabalho e 16% de entregas fora do prazo, esclarecem a importância e a viabilidade de aplicações de tais conceitos em áreas que tratem de entregas, assim ressaltando a relevância das melhorias contínuas para a evolução organizacional, estratégica e competitiva no mercado. Os impactos positivos deste trabalho permeiam a organização, o grupo de pesquisa e a instituição onde esse se insere.

Palavras-chave: gestão de tempo; indicadores; performance; 5W2H's; consultoria.

1. INTRODUÇÃO

Em virtude a rapidez de como as informações circulam, diversas empresas procuram consultorias especializadas para se manterem atualizadas, competitivas, e ter melhor relação custo benefício em sua plataforma de trabalho.

Todo o trabalho de consultoria normalmente está alinhado ao planejamento estratégico das empresas-clientes, para potencializar o atendimento aos seus pontos fortes e identificação de riscos para serem minimizados.

De acordo com Pérez-Rave e González-Echavarría (2017), nas escolas o trabalho em equipe foi estimulado para se obter melhorias a partir de conhecimento técnico, metodologia confiável e validade.

O desafio da consultoria é entender as necessidades de seus clientes, propor um plano de ação viável financeiramente, exequível em linha de tempo, que atenda a competitividade do setor através de um mecanismo efetivo, para lidar com eventos planejados e inesperados.

Nesse trabalho destaca-se a variável tempo que é determinante para a eficiência e eficácia de uma consultoria, segundo Awan, Ahmed e Zulqarnain (2015) as habilidades de liderança e comando as quais aqui considera-se a dos consultores envolvidos no projeto, têm efeito positivo no tempo e custo do projeto de elaboração do mesmo, por isso os consultores devem exercitar as habilidades de gerenciamento de tempo, planejamento e comunicação, considera-se todas as habilidades necessárias para uma consultoria, mas as competências de tempos devem ser consideradas críticas, sabe-se que não existe uma fórmula mágica para a gestão de tempo, mas pode-se construir diretrizes para efetivamente produzir resultados positivos significativos, com o objetivo de demonstrar as complexidades de tempo na gestão de uma consultoria, mapear os resultados e aplicá-los em rotinas da empresa através de indicadores.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse item apresentamos temas que facilitam o entendimento da pesquisa pelo leitor.

2.1. GESTÃO DE TEMPO

De acordo com Andrade e Tiago (2006), “Gerir o Tempo” é uma força de expressão, pois ele será sempre igual, sendo que uma hora sempre terá 60 minutos e um minuto sempre 60 segundos, com a diferença de como se aproveita este tempo.

Assim, segundo Covey (1989, p. 90) “a essência das melhores ideias na área de administração do tempo pode ser capturada em uma única frase: organize e execute conforme a prioridade”, frase que representa a evolução de três gerações da teoria de administração do tempo, sendo elas “a primeira geração se caracteriza por bilhetes e listas, em um esforço para conferir uma certa aparência de organização e pertinência às muitas demandas feitas sobre nosso tempo e energia; a segunda geração pode ser caracterizada pelos calendários e agendas. Esta onda reflete uma tentativa de olhar à frente, de marcar eventos e atividades no futuro; a terceira geração reflete o campo de administração do tempo atual.”. Assim, Covey (1989), define a administração do tempo como um método que se apoia no que cada geração humana cria para gerir melhor o tempo, deste modo, cada geração se adapta a um controle maior do tempo, tornando o hábito evolucionário.

Ostrenga et al (1993), define a análise de processos de negócios ou *BPA - Business Process Analysis* é uma técnica essencial para compreender, analisar e aperfeiçoar processos organizacionais, sendo focada no desenho do fluxo de trabalho. O método auxilia a estudar, identificar e mitigar problemas de em processos, ajudando a melhorar qualidade, tempo de execução, gestão e custos, sendo assim, uma maneira de identificar oportunidades de melhorias e correções, podendo ser auxiliada de outras técnicas para evolução constante.

Segundo Favaretto (2001), a Gestão de Demandas, é o ponto de integração entre a empresa e o cliente, considerada como responsável pelo planejamento adequado das demandas geradas, externa ou internamente, com a finalidade de atender um equilíbrio entre o que o mercado requer e o que a produção pode fornecer.

2.2 CONCEITOS DE GESTÃO DE TEMPO DO PMI

Em um mercado global altamente competitivo e acelerado, gerenciar o tempo de um projeto é o grande diferencial das empresas, este gerenciamento elaborado de uma forma bem contextual faz com que os projetos sejam adaptados as constantes mudanças do ambiente. Segundo o guia PMI (2017), um plano bem detalhado e um gerenciamento de tempo ou gerenciamento do cronograma mostra os processos requeridos para que a conclusão do projeto saia de forma pontual, estes processos são apresentados com interfaces definidas, embora na prática eles podem se sobrepor conforme o tamanho de cada projeto.

Segundo PMI (2017) são estes processos:

- Planejar o gerenciamento do cronograma – estabelece políticas, procedimentos e documentação a serem adotados em todo o projeto.
- Definir as atividades – identifica e documenta todas as etapas e ações a serem realizadas durante o projeto.
- Sequenciar as atividades – identifica e documenta as dependências destas atividades.
- Estimar as durações das atividades – estima o período de trabalho necessário para cada atividade de acordo com seus recursos.
- Desenvolver o cronograma – analisar e sequenciar as atividades, criar modelo de cronograma de projeto para seguir durante a execução.
- Controlar o cronograma – monitorar e atualizar *status* e gerenciar as mudanças na base do cronograma.

2.3. FERRAMENTA 5W2H'S

Ferramenta utilizada principalmente para planejamento, o 5W2H foi criado no Japão para a indústria automobilística no intuito de auxiliar no uso do ciclo PDCA. É uma metodologia que apresenta um plano de ação para processos pré-estabelecidos que possuem a necessidade de serem projetados de uma forma mais clara possível, podendo funcionar como um mapeamento dessas atividades. Tendo como principal objetivo, responder a sete perguntas e desenvolver de forma organizada sem pular etapas (POLACINSKI, 2012 *apud* GROSELLI, 2014; TEIXEIRA *et al*, 2016).

Para Silveira *et al* (2016) *apud* Azevedo, Costa e Silva (2018), esse *checklist* pode ser apresentado em forma de tabela, como tem-se na tabela 1.

TABELA 1 – Plano de Ação.

Passos	Conteúdo das respostas	Exemplo de perguntas
What	Ações necessárias ao tema analisado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O que deve ser ou está sendo feitos? ▪ Quais os insumos do problema/processo? ▪ O que se pretende extrair do problema/processo? ▪ Quais os métodos, materiais e tecnologias que devem ser utilizados?
Why	Justificativas das ações	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Por que ocorre este problema? ▪ Por que executar desta forma? ▪ Para que atuar neste problema?
Where	Locais influenciados pelas ações	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Onde ocorre/ocorreu o problema? ▪ Onde é preciso atuar para corrigir o problema?
Who	Responsabilidades pelas ações	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quem são os agentes os agentes envolvidos? ▪ Quem conhece melhor o processo? ▪ Quais pessoas deverão executar o plano de ação?
When	Definir prazos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quando começar e terminar? ▪ Quando deverão ser executadas cada etapa do plano?
How	Métodos a serem utilizados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Como será executado o plano? ▪ Como registrar as informações necessárias? ▪ Como definir as etapas do processo?
How Much	Definir orçamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quanto será o custo envolvido? ▪ Quanto custara os recursos necessários? ▪ Quanto custa corrigir o problema?

Fonte: Brum (2013) *apud* Azevedo, Costa e Silva (2018).

3. METODOLOGIA

Segundo Traldi (2009) a pesquisa realizada nesse trabalho é descritiva com o objetivo de identificar os fatores críticos de gestão de tempo em consultorias, sua natureza e qualitativa, representada em um estudo de caso onde fatos reais são apresentados retratando o dinamismo das rotinas da organização e a resolver problemas concretos na gestão. As etapas de desenvolvimento do método de pesquisa foram:

1. Descrever a empresa e seu mapeamento dos processos da empresa de consultoria para identificar
2. Identificar os motivos de deficiências em projetos de consultoria e definir qual atacar
3. Pesquisa de dados secundários: Livros e Artigos sobre os temas gestão de tempo e 5W2H's, para clarear e direcionar a pesquisa.
4. Desenvolver um *mind map* para facilitar o entendimento das interações entre as atividades e identificar os fatores críticos da gestão de tempo definidas no *mind map*.
5. Aplicar os 5W2H's nos fatores críticos de sucesso.
6. Analisar os constructos dos 5W2H's e propor ações.
7. Acompanhar os resultados dessas ações e construir as lições aprendidas do trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

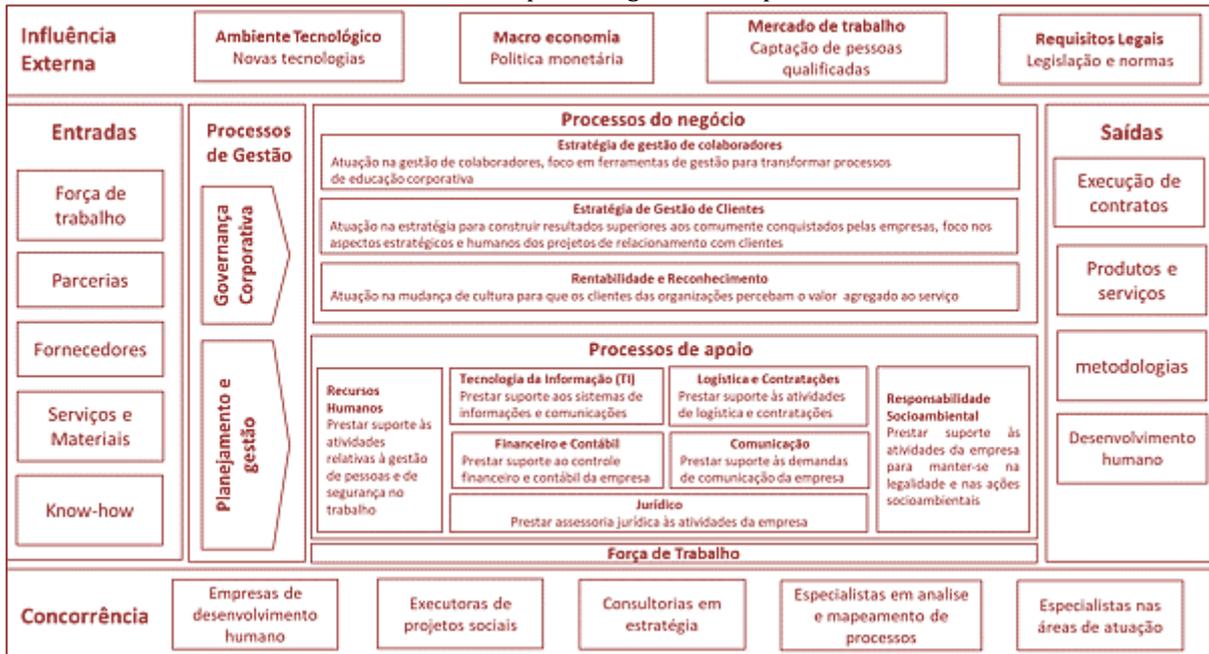
Com o intuito de demonstrar a complexidade e relevância de temas como a Gestão do Tempo, Gestão de Tarefas e o Desenvolvimento dentro das organizações, foi desenvolvido o estudo da implementação do Plano de Ação para melhorias nestes tópicos, estudo desenvolvido pelo grupo de pesquisa e autores deste trabalho, proporcionando o aprendizado tanto organizacional quanto acadêmico aos participantes do grupo de pesquisa, empresa e à sociedade. Assim, realizando de forma participativa o acompanhamento da idealização, diagnóstico e implantação das ações corretivas na área de *Back Office* de uma consultoria, que tinha *gaps* na execução e controle de prazos de demandas aos clientes internos e externos da organização, com auxílio de metodologias que buscam identificar e mitigar defasagens diagnosticadas, promovendo o aumento da performance institucional.

O estudo teve como ponto de partida o diagnóstico dos *gaps* por meio do mapeamento de processos e identificação de gargalos em um *mind map*, que impactavam na qualidade, prazo e desenvolvimento das atividades solicitadas à área, apoiado aos conceitos de Gestão do Tempo, que com indicadores de desempenho foram mensurados durante todo o acompanhamento de dois meses posteriores à implementação do Plano de Ação, para mensurar e avaliar a efetividade das ações. Em conjunto com os coordenadores da área e pessoas-chave, foi elaborado o Plano de Ação, com medidas que atuem diretamente em cada *gap* identificado no diagnóstico e mensuração com apoio de indicadores de performance. No final do período proposto, foi realizado a comparação de resultados entre Pré e Pós implementação do plano na área de *Back Office*, para calcular os ganhos adquiridos com o trabalho desenvolvido.

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa "A" (nome fictício), foi fundada em 2007 e está localizada em São Paulo – SP, é uma empresa de consultoria especializada na atuação em *utilities* (Energia e Saneamento), Educação, Saúde, Serviços ao Governo, Setor Público, Varejo e Consumo. Se propõem a mitigar problemas sociais utilizando métodos de negócios, e produzindo benefícios, sendo eles, compartilhados com todos os *stakeholders* dos processos dentro dos contratos em execução. Conta com 48 colaboradores diretos e indiretos, com foco de atuação em todo o Brasil e internacionalmente com contratos na América Latina. Na figura 1, é possível ver os principais processos de gestão, além de visualizar fatores de influência externa, concorrências, elementos de entrada e saída que estão diretamente ligados com a execução de contratos.

FIGURA 1 – Mapa do Negócio da empresa A.



Fonte: Empresa “A” (2019).

4.2 MOTIVOS DE INEFICIÊNCIAS DOS PROJETOS

A empresa possui um grupo de *Back Office* que atua nos projetos, sendo responsáveis pela consolidação de resultados, relatórios, acompanhamento de cronogramas e orçamentos, com consultores que coordenam todas as operações e desenvolvem metodologias e propostas aos clientes.

Em função da empresa ter uma política organizacional focada no cliente, se propondo a atendê-los prontamente durante a execução dos contratos, é comum que solicitações adicionais de chegarem durante a rotina de trabalho, criando déficits de gestão do tempo e conferência final na realização das atividades, assim afetando diretamente na produção das equipes de *Back Office*, podendo gerar *gaps* na produção e entregas aos clientes, interferindo diretamente nos resultados da organização.

Na figura 2, é apresentado um *Mind Map* de Gestão do Tempo, para organização das ideias, e facilidade de memorização (AMORIM, 2018).

FIGURA 2 – Mind Map de Gestão do Tempo.



Fonte: Os autores (2019).

No *Mind Map*, as caixas em amarelo são os *gaps* diagnosticados que precisam ser trabalhados dentro da área, a falta de moderação nos temas em destaque são os que geram os impactos negativos dentro da cadeia de processos vistos na figura 1, que estão relacionados com a produtividade e entrega aos clientes.

Após a identificação dos *gaps* dentro do *Mind Map*, foi implantado indicadores de desempenho alinhados com os gargalos identificados, e que indicou o tamanho real do impacto dentro da área de *Back Office*, que foi medido durante dois meses. Juntamente com os indicadores, foram sugeridas metas pelos coordenadores, se baseando em um cenário que gostariam de atingir, sendo o indicador Taxa de Tarefas Realizadas considerado como a mensuração de atividades feitas no mesmo dia em que solicitadas. Os indicadores sugeridos e suas metas estão descritas na Tabela 2.

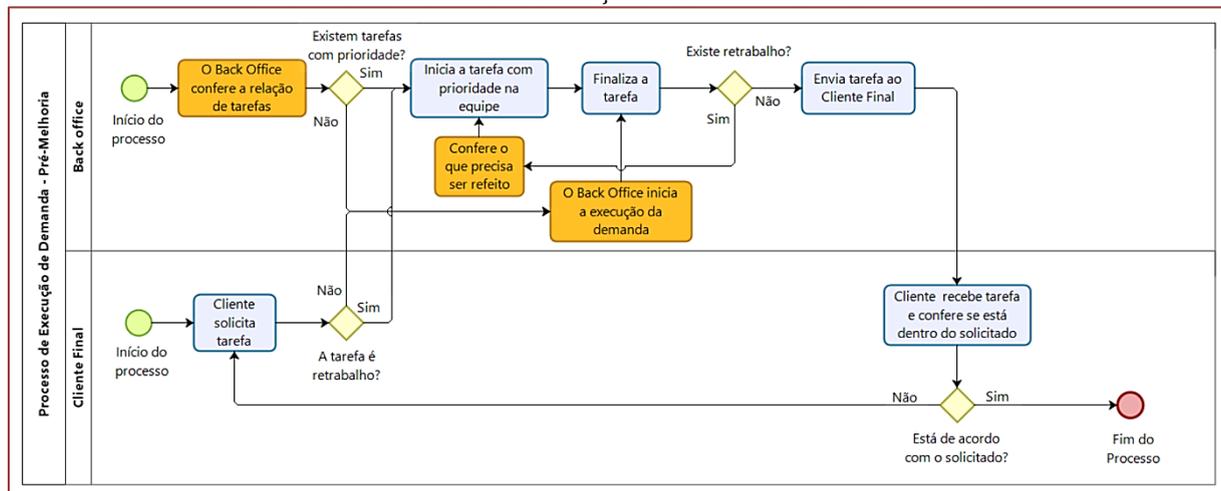
TABELA 2 – Indicadores implantados para Gestão do Tempo.

Taxa de Tarefas Realizadas	Taxa de Retrabalho	Atividades Entregues Fora do Prazo Esperado
Cálculo: Quantidade total de tarefas realizadas / Quantidade de tarefas pendentes	Cálculo: Quantidade de retrabalhos / Quantidade de tarefas finalizadas	Cálculo: Quantidade de tarefas não entregues dentro do prazo / Quantidade total de tarefas entregues
Meta: ≥ 80%	Meta: ≤ 10%	Meta: ≤ 05%

Fonte: Os autores (2019).

Para que a Coordenação tivesse uma visão de todo o processo e seus gargalos, foram mapeados os processos de execução de atividades na área de *Back Office*, como pode ser visto na Figura 3, desta forma foi sinalizado no processo mapeado onde havia os *gaps* identificados e alinhando ao *Mind Map* criado inicialmente, facilitando as propostas de intervenção e seus impactos e as intenções de ganhos futuros.

FIGURA 3 – Processo de Execução de Demanda – Pré-Melhorias.



Fonte: Empresa A (2019).

4.3 APLICAÇÃO DE GESTÃO DO TEMPO NOS PROJETOS

Logo após a consolidação do diagnóstico por meio do *Mind Map* de Gestão do Tempo, deu-se início a implantação dos conceitos de Gestão do Tempo fundamentados pelo PMI, que foram formadas gradativamente de acordo com a relevância de cada um dos *gaps* identificados. Por meio da metodologia 5W2H, foi desenhado um Plano de Ação para sanar as deficiências da área e seus impactos na produtividade da equipe.

Ressalta-se a funcionalidade da ferramenta como mecanismo direcionador para a aplicação dos conceitos de gestão do Tempo do PMBOK na área de *Back Office*, o Plano de Ação foi compartilhado com toda a equipe para conscientização dos objetivos que todos deveriam alcançar. Na tabela 3, está a ferramenta 5W2H's preenchida, com os pontos diagnosticados no *Mind Map* como princípio norteador da *ferramenta*, com foco na mitigação dos mesmos.

TABELA 3 – 5W2H's dos *gaps* no *Mind Map* de Gestão do Tempo.

What (o que?)	Why (por que?)	Where (onde?)	When (quando?)	Who (quem?)	How (como?)	How much (quanto?)
Criar processo de conferência das atividades executadas	Para que as atividades não sejam entregues ao cliente final com erros	Na área de back office	Imediatamente	Qualquer pessoa da equipe de back office, que não seja a que finalizou a atividade	Com checklist de pontos de atenção na conferência em todas as atividades finalizadas, em formato físico ou digital	Sem custos
Definir duração das atividades fixas na rotina da equipe	Para ter conhecimento do tempo médio que a equipe executa as atividades fixas na rotina de trabalho	Na área de back office	Durante uma semana cronometrar o tempo de duração da execução das atividades	Todos os executores das atividades	Calcular a média de tempo com os resultados obtidos no acompanhamento	Sem custos
Desenvolver método de gestão de tarefas	Conhecer o processo e controlar as atividades que são solicitadas (fixas e esporádicas) e que são entregues aos clientes internos e externos	Na área de back office	Imediatamente	Líder da equipe (coordenador ou supervisor)	Criar planilha de gerenciamento de atividades executadas, em execução e finalizadas e mapear o processo de execução de atividades para propor melhorias	Sem custos

Fonte: Empresa "A" (2019).

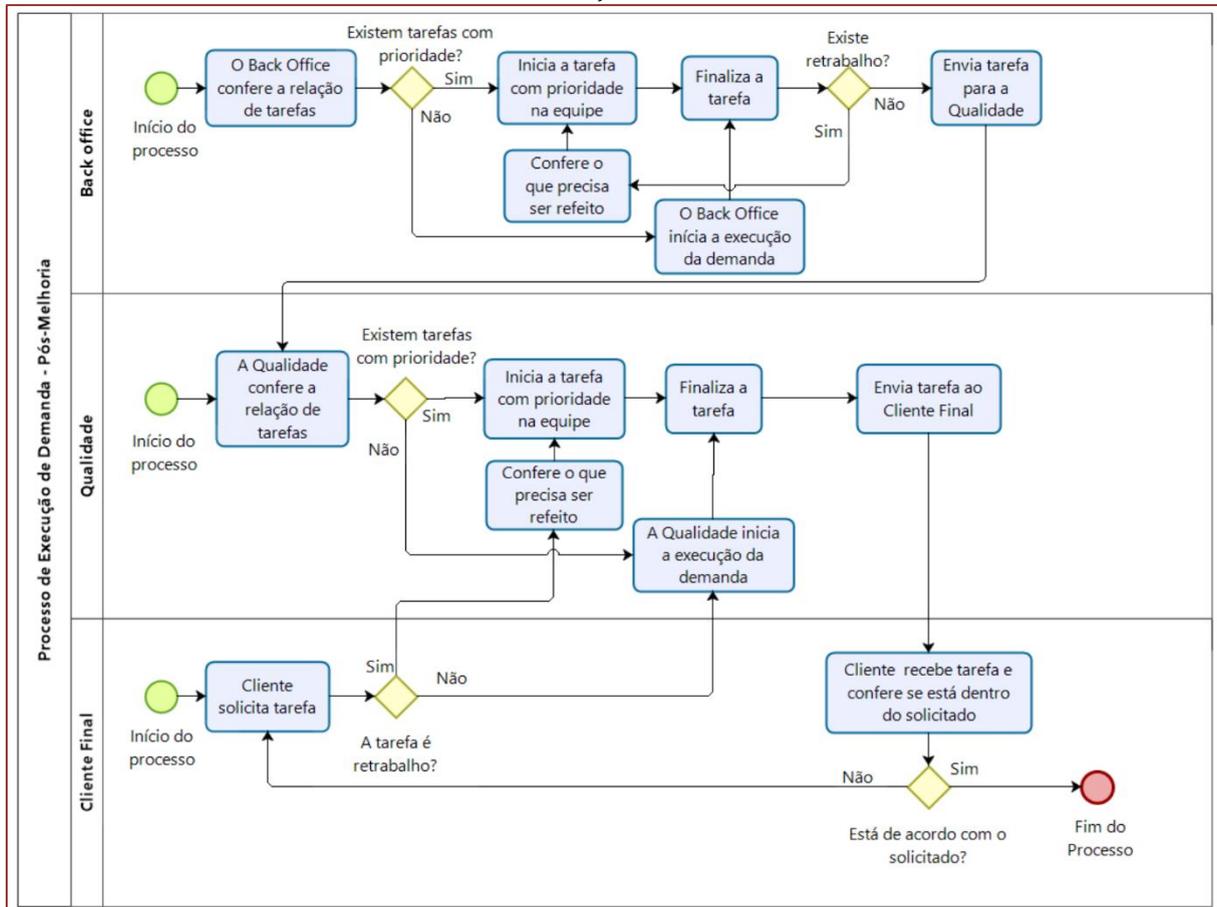
4.4 GANHOS CONSTATADOS NA MELHORIA DE DESEMPENHO NOS PROJETOS

Após a definição de quais melhorias deveriam ser feitas e quais os objetivos que pretendiam atingir com as iniciativas, foi feita a conscientização da equipe a respeito dos resultados que estavam obtendo e quais seriam as ações usadas para mitigar os *gaps*, além das metas que estavam dispostos a atingir, desta forma, incluiu a equipe de forma direta na execução do plano de ação.

Com isso, junto da equipe da área de *Back Office* foi identificado a necessidade da criação de uma nova área, que cuidasse da conferência e possíveis retrabalhos provenientes da área de *Back Office*. Assim, foram selecionados colaboradores para compor a área da Qualidade, que apoiaria o *Back Office* na execução das demandas, com a finalidade de conferir todas as atividades realizadas para evitar retrabalhos que os clientes finais solicitassem por erros ou inconsistência com o que foi pedido, assim tirando a sobrecarga da equipe de *Back Office*, que era responsável por executar e conferir as atividades, além de executar retrabalhos.

O redesenho do fluxo de trabalho, com a inclusão da nova área estipulando os prazos de execução, conferência e entrega da demanda, alinhando o novo processo com os indicadores criados para o controle da Gestão do Tempo e de Execução das Atividades, que foram colocados no painel de gestão à vista, para que a equipe e coordenadores acompanhassem o desempenho, também foi criado uma planilha de controle de demandas que está disponível na *intranet*, para acesso de todas as equipes, que será atualizado o *status* das demandas. O novo fluxo do processo de Execução de Demanda está representado na Figura 4.

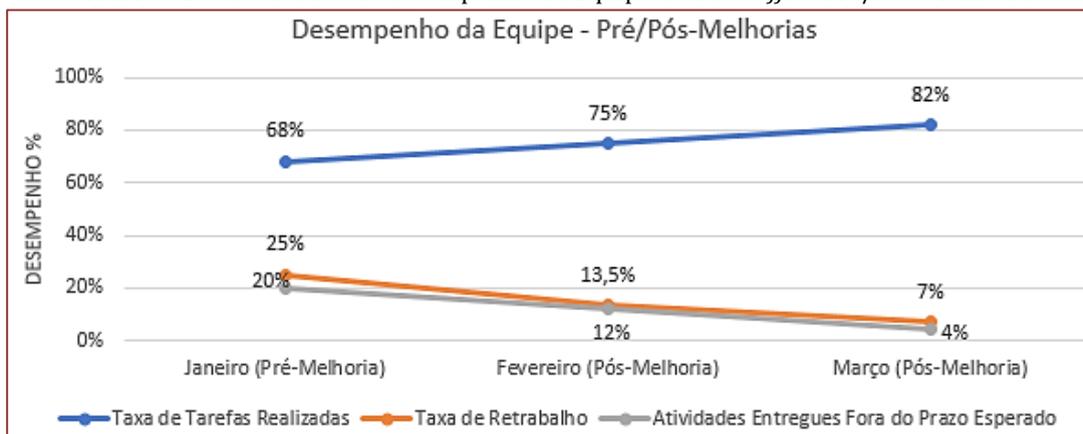
FIGURA 4 – Processo de Execução de Demanda – Pós-Melhorias.



Fonte: Empresa “A” (2019).

Para realizar a comparação dos resultados iniciais com os resultados que foram obtidos ao final do acompanhamento, foram utilizados os resultados da semana anterior à reunião de equipe, para que fosse mensurado o atual *status* da equipe de *Back Office* nos indicadores criados pelos coordenadores. Durante o decorrer dos dois meses seguintes, foram feitas reuniões semanais com a equipes de *Back Office* e de Qualidade para apresentação dos índices atuais de desempenho das equipes, principalmente na duração da execução das atividades, que no Gráfico 1, está representado a evolução dos resultados nos meses de execução do plano de ação, sendo o mês de Março o resultado final do acompanhamento da implementação do Plano de Ação.

GRÁFICO 1 – Resultados de desempenho da Equipe de *Back Office* Pré/Pós-Melhorias



Fonte: Os autores (2019)

O gráfico demonstra o alcance das metas propostas no Plano de Ação pela equipe de *Back Office*, assim atingindo maior performance em cada indicador que foi proposto pelos coordenadores na estruturação do Plano de Ação. O desempenho da equipe dentro do plano aumentou a performance, ultrapassando as metas propostas, tendo assim, uma evolução positiva decorrente das melhorias, que podem ser vistas na tabela 4, que compara o Resultado Final (último mês de acompanhamento do Plano de Ação), com a meta estabelecida, e na coluna Evolução, os percentuais da diferença entre a performance de Janeiro (Pré-implantação) e Março (Pós-Implantação).

TABELA 4 – Indicadores e a Evolução percentual da equipe de Back Office.

	Janeiro (Resultado inicial)	Fevereiro	Março (Resultado final)	Meta	Evolução
Taxa de Tarefas Realizadas	68%	75%	82%	Meta: $\geq 80\%$	$82\% - 68\% = 14\%$
Taxa de Retrabalho	25%	13,5%	07%	Meta: $\leq 10\%$	$25\% - 07\% = 18\%$
Atividades Entregues Fora do Prazo Esperado	20%	12%	04%	Meta: $\leq 05\%$	$20\% - 04\% = 16\%$

Fonte: Os autores (2019).

Desta forma, obtiveram o aumento de 14% de tarefas realizadas dentro da área e diminuição de 18% da taxa de retrabalho, demonstrando que o intuito de aumentar a performance de entregas da equipe foi atingido, e o objetivo principal de implantar os conceitos provenientes da Gestão do Tempo no PMBOK para aumentar a quantidade de tarefas realizadas dentro do prazo e de não sobrecarregar a equipe foram alcançados, diminuindo em 16% a taxa de entregas fora do prazo.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do Plano de Ação ocasionou diretamente em mudanças na estruturação e na medição de resultados de desempenho das equipes da organização, sanando os *gaps* da área de *Back Office*, como a Gestão do Tempo e a Gestão de Demandas, considerados temas complexos de serem mensurados e tratados, assim, sendo sanados a níveis inferiores tornando a empresa mais competitiva no mercado, em virtude do aumento da performance na entrega de demandas aos clientes e na gestão interna de atividades, atendendo às necessidades internas e externa. Tendo alcançado redução de mais de 14% nos resultados dos indicadores, dando ênfase na redução de 16% da taxa de entregas fora do prazo, em virtude do redesenho de processos com foco na Gestão do Tempo e aumento da qualidade de entrega, trabalho realizado nos dois meses de acompanhamento das ações implementadas.

Desta forma destacando-se como um exemplo de implantação de plano de melhorias na gestão para aumento de performance operacional e estratégica, que se seguirão na organização depois do período de acompanhamento do Plano de Ação. Sendo um exemplo de alcance de resultados pertinentes à empresas de consultoria ou em áreas que tratem de entregas diretamente aos clientes, que exijam autonomia e qualidade nas atividades realizadas, contribuindo para o desenvolvimento de pessoas, processos e organizações voltadas à Engenharia de Produção, além de contribuir com o desenvolvimento de múltiplas competências profissionais e acadêmicas aos alunos que compõem o grupo de pesquisa e à universidade em que foi feito o desenvolvimento do estudo de caso.

REFERÊNCIAS

- [1] Amorim, Rebeca. *Como fazer um mapa mental*. Geekie Games, 20 jul. 2018. Disponível em: <https://geekiegames.geekie.com.br/blog/como-fazer-um-mapa-mental>. Acesso em: 20 maio 2019.
- [2] Andrade, J. G.; Tiago, R. A. *A busca: alcance sucesso profissional transformando sua vida pessoal*. Barra Bonita: Solidum, 2006.
- [3] Azevedo, T. N.; Costa, R. S.; Silva, R. G. *Aplicação da etapa P do ciclo PDCA em uma empresa metalúrgica para redução de perdas e aumento da produtividade*. XXXVIII Enegep – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceio, Alagoas, Brasil, 16 a 19 outubro de 2018.
- [4] Awan, M. H.; Ahmed, K.; Zulqarnain, W. *Impact of project manager's soft Leadership skills on project success*. (2015). Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/5ac1/870d31cfa182e9642913b98127578b570a77.pdf>. Acessado em: 08 jun. 2019.

- [5] Covey, S. *Os Sete Hábitos das Pessoas Altamente Eficazes*. [tradução de Celso Nogueira] São Paulo: Nova Cultural, 1989.
- [6] Endeavor. *5W2H: O que é e como aplicar*. 8 fev. 2017. Disponível em: <https://endeavor.org.br/pessoas/5w2h/>. Acesso em: 20 maio 2019.
- [7] Favaretto, F. *Uma Contribuição ao Processo de Gestão da Produção pelo uso da Coleta Automática de Dados de Chão de Fábrica*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- [8] Grosbelli, Andressa. *Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5w2h*. 2014. 53 F. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4326/1/MD_Coenp_TCC_2014_2_02.pdf Acesso em: 28 out. 2018
- [9] Ostrenga, M. R.; Ozan, T. R.; Mcilhattan, R. D.; Harwood, M. D., *Guia da Ernst & Young para a gestão total de custos*. Rio de Janeiro, ed. 1, ed. Record, 1993.
- [10] PMI. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK®* 6a. ed. – EUA: Project Management Institute, 2017, cap. 6, p. 173-181. ISBN 978-1-62825-192-0.
- [11] Pérez-Rave, Jorge Iván; González-Echavarría, Favián. *El síndrome de “echar la culpa” desde una mirada sistémica y sus repercusiones para la solución de problemas en la empresa*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 17 Núm. 33, Medellín, Colombia, 2018.
- [12] Teixeira, D. C. et al. *Ferramentas de controle da qualidade aplicado em análise e soluções de problemas em uma biblioteca universitária*. XXIII Simpep – Simposio de Engenharia de Produção. Bauru, SP, Brasil, 9 a 11 de novembro de 2016.
- [13] Traldi, Maria Cristina; Dias, Reinaldo. *Monografia Passo a Passo*. 1a ed. Campinas: Alínea, 2009.

Capítulo 5

Seguir a receita à risca, “Uma faca de dois gumes”: As variáveis que influenciam no Lead Time de uma cozinha industrial

Jessica de Jesus Bernardo Manoel

Lucas Corso Varela

Martha Goulart Cassimiro

Renan Ryuji Murashita Takenaka

Vitor Guilherme Carneiro Figueiredo

Resumo: O estudo minucioso sobre as atividades exercidas em uma empresa é essencial para o funcionamento adequado, visto que ele identifica desperdícios de tempo, materiais e problemas ergonômicos que podem afetar seus trabalhadores. Um arranjo físico inadequado pode realçar essas adversidades produtivas, uma vez que eles influenciarão negativamente no lead time do processo e, conseqüentemente, em sua produtividade. Dessa forma, o presente artigo visa realizar uma análise ergonômica do trabalho para explorar o processo produtivo e as atividades exercidas em um restaurante industrial no estado de Minas Gerais, buscando determinar as variáveis que interferem no lead time de preparo das refeições. Também foram propostas recomendações de acordo com o que foi observado, analisado e confrontado, visando a melhoria no processo e em suas atividades adjacentes, bem como, redução de tempo, materiais desperdiçados e criação de melhores condições de trabalho. Por fim, constatou-se que os operadores, em diversos momentos, saem de suas prescrições (regras estabelecidas pela organização) e mobilizam saberes para contornarem as adversidades enfrentadas no dia-a-dia da produção.

Palavras-chave: Processo produtivo. Variáveis. Lead time. Análise Ergonômica do Trabalho. Restaurante industrial.

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário totalmente competitivo, as empresas necessitam implementar melhorias contínuas em suas atividades, a fim de encontrar métodos eficientes que garantam a sua permanência no mercado. Nesse contexto, a otimização de processos é de extrema importância, pois reduz desperdícios e custos. O presente artigo tem o objetivo de elaborar uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) sobre o funcionamento da cozinha de um restaurante industrial. O estabelecimento em estudo se depara com atrasos na preparação das refeições e eventuais mudanças de pedidos que impactam negativamente no processo, retardando a entrega do produto.

O *lead time* do restaurante industrial, período entre o início da produção das refeições e o seu término, é afetado por variáveis presentes no processo. Visando reduzir esse intervalo para que a empresa tenha capacidade para atender a demanda sem atrasos no preparo das refeições e gerar uma flexibilidade para atender eventuais alterações nos pedidos, o estudo irá analisar o setor da cozinha e setores adjacentes que interfiram diretamente no mesmo, a fim de identificar as variáveis que influenciam no *lead time* de preparação das refeições.

Com o auxílio de uma AET, o presente estudo irá identificar a demanda da empresa e propor recomendações para eliminar ou mitigar o “gargalo” da produção. Por meio desse método é possível reduzir significativamente o *lead time* de preparo das refeições, aumentar o desempenho e a satisfação da equipe responsável pelo processo e, conseqüentemente, fomentar resultados mais satisfatórios.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Guerin *et al.* (1997) descrevem em sua obra que a transformação do trabalho deve ocorrer a fim de que os trabalhadores possam exercer seu ofício ao mesmo tempo, num plano individual e coletivo, sem que sua saúde seja comprometida e onde suas competências sejam valorizadas. Além disso, essa transformação deve possibilitar a empresa alcançar os objetivos econômicos almejados, em função dos investimentos empregados. Ainda segundo Guérin *et al.* (1997), é a busca desses objetivos que dão origem à AET, um método que busca a resolução dos problemas da inadequação do trabalho às características humanas.

Guérin *et al.* (2010) discorrem ainda sobre a diferença entre a tarefa e a atividade. A tarefa é o resultado antecipado fixado em condições determinadas, ou seja, o que é prescrito ao operador. Já atividade é o conjunto de fenômenos que caracterizam o ser vivo cumprindo atos, ou seja, o como o operador realiza suas ações diárias, mesmo diante de inúmeras adversidades não previstas na tarefa. A ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia) (2018) descreve a ergonomia como:

“Uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema”.

Essa, por sua vez, tem um caráter muito amplo e, por isso, suas ações são altamente diversificadas com relação ao tipo de empresa, dimensão, mercado, investimento, área de atuação, local de instalação, que são fatores determinantes que dão origem às demandas para uma ação ergonômica.

É muito comum, no meio industrial, deparar-se com demandas relacionadas à organização do trabalho, como foi o caso do restaurante industrial apresentado no presente artigo. Dentro da organização do trabalho são encontradas, entre tantas outras, questões relacionadas principalmente ao *lead time* e à estruturação do *layout*. Sabe-se que estes conceitos estão fortemente ligados à produtividade da empresa. Fatores que levam a consequências como capital parado na empresa e demanda de espaço para estocagem, espera entre as etapas do processo de produção, movimentos desnecessários e desperdícios referentes a um processo não otimizado, resultam em um aumento do *lead time* e, conseqüentemente, no aumento dos custos para fabricar um produto ou prestar um serviço (ALVES, 1995).

Tubino (2009) afirma que os *leads times* nos processos contínuos e linhas de montagem são formados por uma sequência de tempos distintos, são eles: tempo de espera (tempo que cada lote aguarda para ser processado); tempo de processamento; tempo gasto com a transformação de cada item; tempo de inspeção; tempo de verificação; tempo de transporte e tempo de condução dos produtos da fábrica até o próximo centro de trabalho.

O *lead time* está ligado ao conceito de produtividade. Fatores como produção antecipada para estoque, que tem como principais consequências: capital parado na empresa e demanda de espaço para estocagem; espera entre as etapas do processo de produção, movimentos desnecessários e desperdícios referentes a um processo não otimizado resultam em um aumento do *lead time* e, conseqüentemente, há um aumento dos custos para fabricar um produto (ALVES, 1995).

Para Slack, Chambers e Johnston (2002), o *layout* de um processo produtivo define a localização física dos recursos de transformação, alocando de forma simplificada e otimizada todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Para um bom estudo de *layout* é necessário identificar o tipo de arranjo físico de cada setor da empresa, bem como determinar o processo produtivo a ser otimizado. Assim, os tipos mais comuns de arranjo físico encontrados na literatura e suas características são:

- Arranjo físico posicional: nesse tipo de arranjo físico as pessoas, máquinas e equipamentos se movem para o produto, que está fixo no processo. Segundo Martins *et al.* (1998, p.140) esse tipo de *layout* é recomendado para a fabricação de produtos muito grandes, fabricados em pequena quantidade, como por exemplo a fabricação de navios. Algumas vantagens desse modelo são: possibilidade de terceirização de todo o projeto, ou de parte dele e alta flexibilidade;
- Arranjo físico por processo: segundo Silva (2009, p.42) o *layout* funcional foi a primeira lógica de disposição de máquinas a surgir, sendo ele, um modelo muito utilizado hoje em dia. Os processos similares são posicionados próximos uns aos outros. Materiais e produtos se deslocam para efetuar os diferentes processos de cada etapa produtiva;
- Arranjo físico celular: é aquele em que os recursos transformados são selecionados e movimentam-se para onde se encontram os recursos necessários para seu processamento. Segundo Slack *et al.* (2007, p.205), os recursos transformados, quando entram na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação, chamada de célula, onde se encontram todos os recursos transformadores necessários a atender as necessidades de processamento. Alguns gerentes de produção chamam esse modelo de “mini linhas de produção”;
- Arranjo físico por produto: conhecido também como arranjo físico linear ou linha de produção. Nesse tipo de arranjo, as máquinas são fixas e os produtos seguem um fluxo durante o processo produtivo, ou seja, o material irá percorrer um caminho predefinido (SLACK *et al.*, 2007, p.207). Este arranjo permite obter um fluxo rápido na fabricação de produtos padronizados e possibilita um maior controle da produção;
- Arranjos físicos mistos: podem-se combinar os tipos de arranjo físico para aproveitar as vantagens que eles oferecem, dependendo das necessidades e do tipo de processo de fabricação de cada indústria.

De acordo com os arranjos listados, pode-se perceber que o tipo de arranjo do restaurante em estudo pode ser considerado por processo, visto que as áreas são separadas por funções semelhantes: preparação de carnes, grãos, legumes e saladas.

O estudo do *layout* aplicado à AET resulta em uma observação mais completa do ambiente pesquisado, facilitando a compreensão do sistema e ampliando as oportunidades de melhorias.

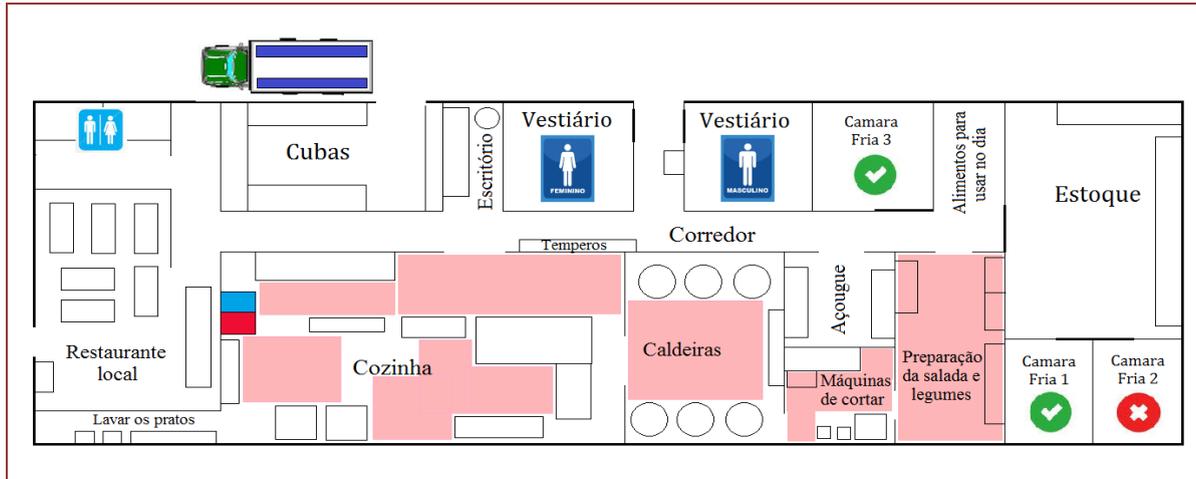
3. METODOLOGIA

O estudo apresentado foi realizado em uma cozinha industrial, localizada no estado de Minas Gerais, que atende indústrias locais com refeições de café da manhã, almoço e jantar, além de servir almoço no restaurante local para as indústrias próximas. Os principais setores da empresa são: cozinha, caldeiras, preparação das saladas e legumes, estoque e expedição. Na cozinha, ocorre a principal atividade da empresa, preparação e finalização dos alimentos e montagem das refeições a serem entregues à expedição. Nas caldeiras, ocorre o cozimento do arroz, feijão, carnes e condimentos e, no setor de salada e legumes, acontece a lavagem e corte destas.

O setor de estoque possui duas câmaras frias, porém uma delas está desativada por mau funcionamento. Uma observação feita por um dos trabalhadores sobre o setor de estoque é que os alimentos devem ser mantidos acima das prateleiras ou na câmara fria defeituosa, pois em tempos de chuva, a água invade o local por meio da porta de acesso ao exterior da empresa, molhando todo o chão e colocando em risco a conservação dos alimentos.

Com o intuito de facilitar a visualização e a compreensão do leitor, a figura 1 apresenta o *layout* da empresa. As áreas demarcadas em rosa indicam o foco do estudo.

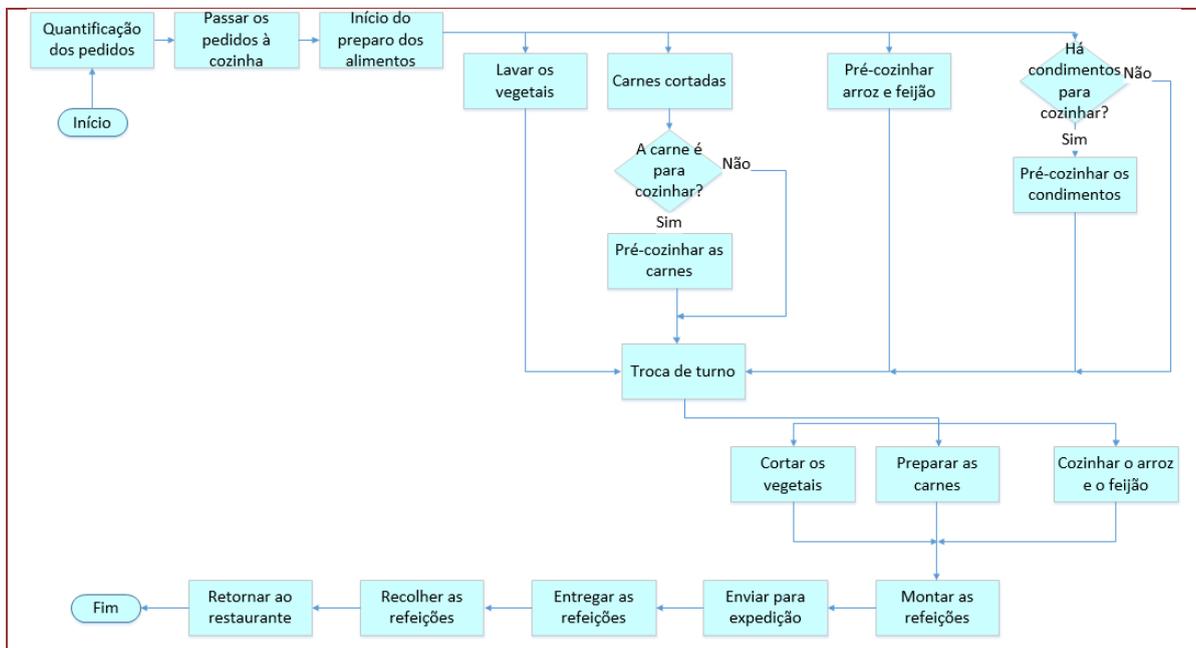
Figura 1 - Representação do *layout* do restaurante industrial antes das recomendações



Fonte: Autores do artigo

O expediente no restaurante industrial inicia-se com o turno da madrugada, que tem a função de preparar os alimentos, já separados e higienizados pelo segundo turno do dia anterior, realizando a montagem das refeições e separando-as em cubas para a entrega aos clientes. A figura 2 apresenta o fluxograma da atividade de entrega das refeições.

Figura 2 - Fluxograma da atividade de entrega das refeições



Fonte: Autores do artigo

Para realização da AET, o passo inicial é a determinação da demanda a ser atendida, seja ela passada pelos gestores locais ou identificada pelos pesquisadores. Durante a primeira visita ao local, os gestores não tinham uma demanda clara, tornando responsabilidade dos pesquisadores a determinação de uma. Após algumas visitas à empresa e diálogos com os trabalhadores locais, foi identificado que ela apresenta

dificuldades na entrega em tempo das refeições a seus clientes. Isso é mais evidente quando ocorrem mudanças na demanda deles em momentos fora do horário programado, principalmente com pedidos extras. Dessa forma, a demanda da AET tornou-se: “relação do *lead time* com o atraso no preparo das refeições”.

Com a demanda bem definida, a etapa seguinte foi a observação aberta e sistemática, com o objetivo de identificar as causas para o problema apresentado. Para essa etapa, foram feitas análises da atividade dos trabalhadores, novamente realizando perguntas pertinentes aos modos operatórios destes, bem como observações recorrentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na AET foi possível identificar alguns constrangimentos ergonômicos vivenciados pelos operadores, bem como algumas reclamações relacionadas à sua atividade. As principais reclamações dos trabalhadores estavam relacionadas ao cardápio e às alterações nos pedidos dos clientes fora do período estabelecido no contrato. Quanto à primeira, o motivo das reclamações era que cardápios diferentes resultavam em esforços diferentes para um resultado satisfatório. Como exemplo, eles afirmaram que a preparação do peixe frito e da carne de boi era mais demorada em função do esforço necessário. Quanto aos pedidos, é fácil perceber que existe um *lead time* menor quando se trata da preparação de pedidos extras fora do horário determinado, dificultando a entrega das refeições e a perda de refeições em caso da diminuição dos pedidos.

Além dessas constatações, foram identificados vários outros motivos que eram passíveis de determinar o atraso na entrega das refeições. Assim que contratados, os trabalhadores possuíam funções específicas a serem exercidas, porém, com o decorrer do tempo, eles necessitavam realizar funções complementares à sua. Como exemplo, o açougueiro tem a função principal de cortar as carnes e armazená-las, porém, foi constatado que ele também era responsável pelo almoxarifado da empresa.

Essa dupla função dos funcionários era causada pela flexibilidade que eles possuíam para realizarem suas tarefas, resultando nos modos operatórios. A liberdade era evidenciada quando a responsável pela preparação das saladas e legumes deslocava a execução de suas atividades para a cozinha, saindo do seu setor de responsabilidade, porém isso resultava em vários deslocamentos para buscar e levar legumes e verduras e dificultava o fluxo de trabalho da cozinha.

Por fim, alguns equipamentos apresentavam defeitos e a realização de sua manutenção demorava para acontecer. Durante as visitas, três bocas de fogões, uma caldeira e uma máquina de corte de legumes estavam desativadas por este motivo, sendo que apenas a segunda foi consertada no período.

Uma vez realizada a observação aberta e sistemática, onde foram identificados os fatores que apresentavam relação com a demanda, foi necessário iniciar o diagnóstico com a demanda reformulada de forma a definir o real problema abordado.

Os fatores que apresentaram impacto direto à demanda foram: a flexibilidade no exercício das atividades, a dupla função dos funcionários, a ociosidade dos trabalhadores e o *layout* estruturado pela empresa. A dupla função dos funcionários apresentava ser um problema à atividade deles, pois isso resulta em um aumento de tarefas a serem executadas, diminuindo o tempo de execução e poderia determinar na impossibilidade de reduzir o *lead time* da produção como um todo. Entretanto, esse fator demonstrou ser essencial para o bom funcionamento da empresa. As atividades acumuladas de funcionários eram supridas com o auxílio de outros mais ociosos ou capazes de realizarem suas responsabilidades e a do colega ao mesmo tempo.

A flexibilidade no exercício das atividades pode resultar em produtos com desvios em suas especificações. Havendo ou não essa liberdade, os trabalhadores irão desenvolver modos operatórios de acordo com a bagagem de experiências vivida por eles. Na empresa, a funcionária do setor de salada e legumes realizava transportes de suas ferramentas de trabalho para que pudesse executá-las na cozinha, uma vez que ela desejava se juntar ao pessoal do setor em vez de ficar sozinha. Isso resultou em um fluxo maior na cozinha e sua função ocupava a posição de trabalho de outros funcionários, mas todos reorganizavam suas atividades para que ela pudesse permanecer no local. Além disso, essa funcionária, muitas vezes, aguardava a chegada de sua ajudante (que chega duas horas depois) para iniciar a sua função, acumulando o trabalho. Nesse tempo, ela fica na cozinha auxiliando outros funcionários. Isso a torna ociosa no período em que não cumpre com suas responsabilidades e, conseqüentemente, qualquer alteração na demanda do dia pode se tornar um grande problema. O *layout* mal estruturado resultou no deslocamento dessa

funcionária para outro setor, aumentando o fluxo e reduzindo os recursos da cozinha para a realização do trabalho. Em acréscimo, existem muitos deslocamentos desnecessários para buscar temperos e panelas, por exemplo, fora a falta de harmonia entre os trabalhadores que deixam ferramentas no meio do caminho de pessoas que realizam deslocamentos.

A partir da AET foi possível obter uma proposta de intervenção ergonômica com o objetivo de saciar a demanda. As etapas seguidas foram: definição da demanda, observação aberta e sistemática, pré-diagnóstico, diagnóstico e recomendações ergonômicas. Portanto, as soluções recomendadas para o estabelecimento foram:

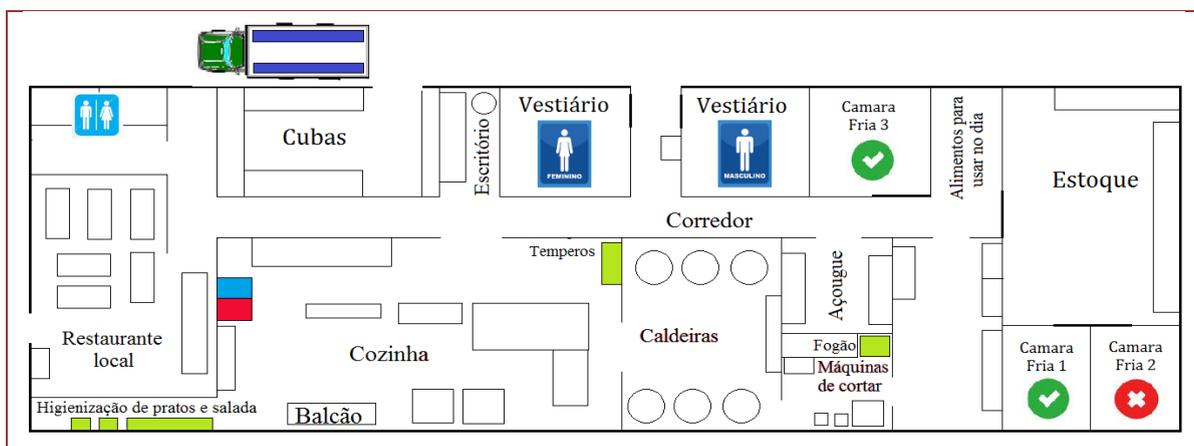
Alteração do *layout* da cozinha com a mudança posicional dos seguintes objetos:

- Transferir o local dos temperos para a cozinha, pois o armário de temperos, localizado no corredor do estabelecimento que faz a ligação para todos os setores, além de atrapalhar o fluxo e retardar o movimento dos colaboradores, fica relativamente distante da cozinha, sendo algo que é muito utilizado;
- Introduzir um fogão no setor de corte de legumes, pois todos os dias o cardápio possui algum tipo de legume cozido e o trabalhador responsável por essa atividade perde tempo demasiado no transporte da sala de preparo até a cozinha. Com a mudança, o tempo de deslocamento reduziria praticamente em sua totalidade e a carga transportada não traria tantos problemas devido à distância.
- Fixar as etiquetas das marmitas, pois os funcionários as colocavam em lugares diferentes e, quando necessitavam delas, tinham dificuldade em encontrá-las;
- Alterar o local de armazenamento das cubas: ele se localiza na extremidade da cozinha e existe espaço abaixo dos fogões, local de fácil acesso e não seria necessário movimentar até o local sempre que for preciso colocar os alimentos preparados nas cubas.

Como o arranjo do restaurante em estudo se trata de um arranjo por processo, deve-se dar atenção à flexibilidade desse tipo de arranjo para evitar movimentos desnecessários entre as áreas, respeitando as restrições de locomoção dos equipamentos.

Dessa forma, a figura 3 apresenta um modelo sugerido ao novo *layout* de forma a otimizar o espaço e solucionar as questões tratadas acima. Para facilitar a visualização e compreensão, a coloração verde indica as mudanças recomendadas.

Figura 3 - Layout sugerido à empresa



Fonte: Autores do relatório

- No início do primeiro turno, por volta das 03:00, realocar a funcionária responsável pela lavagem das saladas e legumes para o local onde ocorre a lavagem dos pratos, uma vez que lá já possui toda a estrutura necessária para a execução da atividade e a funcionária não ficaria sozinha, ao mesmo tempo que iria executar sua função;

- Mudar o cardápio do estabelecimento sempre que houver um alimento que o preparo seja considerado trabalhoso. Elaborar o cardápio em função do alimento, escolhendo os alimentos complementares mais simples e menos trabalhosos para não sobrecarregar os colaboradores e ocorrer atrasos na preparação dos alimentos.

Uma vez implementada as ações descritas acima, espera-se que as dificuldades encontradas pelo restaurante na entrega em tempo das refeições sejam solucionadas.

5. CONCLUSÃO

A partir de uma AET construída com as informações de campo e com a participação dos trabalhadores, esse estudo possibilitou relacionar as condições encontradas dentro de um restaurante industrial com os fatores que estavam fortemente ligadas ao atraso das atividades que eram ali executadas.

Após as visitas a campo, foi possível perceber o excesso de locomoção de alguns funcionários de uma área a outra, reduzindo a eficiência de suas atividades. Um exemplo refere-se ao momento de buscar os temperos e as cubas que deveriam ser abastecidas com alimento, uma vez que os dois encontravam-se em um armário, fora da cozinha, levando mais uma vez ao aumento do *lead time* do processo. Essa movimentação não era bem coordenada, havendo dificuldades de locomoção em função da quantidade de pessoas e o posicionamento dos equipamentos da cozinha. Uma vez que essas locomoções causam transtornos ao sistema produtivo, faz-se necessário uma intervenção na disposição dos recursos e instalações do restaurante.

A elaboração da AET permitiu um estudo aprofundado dos processos executados no sistema organizacional, garantindo a percepção de oportunidades de melhorias que podem resultar em maior eficiência produtiva.

O presente estudo apresentou as conclusões obtidas pela elaboração de uma AET e incentiva ampliar sua aplicação para outros tipos de sistemas produtivos, visto que é um método que permite sanar problemas e apontar oportunidades de melhorias.

RREFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Ergonomia - ABERGO. Disponível em <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em 29 de junho de 2018.
- [2] ALVES, J. M. O sistema *just in time* reduz os custos do processo produtivo. CONGRESSO BRASILEIRO DE Gestão Estratégica de Custos, 2, Campinas, 1995. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1149.pdf>. Acesso em 30 jun. 2018.
- [3] GUÉRIN, F. et al. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. Blucher. 2010.
- [4] MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 1998.
- [5] PERIARD, Gustavo. Matriz Gut - Guia Completo. Disponível: Acesso em 29 jun. 2018.
- [6] SILVA, A. L da. Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para produção enxuta. 2009. 244f. Tese (Doutorado – Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- [7] TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção-Teoria e Prática. São Paulo: 2ª. ed. Atlas, 2009.
- [8] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

Capítulo 6

Estruturação e aumento da OEE em uma linha de produção de uma indústria de Nutrição Animal

Robson Luciano de Almeida

Paula Andreia Poggere Mattera

Joel Cordeiro Júnior

Maurício Bedim dos Santos

Resumo: A indústria onde o trabalho foi desenvolvido é do segmento de nutrição animal, sendo produzidos alimentos e suplementos para diversas espécies de animais voltados à indústria de corte (suínos, aves, bovinos, peixes, etc.), além da linha pet (cães e gatos), tendo uma produção mensal de aproximadamente 1.500 toneladas. O objetivo geral do trabalho realizado consistiu em estruturar a ferramenta oee na linha de produção 5 e propor ações para aumentar sua eficiência. A metodologia consistiu em um levantamento bibliográfico, coleta de dados in loco, estruturação da oee, identificação das causas de baixa eficiência e proposta de um plano de ação para melhoria. Ao final do trabalho concluiu-se que, apesar de diversos desafios encontrados, as ações propostas eram eficientes, pois foram embasadas em uma análise sólida do processo utilizando ferramentas da qualidade e dados históricos confiáveis.

Palavras-chave: Oee; linha de produção; nutrição animal.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, a FIESP (2017), a concorrência externa se torna cada vez mais acirrada enquanto, no Brasil, as organizações são cada vez mais sobrecarregadas com salários e encargos sociais que superam consideravelmente a sua produtividade.

Percebe-se, portanto, a urgência de se adotarem medidas drásticas na forma de gerir os processos produtivos, além de uma mentalidade voltada ao aumento da eficiência no uso dos recursos. Por isso a necessidade de se medir a performance atual e definir onde se pretende chegar, adotando ações que contribuam para este fim.

Dentre as ferramentas disponíveis para os gestores hoje, destaca-se a OEE (do inglês Overall Equipment Effectiveness), conhecida também como Índice de Eficácia Global, que calcula o atendimento à necessidade da organização no tempo programado para o sistema trabalhar.

A OEE se mostra uma ferramenta interessante por não necessitar de investimentos financeiros em sua implementação e utilizar indicadores facilmente gerados, inerentes aos processos de fabricação que compõem a maioria das indústrias. O aspecto mais importante para o correto funcionamento desta, é que esteja bem estruturada e tenha como base dados confiáveis, pois é de vital importância para a tomada de decisões.

A indústria em estudo é do segmento de nutrição animal e atua na cidade de Toledo, no Oeste do Paraná. Nesta são produzidos alimentos e suplementos para diversas espécies de animais voltados à indústria de corte (suínos, aves, bovinos, peixes, etc.), além da linha pet (cães e gatos), tendo uma produção mensal de aproximadamente 1.500 toneladas. Os produtos são apresentados em sacarias (que variam de 10 a 28 kg, incluindo os fracionados) e big bags (que variam de 400 kg a 1.000 kg).

O setor de Produção é composto por cinco linhas, sendo que quatro são de operações majoritariamente manuais. A chamada Linha 05 possui ensacadeira automática, adquirida em novembro de 2016, resultado de um grande projeto de viabilidade econômica, somado a treinamentos, suporte técnico de fornecedores, adequação de layout e outros fatores.

Devido ao grande investimento financeiro e de demais recursos nesta linha, busca-se retorno através de uma eficiência maior do que a que se tem atingido hoje. Logo, é onde foram realizados os estudos deste trabalho.

Atualmente, a empresa utiliza diversos indicadores, desde tempo de parada de processo até número de intervenções do setor de Manutenção. Estes indicadores são alimentados a partir de dados informados pelos empregados do setor de Produção, durante o processo produtivo.

Estes mesmos indicadores mostraram no início de 2017 que a capacidade da fábrica tem sido subutilizada, tendo grande quantidade de retrabalhos e perdas de tempo, matéria-prima e mão de obra, o que tem chamado a atenção dos gestores para a necessidade de intervenções. A gerência avaliava estes indicadores semanalmente, definindo metas e melhorias de curto e médio prazos para melhor utilização dos recursos da fábrica, além de apresentar estes estudos à diretoria.

Apesar de ser uma forma de trabalho aparentemente eficaz, verificou-se neste contexto uma considerável perda de tempo, pois todos os indicadores são medidos de forma isolada e, em seguida, organizados, combinados e resumidos para entrega à gerência. Além disso, cada relatório entregue se referia à semana anterior, ou seja, havia ainda perda de tempo hábil para tomada de decisão, já que nem sempre era possível corrigir uma situação adversa no momento oportuno. Nestes casos, a alternativa utilizada era a geração de planos de ação que objetivavam evitar que a situação problema ocorresse novamente, ou seja, uma ação corretiva. Verificou-se, portanto, a necessidade de organizar esses indicadores de uma forma mais eficaz, tomando a Linha 05 como projeto-piloto deste trabalho.

Desta forma, o objetivo geral do trabalho realizado consistiu em estruturar a ferramenta OEE na Linha 05 e propor ações para aumentar sua eficiência

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O GERENCIAMENTO DA PLANTA FABRIL

Rocha (2008) descreve o estudo da administração de um sistema operacional como a busca de melhorias no processo, o oferecimento de serviços e ou produtos mais baratos e a obtenção de lucros que supram as necessidades da empresa. O autor observa que, para conhecer o desempenho de suas operações, devem ser utilizados os indicadores, para todas as etapas do processo. Estes indicadores devem ser padronizados e ter seus níveis aceitáveis de variação determinados, a fim de se verificar a situação real dos recursos, fazendo com que a tomada de decisão seja facilitada.

De acordo com Oliveira (2006), estes indicadores são utilizados desde para acompanhamento do desempenho e identificação dos pontos que necessitam de melhorias até redefinir objetivos e metas dos processos. Hansen (2006) afirma que uma gestão com parâmetros-chave, aliada a um sistema de medição correto, colabora no aumento da produtividade tanto na área como na planta. Oliveira (2006) lista as características desejáveis de um indicador: (a) Ser simples, comparável e fácil de entender; (b) Ter validade e ser bem fundamentado; (c) Ser facilmente medido, adequadamente documentado e ter qualidade reconhecida. Porém, o uso de indicadores é muitas vezes limitado, especialmente pela falta de disponibilidade dos dados necessários, ou ainda, pela perda de informação durante a agregação dos dados. Assim, muitos gestores acabam por medir o que conseguem, e não o que deveriam.

2.2 A FERRAMENTA OEE

Hansen (2006) explica que a OEE deve ser aplicada, inicialmente, nos gargalos que influenciam nos lucros ou nas áreas mais importantes e ou de maiores custos da fábrica, visto que ações nestas áreas resultam em ganhos para toda a empresa quando realizadas de forma eficiente.

Segundo Antunes (2008), ao melhorar a OEE, é possível reduzir os custos de produção e aumentar a capacidade fabril, possibilitando atender ao aumento da demanda sem necessidade de adquirir novos equipamentos e ter maior flexibilidade para a fábrica, conforme se aumenta o número de preparações e se reduzem os tamanhos dos lotes. Uma característica notável da OEE é ser capaz de revelar a “fábrica oculta” que existe dentro da organização. Este termo é muito utilizado por Hansen (2006) para especificar a capacidade que a indústria possui, mas devido ao baixo desempenho do processo ou ao mau uso dos recursos, se perde dentro da rotina da fábrica até se tornar oculta. Neste contexto, o autor recomenda que se tenha disponibilidade para buscar as seguintes informações nos locais onde a ferramenta será aplicada: quantidade de produtos fabricados dentro das especificações e transferidos para a próxima etapa; tempo programado para este produto; e tempo ideal para a produção deste produto. Para esta última informação, pode-se inclusive fazer uma estimativa com as velocidades das 4 melhores horas de produção, considerando-se as últimas 400 horas (Hansen, 2006).

Após calcular a OEE do processo ou equipamento, este é classificado de acordo com os índices recomendados por Hansen (2006, p. 31) no Quadro 1:

Quadro 1 - Classificação do processo a partir da OEE. Fonte: Hansen, 2006, p. 31.

OEE	Classificação
OEE < 65%	Inaceitável. Dinheiro escondido é jogado fora. Peça ajuda agora.
65% ≤ OEE ≤ 75%	Aceitável somente se as tendências trimestrais estiverem melhorando.
75% ≤ OEE ≤ 85%	Muito bom. No entanto, não fique parado. Continue em direção ao nível Classe Mundial.
OEE ≥ 85%	Nível Classe Mundial para processos em lotes.
OEE ≥ 90%	Nível Classe Mundial para processos discretos e contínuos.

Matematicamente a OEE é definida como a multiplicação de três índices: Utilização, Desempenho e Qualidade, conforme Equação (1), sendo esses índices definidos pelas equações (2), (3) e (4).

$$OEE = Utilização \times Desempenho \times Qualidade \quad (1)$$

$$Utilização = \frac{\text{Tempo de Operação}}{\text{Tempo Programado}} \quad (2)$$

$$Desempenho = \frac{\text{Quantidade produzida}}{\text{Quantidade programada}} \quad (3)$$

$$Qualidade = \frac{\text{Unidades Boas Produzidas}}{\text{Total de Unidades Produzidas}} \quad (4)$$

A Utilização, também conhecida como Disponibilidade, é a fração do tempo em que houve produção com o tempo em que o equipamento deveria produzir, excluindo-se paradas programadas (como setups) e não programadas (como falhas). O Desempenho é a fração da quantidade real produzida com a quantidade programada, isto é, a que deveria ter produzido. Já a taxa de Qualidade é a fração de unidades sem defeito produzidas em relação a quantidade total produzida no período avaliado.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização do trabalho seguiu-se cinco etapas. Na primeira etapa os dados históricos disponíveis foram avaliados, como capacidades, tempos, forma de cálculo e valores dos indicadores utilizados. Verificou-se como os dados eram organizados e quais seriam as vantagens e desvantagens deste sistema. Na segunda etapa foi realizada a coleta de dados *in loco*, sendo em seguida organizados como uma descrição de processo utilizando-se de figuras, fotos e ferramentas como fluxogramas, para facilitar o entendimento. Avaliou-se também as informações disponíveis do processo, dos equipamentos, matérias-primas, insumos e produtos. Fez-se então a coleta de tempos do processo, por meio de cronoanálise, para cálculos de capacidade e conferência de tempos-padrões. A terceira etapa contemplou a estruturação da OEE na linha em estudo, com o consenso da gerência e por meio da estruturação das planilhas existentes. Na quarta etapa foram identificadas as causas e elaborado um Plano de Ação para melhoria. Para isso, utilizou-se os dados históricos com o objetivo de se determinarem as principais causas dos valores baixos de OEE. As ferramentas utilizadas foram estratificações e gráficos de Pareto para priorização dos índices mais impactantes, por meio de ferramentas da Qualidade. E, por fim, a última etapa consistiu na verificação da eficiência das ações realizadas, por meio do acompanhamento diário dos índices do OEE. Realizou-se medidas de correções, quando necessárias, sendo sugeridos novos trabalhos de melhorias.

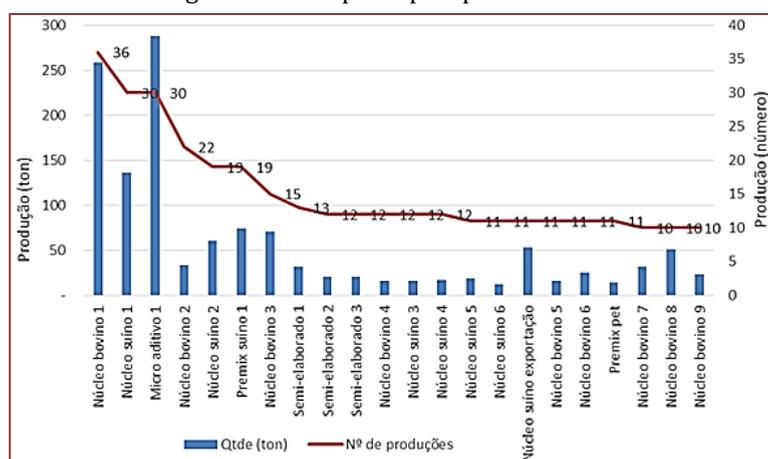
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados coletados do sistema da empresa, fez-se um histórico do problema, onde todas as informações levantadas foram analisadas com o objetivo de se avaliar as características do processo, dos equipamentos, matérias-primas e produtos-acabados, bem como produtividade, eficiência e demais indicadores. Em seguida, foi estabelecido que o critério de análise do índice de eficiência seria por quantidade. Como eram 802 produtos fabricados na linha estudada, foi necessário determinar um grupo de produtos a serem trabalhados. Para isso, avaliou-se o histórico de produção, tanto para toneladas de produtos fabricados, como para número de vezes em que cada produto foi fabricado nos últimos 3 meses, sendo escolhidos os 22 produtos que se sobressaíram nas duas listagens. O resultado desta análise é apresentado no gráfico da Figura 1.

Na etapa de coleta de dados *in loco*, segunda etapa do trabalho, realizou-se a descrição do processo de produção da Linha 5 por meio de figuras, fotos e fluxogramas. Buscou-se também todas as informações disponíveis do processo, dos equipamentos, matérias-primas, insumos e produtos produzidos na linha. Esses dados foram obtidos a partir de observações locais, catálogos de fabricantes, planilhas que eram utilizadas na geração dos indicadores inicialmente utilizados pelo setor, do processo ou banco de dados do sistema, por exemplo. Ao final desta etapa, fez-se então a coleta de tempos do processo, por meio de cronoanálise, para cálculos de capacidade e conferência de tempos-padrões. A cronoanálise se concentrou na atividade de ensaio da linha, que foi identificada a partir da análise das capacidades das máquinas como a etapa gargalo do processo.

Para o cálculo posterior do OEE era necessário a adoção de uma capacidade padrão para a linha. Como havia a produção de muitos produtos ao longo do mês, e cada um teria uma capacidade própria devido a suas características físicas, definiu-se nesta etapa calcular-se uma capacidade média do processo com base na produção horária média dos 22 produtos principais, já identificados na etapa anterior. Essa capacidade média poderia ser utilizada nas primeiras análises, como um padrão de comparação, sendo posteriormente substituída por alguma capacidade mais adequada, se necessário.

Figura 1 – Itens designados como principais para as análises na Linha 05



Fonte: Os autores, 2017

Para a determinação dessa capacidade média da Linha 5 mediu-se a produção horária média de cada item identificado no gráfico da Figura 1 por pelo menos 6 vezes cada, utilizando como base o tempo para completar-se um palete de produto. O resultado desta atividade é apresentado na Tabela 1, sendo a produção horária média dos itens avaliados determinada como 7,02 ton/h. Esse valor foi adotado, *a priori*, como capacidade média da linha e foi adotado para facilitar os cálculos, sendo também um valor padrão que poderia ser utilizado como auxiliar na programação dos itens, realizada pelo setor de PCP.

Com os dados da linha coletados iniciou-se a terceira etapa do trabalho, que consistiu basicamente na estruturação e implantação da OEE na Linha 5. Para isso, utilizou-se parte dos indicadores já utilizados pela gerência, para que houvesse um melhor aproveitamento dos dados existentes e da experiência da equipe de colaboradores envolvida. Para isso, a primeira ação foi apresentar e discutir a ferramenta OEE com a equipe envolvida no controle dos processos produtivos, detalhando como as informações coletadas na etapa anterior seriam utilizadas na geração dos índices. Realizou-se a estruturação, e as planilhas existentes foram modificadas, de forma a passar a calcular os índices da OEE, assim como o próprio indicador, utilizando os dados disponíveis.

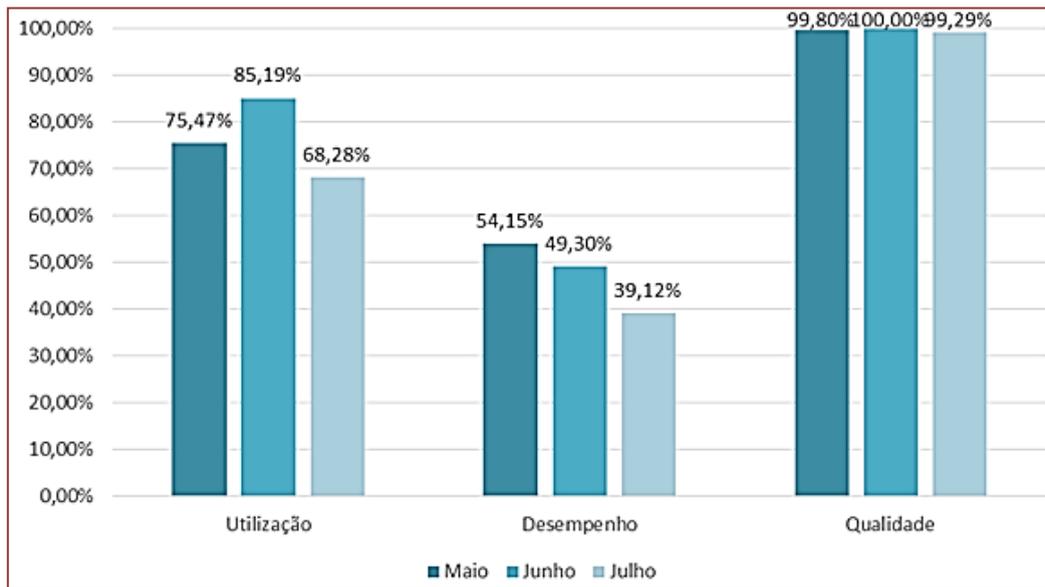
Tabela 1 – Produção média dos principais itens fabricados na Linha 05

Nome	Peso sacaria (kg)	Produção horária (ton/h)
Núcleo bovino 1	30	7,47
Núcleo suíno 1	30	6,54
Micro aditivo 1	25	7,25
Núcleo bovino 2	30	7,98
Núcleo suíno 2	30	6,17
Premix suíno 1	20	6,27
Núcleo bovino 3	25	8,78
Semi-elaborado 1	20	5,96
Semi-elaborado 2	20	6,07
Semi-elaborado 3	20	6,19
Núcleo bovino 4	25	8,13
Núcleo suíno 3	30	6,45
Núcleo suíno 4	20	6,33
Núcleo suíno 5	25	7,34
Núcleo suíno 6	20	6,88
Núcleo suíno exportação	30	6,57
Núcleo bovino 5	30	5,96
Núcleo bovino 6	25	8,29
Premix pet	20	7,49
Núcleo bovino 7	30	6,97
Núcleo bovino 8	30	7,83
Núcleo bovino 9	30	7,62
Média		7,02

Fonte: os autores, 2017

Utilizando o valor de capacidade média foi possível calcular os índices do OEE nos últimos três meses de produção da Linha 5, utilizando as equações (2), (3) e (4), os quais são apresentados no gráfico da Figura 2. Por meio da multiplicação dos índices Utilização, Desempenho e Qualidade, conforme Equação (1), obteve-se o histórico de 40,79%, 42,00% e 26,52% de OEE para os meses de maio, junho e julho, respectivamente. Segundo o Quadro 1, os valores de OEE para a Linha 5 podem ser considerados como “inaceitáveis” de acordo com a classificação proposta por Hansen (2006, p. 31). A recomendação imediata foi que houvesse intervenção na linha, de forma que as causas da sua baixa eficiência sejam identificadas e este quadro pudesse ser revertido. Iniciou-se, a partir daqui, a quarta etapa do trabalho, identificação das causas e elaboração de um Plano de Ação para melhorias.

Figura 2 – Valor de cada índice que compõe a OEE da Linha 5 no período de maio a julho de 2017. Fonte: os autores, 2017.

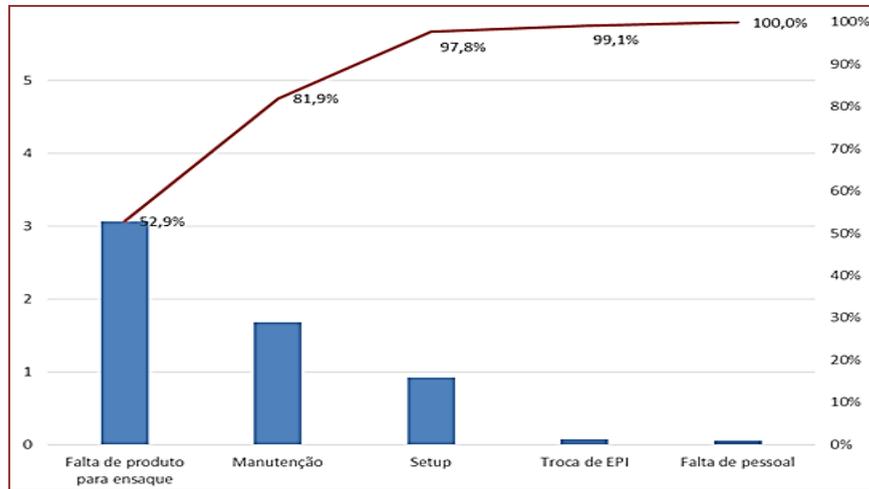


Apesar dos valores do OEE da linha historicamente estarem baixos, chamou a atenção o mês de julho apresentar um valor consideravelmente menor que os índices dos outros dois meses avaliados. Nesta etapa de análise e identificação de causas, identificou-se por meio do histórico de dados e de relatos que nesse mês a ensacadeira teve diversos problemas de desempenho e paradas, apresentando o maior número de horas paradas para manutenção dos três meses avaliados, o que afetou diretamente os índices de Utilização e Desempenho. Quanto ao índice de Qualidade, houve uma pequena variação no mês de julho devido aos problemas ocorridos mas, no entanto, ainda permanecendo um valor consideravelmente alto.

Na análise para identificar as causas de problemas na etapa de ensaque, mais especificamente na ensacadeira, utilizou-se para uma análise mais completa os dados de todos os últimos três meses, e não somente julho.

Uma estratificação dos dados de paradas relacionadas com o índice de Utilização, ou Disponibilidade, mostrou que a causa “falta de produto para ensaque” contribuiu com mais de 50% do tempo de parada, estando as causas “manutenção” e “setup” em segundo e terceiro lugares, respectivamente, sendo essas três causas responsáveis por 97,8% do tempo de ensacadeira parada no período de análise. Essas informações podem ser visualizadas no gráfico de Pareto apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Gráfico de Pareto para o índice de disponibilidade no ensaque. Fonte: os autores, 2017.



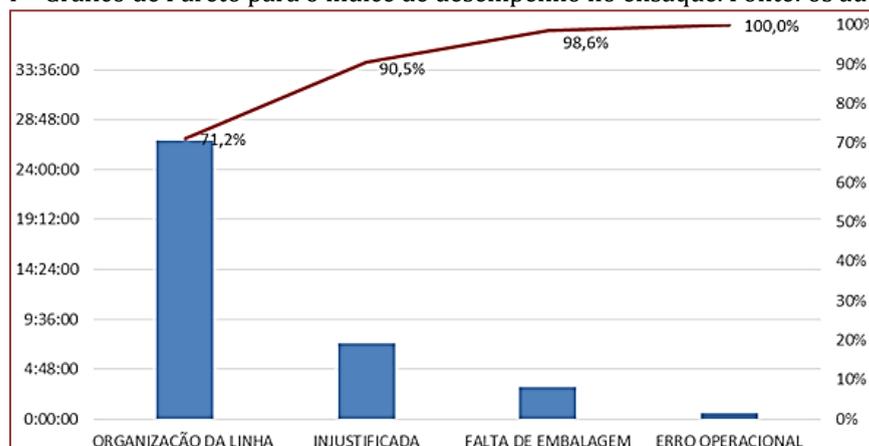
Constatou-se que a falta de produto para ensaque podia ocorrer por diversos motivos, como: a matéria-prima veículo não estar disponível no silo para ser utilizada; divergências entre saldo no estoque físico de matérias-primas e saldo no sistema; falta de ingredientes micro ou macro prontos para serem utilizados; falta de empilhadeira, entre outros. Investigando-se a etapa de mistura das matérias primas, anterior ao ensaque, observou-se que a planta industrial dessa linha de produção não era adequada à necessidade do processo, pois apresentava um silo de ensaque com capacidade menor do que a capacidade produtiva do processo de mistura. No entanto, por ser essa uma característica estrutural, não houve recomendações de ações imediatas que pudessem ser realizadas para modificar ou melhorar este indicador de paradas, senão realizar grandes modificações no projeto civil da indústria.

Para as paradas por manutenção, a identificação das causas se deu a partir de relatórios elaborados pelo setor de Manutenção, ficando evidente após a análise dos dados que o processo de mistura foi responsável por mais 70% das paradas de linhas para manutenção realizadas no período.

Quanto a paradas devido a setup, identificou-se que no período de três meses foi realizado a quantidade alarmante de 1.586 *setups* na Linha 05, isto em decorrência do grande número de produtos fabricados nesta unidade produtiva. Esta quantidade de setup resultou na perda de mais de 79 horas de produção no período.

A estratificação dos dados de redução de capacidade de produção, relacionado ao índice de Desempenho, mostrou que os motivos “organização da linha”, “redução injustificada” e “falta de embalagem” eram responsáveis juntos por 98,6% das perdas de produção ocorridas no período dos três meses. Essas informações podem ser visualizadas no gráfico de Pareto apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Gráfico de Pareto para o índice de desempenho no ensaque. Fonte: os autores, 2017.



Avaliando os motivos da redução de produção devido a necessidade de “organização da linha” e “falta de embalagem”, observou-se que os mesmos dependiam quase que inteiramente do desempenho dos operadores que estão na linha de produção, pois é um motivo relacionado com atividades como a de buscar e dispor os equipamentos, utensílios e materiais para iniciar o trabalho, bem como de registrar todas as informações solicitadas nos relatórios de produção diária.

Quanto ao motivo “paradas injustificadas”, observou-se que se tratava de uma falha na gestão da linha, sendo que essas paradas eram destacadas pelos analistas do PCP quando avaliavam os relatórios e percebiam que havia alguns apontamentos que não tinham sido realizados por descuido do gestor do processo. Esta ocorrência, claro, não era aceitável no controle de uma linha de produção.

Após a análise das causas, na qual foram utilizados outras ferramentas da Qualidade, como diagramas de Ishikawa, testes dos “5 por ques” e brainstorming com os colaboradores, deficiu-se um conjunto de ações que seriam recomendadas a empresa. No que se refere à quantidade de silos, sugeriu-se a instalação de mais dois de mesmo volume na linha estudada, além dos seis que já existiam. A estrutura foi desenhada pelo setor de Projetos e a proposta foi apresentada à diretoria, sendo aprovada, porém com execução prevista somente para o próximo ano.

Quanto ao problemas das manutenções frequentes, que interferiam no índice de Utilização, foi decidido entre os setores de Produção e Manutenção que manutenções preventivas seriam realizadas, sendo acompanhadas por checklist, a fim de minimizar erros por não observação de fatores relevantes para a eficiência desta prática. Além disso, os equipamentos mais representativos para esta ocorrência passaram a ser vistoriados dentro de um prazo menor.

Em relação a elevanda ocorrência de setups na linha, definiu-se que o setor de PCP deveria otimizar o planejamento da produção a fim de diminuir sua necessidade. E, como medida, os responsáveis pelo PCP também passaram a observar a ocorrência de fabricação de produtos com características semelhantes, buscando agrupar itens fracionados (embalagens plásticas de 2 a 4 kg de produto compondo uma embalagem de 20 a 30 kg), revestidos (itens com embalagens primárias e secundárias) e ensacados comuns (apenas embalagem de rafia).

Quanto a melhorar a organização da linha, várias ações foram propostas, incluindo uma melhor organização da equipe de colaboradores, beneficiando a produção, a realização de reuniões e treinamentos semanais, o uso de *feedback* por parte do gestor, além de uma maior motivação da equipe.

5. CONCLUSÕES

Ao final do trabalho concluiu-se que o objetivo geral do mesmo, que era estruturar a ferramenta OEE na Linha 5 e propor ações para aumentar sua eficiência, foi cumprido conforme planejado.

É interessante destacar alguns desafios encontrados durante o trabalho, dentre os quais pode-se citar: como realizar a coleta de dados e como trata-los; a estruturação da OEE em si, pois apesar de apresentar conceitos simples, pode gerar muitas dúvidas, dependendo da forma de abordagem; a conciliação entre a programação dos itens de interesse para o estudo e os horários em que seria possível realizar a coleta de dados; a negociação com as pessoas envolvidas, entre outros. Todas essas dificuldades ajudaram a enriquecer a experiência e a engrandecer ainda mais cada constatação positiva que os resultados coletados traziam.

Percebeu-se ao final do trabalho que as ações propostas para aumento do índice de Desempenho poderiam ser mostrar relativamente mais fáceis de serem realizadas do que as ações em relação à Utilização, pois estas últimas dependiam muito de fornecedores que são de outro Estado, e que nem sempre conseguiam atender à empresa dentro da urgência necessária. Além disso, muitos dos dados necessários para diagnóstico do problema e verificação das causas não estavam prontamente disponíveis, sendo necessários levantamentos e tratamentos em planilhas eletrônicas para que pudessem ser utilizados a contento. Para estes casos, setores de apoio passaram a revisar seus próprios indicadores, a fim de dar melhor suporte ao setor de Produção.

Setores de apoio também apresentam muitas oportunidades para estudos importantes, como Manutenção, onde poderia se trabalhar com a confiabilidade dos equipamentos que compõem as linhas, ou das unidades produtivas como um todo.

Por final, sugeriu-se para trabalhos futuros a aplicação da OEE às outras linhas de produção, para unificar a forma de avaliação do desempenho da fábrica. Outro estudo interessante seria a redução do tempo de

setup com ferramentas como SMED, bem como ações para motivos de paradas não abordados neste estudo, assim que os principais se tornarem menos representativos.

REFERÊNCIAS

- [1] Antunes, Jonico; et al. Sistemas de Produção – Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [2] FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Índices, Pesquisas e Publicações. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/produtividade-salarios-e-a-criese-da-industria/>>. Acesso em 08 Abr. 2019.
- [3] Hansen, Robert C. Eficiência Global dos Equipamentos – Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006.
- [4] Oliveira, Saulo B (org.). Gestão por Processos – Fundamentos, técnicas e modelos de implementação. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- [5] Rocha, Duílio Reis. Gestão da Produção e Operações. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

Capítulo 7

Análise do índice de eficiência global de equipamento (OEE) em uma Indústria Alimentícia no Estado de Sergipe

Cleberson de Jesus Gomes

Fabiane Santos Serpa

Alexandre dos Santos Santana

Resumo: O presente trabalho tem como finalidade analisar e avaliar o desempenho de um equipamento, na linha de envase, através do indicador de desempenho OEE em uma indústria de alimentos no estado de Sergipe. A linha de envase da indústria em questão possui um mix de produção de mais de 34 produtos. No presente momento, a produção não tem conseguido alcançar as programações da produção feitas pelo PCP e, desta maneira, fez-se necessário avaliar os motivos pelo qual a produção não estava conseguindo alcançar as metas estipuladas. Após o desenvolvimento de um controle de paradas de máquinas que pudesse extrair as informações necessárias para análise e avaliação constatou-se que o OEE do equipamento enchedora é de 44,42%, bem abaixo da média de 68%. No trabalho também foi evidenciado as maiores perdas de eficiência do equipamento de maneira a propor ações de melhoria para o aumento do seu desempenho e ao alcance de um índice melhor índice OEE.

Palavras-Chave: OEE, Indicadores de Desempenho, TPM

1 INTRODUÇÃO

À medida que a competitividade entre as empresas aumenta, cresce também a necessidade de produzir de maneira ágil, com alto nível de confiabilidade garantindo bons índices de desempenho dos equipamentos.

O uso de indicadores de desempenho está cada vez mais comum nas empresas. Em particular, o indicador denominado Eficiência Global de Equipamento (OEE – do inglês: Overall equipment effectiveness), apontado na metodologia Manutenção Produtiva Total (TPM – do inglês: Total Productive Maintenance). A partir dele, espera-se obter o levantamento de informações relacionado à eficiência disponível dos equipamentos no chão de fábrica, com o intuito de solucionar problemas de baixo desempenho. O OEE é uma medida de desempenho utilizadas no controle gerencial para medir a eficácia do uso dos equipamentos e auxilia os operadores a monitorarem e reagirem a eventuais perturbações na produção (BECKER; BORST; VEEN, 2015).

A empresa em estudo foi a pioneira no Brasil na fabricação de produtos derivados do coco, e atualmente possui um mix de mais de 60 produtos e mais de 150 colaboradores, o que permite gerar emprego e renda para a economia do estado. Vale salientar que a referida empresa valoriza, acima de tudo, a qualidade de seus produtos, e para isso, exercita um criterioso controle de qualidade sobre o seu processo produtivo, desde uma cuidadosa seleção da matéria prima até o final do produto.

Neste contexto, a ferramenta OEE foi empregada com o intuito de avaliar a máxima eficiência global de uma máquina que compõe a linha de envase de garrafas pets de uma empresa do ramo de alimentos de Sergipe num dado período. Informações sobre parada de máquina, setups e regulagem, queda de velocidade, ociosidade, refugo e retrabalhos foram obtidos. A enchedora é empregada na produção de todos os produtos, o que aumenta a sua importância dentro do processo, sendo indispensável a aplicação do indicador OEE para sua avaliação. Os resultados mostraram que foi possível identificar deficiências relacionadas ao processo. O volume produzido está abaixo da capacidade produtiva da máquina enchedora, e a partir deles foi possível também evidenciar as maiores perdas de eficiência do equipamento de maneira a propor ações de melhoria para o aumento do seu desempenho e ao alcance de um índice melhor índice OEE.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Surgiu em 1970, com a necessidade de as empresas mudarem sua sistemática de trabalho e consiste num conjunto de métodos que deve ser executado para garantir que os recursos disponíveis sejam eficientes e eficazes para realizar as tarefas necessárias.

Segundo Slak (2008), a TPM objetiva estabelecer uma boa prática de manutenção, por meio de cinco objetivos:

- Examinar como as instalações estão contribuindo com a eficácia da operação;
- Realizar manutenção autônoma, responsabilizando os operadores por alguma tarefa de manutenção;
- Planejar a manutenção com uma abordagem que atinja a todas as atividades da manutenção, incluindo a manutenção preventiva;
- Treinar a equipe para que possam exercer bem os seus papéis;
- Diminuir a manutenção como um todo por meio da prevenção da manutenção, atuando na causa das falhas e as tolerâncias dos equipamentos na fase de projeto, fabricação, seleção e instalação.

2.2 EFICIÊNCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTO

Desenvolvido pelo Instituto Japonês de Manutenção de Planta (JIPM – do inglês: Japan Institute of Plant Maintenance), o OEE é um indicador indispensável para obter a eficiência global e com esse indicador, a empresa consegue avaliar o quanto está sendo utilizado dos seus recursos disponíveis. Essa ferramenta será usada como elemento fundamental deste trabalho.

De acordo com Garza-Reyes et al. (2010), o OEE é uma métrica quantitativa que não é usada apenas para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos da linha de produção, mas também é usado como indicador e condutor do processo.

Com o uso do indicador OEE é possível identificar a máxima eficácia que o sistema pode atingir em um período pré-estabelecido, o que dá suporte na definição de metas coerentes com a realidade dos processos, pois ele consegue agregar e interligar, como categorias primárias, três elementos importantes do processo produtivo – Disponibilidade, Performance e Qualidade (ANDRADE, 2009). O produto desses fatores permite obter o resultado do desempenho global.

A Figura 1 mostra de forma geral como estão interligadas as três grandes áreas do indicador OEE e os respectivos elementos que compõe cada uma dessas áreas. Entender essa interligação permite que haja alocação das paradas no respectivo índice responsável.

Figura 1 – Elementos avaliados na eficiência global de equipamentos



Fonte: Adaptado de Vieira (2017)

Conforme Murino (2012), o World Class OEE (índice mundial utilizado pelas empresas) é um programa de inovação baseado na melhoria contínua, o qual visa à eliminação de todos os tipos de desperdícios e perdas de produção através de todos os níveis e departamentos, tendo como principal propósito o sucesso no mercado com alta qualidade de produtos a preços competitivos, respondendo às necessidades dos clientes, assegurando máxima flexibilidade. O resultado de desempenho OEE é obtido, como mostra a Equação (1), pelo produto dos três elementos bases que compõem o indicador.

$$OEE = Disponibilidade (\%) \times Performance (\%) \times Qualidade (\%) \quad (1)$$

Segundo Cardoso (2013), a eficiência que uma planta industrial deve ter para ser considerada produtiva dentro dos padrões estabelecidos pelo World Class é de 85%.

O JIPM definiu valores mínimos para uma empresa ser considerada classe mundial (CARDOSO, 2013):

desempenho deve ser no mínimo 95%; disponibilidade acima de 90%; qualidade deve ser de pelo menos 99%. Tais valores indicam que a planta de processo deve ter um equilíbrio entre esses três elementos, desde que haja uma gestão acurada.

2.3 DISPONIBILIDADE

De acordo com Lemos (2016), a disponibilidade é relação entre o tempo em que o equipamento ou processo deveria estar disponível para a produção e o tempo total em que esse equipamento ou processo está efetivamente produzindo.

Compreende aumentar o nível de disponibilidade a redução das paradas de equipamentos e tempo de reparos. Nesse caso, é necessário garantir uma máxima eficiência em relação a destreza para solucionar

possíveis falhas ou até mesmo inspeções. O cálculo do tempo de disponibilidade pode ser realizado através da Equação (2)

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{tempo de produção planejada} - \text{perdas por disponibilidade}}{\text{tempo de produção planejada}} \times 100 \quad (2)$$

Pezarim (2017) afirmou a respeito da influência das paradas de máquinas na qualidade do produto. Segundo o autor, paradas de produção afetam a produção e qualidade dos bens acabados. Os setups e as regulagens também impactam a disponibilidade, conforme o SENAI (2013), esta ação é estabelecida pelo tempo em que a produção é interrompida para que as instalações e equipamentos sejam ajustados, sendo que esta ação está condicionada ao planejamento e controle da produção, uma vez que interfere nas variações do produto.

2.4 PERFORMANCE

Segundo Vanzan (2015), quando se refere a máquinas, a performance representa a capacidade de produzir de forma eficiente. A performance na condução da estratégia exige uma mudança na forma de olhar as ações e precisa estar inserida na filosofia de trabalho, não é uma simples receita a ser executada.

Um dos fatores que deve ser controlado quando se trata em desempenho de produção são as pequenas paradas e ociosidade. Nesse quesito, é necessário entender o funcionamento da linha de produção para que possa realizar uma avaliação criteriosa e identificar os gargalos da linha para que haja um fluxo contínuo da produção, fazendo com que máquinas não fiquem ociosas na linha de produção. Segundo Araujo (2009), gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é inferior a demanda.

As vantagens de identificar e eliminar os gargalos são o aumento da produtividade fazendo com que ocorra economia com a mão de obra, menor custo de produção e rapidez na realização das atividades que envolvem a linha de produção.

A queda de velocidade faz com que a produção trabalhe com uma cadência menor do que operando normalmente. Essa queda pode acontecer por diversos fatores, entre eles, desgastes de peças, superaquecimento por deficiência de refrigeração e lubrificação nos rolamentos. Para o cálculo da performance, será usada a Equação (3):

$$\text{Performance} = \frac{\text{Tempo Total Programado}}{\text{Tempo Total Produzindo}} \times 100 \quad (3)$$

2.5 QUALIDADE

O desenvolvimento de novas tecnologias que propiciaram maior confiabilidade às ferramentas de controle utilizadas, permitiu que uma nova e importante mudança na abordagem da questão da qualidade nas empresas fosse introduzida (ROTH, 2011).

A qualidade deixou de ser um aspecto do produto e responsabilidade apenas de departamento específico, passando a ser um problema da empresa, abrangendo, como tal, todos os aspectos de sua operação (MACHADO, 2012). O cálculo da qualidade é dado pela Equação (4):

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Peças Produzidas} - \text{Peças Refugadas}}{\text{Peças Produzidas}} \times 100 \quad (4)$$

Esse estudo é baseado na linha de produção de uma indústria alimentícia e como tal, os seus cuidados em relação ao processo devem ser feitos de forma rigorosa, pois, além de uma insatisfação dos clientes por conta não conformidade ou falta de qualidade nos produtos, ainda existe o risco de interferir diretamente na saúde das pessoas.

O refugo industrial é entendido como o resultado inutilizável do processo de produção, sendo assim, esse resultado não está dentro das especificações e não pode ser reprocessado, restando apenas o seu descarte.

É importante que se regulem os parâmetros, para medir e identificar como reaproveitar o material rejeitado, pois a qualidade da produção é estabelecida através da redução dos níveis de aproveitamentos dos materiais novos e reaproveitados de outros, vindos da linha de produção (SENAI, 21013).

O retrabalho é basicamente refazer algo com a finalidade de deixá-lo dentro dos padrões de especificações. Em virtude desse acontecimento, o retrabalho faz com que haja perda de tempo, diminuição da produção, perda de embalagens e alguma perda de qualidade. É interessante saber também que mesmo realizando as adequações necessárias, nem sempre o retrabalho é algo vantajoso para empresa porque essa atividade pode causar mais prejuízo que lucro.

2.6 FOLHA DE VERIFICAÇÃO

A folha de verificação é utilizada para o planejamento e para a coleta de dados (Carpinetti, 2012). Para Trivellato (2010) existem diferentes tipos de folha de verificação, dentre eles, as mais comuns são utilizadas para a distribuição de um item de controle de um processo produtivo, para classificação, para localização de defeitos e para identificação das causas de defeitos. Para decidir o qual tipo de folha de verificação a ser utilizada, é necessário se saber claramente o objetivo da coleta de dados, como, por exemplo, quais os subgrupos de fatores de estratificação se desejam avaliar (TRIVELLATO, 2010).

A folha de verificação deve conter, de maneira simples, clara e objetiva, as verificações que devem ser realizadas no processo, para evitar a repetição dos problemas e o procedimento correto a ser realizado (CORRÊA, 2012).

3. METODOLOGIA

No presente trabalho foi realizado um estudo de caso em uma indústria de alimentos do estado de Sergipe. A aplicação do indicador de desempenho OEE foi realizado na linha de produção de garrafas PET. Os dados foram coletados durante o período de 18 de março a 18 de abril de 2019.

A linha de envase das garrafas pets é composta por quatro máquinas, sendo elas, por ordem de processo, a sopradora, a enchedora, a rotuladora e a embaladora. O equipamento piloto para a aplicação do indicador OEE será a enchedora, visto que é ela a responsável pelo andamento da produção e, segundo análises de produção anteriores.

3.1 IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DE PARADAS DE MÁQUINAS

O levantamento dos dados foi realizado através do registro, em folha de verificação, do tempo de parada no processo de produção, bem como as causas associadas (Quadro 1). Tal registro foi necessário, uma vez que não há automatização para aferir as paradas realizadas na máquina enchedora de garrafas.

Nesta folha constam campos para serem inseridos tais como mês, turno de trabalho, data, horário de início e final da parada de produção e motivos associados. Uma legenda foi utilizada na representação dos principais elementos investigados. Os seguintes aspectos foram avaliados:

- Manutenção Mecânica – MM: Acontece quando há paradas de produção por quebra ou falha de equipamentos, perdendo suas funções específicas;
- Manutenção Elétrica – ME: Acontece quando há paradas de produção por falhas nos sensores, perdendo suas funções específicas;
- Falta de Energia – FE: Acontece quando há parada de produção por falta de energia elétrica;
- Reposição de Material – RM: É a perda de tempo por substituição necessária de um componente ou ferramenta, nessa perda, inclui-se a troca de bobina, tampas ou algum outro componente que deva ser substituído sem realizar necessariamente a troca de produto;
- Start Up – STT: Ocorre no início da produção e corresponde ao tempo em que os equipamentos estão se preparando (esquentando) para iniciar a produção. Aqui incluíse a esterilização, o clean in place (CIP) que é uma limpeza feita em um circuito fechado ou algum outro procedimento que precisa ser feito antes de iniciar a produção;

- Setup/Ajustes – STA: São paradas que acontecem quando há troca de produto na linha de produção, que, por sua vez, resultam na mudança das configurações da máquina para que ela esteja pronta para a próxima etapa da produção;
- Falha Operacional – FO: Parada ocasionada por falha no procedimento de operação;
- Outros – OT: Esse campo é preenchido que impactem a produção contínua. (Ficou acordado que nesse campo seriam inseridos também as paradas para retrabalhos);
- Utilidades – UT: Paradas por conta de água gelada, ar comprimido ou vapor.

Quadro 1 – Folha de verificação empregada no levantamento de dados

CONTROLE DE PARADAS DE MÁQUINA											Mês: _____	
											Turno: _____	
MÁQUINA: Enchedora												
DATA	HORA		MM	ME	FE	RM	STT	STA	FO	OT	UT	OBSERVAÇÕES
	INÍCIO	FINAL										
//												
//												
//												

Fonte: Elaborado pelos autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos índices relacionados ao cálculo de desempenho OEE foram obtidos por etapa. Inicialmente foram recolhidos os controles de paradas de produção e uma compilação mensal foi realizada. A Tabela 1 apresenta o resultado mensal do tempo das paradas realizadas na máquina tipo enchedora de garrafa.

Tabela 1 – Tempo de paradas mensal observados na máquina enchedora de garrafa pet

Aspectos investigados	Duração (h)
MM	05:09
ME	07:54
FE	00:15
RM	00:00
STA	37:54
STT	26:06
FO	02:52
OT	23:54
UT	33:36
TOTAL	135:40

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Analisando a Tabela 1 pode-se verificar o tempo destinado para cada uma das ocorrências. É possível perceber um total de mais de 135 horas de máquina parada. Nota-se que o STA (setup ou ajustes) foi o maior responsável pelas paradas dessa linha o que revela que há na linha uma quantidade elevada de trocas de produto e uma falta de manutenção preventiva no equipamento.

4.1 DISPONIBILIDADE

Para o cálculo da disponibilidade foram excluídas as paradas planejadas e considerados apenas os valores que a máquina estava efetivamente disponível. De acordo com a literatura, a disponibilidade refere-se ao tempo que a máquina está disponível para produzir e não se deve incluir o tempo que fora planejado para

fazer manutenção preventiva, setup planejado, limpeza planejada ou alguma outra atividade que fora planejada e que seja imprescindível que a máquina permaneça parada.

Quadro 2 – Indicador de disponibilidade da máquina enchedora de garrafa pet

Horas totais por período de avaliação	388:00
Paradas planejadas	62:00
Paradas não planejadas	73:40
Horas disponíveis	326:00
Disponibilidade (%)	77,40%

Fonte: Elaborado pelos autores

As horas totais, refere-se aos dias, em horas, por turno de produção. A fábrica opera com dois turnos de produção e cada turno possui 10 horas. Foram analisados horas totais de 30 dias corridos e 24 dias úteis para produção. As paradas planejadas não são levadas em consideração para o cálculo de disponibilidade e correspondem aquelas paradas que ocorreram sem conhecimento prévio, por ajuste da máquina, falha nos sensores da máquina, os setups entre outros. As paradas planejadas referem-se as paradas ocorridas em função do mix de produção e com o conhecimento prévio de todos envolvidos no setor produtivo. De acordo com o Quadro 2, nota-se um tempo de paradas não planejadas de 13 horas e 3 minutos. É possível perceber que a disponibilidade desse equipamento é de 96,47%, o que mostra que a máquina possui uma disponibilidade que se enquadra dentro do desejado pelo estabelecido por JIPM.

4.2 PERFORMANCE

O cálculo realizado para o índice performance foi feito baseado na capacidade de produção da máquina enchedora em relação ao tempo disponível para produção e a quantidade efetiva de produção no período investigado. O Quadro 3 mostra a produção relacionada a máquina enchedora para três gramaturas diferentes de garrafas: 200 ml, 500 ml e 1000 ml. Foram analisados os dados referentes a 24 dias de produção, produzindo por 2 turnos e o valor esperado para o período considerado.

Quadro 3 – Indicador de performance obtido na máquina enchedora de garrafa para diferentes volumes

200 ml	Real	70.646
	Meta	100.487
500 ml	Real	87.344
	Meta	157.247
1000 ml	Real	23.165
	Meta	33.497
Total real		181.155
Total meta		291.231
Performance (%)		62,20%

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com o quadro, nota-se que o equipamento é ineficiente. O padrão mínimo desejado pelo JIPM é de 95% enquanto o equipamento está trabalhando com apenas 62,20% da sua capacidade total, o que aponta uma necessidade de melhoria desse critério dentro do indicador para que haja maior produtividade.

4.3 QUALIDADE

A qualidade foi calculada levando em consideração todos os produtos que foram produzidos dentro do período da pesquisa. Os valores contabilizados em caixa são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Indicador de qualidade observado na máquina enchedora de garrafa pet

Produção total	181.155
Produto bons	166.101
Produtos refugados	15.054
Qualidade (%)	91,69%

Fonte: Elaborado pelos autores

A qualidade fornece informações acerca dos padrões de qualidade esperados para a produção de um certo produto. Neste caso, os produtos refugados foram aqueles que não foram aprovados por questões de não conformidade devido ao nível de produto formulado nas garradas e falha da vedação das garrafas. O indicador de qualidade encontrado também não se encaixa no desejado pelo JIPM, embora a esse índice possua mais de 90% de aproveitamento, o JIPM espera pelo menos 99%. O equipamento possui 8,31% de possibilidade de melhoria, que, se alcançados, reduziria tanto o tempo de retrabalhado como o aumento do número de produtos bons produzidos, o que acarreta na melhoria de todos os índices do OEE apenas aumentando o índice qualidade.

4.4 RESULTADO OEE

Quadro 5 – Cálculo OEE

Disponibilidade	77,40%
Performance	62,20%
Qualidade	91,69%
OEE	44,42%

Fonte: Elaborado pelos autores

O equipamento em questão apresenta um OEE de 55,02%, o que significa que ela possui 44,98% de capacidade de ser otimizada. O resultado encontrado não se enquadra dentro do esperado pelo JIPM. De acordo com o instituto, uma indústria para ser considerada como classe mundial precisa ter um OEE de no mínimo 85%.

Vale ressaltar que analisando os fatores separadamente, é percebido que a performance é um principal causador do baixo OEE, visto que a máquina produz pouco mais de 60% de sua capacidade, o que torna o equipamento improdutivo. Embora o mesmo possua uma alta disponibilidade de produção e uma qualidade de mais de 90%, a sua velocidade de produção é baixa o que impossibilita altos níveis de OEE. Aumentar a eficiência da linha deve ser o primeiro ponto de melhoria que necessita de uma ação imediata.

No que tange a eficiência do equipamento, foi verificado que o equipamento trabalha com capacidade inferior ao ideal. Isto ocorre, pois a bomba do pasteurizador não consegue fornecer o produto formulado no volume e velocidade suficiente para que a máquina opere de forma mais ágil. Outros aspectos observados estão relacionados com as sopradoras da linha de envase que não conseguem fornecer garrafas suficientes para a enchedora trabalhar com sua capacidade total. Além disso, existe ainda problemas associados a velocidade da esteira de saída da máquina. Tais condições favorecem a redução da capacidade de operação da máquina enchedora.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi analisar o nível de eficiência de uma máquina situada na linha de envase em uma indústria de alimentos no estado de Sergipe. A ferramenta OEE foi de suma importância para a análise do processo e ficou evidenciado que o maior problema encontrado na linha de envase, mais precisamente na enchedora da linha, é a baixa eficiência.

É importante pontuar que é o indicador OEE analisa apenas o equipamento, mas não mede o desempenho dos colaboradores. A acuracidade das informações citadas nesse trabalho, dependem, em partes, das anotações registradas pelos operadores de máquinas.

Analisando os pontos, verifica-se que existe uma falha no projeto de montagem da linha. Embora a máquina esteja disponível para produção e os produtos saiam com boa qualidade, o equipamento perde muita produtividade porque não atua com sua capacidade nominal, o que impacta diretamente a produtividade da empresa.

Uma necessidade que foi identificada com o trabalho em questão é que a empresa automatize o seu processo para melhorar significativamente os apontamentos e que treinem os operadores para atuarem de forma rápida e assertiva nos pequenos reparos.

Com a ferramenta usada neste trabalho foi possível analisar a produtividade real do equipamento. Pode-se também verificar o ponto mais frágil e o qual a empresa precisa atuar primeiramente para que a mesma se torne mais competitiva no mercado. Embora os gestores soubessem da fragilidade da linha, não existia nenhum estudo que comprovasse por meio de dados quantitativos o quanto a linha era ineficiente.

Pela observação dos aspectos analisados, é possível afirmar que o uso do indicador OEE viabilizou uma melhor visualização dos motivos de baixo desempenho da linha de envase e a partir disso, é possível formular potenciais melhoria no processo de modo a otimizá-lo.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, Marco Antonio. Administração de produção e operações. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- [2] BECKER, J. M. J.; BORST, J.; VEEN, A V. D. Improving the overall equipment effectiveness in high-mix-lowvolume manufacturing environments. *CIRP AnnalsManufacturing Technology*, v. 64, n. 1, p. 419-422, 2015.
- [3] CARDOSO, Caique. OEE na Prática. Gestão de Produção com índice OEE. Kitemes, 2013.
- [4] CARPINETTI, L. C. R. Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [5] CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. 3 ed. São Paula: Atlas, 2012.
- [6] GARZA-REYES, J. A. et al. Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures: A relationship analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, n. 1, pp. 48-62, 2010.
- [7] LEMOS, Carina. Análise da Capacidade produtiva dos equipamentos através do indicador OEE em um setor de salgadinho de uma indústria alimentícia. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016.
- [8] MACHADO, Simone Silva. Gestão da qualidade / Simone Silva Machado. – – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.
- [9] MURINO, T. A World class manufacturing implementation model Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering. *Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering Journal*, Italy, 2012.
- [10] The Productivity Team. OEE for operators – Overall Equipment Effectiveness. USA, 1990.
- [11] PEZARIM, Geovani Augusto. Proposta de redução de paradas de produção de uma indústria de fornecimento de borracha no sul do Brasil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.
- [12] ROTH, Claudio Weissheimer. Curso técnico em automação industrial: Qualidade e Produtividade. Claudio Weissheimer Roth. – 3. ed. – Santa Maria : Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.
- [13] SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [14] Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Série Logística: Controle de Produção. Departamento Nacional, Departamento Regional da Bahia. – Brasília: SENAI/ DN, 2013.

- [15] TRIVELLATO, A. A. Aplicação das Sete Ferramentas Básicas da Qualidade no Ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças. 2010. Trabalho de conclusão de curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- [16] VANZAN, Rodrigo. Você (realmente) sabe o que é performance?. 4Buzz, 2015. Disponível em: < <https://canaltech.com.br/gestao/voce-realmente-sabe-o-que-e-performance41791/>> Acesso em: 03 fev. 2019.
- [17] VIEIRA, Eduardo. Tire o máximo proveito do OEE com qualidade - Produzir com qualidade não é uma escolha, é sobrevivência. 2017. Disponível em: < <http://www.sevna.com.br/performance/>> Acesso em: 17 fev. 2019.

Capítulo 8

Engenharia de métodos: Um estudo de movimentos no processo de desenvolvimento do sistema de ignição do projeto especial Carcará Rocket Design

Natália das Neves Vidal

Raissa de Sousa Serra

Resumo: É notório que o uso das ferramentas de qualidade utilizadas pela engenharia de produção é de extrema importância, porém ao se buscar analisar de modo mais preciso e até mesmo de forma mais minuciosa os movimentos para a realização de determinada atividade, é necessário um ramo específico, tal ramo é denominado engenharia de métodos introduzidos dentro do âmbito industrial há décadas atrás. Sendo assim, o presente artigo tem por objetivo realizar análise sobre a construção do ignitor do minifoguete desenvolvido pela equipe de projeto especial, tal análise é realizada com base nos estudos da engenharia de métodos. Inicialmente realiza-se o estudo teórico acerca do tema e posteriormente o estudo de caso, realizado na equipe carcará rocket design da universidade estadual do maranhão (uema), buscando assim estabelecer um método preferido de forma a favorecer os operadores, assim como no desenvolvimento da equipe como um todo. Sendo assim, nota-se a significância do trabalho para aprimorar o processo de produção, inovando-o e tornando-o mais simplificado e satisfatório.

Palavras-chave: engenharia de métodos; processos; ignitor.

1 INTRODUÇÃO

O mercado competitivo assim como os avanços tecnológicos tem elevado o patamar das indústrias e serviços fornecidos. Desta forma, a Engenharia de Métodos tem ganhado espaço no que tange vários aspectos no processo produtivo e causam diretamente efeitos positivos na produção. Desta forma, pesquisas e estudos voltados para a área de tempos e movimentos são considerados primordiais, pois se visa, não somente garantir uma melhor produção ou um melhor método, mas torna-se essencial na busca da eficiência e na elaboração e implantação de processos produtivos otimizados.

Sendo assim, nota-se que todo este estudo sobre o tempo e os movimentos de um processo produtivo teve início a tempos atrás com o casal Gilbert (Lilian Moller Gilbreth e Frank Gilbreth) e com os estudos de Frederick Taylor e ganharam uma enorme repercussão e importância, tendo em vista que os mercados sofrem constantes mudanças, assim como tudo que envolve a produção, sendo estes aspectos legais e humanos.

Nesse sentido, observa-se que o desenvolvimento de processos atrelados a esse tipo de estudo ocasiona um melhor aproveitamento dos tempos e insumos, além do próprio esforço da pessoa que realiza tal atividade. Desta forma, há uma grande relação ao rendimento final do processo como um todo.

Por conseguinte, o presente trabalho tem por objetivo analisar o processo de construção do Ignitor utilizado pela Equipe de Projeto Especial Carcará Rocket Design da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), utilizando assim o gráfico SIMO e conseqüentemente realizar estudo de tempo, além de aspectos organizacionais que envolvem a Engenharia de métodos, assim como a Engenharia de Produção.

Destarte, este artigo propõe melhorias para que diretamente, o processo de construção do Ignitor seja mais satisfatório, de modo que o trabalho aprimorado proporcione melhores condições de trabalho produzindo um diferencial dentro da equipe.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS SOBRE A ENGENHARIA DE MÉTODOS

A engenharia de métodos busca realizar uma análise de um processo buscando a melhor forma de desenvolvê-lo, de modo que, leva-se em consideração que tais atividades devem ser realizadas de maneira prática e eficiente.

Desta forma, entre as funções desenvolvidas na engenharia de métodos, observa-se que encontrar o melhor método para a realização de tarefas e que nos levem a encontrar a forma mais conveniente nos guiando a uma maior produtividade. Outro aspecto importante a ser ressaltado é que se busca também no estudo do método, padronizar o sistema, tendo em vista que, a engenharia de métodos relaciona-se diretamente com o estudo sistemático dos sistemas de produção.

O campo da engenharia dos métodos estuda a concepção e a seleção da melhor organização da atividade, ainda avalia o melhor método de produção, dos processos, do uso das ferramentas e equipamentos e das competências operacionais para produzir um produto. Com o objetivo de reduzir o tempo de produção para o mercado, garantir maior qualidade e padronização, e ainda facilidade e economia de meios na fase de industrialização e de produção. (TARDIN, 2013)

Sendo assim, entende-se que os projetos que englobam a engenharia de métodos visam a racionalização do trabalho, ou seja, por meio de métodos já existentes. Desta forma, o método existente servirá como um ponto inicial afim de que se encontre o “melhor método” ou segundo o casal Gilberth 1885 “método preferido”.

No campo da Engenharia de métodos destaca-se o estudo dos tempos e movimentos. Sendo assim, procura-se desenvolver maneiras com que as tarefas sejam realizadas com o menor número de movimentos e tempo, de modo que influenciem diretamente na produtividade, aumentando-a significativamente e reduzindo os custos.

2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ENGENHARIA DE MÉTODOS

A engenharia de produção com os tempos e movimentos ao longo do processo produtivo deu origem a um estudo particular e minucioso denominado de Engenharia de Métodos.

A engenharia de métodos surgiu da análise e dos estudos de três teóricos que são as seguintes pessoas: Frederick Taylor e o casal Gilberth (Lilian Moller Gilbreth e Frank Gilbreth). Taylor dedicou-se principalmente no estudo de tempos, já o casal Gilberth no estudo de movimentos. Frederick H. Taylor era um engenheiro mecânico, conhecido como pai da administração científica e da Engenharia de Produção, obteve diversas contribuições, entre elas: O estudo de tempos e o estudo clássico das investigações sobre o uso da pá.

De acordo com Taylor (1970), é necessário buscar um meio mais econômico na hora de realizar a tarefa, onde quer que seja efetuada e também, deve-se ter o controle de quantos trabalhos deve ser efetuada em um período de tempo.

Com a grande ideia de usar ciência nas indústrias, Taylor começou a anotar o tempo usado nas atividades feitas pelos operários, dessa forma, ele conseguiu identificar quanto tempo um funcionário bom usava para terminar suas tarefas. Com isso, os administradores passaram a obter controle dos seus funcionários. O objetivo de Taylor era evitar o desperdício de tempo, matéria-prima e encontrar a melhor forma de fabricar os produtos, por meio de observações, onde buscava alterações que autorizavam redução de tempo de fabricação e maior qualidade dos produtos fabricados.

Segundo Taylor (1970), a divisão de tarefas proporciona a eliminação de movimentos desnecessários, além de racionar, fundir e simplificar os movimentos necessários possibilitando movimentos do operário e economia de tempos. Taylor iniciou seu estudo selecionando dois operários eficientes e saudáveis, buscava determinar o tanto de energia um homem poderia consumir em um dia de trabalho. Em se tratando do casal Gilberth, os mesmos iniciaram os estudos em 1885. Ela era psicóloga e ele engenheiro. Possuem diversas contribuições, como: Estudo de movimentos, micromovimentos, ciclo gráfico, cronociclográfico, gráfico de fluxo do processo, estudos sobre monotonia, fadiga e transferência de habilidade entre os profissionais.

Os Gilberth desenvolveram o estudo de movimentos. Frank Gilberth trabalhou em uma empreiteira, onde observou que os funcionários na hora de realizar suas tarefas, não utilizavam os mesmos movimentos, cada um tinha sua maneira. Foi através dessas observações que os levaram a começar a fazer investigações para descobrir o melhor método para realizar uma tarefa, trocando movimentos longos e cansativos, por curtos e com menos fadiga. Com o objetivo de evitar o desperdício de movimentos, Frank B. Gilberth inventou alguns dispositivos, como: misturadores de concreto, correias transportadoras, andaimes móveis e barras de reforço.

Foram os anunciadores da utilização de máquinas de filmagens no estudo de micromovimentos. E só foi através da utilização de filmes que a técnica feita por ele foi possível. Eles se concentraram mais em saber a melhor maneira de executar a tarefa, usando pouco a cronometragem. De acordo com Barnes (1977): “O estudo de micromovimentos é o estudo dos movimentos fundamentais de uma operação por intermédio de uma câmera cinematográfica e de um dispositivo que indique com precisão os intervalos de tempo no filme obtido”.

Eles também se preocuparam em reduzir a fadiga, apresentaram um novo desenho do ambiente de trabalho, minimizando as horas diárias de trabalho e aumento de descanso. Com um tempo foi discutido o que era mais importante, o estudo de tempos ou movimentos, atualmente, percebe-se que eles se completam e não há diferença.

Os estudos de tempos e movimentos só começaram a ser usados em 1930. Foi nomeado de engenharia de métodos. E é dividida em quatro fases, possuindo as finalidades a seguir:

- A criação do sistema e do método preferido.
- Padronização do sistema e do método.
- Estabelecer o tempo gasto por uma pessoa capacitada, para realizar esse padrão.
- Regula o treinamento do trabalho no método.

2.3 GRÁFICO SIMO

Também é conhecido como diagrama de duas mãos, exatamente por estudar os movimentos das duas mãos no processamento de um produto.

Para executar o estudo do diagrama, é necessário conhecer o produto final e as partes que o compõe, para assim, melhor dipolos em uma bancada apropriada para a confecção. Além de sequenciar e registrar os

movimentos de cada mão em um documento semelhante ao fluxograma, e com isso elaborar um método que possua a maior economia de movimentos possível. E para encontrar o melhor método existe as seguintes regras:

Figura 1- Regras do Gráfico SIMO.

- 1- **As duas mãos devem iniciar e terminar os seus movimentos ao mesmo tempo.**
- 2- **As mãos não devem permanecer paradas ao mesmo tempo.**
- 3- **Os braços devem ser movimentados simetricamente e em direções opostas.**
- 4- **O movimento das mãos devem ser os mais simples possível. De classe mais baixa possível**
- 5- **Classe de movimentos:**
 - 1ª classe: **movimenta apenas os dedos.**
 - 2ª classe: **movimenta os dedos e uma parte do punho.**
 - 3ª classe: **movimenta os dedos, uma parte do punho e da mão.**
 - 4ª classe: **movimenta os dedos, o punho, a mão e o braço.**
 - 5ª classe: **movimenta os dedos, o punho, a mão, o braço e o corpo.**
- 6- **Deve-se utilizar a função deslizar.**
- 7- **As mãos devem executar movimentos suaves e contínuos.**
- 8- **Usar a posição fixa sempre que necessário.**
- 9- **Manter o ritmo de trabalho.**
- 10- **Usar pedais quando possível.**
- 11- **As peças devem ser colhidas, não agarradas.**
- 12- **Usar entrada e saída por gravidade.**
- 13- **Pré-posicionar ferramentas e componentes.**

Fonte: BARNES (1999,p.178)

3. METODOLOGIA

O presente estudo de caso foi realizado NUTENGE (Núcleo Tecnológico de Engenharia) localizado no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) no Campus Paulo VI na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), localizada na Travessa Paulo VI, s/n - Cidade Universitária Paulo VI, São Luís - MA.

A pesquisa configura-se de caráter qualitativa, onde o seu estudo classifica-se em exploratório e descritivo, pois visa um melhor levantamento e aprofundamento por meio de bibliografias acerca do assunto, assim como descritiva, isso no que diz respeito a análise, observação e correlação dos fatos, por meio do estudo de caso.

Destarte, na visita ao departamento da Equipe Carcará Rocket Design pôde-se obter as informações para se realizar o estudo da Engenharia de métodos. Onde aplicou-se ferramentas presentes na Engenharia de Produção, mais precisamente na área de Engenharia de métodos, a principal utilizada foi o Gráfico SIMO, ou seja, gráfico das duas mãos, além da movimentação, buscou-se também analisar o tempo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESCRIÇÃO DA EQUIPE

A Equipe Carcará Rocket Design configura-se em uma equipe de Projetos Especial da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), tem por objetivo a construção e estudo com base no desenvolvimento de tecnologias na área de aeroespacial. Fundada em 22 de maio de 2015 por alunos do curso de Engenharia Mecânica da UEMA, hoje recebe alunos das demais engenharia e cursos afins, porém até o atual momento encontra-se apenas alunos da Engenharia de Produção, Engenharia de Computação e Engenharia Mecânica.

Atualmente participa de competições voltadas para a área de espaço modelismo e apresenta sucesso em suas atuações, onde ganhou quatro premiações no Festival de Minifoguetes realizado pela Universidade Federal de Curitiba em 2017, e no ano de 2018 ganhou uma premiação no mesmo festival.

A Equipe Carcará Rocket Design carrega consigo a responsabilidade de fomentar a pesquisa e fazer com que graduandos possam desenvolver pesquisa e está relacionando teoria e prática dentro da universidade, desta forma, aumenta a visibilidade dos cursos envolvidos, assim como da instituição.

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO IGNITOR

A construção do dispositivo de ignição elétrico é relativamente simples, desenvolvido a partir de materiais como: fita isolante ou crepe, lã de aço, um palito de fósforo e dois fios com a haste de cobre. Estes materiais são facilmente encontrados em casa ou em loja de equipamentos. O ignitor serve para dar partida no funcionamento de um foguete aeroespacial produzido pela Equipe Carcará Rocket Design. Apresenta como princípio de funcionamento a ativação do fósforo por meio da corrente elétrica para o acendimento do motor de propelente sólido do foguete. Apresentaremos as fases de desenvolvimento do dispositivo:

Primeiramente separa-se todos os materiais que serão necessários para a construção do dispositivo. Posteriormente, corta-se duas hastes de fio de cobre para o dispositivo de ignição. Logo em seguida, será preciso cortar a capa que envolve a haste, com mais ou menos 2 cm de comprimento em cada extremidade. Separa-se dois fios de aço que serão utilizados para transferirem a corrente elétrica. Alinha-se os dois fios em ambas as extremidades das hastes. Seguidamente prende-se um fósforo entre as duas hastes de cobre com uma fita isolante ou crepe.

Já na segunda fase do procedimento, realiza-se um corte na parte superior do fósforo, onde se encontra a pólvora, para passar o fio de aço, logo em seguida encaixa-se o fio de aço no corte feito, posteriormente prende-se o fio de aço diretamente na extremidade desencapada da haste de cobre. Após enrolar a lã de aço em torno do fósforo e conectados a haste de cobre, é necessário dobrar as pontas da haste de cobre, para evitar que entre em contato com a outra extremidade da haste e faça com que a corrente gere problemas no ignitor. Por fim é retirado o excesso de lã, para não atrapalhar o desempenho do dispositivo.

Figura 2: Fluxograma do Processo do Ignitor. Fonte: SERRA; VIDAL (2019)

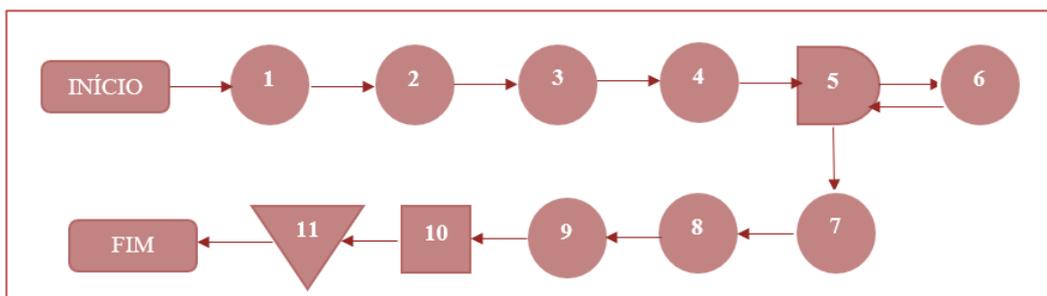


Tabela 1: Atividades referentes ao Fluxograma da imagem 4. Fonte: SERRA; VIDAL (2019)

Nº	Descrição da atividade
1	Seleção dos materiais
2	Corte da haste de cobre
3	Corte de 2 cm nas duas extremidades da haste de cobre
4	Prender a haste de cobre ao pálio d fósforo com fita isolante ou crepe
5	Espera : Deixa-se por um momento a estrutura de cobre e fósforo
6	Seleção e corte da lâ de aço
5	Retoma-se a estrutura de cobre e fósforo
7	Corte na extremidade superior do fósforo (parte da pólvora)
8	Prender o fio de aço ao cobre
9	Dobrar as extremidades da haste
10	Inspeção: verifica-se se o ignitor ficou bem estruturado e correto
11	Estoque

4.3 PROPOSTA DE MELHORIAS NO PROCESSO

Para a realização do procedimento de produção do dispositivo de ignição foi escolhido um operário que é habilitado/treinado. Diante disso antes da implementação da melhoria, o membro da Equipe realizou a tarefa em 2min e 59 segundos, em suas condições normais. Analisou-se a tarefa e foi observado que o integrante não é destro, então partindo disso colocamos todos os materiais dispostos na bancada do lado esquerdo para o melhor acesso e visando que o mesmo não realize movimentos desnecessários para pegá-los.

Logo após propõe-se que os fios de aço e os com as hastes de cobre já poderiam estivessem cortados, como se houvesse um estoque destes materiais que são de usos frequentes da equipe. Assim como, os fósforos armazenados com os cortes na parte superior. Outra melhoria que poderia ser implementada seria a aquisição de um suporte para fita isolante ou crepe o que facilitaria o corte no momento da construção do ignitor.

Desta forma, observa-se que com as melhorias propostas a realização da tarefa tende a ser executada em menor tempo e com menos esforço do operador. Sendo assim, realizou-se o teste com a implementação das melhorias e constatou-se que houve uma diminuição do tempo do processo, e esta redução de tempo faz com que os integrantes possam realizar outras atividades ou aumentar a produção do dispositivo.

O menor tempo a partir das melhorias estabelecidas foi de 1 min e 44 segundos, sendo assim, observa-se que houve a redução de mais de 1 minuto na realização do processo. A seguir, será apresentado o fluxograma do processo com o método preferido.

Figura 3: Fluxograma de Melhoria de Processo do Ignitor. Fonte: SERRA; VIDAL (2019)

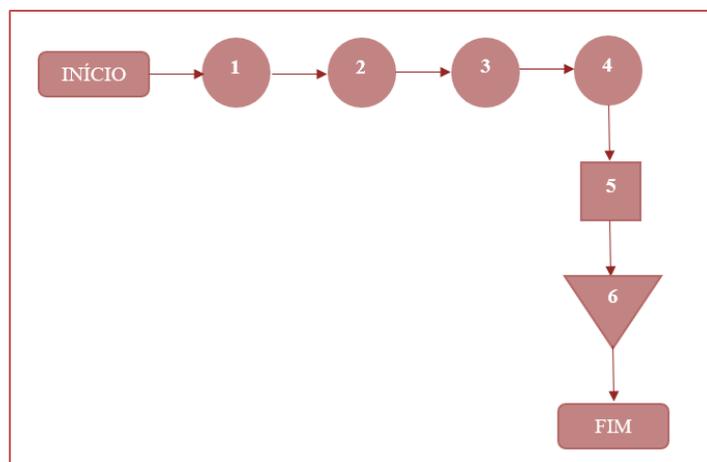


Tabela 2: Atividades realizadas no fluxograma de Melhoria de Processo do Ignitor. Fonte: SERRA; VIDAL (2019)

Nº	Descrição das atividades
1	Selecionar materiais
2	Prender a haste de cobre ao palito
3	Prender o fio de lâ de aço na extremidade superior do palito e colocá-lo em contato com a extremidade da haste.
4	Enrolar a outra extremidade da haste para evitar atrito
5	Inspeção
6	Estoque

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise do processo realizada e dos estudos teóricos realizados acerca da Engenharia de produção e dos aspectos gerais e organizacionais, observa-se pontos relacionados a estrutura organizacional física que podem ser ajustados e melhorados de forma que tais ajustes, refletirão em todos os aspectos da Equipe.

Desta forma, em se tratando das particularidades encontradas na organização física, observou-se uma má disposição dos materiais na sala, além de objetos que já podem ser descartados, de modo a garantir um maior espaçamento e organização do ambiente externo, além dos materiais a serem utilizados, nos mesmos não se concentram em um espaço próprio, mas em diversos locais o que de certa forma, influencia no tempo de realização de diversas tarefas, tendo em vista que há uma grande movimentação até que se encontre todos os materiais necessários.

Para se retificar os aspectos anteriormente citados, em relação aos pontos físicos e organizacionais da sala em busca torná-la um ambiente mais eficiente ao desenvolvimento das atividades, sugere-se uma análise de todas as atividades desenvolvidas para a construção e organização dos insumos, de modo que, além de visíveis e organizados, possa-se encontrá-los com mais rapidez, garantindo mais eficiência e menos esforços para a sua realização.

Em se tratando do gráfico SIMO, analisa-se que na realização da atividade de construção do Ignitor, observa-se que é necessário definir o método preferido, assim como realizar o treinamento das pessoas que realizam a atividade de modo a garantir o mesmo padrão de qualidade, assim como a economia nos movimentos e do tempo, tornando a atividade acessível a todos, de modo que a equipe não se prejudique, caso aconteça imprevistos com operador que realiza tal atividade.

Desta forma, se as sugestões forem bem recebidas pela equipe e se as mesmas forem postas em prática, será a notável as melhorias para o Projeto como um todo, na otimização do processo de construção do ignitor e conseqüentemente do minifoguete, que é o objetivo da equipe, construção de foguetes de pequeno e médio porte para competições, assim como nas condições do trabalho e do ambiente organizacional da equipe.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, Andressa dos Santos. Estudo de tempos e movimentos: determinação da capacidade produtiva e melhoria das operações em uma pizzaria Rio de Janeiro- 2014. Disponível em : <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_317_29749.pdf> . In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXVI., 2016, João Pessoa. Acesso em: 15 de junho de 2018.
- [2] BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- [3] CHIAVENATO, I. Administração da Produção. ed. Campus. São Paulo, 2005.
- [4] TARDIN , Matheus Grage at all. Espírito Santo – 2013 . Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora. Um estudo de caso na Panificadora Monza. Disponível em : <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_177_013_21883.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2018.
- [5] OLIVEIRA , Jucelândia Nascimento de at all. Paraíba – 2005 . A engenharia de métodos como ferramenta para a inovação: um estudo exploratório no setor de carnicultura. Disponível em : <file:///C:/Users/REFERENCIA/Downloads/Oliveira_JN_A%20engenharia%20de%20me.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2018.

- [6] JUNIOR, Antonio Hilario da Rocha. Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras. Rio de Janeiro- 2014. Disponível em : <
<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009237.pdf> >. Acesso em: 15 de junho de 2018.
- [7] GIL, Robledo Lima. Tipos de pesquisa. 2009 . Disponível em : <
<https://wp.ufpel.edu.br/ecb/files/2009/09/Tipos-de-Pesquisa.pdf> >. Acesso em: 15 de junho de 2018.
- [8] SELEME, Robson. Métodos e Tempos: Racionalizando a Produção de Bens e Serviços. Curitiba: Ibplex, 2009.
- [9] Shimote, W.K. Propulsão de Foguetes. Out. 2005. Disponível em: <
http://ftp.demec.ufpr.br/CFD/bibliografia/propulsao/Wilson_IAE_2005.pdf >. Acessado em: 15 de junho de 2018.
- [10] SOUTO, M. S. M. Lopes. Apostila de Engenharia de métodos. Curso de especialização em Engenharia de Produção – UFPB. João Pessoa. 2002.

Capítulo 9

Proposta de arranjo físico em uma Auto Elétrica: Estudo de caso

Danylo de Araujo Viana

Edigelson Nascimento Silva

Rayane Felicio Campos

Aurilene Dayanne Rodrigues Duarte

Maria Jacsonilda de Lima

Resumo: Diante do cenário atual das oficinas auto elétricas de pequeno porte, se constata a dificuldade que esse setor tem em obter um layout harmonioso. As ferramentas de análise de arranjo físico são procedimentos de melhorias que propõe mudanças na sua organização, deixando mais elevado o entendimento para atingir o objetivo de propor um novo arranjo físico afim de melhorar o fluxo do processo estudado, foi realizado através do método estudo de caso com análise qualitativa e quantitativa em uma oficina auto elétrica localizada na cidade de Natal/RN. Foi coletado dados com auxílio de pesquisas bibliográficas, visitas técnicas e entrevistas com colaboradores e assim tornou-se possível visualizar gargalos no processo analisado e verificando o layout atual, Teve-se como resultado do trabalho um ambiente mais agradável, organizado explorando com a melhor vista os espaços controlando os estoques e reduzindo cruzamento e movimentos desnecessários com o novo layout por meio das técnicas encontradas na ferramentas usadas como a SLP (Planejamento Sistemático de Layout). Assim podemos concluir que, o bem estar e comodidade dos colaboradores e clientes são indispensáveis bem como um arranjo físico bem elaborado possibilitando uma otimização nos lucros, na satisfação dos clientes e na redução de tempoocioso.

Palavras-chave: Auto elétrica. Layout. Planejamento Sistemático do Layout

1. INTRODUÇÃO

A busca por uma adaptação de melhor qualidade e melhoria na produtividade na prestação de serviços, diante da necessidade das empresas de pequeno porte e similares, unificaram um padrão de qualidade e treinamento para seus funcionários, pois a exigência dos clientes aumenta com o desenvolvimento tecnológico e as disputas de concorrência pelo mercado em geral (Ianni, 2001).

Segundo Ianni (2001) nas diversas áreas do mercado vigente, as mudanças tornam-se necessárias para a atuação nos quesitos mais conceituados como: organizações, políticas públicas e competitividade em tecnologias, gerando mudanças em diversos setores de trabalho.

No intuito de habituar-se com as mudanças nota-se que à necessidade de elevar o nível de competitividade na concorrência de clientes. As empresas estão procurando as informatizações e qualificação de maneira que possa reduzir custos e trazer benefícios, buscando uma produção e uma capacidade mais eficaz em seus produtos e serviços, com o melhor custo benefício para seus clientes, otimizando seus lucros (Farias, 2013).

Os consumidores buscam sempre a qualidade e valores atrativos, fazendo assim, levantamento e orçamentos para analisar o melhor preço no mercado. É necessário saber que os concorrentes não são inferiores e não vão nos alcançar, porque eles precisam progredir e lutarão para isso como imperativo de sobrevivência (Silva, 2014).

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo a proposição de um *layout* para uma auto elétrica, sendo auxiliado pela ferramenta SLP (*Systematic Layout Planning*), com o propósito de trazer melhorias em seu espaço físico aumentando sua produtividade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ARRANJO FÍSICO

De acordo com Slack et al. (1996), no cenário atual, o arranjo físico tem uma fundamental importância no planejamento das empresas, seja ela qual for à atividade exercida, tanto em empresas de serviços quanto nas manufaturas. O arranjo físico é uma operação produtiva, com os estudos de ferramentas cabíveis no intuito de definir as localizações de recursos de transformações e o melhor posicionamento de equipamentos, maquinários e instalações visando a melhoria das operações reduzindo gastos e perdas.

É primordial para o arranjo físico a localização de onde está situado a empresa, suas instalações macro, as quais correspondem a estrutura física e inovações de transformações em conformidade com a evolução do mercado. Além da necessidade dos recursos de transformações na realização de um novo rearranjo físico, é fundamental o entendimento dos processos interno como: mão de obra qualificada, distribuição de setores para evitar os cruzamentos desnecessários, maximizando a produtividade da empresa (Slack, 1996).

O *layout* de uma planta é um objeto tradicional da engenharia industrial que trabalha com relações especiais e sensíveis. É a atividade que atualmente exige “sangue e suor” para a adaptação da estratégia de manufatura. Além disso, um *layout* tem muitas implicações práticas e estratégicas (Moreira, 2011).

Um bom *layout* permite que os materiais, o pessoal e as informações fluam de uma forma eficiente e segura. Logo, as escolhas de *layout* podem auxiliar na comunicação de estratégias de produto e prioridades competitivas (Corrêa e Corrêa, 2012).

2.2. TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

Segundo Slack, Chambers e Johnston, (2009), existem quatro tipos de arranjos físicos: por processo, produto, posicional e celular, sendo o primeiro o arranjo físico o que tem como base o agrupamento de recursos de transformações tendo como alvo os produtos, clientes e informações.

No arranjo físico por processo, os recursos e os processos similares são alocados e agrupados, a fim de beneficiar os recursos transformadores. Produtos, clientes e informações passam por diferentes operações, percorrendo as atividades de acordo com suas necessidades. Por esses motivos o padrão de fluxo na operação é bastante complexo (Slack; Chambers; Johnston, 2009).

O arranjo físico por processo, conforme afirma Moreira (2011), possui a vantagem da adaptação dos produtos e serviços, por ser um sistema flexível, porém os estoques de materiais costumam ser elevados, e o planejamento e o controle da produção tendem a ser complexos, devido aos seus variados produtos e as suas exigências operacionais particulares.

O arranjo físico por produto, também conhecido como fluxo ou em linha aos produtos, é o que torna o arranjo físico relativamente simples para controlar as atividades predefinidos. Os elementos de informação ou clientes que seguem um trajeto no qual a sequência de atividades solicitadas coincide com as etapas em que os processos foram arranjados fisicamente. Este fluxo é muito claro e previsível, o que o torna um arranjo relativamente simples de controlar (Slack; Chambers; Johnston, 2009).

Conforme comentam Corrêa e Corrêa (2012), os arranjos por produto são mais apropriados as operações que processam grandes volumes e percorrem sequências semelhantes, o que normalmente implica em pouca variedade de produtos. Este tipo de arranjo ocorre com máxima eficiência para processos contínuos e em massa, pois o fluxo ocorre num ritmo preestabelecido que garante produtos mais padronizados.

O arranjo físico por produto possui baixo custo unitário do produto e de mão-de-obra, alta produtividade e a baixa quantidade de estoque de produtos em processamento. Porém por ser um trabalho altamente repetitivo, pode afetar a motivação dos trabalhadores devido a rigidez do sistema, trazendo variações no projeto do produto e/ou do processo e altos custos agregados a quedas de demandas.

O arranjo físico posicional, e aquele cujo as pessoas envolvidas estão focadas no produto, exigindo várias atividades de baixo grau de padronização e custo de produção. (Moreira, 2011).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) o principal exemplo deste tipo de arranjo físico é o canteiro de obras, em que o maior problema em projetar consiste em alocar, de forma eficaz, as áreas aos vários recursos de produção. Eles precisam ter espaço suficiente para a execução das atividades, receber e armazenar os seus suprimentos.

A principal marca do arranjo físico posicional é a baixa produção, tendo em vista que os esforços dos recursos envolvidos estão focados no produto, com características únicas e baixo grau de padronização. Além disso, como este tipo de arranjo está muito ligado a processos produtivos por encomenda, exige muitas atividades diferentes, grande habilidade de pessoas envolvidas e esforço na coordenação geral do projeto contratado (Moreira, 2011).

O arranjo físico celular tem relação com o arranjo físico por processo, com a finalidade de manter sua flexibilidade e rendimento. Os recursos não similares são agrupados de maneira que consigam processar um grupo de itens que requeiram semelhantes etapas de processamento (Corrêa e Corrêa, 2012).

Slack, Chambers e Johnston (2009), afirmam que o arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados são pré-selecionados para movimentar-se para uma determinada célula, encontrando ali todas (ou quase todas) as suas necessidades de processamento, ou seja, dispor em um só local, diferentes máquinas que possam fabricar o produto (ou parte deste produto) inteiro. A célula pode ser disposta através de um arranjo físico por produto ou por processos. Após o processamento na célula, os recursos transformados podem seguir para outra célula.

2.3. SISTEMA SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

Segundo Muther (1978), o *Systematic Layout Planning* (SLP) é uma ferramenta que auxilia nas decisões sobre o arranjo físico, quanto ao melhor posicionamento de máquinas, pessoas e equipamentos na linha de produção. Este método consiste de uma estruturação de fases, de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para avaliação, identificação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento.

Nos estudos de Munther (2008) a aplicação da ferramenta *Systematic Layout Planning* (SLP), elabora e relaciona as interligações preferenciais baseado na interrelação trabalhando em conjunto do o diagrama de relacionamento, melhorando o tempo e aumentando a produtividade.

Segundo Muther (1978), o SLP tem seu planejamento rateado em quatro fases, são elas:

- Fase I – Localização - determinada a localização da área que será realizado o planejamento das instalações.
- Fase II - Arranjo físico geral - é estabelecido a posição relativa entre diversas áreas.

- Fase III - Arranjo físico detalhado - envolve a localização de cada máquina e equipamento.
- Fase IV - Implantação – é feito passo a passo do planejamento da implantação.

3. METODOLOGIA

O presente artigo tem a natureza aplicada, por seu interesse prático, objetivos de pesquisa exploratória visando garantir maior familiaridade com o problema. Tratando-se a forma de abordar o problema classifica-se como qualitativa, tendo o estudo de caso como método. A figura 1 representa o esquema metodológico utilizado no decorrer do estudo:



Fonte: Autoria própria (2018)

O desenvolvimento desse estudo iniciou-se com uma visita *in loco* junto com o gerente. Em seguida, foi aplicada uma entrevista não estruturada para conhecer e entender os processos e atividades da auto elétrica. Assim, com todas as informações necessárias, determinou-se o problema e deu início a pesquisa bibliográfica.

Ainda na entrevista não estruturada, realizou-se gravações, fotografias e medidas dos espaços e objetos como: bancada de testes, bancada de computadores. Além disso, foi disponibilizado a planta baixa de toda auto elétrica para garantir a fidedignidade das informações coletadas.

Prontamente, aplicou-se as ferramentas do SLP identificados na pesquisa bibliográfica e fez-se a proposição do *layout* validando junto ao gerente.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A auto elétrica estudada atua no segmento automotivo, que teve início as suas atividades em 2011, sua unidade em Natal-RN. É uma empresa de pequeno porte, trabalhando com serviços especializados em alternadores, motores de partida, eletro ventiladores e instalações elétricas em geral. A figura 2 apresenta o organograma da empresa:



Fonte: Autoria própria (2018)

4.2. MAPEAMENTO DO PROCESSO

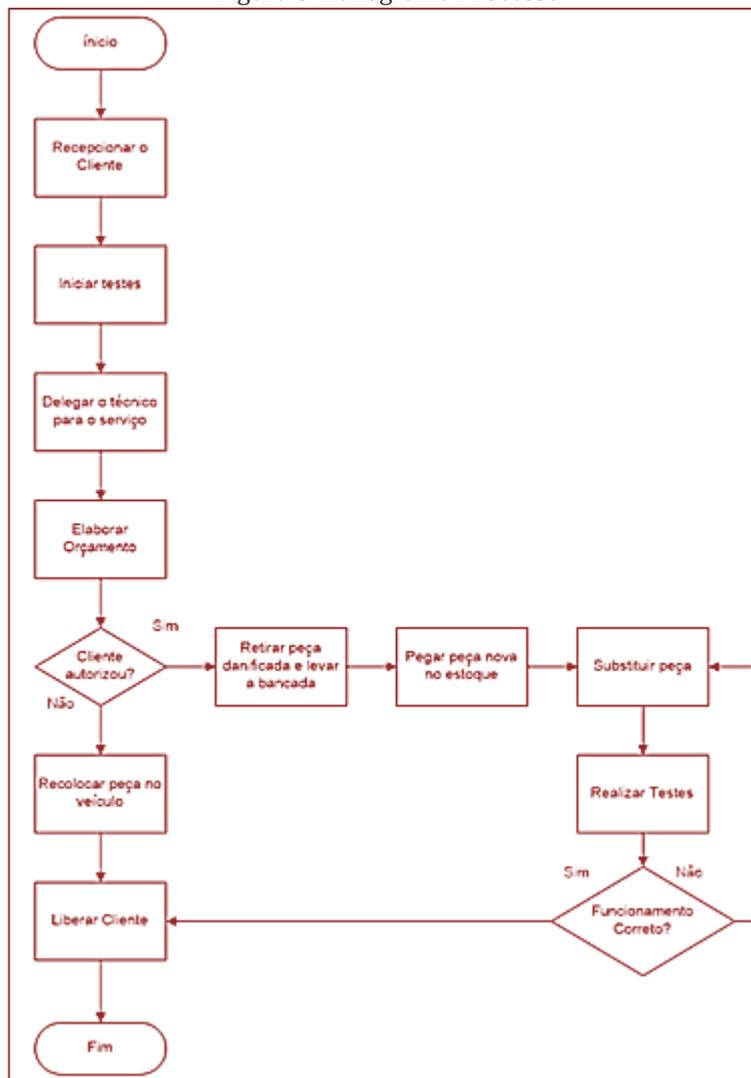
A empresa tem o sistema de produção puxada, onde os serviços são determinados de acordo com a demanda, ou seja, os serviços são realizados após solicitações dos clientes.

Cada estação de trabalho é relativamente autônoma e o produto (peças) vai para qualquer estação de trabalho que seja necessária para realizar a operação seguinte (outro veículo), adequado às necessidades de diferentes clientes, ou seja, de diferentes veículos.

O processo inicia-se com a entrada do veículo na auto elétrica recepcionado pelo técnico/consultor, dando início ao processo de testes. Durante avaliação do carro, junto com as reclamações do cliente, é delegado o serviço ao técnico electricista a remoção do componente danificado. Logo, tendo avaliação dos técnicos, o técnico/consultor elabora o orçamento para o cliente. Se o cliente não autorizar o serviço, recoloca o componente danificado e libera o cliente.

Caso o cliente autorize o serviço, o electricista executa, faz a limpeza nas demais peças que agregam o componente e realizar a reposição no veículo e por fim os testes cabíveis para a entrega ao cliente. O fluxograma a seguir, apresenta de forma detalhada todos os processos:

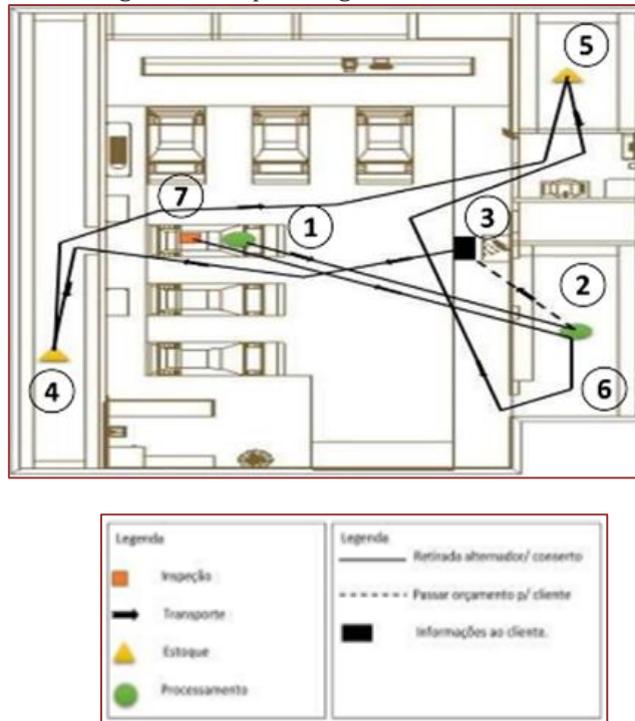
Figura 3 Fluxograma Processo



Fonte: Autoria própria (2018)

Utilizou-se a técnica do mapofluxograma para melhorar a visualização do fluxo no processo atual, com forme ilustrado na figura 4:

Figura 4 – Mapofluxograma do Processo



Fonte: Autoria própria (2018)

A atividade (1) configura o local onde o carro fica para realizar os testes e retirar as peças com defeito, sendo levadas até a bancada, a atividade (2). Aqui o técnico faz as análises necessárias e envia o valor do orçamento do serviço para a atividade (3), que é o técnico/consultor.

O cliente concordando com o orçamento, o técnico/consultor vai procurar nos estoques as referidas peças necessárias, caracterizando a atividade (4) e (5). Por fim, as peças são enviadas até a bancada, atividade (6), fazendo a reposição no veículo, atividade (7). Caso não seja autorizado o orçamento, as peças são colocadas de volta ao veículo, liberando o cliente.

4.2. PONTOS CRÍTICOS

Devido ao espaço reduzido no *layout* da oficina, os automóveis de grande porte ficam impossibilitados de acesso no interior da oficina, sendo executado os serviços em uma rua lateral. Falha nas condições de trabalho (infraestrutura mal elaborada), iluminação inadequada, peças e equipamentos sem organização, ou seja, a separação não compatível ao setor da oficina, dificultando a agilidade do serviço.

Tendo em vista o crescimento na demanda, o espaço torna-se pequeno (em dimensão) para suportar todos os clientes, sendo necessário agendamentos do serviço para outras datas.

Quanto a acomodação do cliente durante a espera para realização do serviço, não existe um ambiente (sala de espera) adequada. Por fim, a limitação no espaço causa desconforto para o atendimento ao cliente, pois as condições atuais não oferecem privacidade em algumas situações, como por exemplo, os orçamentos são feitos e negociados na presença de todos os clientes.

5. RESULTADOS

Com a execução do SLP para a proposição no novo *layout*, define-se a importância de proximidade entre atividades e setores foi desenvolvida um diagrama de relacionamento de interligações preferenciais conforme a figura 5.

Figura 5 – Diagrama de Relacionamento

Razões de Proximidade	Setores							
1	Setor A - Manutenção de peças							
2	A	Setor B - Estoque de peças remanufaturadas						
3	I	E	Setor C - Estoque de peças novas					
4	I	I	I	Setor D - Produtividade (operação)				
5	E	A	I	I	Setor E - Estoque de peças reconcionadas			
6	A	A	U	E	O	Setor F - Lavagem das peças		
7	A	U	O	A	U	U	Setor G - Recepção	
8	U	X	U	X	U	U	E	Setor H - Ambiente de espera (cliente)

Fonte: Autoria própria (2018)

Os respectivos setores são: Setor A - manutenção de peças, Setor B - estoque de peças remanufaturadas, Setor C – peças novas, Setor D – Produtividade (operação), Setor E – estoque de peças reconcionadas, Setor F- lavagem de peças, Setor G – recepção, Setor H – espera (cliente).

Com relação as razões de proximidade, tem-se: 1 - Facilidade de comunicação, 2 - Compartilhamento dos mesmos colaboradores, 3 - Condições não seguras e desagradáveis, 4 - Utilização dos mesmos equipamentos para instalação, 5 - Semelhança no trabalho executado, 6 - Sequência de fluxo no trabalho.

Para os indicadores gerados pelo diagrama de relacionamento, são atribuídas letras sendo elas:

- A – Proximidade absolutamente necessária: indica que os departamentos ou áreas necessitam ficar próximas, devido a existência de uma grande quantidade de fluxo de materiais.
- E – Proximidade especialmente necessária: indica que é muito importante que os departamentos ou áreas fiquem próximos, também com uma grande quantidade de fluxo de materiais.
- I – Proximidade importante: indica que existe fluxo entre departamentos ou áreas e caso seja possível, devem ficar próximos.
- O – Proximidade regular: indica que a quantidade de fluxo é pequena, não sendo necessária que os departamentos ou áreas fiquem próximos.
- U – Proximidade não importante: indica que não há fluxo entre departamentos ou áreas, sendo desprezível estarem próximos.
- X – Proximidade indesejável: indica que os departamentos ou áreas não podem, ou não devem estar próximos.

Com o resultado da importância das interações entre os setores, determina-se a elaboração e relação das interligações preferenciais, integralizado conforme a área do processo produtivo, com o objetivo de relacionar as atividades aos fluxos de materiais, mostrando quais deverão ficar próximas e quais deverão ficar afastadas. Assim a figura 6 apresenta a carta de interligações:

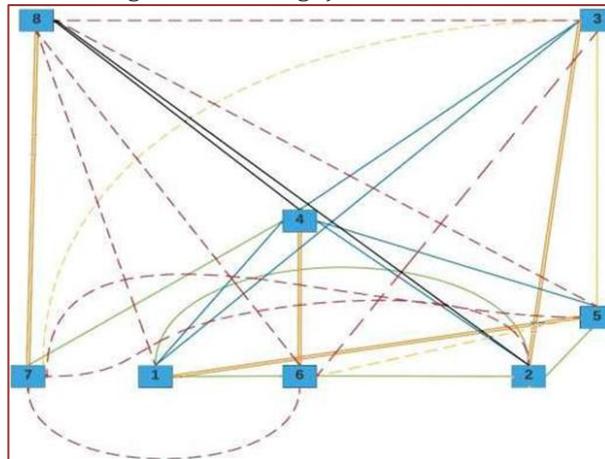
Figura 6 – Carta de Interligações Preferenciais

A	1e2-2e5-1e6-2e6-4e7	
E	2e3-1e5-4e6-7e8	
I	1e3-1e4-2e4-3e4-3e5-4e5	
O	5e6-3e7	
U	3e6-2e7-5e7-6e7-1e8-3e8-5e8-6e8	
X	2e8-4e8	

Fonte: Autoria própria (2018)

Baseado na carta de inter-relações preferenciais foi elaborado um diagrama de inter-relações conforme figura 7, integrando a avaliação das interligações preferenciais com o fluxo do processo:

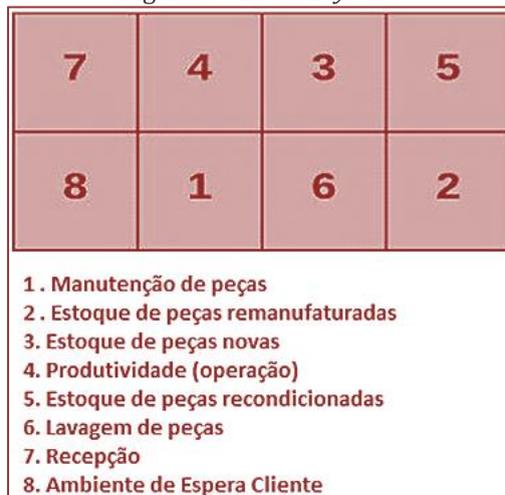
Figura 7 - Interligações Preferenciais



Fonte: Autoria própria (2018)

Com a determinação das interligações, utilizou-se o *layout* de bloco para exibir o conteúdo de maneira baseada em seções, conforme figura 8 a seguir:

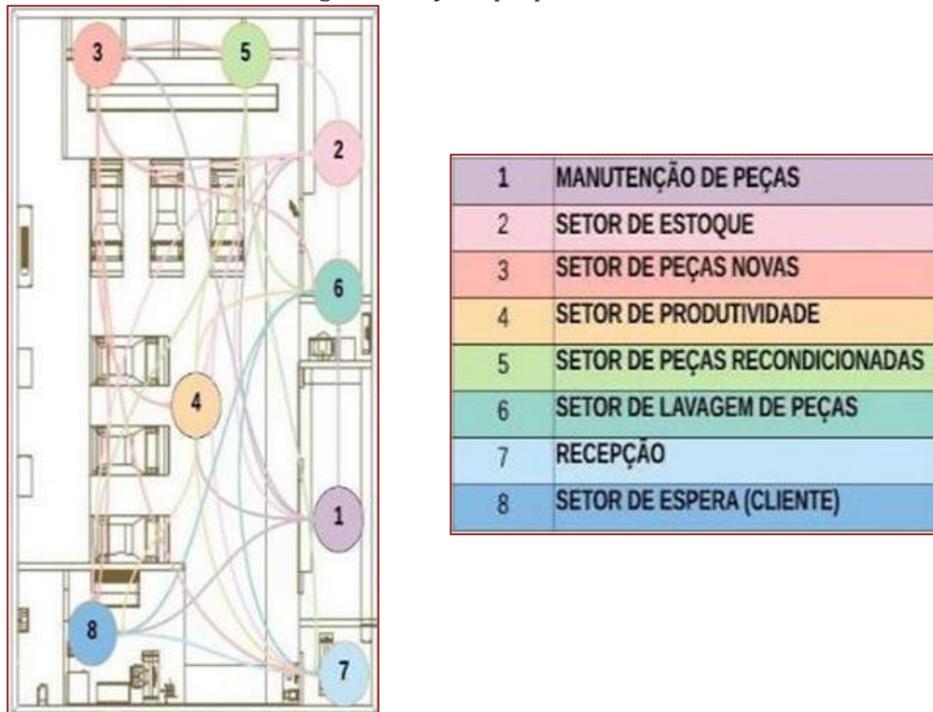
Figura 8 - *Block Layout*



Fonte: Autoria própria (2018)

Trabalhando em conjunto com diagrama de relacionamento em acordo com os indicadores exposto na figura 5 os respectivos setores foram estruturados nas seguintes seqüência: 7 - recepção, 4 - setor de produtividade (operação), 3 - setor de peças novas e 5 - setor de peças reconcionadas na parte superior. Já na parte inferior na seguinte seqüência: 8 - setor de espera(cliente), 1 - setor de manutenção de peças, 6 - setor de lavagens de peças e 2 - estoque de peças remanufaturadas.

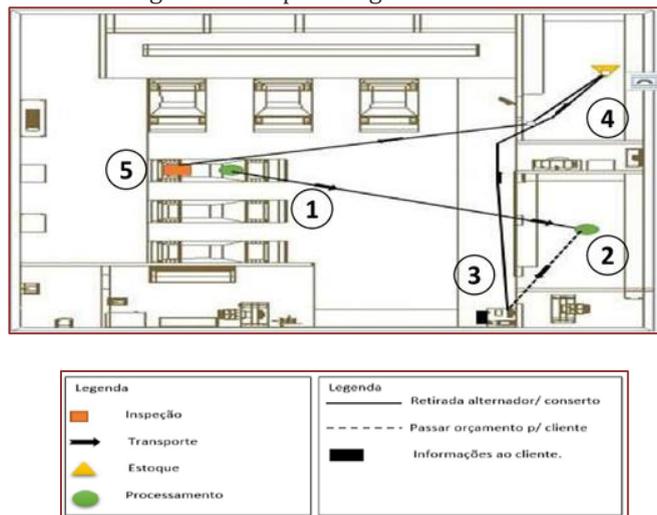
Figura 9 – layout proposto



Fonte: Autoria própria (2018)

De acordo com a proposta do layout e o mapa de interligações para a proposição sugerida, esclareceu o cruzamento desnecessário que existia no cenário atual, assim uma nova proposta de um mapofluxograma considerando o novo posicionamento dos setor é apresentada na figura 10 a seguir:

Figura 9 – Mapofluxograma Atual



Fonte: Autoria própria (2018)

Como a nova proposta, verifica-se que os cruzamentos, antes existentes, são reduzidos. A atividade (1), (2) e (3) continua sendo as mesmas, apenas com a alteração de lugar na atividade (3).

Verifica-se também que os estoques estão em um mesmo local, atividade (4), facilitando a busca pelas peças. Por fim, não haverá necessidade de voltar a bancada como acontecia anteriormente, as peças já são repostas diretamente ao veículo, atividade (5).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o observou-se algumas necessidades indispensáveis para o conforto e acomodação dos clientes, bem como dos funcionários, sendo elas: infraestrutura mal elaborada, iluminação inadequada, peças e equipamentos em desordem com os setores que utilizam, tais necessidades influenciam diretamente na satisfação do cliente.

No entanto, com a utilização do SLP e suas ferramentas, foi possível constatar que algumas mudanças são necessárias para melhor eficiência no serviço da auto elétrica. Com a proposição do *layout*, pode-se visualizar o aproveitamento de espaço, tornando o ambiente organizado, seguro e confortável, com melhoria no fluxo interno de pessoas, menor perda de tempo com os processos e facilidade no controle e supervisão das atividades.

Verificou-se também que não são necessárias grandes alterações na estrutura física do local para realizar as devidas alterações. No âmbito de aplicar o novo *layout*, é adequado ao ambiente e satisfatório para necessidade do andamento do processo.

REFERÊNCIAS

- [1] Corrêa, Henrique L.; Corrêa, Carlos A. Administração de produção e operações: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [2] Correia, Kwami Samora Alfama; Leal, Fabiano; Almeida, Dagoberto Alves de. Mapeamento de processos: uma abordagem para análise de processos de negócio. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22, 2002, Curitiba. Anais... Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr10_0451.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- [3] Croom, S. Topic issues and methodological concerns for operations management research. Eden Doctoral Seminar on Research Methodology in Operacipos Management. Bruxelas, 2005.
- [4] Fiori Design Guidelines. The block layout. <Disponível em: <<https://experience.sap.com/fiori-design-web/block-layout>> Acesso em: 21 nov. 2018.
- [5] Ianni, Octávio. Teorias da globalização. 9. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.
- [6] Monks, J. G. Administração da produção. São Paulo: Migra-Hill, 1987.
- [7] Moreira, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- [8] Muther, Richard. Planejamento do layout: Sistema SLP. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.
- [9] Silva, A. L. Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial orientado para a produção enxuta. 2009. 243f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-11122009-134838/pt-br.php>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- [10] Slack, Nigel; Chambers, Stuart; Johnston, Robert. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Capítulo 10

Aplicação combinada de técnicas de simulação na avaliação de arranjos organizacionais

Marco Túlio Domingues Costa

Emerson José de Paiva

Bráulio Frances Barcelos

Resumo: A aplicação da modelagem e simulação tem sido uma ferramenta importante para facilitar a compreensão do funcionamento do sistema real e, com base nestas informações, tomar decisões mais assertivas acerca da organização da empresa. É neste ponto que este trabalho se apóia e se propõe a adotar, de forma combinada e complementar, diferentes técnicas de simulação, sendo elas a simulação de Monte Carlo, a simulação conceitual através do IDEF-SIM e a simulação computacional. Para comprovar a relação da aplicação destas ferramentas foi realizado um estudo de caso em uma clínica médica de saúde ocupacional, baseados em dados de atividades de um ano e aplicando conhecimentos básicos estatísticos para a amostragem. Além disso, foi proposta a análise de sensibilidade para o sistema estudado. Os resultados apontaram que o sistema atual atende bem à demanda existente, mas se apresenta vulnerável a demandas maiores já previstas pela organização, impossibilitando o pleno atendimento dos pacientes além de elevar o tempo médio do indivíduo no processo. Com base nas repostas obtidas, foi possível determinar os pontos críticos e propor ações de cunho organizacional e estrutural para que se possa atender ao novo público esperado.

Palavras-Chave: Método de Monte Carlo; Simulação conceitual; IDEF-SIM; Simulação computacional.

1. INTRODUÇÃO

Sob a ótica de que o conhecimento pleno do funcionamento do fluxo das atividades e processos de uma organização e da sensibilidade às variações às quais seus processos estão sujeitos, são condições fundamentais para que se planejem melhor a organização do trabalho e a alocação destes processos e dos demais recursos, que irão permitir a adequada prestação do serviço ou condução fabril.

Para tanto, em situações em que gestores precisam tomar decisões entre opções concorrentes, tais decisões podem advir de sua intuição gerencial, comum até pouco tempo atrás, ou resultarem de ferramentas gerenciais como a modelagem e simulação, a fim de se avaliarem os cenários possíveis, o que auxilia e potencializa a primeira opção (LACHTERMACHER, 2009).

Dessa maneira, a aplicação dos conceitos e das ferramentas de simulação de sistemas é, de fato, um dos mecanismos que podem auxiliar nas análises desses fatores apontados e ajudar os gestores a elucidar estratégias adequadas para a definição apropriada dos fluxos e dos recursos nos momentos oportunos, de modo a garantir o melhor atendimento possível às demandas existentes.

É exatamente neste ponto que este trabalho se foca, utilizando dos diversos procedimentos de simulação para verificar o atual funcionamento de uma clínica médica de saúde ocupacional, além de avaliar a possibilidade do aumento específico de demanda dos serviços prestados, a fim de identificar a melhor maneira de organização dos serviços prestados, bem como, avaliar, validar ou propor melhorias no *layout* da empresa em estudo.

Tal trabalho se justifica, não apenas por apresentar melhorias para empresa específica em estudo, mas também, para apontar a utilidade do uso combinado de métodos de simulação que influenciarão os resultados da pesquisa, apresentando respostas mais completas e muito mais próximas da realidade e permitindo a adoção de medidas mais apropriadas de adequação do sistema real. Finalmente, pretende servir de parâmetro para que outros estudos apliquem o mesmo conjunto combinado de técnicas.

Na sequência são apresentados outros quatro capítulos, divididos adequadamente para a discussão proposta. O Capítulo 2 traz uma breve revisão bibliográfica sobre os métodos de simulação, visando destacar a importância deste tipo de estudo, passando pela discussão e instrução sobre o método de simulação conceitual, descrevendo o método de simulação de Monte Carlo e finalizando com a descrição e explicação dos métodos de simulação computacional. No capítulo seguinte, são apresentados os métodos empregados para a efetiva realização deste estudo, alinhado aos métodos descritos no capítulo que o antecede. O quarto capítulo traz os principais resultados obtidos no estudo para cada uma das técnicas. Por último, são apresentadas as conclusões e recomendações baseadas na análise dos resultados, mostrando não só a importância do estudo, como justificando a prática para a empresa estudada.

2. MÉTODOS DE SIMULAÇÃO

Como já dito anteriormente, a simulação pode ser tida como uma importante ferramenta para que se alcance uma compreensão detalhada de um sistema e auxilie a tomada de decisão por parte dos gestores.

A simulação trata-se da avaliação e análise de modelos representativos de sistemas reais de modo que se obtenha uma solução ou otimização para tais sistemas. O autor acrescenta ainda que a opção pelos modelos de simulação reside principalmente em função da existência de inviabilidade de haver interferência em um sistema real ou ainda quando o sistema real ainda não existe e se quer estudar sua viabilidade (PRADO, 2014; BATEMAN et al, 2013).

Embora a simulação seja sempre associada a aplicação de softwares específicos para a representação, é importante notar que a mesma pode ser modelada e estudada de diversas maneiras e muitas vezes mais de um método pode ser complementar. Na sequência são apresentadas vertentes distintas da aplicação das teorias das simulações.

2.1 MODELAGEM CONCEITUAL

O modelo conceitual nada mais é do que uma representação gráfica que independe da utilização de mecanismos computacionais e que serve para guiar e orientar o levantamento de dados e auxiliar na aplicação de modelos computacionais (MONTEVECHI et al, 2010).

Modelar conceitualmente um sistema ou processo tem sido considerado nos últimos anos como uma tarefa de importância significativa para que a simulação, de uma forma geral, seja bem-sucedida, já que é a

partir dessa técnica que as barreiras comunicativas entre os profissionais atuantes no sistema e os profissionais responsáveis pelas modelagens, são derrubadas (ZHOU; ZHANG; CHAN, 2006, *apud* MONTEVECHI *et al*, 2014).

Francisco *et al* (2016) acrescentam que a modelagem conceitual possui, ainda, a potencialidade de melhorar a qualidade da simulação, além de agilizar o processo de desenvolvimento de toda simulação computacional necessária para representação do sistema.

Para Chwif e Medina (2010) a construção dos modelos conceituais exige que haja aplicação da abstração do que não é relevante para o modelo e definir quais parâmetros são, de fato, relevantes no processo. A partir desta condição cria-se o modelo abstrato, que são as modelagens conceituais. Para isso, empregam-se diagramas que representam a concepção do processo. De forma similar, Montevechiet *al* (2014) explicam que, para a realização dos modelos conceituais, podem-se utilizar diferentes técnicas, sendo comum a adoção de ferramentas usuais para mapeamentos de processos. Entretanto, o mesmo sugere que para que haja uma melhor adaptação do sistema para processos de simulação, é necessária uma ferramenta direcionada, e sugere a adoção de um modelo adaptado da família IDEF, chamado por ele de IDEF-SIM.

O IDEF-SIM (*Integrated Definition Methods - Simulation*) trata-se de uma adaptação de algumas das simbologias gerais dos IDEF-0 e IDEF-3 (FRANCISCO, 2016), as quais criam familiaridade e facilitam sua utilização e aplicação na simulação conceitual. As simbologias do IDEF-SIM são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Simbologia do IDEF-SIM

Símbolos	Descrição	Símbolos	Descrição
	Entidade: identifica uma entidade no sistema		Funções: um processo é executado sobre a entidade
	Recursos: define quem executará determinada função		Controles: define regras para a execução de um processo
	Regras E, OU e E/OU: define condicionantes ao fluxo do sistema		Movimentação: identifica um transportador para a entidade
	Fluxo da entidade: direção da entidade no fluo do sistema		Observação: informações adicionais ao sistema
	Entrada da entidade: indica o momento em que a entidade ingressa no sistema		Conexão: conecta diagramas dispersos pelo modelo
	Fim do sistema: encerra o modelo		

Adaptado de Montevechi et al. (2010)

2.2 MODELAGEM COMPUTACIONAL

A simulação computacional trata da utilização de softwares específicos que auxiliam, tanto na diagramação ou representação gráfica, como na realização dos cálculos que vão representar os sistemas reais, podendo ser apresentados relatórios de respostas ou mesmo fluxos visuais que se assemelham aos processos.

A razão para utilização de computadores no auxílio aos processos de simulação se dá, principalmente, à “quantidade de cálculos inerentes a modelos de simulação”, sendo, portanto, parte integrante para a definição de simulação (PRADO, 2014).

Law (2007) *apud* Francisco et al. (2016), corroboram a ideia e ainda sugerem, por diversos motivos, como possibilidade de comparação ou diferentes condições de operações, que a realização da modelagem, sem o auxílio computacional, torna-se praticamente inviável.

Entretanto, para que a modelagem computacional seja efetiva e alcance os resultados esperados é necessária atenção a alguns pontos: a) definir adequadamente os objetivos; b) detalhar o modelo; c) conhecer adequadamente as ferramentas e a estatística; e d) escolher o software que melhor se adequa (FRANCISCO et al, 2016).

2.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

O modelo de simulação de Monte Carlo é um mecanismo que simula o funcionamento de uma determinada realidade através da transformação de dados reais em conjuntos aleatórios de variáveis, mantendo a mesma distribuição probabilística (PRADO, 2014).

Segundo Moreira (2013, p. 272), para a realização da simulação pelo método de Monte Carlo é fundamental a escolha de uma abordagem específica a fim de “simular o comportamento das variáveis probabilísticas aleatórias”, ou seja, a partir de um conjunto de valores que apresentam certa probabilidade de ocorrência, seja possível gerar novos valores que respeitem à distribuição de frequência inicial.

A utilização desta técnica para simulação possui sua aplicação difundida e muito aplicada, pois permitem a “suavização” dos dados com definições de importância de cada um, possibilitando repetir valores ponderados semelhantes aos coletados empiricamente (GLOAGUEN; ÉTIENNE; LECORFF, 2018). Além disso, é uma técnica que pode ter aplicações distintas, inclusive na avaliação do risco probabilístico (MARINCIONI et al, 2018).

3. METODOLOGIA

Para a resolução da pesquisa os dados foram coletados *in loco*, primeiramente levantando quais os principais processos realizados na clínica de saúde ocupacional. A partir da listagem dos processos foi identificado os possíveis fluxos, que embora em função das probabilidades de ocorrências haja possibilidade de haver centenas de combinações diferentes, foram limitados às ocorrências mais corriqueiras.

A partir da definição específica de cada processo, foi realizada a medição entre os dias 18 de abril e 11 de maio de dez tempos para cada um dos processos executados pela clínica, que foram posteriormente calculados a média e o desvio padrão de cada um.

Em relação ao volume diário de atendimento, foi empregado o histórico documentado nos relatórios gerenciais da empresa realizados ao longo do ano de 2017, considerando-se todos os dias úteis do ano. A partir destes dados foi possível identificar a média de atendimentos diários e o desvio padrão dessa ocorrência. Ao tomar todos os dados do ano de 2017, considerou-se a soma de todos os atendimentos do ano como população total atendida, o que permitiu o cálculo da amostragem para identificação dos volumes, conjuntos e combinações de exames realizados. Com população total de 6117 atendimentos no ano, a amostra adotada para análise foi de 185 registros.

Com a realização da coleta de dados inicial, foi elaborado o modelo conceitual do problema, valendo-se da técnica do IDEF-SIM, conforme Figura 1.

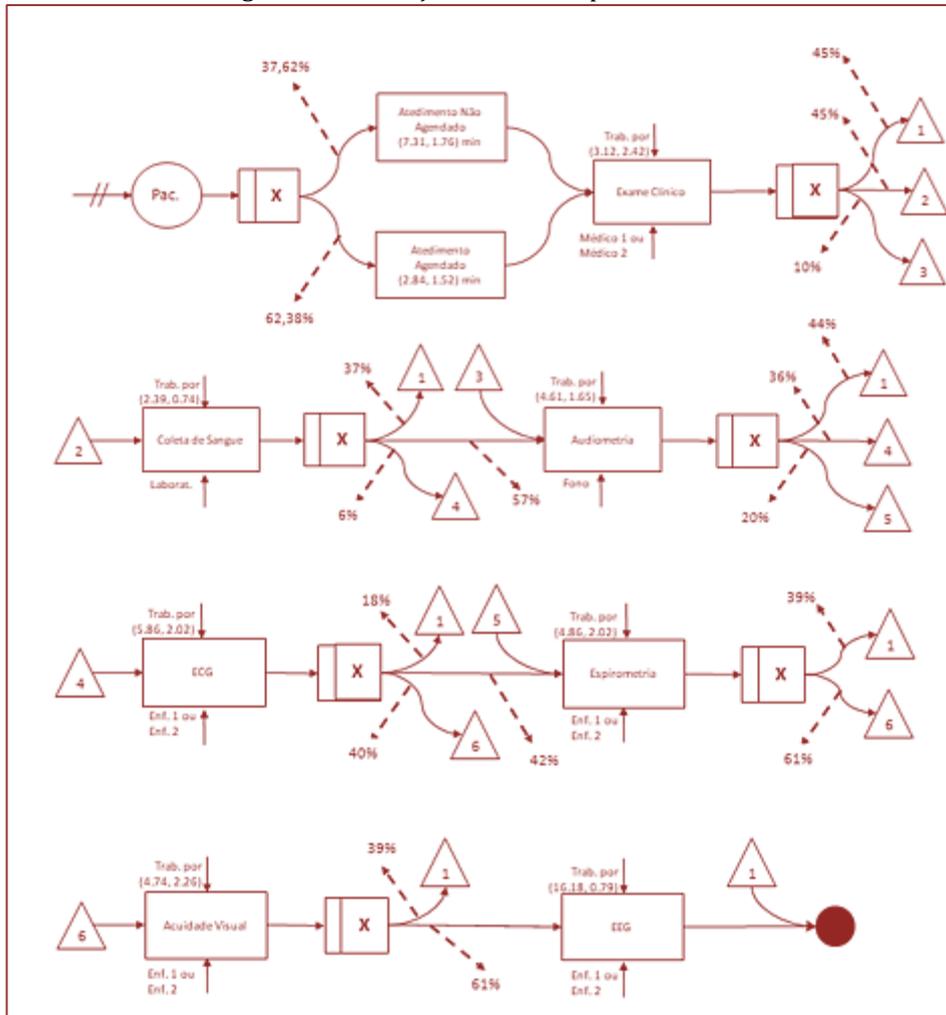
Como pode ser observado no diagrama do modelo conceitual, há apenas uma única entidade. Contudo, a complexidade do modelo reside no conjunto de processos existentes, uma vez que, pelo menos em teoria, não existe uma regra de entrada e fluxo definido, podendo a entidade iniciar por qualquer um dos sete processos listados e deste passar para qualquer um dos outros seis processos não visitados, e assim sucessivamente, soma-se a isso o fato de que cada entidade pode passar por um número de processos não especificado (um, cinco ou sete, por exemplo), mas sabe-se a frequência de ocorrência em cada um dos tipos de processo.

A validação do modelo conceitual se deu por etapas, ou seja, a cada nova implementação, o modelo era apresentado ao responsável, que certificava a nova implementação e a sua interação ao modelo como um todo.

No desenvolvimento da pesquisa, buscou-se a verificação estatística e probabilística das variáveis de entrada, sobretudo em relação aos tipos ou combinações de exames realizados pelos colaboradores, de modo a identificar as situações realmente aplicáveis e reduzir a variabilidade dos dados de entrada, uma vez que havendo sete tipos de exames, por arranjo, poderiam haver 127 combinações possíveis.

O modelo de simulação de Monte Carlo foi empregado para entender esta variabilidade e simular os dados de entrada no sistema. Os cálculos demonstraram a ocorrência recorrente (situações repetidas pelo menos três vezes entre os dados amostrados) de apenas 10 das 127 possíveis, sendo que dessas 10, sete situações se mostraram efetivamente periódicas, ou seja, repetiram mais de cinco vezes entre os dados amostrados, conforme se observa na Tabela 1.

Figura 1 – Simulação Conceitual por IDEF-SIM



Fonte: Autor.

Tabela 1 – Variabilidade probabilística por combinação de exames

Relação de exames	Função de probabilidade	Nº de Ocorrências	Combinação
Apenas Clínico	0%	83	Combinação 1
Clínico / Sangue	45,4%	25	Combinação 2
Clínico / Audio / Sangue	59,0%	14	Combinação 3
Todos	66,7%	11	Combinação 4
Clínico / Audio	72,7%	8	Combinação 5
Clínico / Audio / espirometria / Sangue	77,0%	7	Combinação 6
Clínico / ECG / Audio / Acuidade / Sangue	80,9%	7	Combinação 7
Clínico / ECG / Sangue	84,7%	4	Combinação 8
Apenas Sangue	86,9%	4	Combinação 9
Clínico / Audio / Espirometria	89,1%	3	Combinação 10
Outras combinações de 3 exames	90,7%	3	Combinação 11
Outras combinações de 4 exames	92,3%	3	Combinação 12
Outras combinações de 5 exames	94,0%	3	Combinação 13
Clínico / ECG / Acuidade / Sangue	95,6%	2	Combinação 14
Clínico / ECG / EEC / Sangue	96,7%	2	Combinação 15
Clínico / ECG / EEC / Audio / Sangue	97,8%	2	Combinação 16
Outras combinações de 2 exames	98,9%	2	Combinação 17
Outras combinações	100,0%	2	Combinação 18

Fonte: Autor.

Desse modo, eliminaram-se da simulação computacional as combinações não usuais. Tal procedimento garantiu à simulação computacional um retrato mais fiel às ocorrências reais, além de ter simplificado o processo de simulação computacional.

Por fim, o modelo com parâmetros de entrada ajustados, conforme a simulação de Monte Carlo e de posse do modelo conceitual validado, foi criado o modelo computacional.

O software utilizado para a criação do modelo foi o Promodel® 2014, disponível sem limitações, no Laboratório de Otimização e Simulação (LOSI), da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), campus Itabira, MG.

A Figura 2 apresenta o *layout* do ambiente em estudo, em escala e com as dimensões necessárias à correta referência de tempo e distâncias.

Figura 2 – *Layout* do ambiente em estudo



Fonte: Autor.

Para a inserção de dados ao modelo, foram gerados os locais por onde as entidades teriam que fluir, conforme a Quadro 2.

Quadro 2 – Entradas de Locais para o Software Pro Model

Nome	Capacidade	Localização no <i>Layout</i>
Recepcao	2	Recepção
Sala_Espera	Infinita	Sala de espera
Clinico	1	Consultório
Coleta_Sangue	1	Medicina
ECG	1	Sala de exames
EEG	1	
Espirometria	1	
Acuidade	1	
Audiometria	1	Audiometria

Fonte: Autor.

No modelo computacional do ProModel, os “Recursos” executam as funções sobre as entidades. Nesse modelo, os recursos considerados, correspondem aos colaboradores da clínica, objeto de estudo, assim denominados: Recepcionista1, Recepcionista2, Enfermeira1, Enfermeira2, Laboratorista, Fonoaudióloga, Médico1 e Médico2, cujas interações e respectivos fluxos (ou rotas) podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 – Entradas de processos e roteamento para o Software Pro Model

PROCESSOS			ROTEAMENTO			
Entidade	Local	Operação	Saída	Destino	Regra	Lógica de Mov.
Paciente	Sala_espera		Paciente	Recepção	FIRST 1	MOVE WITH Recepcionista FOR 0.5 min
Paciente	Recepcao	WAIT (2.84, 1.52) min	Paciente	Clinico	FIRST 1	MOVE WITH Recepcionista FOR 0.5 min
Paciente	Clinico	WAIT (3.19, 2.42) min	Paciente	EXIT	0.45 (45%)	MOVE FOR 0.5 min
			Paciente	Coleta_Sangue	0.45 (45%)	MOVE WITH Laboratorista for 0.5 min
			Paciente	Audiometria	0.10 (10%)	MOVE WITH Fonoaudiologa for 0.5 min
Paciente	Coleta_Sangue	WAIT (2.39, 0.74) min	Paciente	EXIT	0.37 (37%)	MOVE FOR 0.5 min
			Paciente	ECG	0.06 (6%)	MOVE WITH Enfermeira for 0.5 min
			Paciente	Audiometria	0.57 (57%)	MOVE WITH Fonoaudiologa for 0.5 min
Paciente	Audiometria	WAIT (4.61, 1.65) min	Paciente	EXIT	0.44 (44%)	MOVE FOR 0.5 min
			Paciente	ECG	0.36 (36%)	MOVE WITH Enfermeira for 0.5 min
			Paciente	Espirometria	0.20 (20%)	MOVE WITH Enfermeira for 0.5 min
Paciente	ECG	WAIT (5.86, 2.02) min	Paciente	EXIT	0.18 (18%)	MOVE FOR 0.5 min
			Paciente	Acuidade	0.82 (82%)	MOVE WITH Enfermeira for 0.5 min
Paciente	Espirometria	WAIT (4.86, 2.02) min	Paciente	EXIT	0.39 (39%)	MOVE FOR 0.5 min
			Paciente	Acuidade	0.61 (61%)	MOVE WITH Enfermeira for 0.5 min
Paciente	Acuidade	WAIT (2.84, 1.52) min	Paciente	EXIT	0.39 (39%)	MOVE FOR 0.5 min
			Paciente	EEG	0.61 (61%)	MOVE WITH Enfermeira for 0.5 min
Paciente	EEG	WAIT (16.18, 0.79) min	Paciente	EXIT	FIRST 1	MOVE FOR 0.5 min

Fonte: Autor

3.1 RESPOSTAS DO MODELO COMPUTACIONAL

No desenvolvimento do modelo computacional foi experimentada a análise de sensibilidade da operação simulada do processo. Para tanto o sistema foi exposto a três condições distintas de entrada das entidades: a primeira considerando valor médio de atendimento atual, que através de levantamento apontou o total de 25 pacientes por dia; a segunda considerando o valor médio, somado ao valor do desvio padrão, 25 de média mais 10 de desvio padrão, totalizando 35 atendimentos no dia; por fim, a terceira análise considerou o aumento de 50% de atendimentos em relação ao valor máximo (média mais desvio padrão) de atendimento atual, em função da previsão proposta pela empresa de aumento de demanda devido às novas obrigações governamentais (eSocial), com total de 53 atendimentos no dia.

Outros três fatores cruciais para a reprodução adequada do modelo e para a análise de sensibilidade, que foram levados em conta, são:

- o limite de horas de atendimento, que atualmente acontece entre sete da manhã e meio dia, totalizando cinco horas disponíveis para atendimento;
- o limite de horas disponíveis para atendimento clínico que, nas duas primeiras análises, considerou a disponibilidade atual, ou sejam, duas horas e meia de atendimento, e, na última análise, considerou um acréscimo de disponibilidade, aumentando para as cinco horas de disponibilidade;
- foram consideradas, ainda, as paradas programadas das recepcionistas e enfermeiras para o café

da manhã e para necessidades fisiológicas: cerca de 20 minutos para cada uma.

Os resultados do modelo aplicados no software de simulação são apresentados de forma detalhada na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da análise de sensibilidade

	Entradas	Saídas	Tempo médio no sistema	Tempo médio em operação
1ª Análise	25	25	107,47 min	13,39 min
2ª Análise	35	34	141,83 min	12,65 min
3ª Análise	53	46	160,04 min	11,49 min

Fonte: Autor.

Como pode ser observado na Tabela 2, o sistema comporta adequadamente a média de atendimentos atuais, ou seja, cerca de 25 pacientes. Quando o sistema é submetido à entrada de 35 entidades no mesmo dia, tem-se o limite de capacidade de atendimento atingido e o tempo médio de permanência de cada paciente no sistema aumenta em 32%, ao passo que o tempo médio de operação cai em quase um minuto.

Na análise com 53 entradas, mesmo com o aumento de capacidade de atendimento do recurso mais escasso (médico), o sistema deixa de atender cinco pacientes, dois permanecem em processamento, o tempo médio do paciente no sistema sobe 48,9% em relação à primeira análise (condição atual) e o tempo médio em operação também apresenta queda, embora este último dado esteja relacionado com a proporção maior de atendimento exclusivo do exame clínico, em relação à combinação de exames.

4. CONCLUSÃO

O estudo mostrou de grande valia para melhor compreensão do funcionamento do sistema e de eventuais alterações. De modo geral, a simulação apontou que o sistema, nas formas como são realizadas as atividades e dispostos os recursos, possui capacidade suficiente para atendimento das demandas atuais. Entretanto, ocasiões específicas de atuação (inclusive, já ocorridas), em que o volume de pessoas atendidas é significativamente superior à média (média mais o desvio padrão ocorrido da amostra realizada), já atingem o limite da capacidade de atendimento, o que sugere a incapacidade para maiores variações de entrada das entidades.

A própria organização avaliada prevê a possibilidade do aumento de demanda para o ano de 2019 em função de novas exigências legais atingirem todas as empresas do país. Por esse motivo, a análise de sensibilidade foi empregada e mostrou-se útil para respostas significantes sobre o possível aumento de demanda.

Considerando tal situação, mesmo com maior disponibilidade nas análises clínicas, seria necessária atuação de maior número de profissionais para a execução das atividades de exames que dividem os mesmos operadores. Esse incremento de mão de obra sugerido, por sua vez, ocasiona a necessidade da proposição de segregação de parte dos exames em salas específicas, de modo a evitar o congestionamento de atendimentos simultâneos no mesmo recinto.

Outra mudança relativa a aspectos estruturais diz respeito à capacidade da sala de espera, que atualmente possui disponibilidade de assentos no limite da média de atendimentos atuais. Duas proposições cabem: a primeira é a ampliação física do espaço, que é uma alternativa válida estruturalmente, porém pouco viável economicamente e tecnicamente. A outra é a reformulação dos procedimentos de organização do trabalho e dos critérios de atendimento, de modo que as entradas de pacientes ocorram de forma paulatina no sistema.

Por fim, cabe destacar que a utilização dos modelos de simulação conceitual e de Monte Carlo foi de significativa importância para possibilitar a modelagem computacional uma vez que, embora seja um sistema com baixo número de processos e recursos empregados, mostrou altamente complexo de ser modelado, em função das características da prestação do serviço que é feita pela empresa. Os modelos inicialmente citados, permitiram a simplificação do sistema real, de modo a possibilitar um estudo mais completo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de expressar sua gratidão à CNPq, Capes, FAPEMIG, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira, ao Laboratório de Otimização e Simulação (LOSI) e ao GEQProd - Grupo de Estudos em Qualidade e Produtividade, pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Bateman, R. E. *et. al. Simulação de sistemas: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- [2] Chwif, L; Medina, A. C. *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos*. 3. Ed. Câmara Brasileira do Livro: São Paulo, 2010.
- [3] Francisco, R. P; Campos, D. P; Frazzon, E. M; Machado, R. L. *On the application of modelling and simulation to compare human- and automation-based order-picking systems*. In: IFAC - International Federation of Automatic Control - Papers Online. 2016.
- [4] Gloaguen, P; Étienne, M. P; Lecorff, S. *Online sequential Monte Carlo smoother for partially observed diffusion processes*. In: Eurasip Journal on Advances in Signal Processing. 2018.
- [5] Lachtermacher, Gerson. *Pesquisa Operacional na tomada de decisões: Modelagem em Excel*. 4 ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall Brasil, 2009.
- [6] Marincioni, V; Marrab, G; Altamirano-Medina, H. *Development of predictive models for the probabilistic moisture risk Assessment of internal wall insulation*. In: Building and Environment. 2018.
- [7] Montevechi, J. A. B.; Leal, F.; Pinho, A. F.; Costa, R. F. S.; Oliveira, M. L. M.; Silva, A. L. F. *Conceptual Modeling in Simulation Projects by Mean Adapted IDEF: An Application in a Brazilian Tech Company*. In: Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference. 2010.
- [8] Montevechi, J. A. B.; Oliveira, M. L. N.; Leal, F.; Pinho, A. F. *Analysis of the applicability of the IDEF-SIM modeling technique to the stages of a discrete events simulation project*. In: Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. 2014.
- [9] Moreira, D. A. *Pesquisa Operacional: Curso introdutório*. 2. Ed. Cengage Learning: São Paulo, 2013.
- [10] Prado, D. S. do. *Teoria das Filas e da Simulação*. 5. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2014.

Capítulo 11

Utilização da simulação a eventos discretos no Setor da Lavanderia de um Hospital Regional

Flávio Fraga Vilela

Lucas Cavallieri Segismondi

Diego Dobscha da Cruz Piedade

José Arnaldo Barra Montevechi

Resumo: Um setor de grande importância nos hospitais é a lavanderia hospitalar, imprescindível ao ambiente de assistência à saúde, pois é responsável pela lavagem e preservação da roupa utilizada no hospital, evitando contaminações. Sabe-se também que uma das principais áreas da engenharia e também da indústria 4.0, a simulação a eventos discretos é uma das mais poderosas ferramentas de auxílio às mais diversas entidades, representando significativas melhorias e economia de recursos para quem a utiliza adequadamente. O objetivo do presente trabalho é aplicar a simulação a eventos discretos no setor da lavanderia hospitalar e a consequente proposição de melhorias no setor. O método utilizado é a modelagem quantitativa empírica normativa. É esperado que a simulação computacional, que auxilia a entender e testar vários cenários, apresente resultados satisfatórios e auxilie a elaboração de propostas viáveis de se implantar, trazendo a esse setor tão importante descobertas de gargalos, problemas e oportunidades de melhorias.

Palavras chave: simulação a eventos discretos; lavanderia hospitalar.

1. INTRODUÇÃO

O setor de lavanderia hospitalar é de suma importância dentro do ambiente de assistência à saúde, uma vez que é responsável pela lavagem e preservação da roupa utilizada no hospital. As roupas utilizadas por médicos, enfermeiros e pacientes deve encontrar-se em bom estado e livres de quaisquer tipos de bactérias ou agentes biológicos em geral. É válido ressaltar que neste setor de lavanderia utilizam-se os métodos corretos para lavagem de lençóis, cobertores, roupas verdes (usadas por médicos e pacientes), campos verdes (usados em cirurgias), camisolas, dentre outras diversas roupas e panos utilizados em outros setores de atendimento ou assistência médica operacional.

Com o avanço rápido da utilização da tecnologia dentro dos meios industriais, a simulação computacional a eventos discretos vêm tomando seu merecido espaço dentro das operações de manufatura e serviços. Segundo Silva et al. (2010), a simulação, amplamente utilizada para proposição de ações de melhoria e verificação de possíveis resultados, apresenta a solução para otimização produtiva, maximização de ganho, minimização de recursos, mudanças processuais, dentre outras situações encaradas por indivíduos em cargos de gerência. Seu diferencial está na possibilidade de aplicar diversas mudanças em uma linha produtiva, sem de fato realizá-las. Tem sido extensivamente utilizada em diversas áreas como: militar, negócios, saúde e muitas outras.

Corroborando para a importância da simulação, Vieira et. Al (2018) afirma que a quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0, envolve muitas características a ela inerentes, entre as quais está a aplicação de simulação, a fim de trazer o conceito de “fábricas inteligentes”.

O objetivo deste trabalho é a aplicação da simulação a eventos discretos no setor da lavanderia hospitalar e a proposição de melhorias neste setor. Buscando-se uma melhor utilização dos recursos existentes e uma redução na complexidade do fluxo processual. Neste presente trabalho foi usada a modelagem e simulação como método de pesquisa.

Após a construção de um modelo computacional que retrate fielmente a cadeia produtiva da lavanderia analisada, aplicam-se mudanças dentro do modelo virtual para medição dos efeitos gerados, os quais conotam previsões de possíveis ganhos ou perdas por conta da mudança aplicada. Por fim, algumas proposições são apresentadas ao final do presente trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

Segundo Schriber (1974) apud Freitas Filho (2008), “simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorram ao longo do tempo”.

Considerando-se a definição descrita, Pegden (1991) apud Freitas Filho (2008), depreende-se uma definição mais completa, a qual abrange todo o processo envolvido na simulação a eventos discretos. Cita-se: “simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”.

A principal função da simulação computacional está na aplicação de mudanças processuais e medição de resultados dessas mudanças sem a alteração real do cenário. Sendo assim, pode-se prever se uma mudança é boa ou ruim para o processo como um todo. Em um sistema de eventos discretos, um ou mais fenômenos de interesse mudam seu valor, ou estado, em pontos discretos ao invés de continuamente no tempo (Fishman, 2010).

A ocorrência destes eventos muda o estado do sistema em cada momento. Dessa forma, assume-se a inexistência de mudanças no sistema entre os eventos modelados. Mesmo em caso de haver incrementos fixos de avanço no tempo, o que não é muito comum, a evolução do sistema não ocorre de forma contínua no tempo, mas sim discreta (Law, 2006).

Vale ressaltar que as técnicas de simulação podem ser aplicadas tanto em um processo único e independente, quanto em atividades conectadas dentro de uma cadeia produtiva. Tudo depende do escopo e nível de detalhamento desejado para criação do modelo computacional.

2.2. VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL

Na verificação e validação de modelos Chwif e Medina (2006) destacam em seu trabalho a preocupação com a confusão gerada entre os termos validação e verificação, como mostra a Figura 1. O termo validação está relacionado ao modelo conceitual (existe outro tipo de validação denominada validação operacional, mas quando se retrata somente à validação, está se referindo à validação conceitual). Neste caso, o objetivo de validar o modelo é o mesmo de responder à seguinte pergunta: “será que está se desenvolvendo o modelo correto?”, ou mesmo “será que as considerações feitas, o nível de detalhe, o escopo do modelo, representarão de forma adequada o sistema a ser simulado”?

Figura 1 – A verificação e validação em um projeto de simulação. Fonte: Chwif e Medina (2006)



Pode-se perceber, segundo a visão de Chwif e Medina (2006), a distinção do termo “validação”, associado ao modelo conceitual. Para os mesmos autores, verificar, num sentido mais simplista, significa retirar os *bugs* do modelo. A validação está relacionada com o que será modelado e a verificação está relacionada com o modo como o modelo está sendo implementado. Na visão de Kleijnen (1995), a verificação objetiva um programa computacional perfeito, de tal forma que o código de programação utilizado não contenha erros. A validação, entretanto, não pode ser utilizada para resultar modelos perfeitos, pois pela definição modelos perfeitos, seriam os próprios sistemas reais. Um modelo deve ser bom o suficiente, o qual depende dos objetivos do modelo.

De acordo com Chwif e Medina (2006), duas importantes regras da verificação e validação devem sempre ser levadas em consideração:

- 1) Não há como validar um modelo 100% ou garantir que ele seja 100% válido. O que se consegue é aumentar a confiança no modelo ou mesmo acreditar que ele representa satisfatoriamente o sistema;
- 2) Não há como garantir que um modelo seja totalmente livre de *bugs*. Ou seja, embora o modelo possa ser verificado para determinada circunstância, não há como garantir que, para quaisquer circunstâncias, funcione conforme o pretendido.

Como técnica de verificação de modelos, pode-se citar a implementação modular/verificação modular (CHWIF e Medina, 2006): a confecção do modelo em partes permite uma verificação focada em cada parte do modelo construída, o que facilita a identificação de erros no modelo e uma ação corretiva mais clara ao modelador. Esta técnica de verificação complementa a ideia, de que, o modelo não deve ser construído na sua forma final logo na primeira vez. Este deve ser incrementado na medida, em que, o modelador realiza a verificação da versão anterior.

Por fim, como técnica de validação pode-se ser apontado o teste de *Turing* ou validação *black-box* (Chwif e Medina, 2006; Kleijnen, 1995; Sargent, 2004):

escolhe-se uma pessoa que entenda bem do sistema (especialista) que foi simulado e apresenta-se a ela dois conjuntos de dados de saída, um vindo do sistema real e outro do modelo de simulação. Caso o especialista não consiga distinguir se os resultados são oriundos do sistema real ou do modelo de simulação, então o modelo poderia, em certa extensão, ser considerado “válido”.

3.METODOLOGIA

De acordo com a classificação de Bertrand e Fransoo (2002), o método utilizado nessa pesquisa é a modelagem quantitativa empírica normativa. Justifica-se neste trabalho a pesquisa empírica pela necessidade de coleta de dados reais de um objeto de pesquisa, no qual o modelo conceitual é confrontado com a realidade e o modelo computacional pretende representar o comportamento de uma situação real específica e faz referência a este objeto empírico específico.

Segundo Montevechi *et al* (2010), as etapas de um projeto de simulação apresentam as seguintes fases:

- **Concepção:** nessa etapa será utilizada a técnica de modelagem conceitual IDEF- SIM (Leal, 2009) e os tempos de processamentos serão coletados por meio da cronoanálise.
- **Implementação:** nessa etapa de implementação os dados serão lançados no modelo e são realizadas verificações da parte gráfica do modelo computacional. Um teste qualitativo de validação computacional será aplicado, a fim de se averiguar o nível de confiabilidade do modelo computacional.
- **Análise:** nesta etapa de análise, no qual, os experimentos são realizados, a presente pesquisa buscou um cenário futuro factível de aplicação prática. Algumas possibilidades são apresentadas no final do trabalho.

4.APLICAÇÃO

4.1.OBJETO DE ESTUDO

O contexto estudado para concepção do presente artigo foi um setor de lavanderia hospitalar de um hospital localizado no sul de Minas Gerais. O local funciona continuamente durante vinte e quatro horas, sete dias por semana.

O departamento foi observado e mapeado, por meio da técnica IDEF-SIM e os tempos de processamento necessários como *inputs* da simulação computacional foram obtidos por meio da cronoanálise.

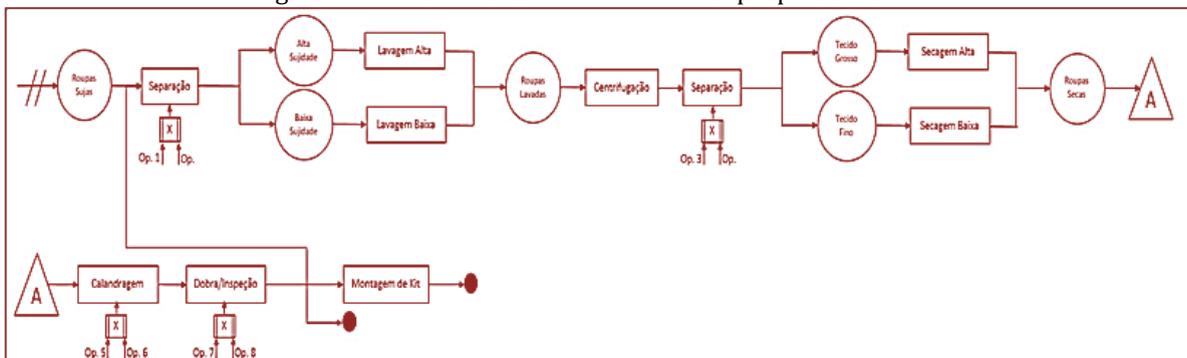
Por meio do levantamento da taxa de chegada de roupa suja, verificou-se que existe uma grande volatilidade no volume de rouparia nas chegadas do departamento de lavagem, uma vez que se detecta sazonalidade diária na coleta de tecidos pelas áreas do hospital.

Além disso, existem 50 funcionários nesse departamento, o que, possivelmente, aponta para um superdimensionamento e desperdício, uma vez que existem muitas pessoas constantemente ociosas, segundo relatos do líder desse ambiente.

4.2.MODELAGEM CONCEITUAL IDEF-SIM

A aplicação da modelagem conceitual tem como seu produto final a seguir, a Figura 2, que é o IDEF-SIM da lavanderia hospitalar. É importante frisar que na lavagem de alta sujidade o tempo de processamento é quase duas vezes maior que na lavagem de baixa sujidade. A quantidade de produto químico utilizado, também, é maior. Por isso é de extrema importância não misturar os dois tipos de roupa suja na separação.

Figura 2 – idef-sim do estado atual. Fonte: próprio autor



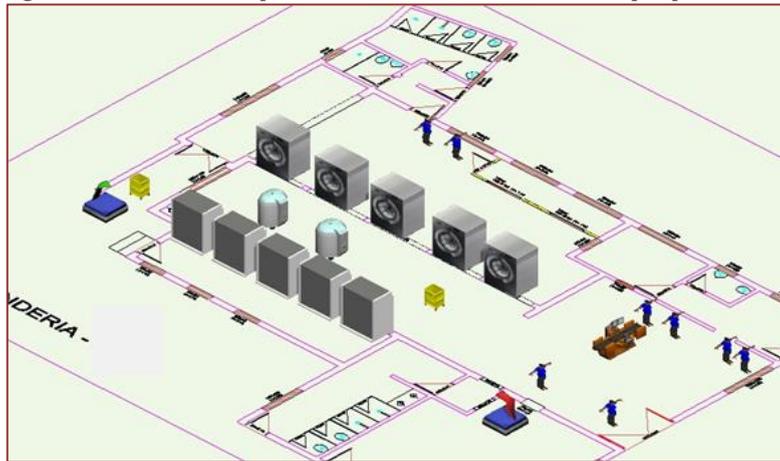
5.CONSTRUÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL

Para a construção do modelo computacional apresentado na Figura 3 a seguir, lançou-se mão do *software* FlexSim®. Dada a importância da parte gráfica no modelo computacional, vale ressaltar que foi criada uma biblioteca gráfica visualmente representativa para o contexto específico da lavanderia hospitalar por meio do *software* SketchUp®.

Algumas informações importantes para a construção do modelo computacional estão descritas a seguir:

- 1) A taxa de chegada de roupa suja, calculada com base no histórico de pesagem, é de aproximadamente 1,75 kilogramas por minuto. Sabendo-se que um dia é composto de 1440 minutos, calcula-se uma demanda diária de aproximadamente 2520 kilogramas de roupa suja processada por dia.
- 2) Existem cinco máquinas lavadoras no setor, duas centrífugas em funcionamento e cinco secadoras, as quais funcionam 24 horas por dia, ou seja, existe uma capacidade processual de aproximadamente 6486,5 kilogramas de roupa lavada por dia.

Figura 3 – modelo computacional da lavanderia. Fonte: próprio autor



5.1VALIDAÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL – TESTE DE TURING

Para validação do modelo computacional por meio do teste *Turing* apresentou-se as repostas (saída de roupa limpa por turno) do modelo computacional e do sistema real da lavanderia para o líder da operação de lavagem de roupa, sem distingui-las. Sendo assim, a validação é dada pelo fato do especialista (líder) não conseguir identificar quais dados foram coletados no sistema real e quais dados foram concebidos pelo sistema computacional. Como não houve discernimento por parte do líder da lavanderia hospitalar, de fato, se valida o modelo computacional.

Vale ressaltar que se trata de um método qualitativo de validação, baseado no conhecimento prévio do sistema real e comparação “às cegas” com o modelo computacional em questão.

5.2.ANÁLISE DOS RESULTADOS COM PROPOSTAS DE MELHORIA

A Tabela 1 abaixo, demonstra que a utilização do grupo de cinco máquinas de lavar está com uma ociosidade de 30%. Isso ocorre devido à falta de equalização entre a triagem e a disponibilidade de carregamento das máquinas. Já referente ao grupo de cinco máquinas de secar a ociosidade de 35% é devido às constantes de quebras e paradas para *setup* de temperatura/tempo de secagem. Por fim, o gargalo do sistema é representado pelo grupo de duas máquinas de centrífugar, que apresentam aproximadamente 97% de utilização.

Tabela 1 – utilização dos equipamentos da lavanderia.

Status/Tipo	Lavadora_total	Secadora_total	Centrífuga_total
Utilização	70%	65%	97%
Ociosidade	30%	35%	1%

Fonte: próprio autor

A seguir são indicadas duas propostas de melhoria para o setor da lavanderia hospitalar:

Proposta 1: Sugere-se a organização e padronização das rotinas entre as etapas de triagem da roupa suja e carregamento das cinco máquinas de lavar. O procedimento indicado seria carregar todas as máquinas de lavar de forma “simultânea”. A seguir enquanto as máquinas operam, indica-se a realização do processo de triagem das roupas sujas. Desta forma, aumenta-se a utilização das máquinas de lavar, pois o tempo total de parada será reduzido.

Proposta 2: Indica-se, nesse caso, para minimizar a probabilidade de paradas imprevistas das máquinas de secar a realização de manutenções preventivas, que devem ser organizadas e gerenciadas pela equipe de manutenção do hospital e supervisor da lavanderia. Também se sugere nessa situação a criação de uma folha de processo que disponibilize um tempo padrão de temperatura e tempo de secagem.

6.CONCLUSÃO

No término e conclusão do presente trabalho foi possível constatar que o objetivo proposto foi atingido com sucesso, pois a simulação computacional foi aplicada de forma satisfatória e as propostas de melhorias foram indicadas e são factíveis de implantação, pois não necessitam de grandes investimentos por parte do hospital alvo dos estudos. Além disso, a simulação computacional permitiu uma variação de parâmetros diversos para verificação dos reais gargalos, desperdícios e problemas presentes na operação da lavanderia e trabalhos futuros seguirão neste setor devido às várias oportunidades de melhorias que foram encontradas e visualizadas por parte da gerência desta operação por meio deste estudo inicial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio e suporte.

REFERÊNCIAS

- [1] Bertrand, J. W. M.; Fransoo, J. C. Modelling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414338>
- [2] Chwif, L.; Medina, A.C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. São Paulo: Ed. dos Autores, p. 254, 2006.
- [3] Fishman, G.S. Discrete-Event Simulation. Springer, 2010
- [4] Freitas Filho, Paulo José de. Introdução a Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena. 2.ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- [5] Law, A.M. How to build valid and credible simulation models. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, Monterey, CA, USA, 2006.
- [6] Leal, F.; Oliveira, M.L.M.; Almeida, D.A; Montevechi, J.A.B. Desenvolvimento e aplicação de uma técnica de modelagem conceitual de processos em projetos de simulação: O Idef-SIM. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Salvador. 2009. Montevechi, J.A.B.; Leal, F.; Pinho, A.F. ; Costa, R.F.S.; Oliveira, M.L.M. de; Silva,
- [7] A.L.F. Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: an application in a Brazilian tech company. Winter simulation conference. Baltimore, USA, 2010.
- [8] Kleijnen, J. P. C. Verification and validation of simulations models. *European Journal of Operational Research*, v.82, n.1, 1995.
- [9] Sargent, R.G. Validation and verification of simulation models. In: Proceedings of the 1992 Winter Simulations Conference, Arlington, VA.
- [10] Silva, P., Trigo, A., Varajão, J., & Pinto, T. Chapter: Simulation - Concepts and Applications in: M. Lytras, A. Zyderman, P. O. Pablos, A. Roulstone (Eds.), *Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society*, 429-434, 2010 doi:10.1007/978-3-642-16324-1_51. Vieira, A., Dias, L., Santos, M., Pereira, G., Oliveira, J. Setting an Industry 4.0 Research
- [11] And Development Agenda for Simulation: a Literature Review. *International Journal of Simulation Modelling*, 17 (3), 377-390, 2018

Capítulo 12

Compreendendo a nova Norma ISO 45001 e sua relação com a OHSAS 18001

Bruna de Jesus Souza

Carolina de Souza Rocha

Resumo. Este estudo tem como objetivo, compreender a nova norma ISO 45001:2018 - Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional e sua relação com a norma BS OHSAS 18001:2007 - Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho. Os estudos foram realizados através da bibliografia disponível da OHSAS 18001 e a nova ISO 45001, com a finalidade de avaliar seu impacto no sistema de gestão de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) atual. O propósito deste trabalho é contribuir para com as organizações e pessoas interessadas a compreender os requisitos e principais exigências da nova norma. Trata-se da primeira norma internacional de Saúde e Segurança Ocupacional (SSO) e várias organizações no mundo todo serão beneficiadas pela estrutura que a norma apresenta, possibilitando aprimorar o seu desempenho em SSO e assegurar um ambiente seguro e saudável para os trabalhadores e pessoas envolvidas, evitando perdas e doenças relacionadas ao trabalho.

Palavras-Chave: ISO 45001, OHSAS 18001, Sistemas de Gestão, SST e SSO.

Este trabalho teve o apoio da FACULDADE UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO – USF.

1. INTRODUÇÃO

Os dados sobre os acidentes de trabalho no mundo são alarmantes, o que sugerem que algo está errado na gestão dos sistemas de Saúde e Segurança do Trabalho (SST). Recentemente, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) estimou que a cada ano ocorrem 374 milhões de acidentes de trabalho não fatais que resultam no mínimo, em três dias de afastamento do trabalho e ocorrem 2,78 milhões de óbitos causados por acidentes de trabalho. Significa que por dia, 7.700 pessoas morrem por doenças ou acidentes fatais devido ao trabalho. Evitar perdas e doenças no ambiente de trabalho é um dever que organizações no mundo inteiro reconhecem e concordam que uma melhora só é possível através do gerenciamento dos riscos. A ISO 45001:2018, Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (SSO), visa ajudar as organizações para conseguir exatamente isso. Ela fornece requisitos e critérios internacionalmente aceitos, relaciona as diretrizes para sua implementação, com objetivo de preservar e aperfeiçoar constantemente um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho (SGSST), não importando o ramo de atividade, porte ou localização de sua organização.

Nos últimos anos, a adoção de um SGSST tornou-se gradualmente importante para as empresas e organizações que almejam realizar uma gestão de riscos eficaz e integrada aos seus processos de Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança (QSMS) reduzindo o número e o impacto de acidentes, incidentes, danos de imagem, reputação, entre outros, no ambiente de negócios.

Utilizando como referência outros documentos da área de SST e as Diretrizes Internacionais da OIT para a SST, a nova ISO 45001 foi projetada para se integrar com outros padrões de gerenciamento ISO, garantindo um nível elevado de compatibilidade com as novas versões da ISO 9001:2015 Gerenciamento de Qualidade e ISO 14001:2015 Gerenciamento Ambiental. Para as empresas que já implementam um padrão ISO e decidirem trabalhar em direção a ISO 45001, as dificuldades de interpretação serão menores devido a esta similaridade entre as normas de gestão. Razões pelas quais a ISO 45001 é considerada uma melhoria significativa em referência a OHSAS 18001, que será substituída pela nova norma ISO em um intervalo de três anos a partir de sua publicação.

A implantação e implementação adequada de um SGSST, além de reduzir os custos das organizações proveniente de acidentes e doenças do trabalho, assegura uma imagem responsável para seus trabalhadores e estabelece uma relação de confiança junto aos organismos fiscalizadores, contribuindo também para a garantia de seus negócios.

O propósito deste trabalho é contribuir para com as organizações e pessoas interessadas a compreender os requisitos e critérios da nova norma ISO 45001, como ferramenta integrada a outros sistemas igualmente importantes, e que ela pode ser inserida no âmbito global de gestão empresarial e não apenas como um sistema à parte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas e Normas

O conceito de sistema está sempre presente em nosso dia a dia, todas as vezes que nos referimos ao conjunto de partes que estejam interligadas de alguma maneira aplicamos esta palavra, é assim com: sistema circulatório, sistemas de informação, sistemas integrados, entre outros. Um sistema é um conjunto de partes coordenadas para realizar um conjunto de finalidades (CARVALHO *et al.*, 2012). Após a definição de sistema, deve ser conhecido o termo “gestão”, que pode ser definido com base na ISO-9000: “atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização”. Porém, também se deve salientar que o termo gestão compreende não só o desempenho sobre as pessoas, mas também sobre o ambiente e máquinas, conforme demonstrado na Figura 1 (BENITE, 2004).

Figura 1 – Abrangência de um sistema de gestão.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Benite, 2004.

Desta forma, os Sistemas de Gestão podem ser entendidos como um conjunto de elementos dinamicamente relacionados que interagem entre si para funcionar como um todo, tendo como função dirigir e controlar uma organização com um propósito determinado. (BENITE, 2004, pag. 31).

A evolução cada vez maior dos conceitos de sistemas de gestão originou a necessidade do uso de documentos normativos, termo genérico que engloba documentos tais como regulamentos, especificações, relatórios e normas técnicas, estabelecendo regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados. Neste contexto, uma norma surge na condução ao planejamento, organização, controle e melhoria de um determinado sistema de gestão (CARVALHO *et al.*, 2012; ABNT, 2018).

Normas de Referência para os SGSSTs

A finalidade de um SGSST é fornecer uma estrutura para gerenciar os riscos de SST e com a crescente demanda por modelos que permitissem às empresas estabelecerem seus SGSSTs, diversas instituições privadas e públicas de vários países desenvolveram normas e guias para o assunto. Dentro desse processo podemos citar, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a *International Organization for Standardization* (ISO), órgão de padronização internacional responsável pelo desenvolvimento de padrões e normas técnicas, com destaque para a participação da Grã-Bretanha, que, por intermédio de seu organismo normalizador *British Standards* (BS), sempre foi considerada o berço das normas de gestão (BENITE, 2004).

Dando continuidade ao seu pioneirismo, a *British Standards*, publicou em 1996, a norma BS-8800, composta por um conjunto de orientações e recomendações sobre SGSST. Essa norma foi difundida em nível mundial e foi aplicada nos mais diversos setores industriais, por apresentar três objetivos básicos de grande interesse (BENITE, 2004):

- Reduzir os riscos para os trabalhadores e outros;
- Melhorar o desempenho da empresa;
- Apoiar as empresas a estabelecerem uma imagem responsável no mercado em que atuam.

Apesar disso, a norma BS-8800 não permite que as empresas obtenham a certificação de seu SGSST, pois não estabelece requisitos auditáveis. Por esse motivo e por razões comerciais óbvias, entidades normalizadoras e os organismos certificadores passaram a elaborar normas para fins de certificação, atendendo a demanda das indústrias que necessitava evidenciar e assegurar às partes interessadas uma atuação ética e responsável quanto às condições de seus ambientes de trabalho (BENITE, 2004).

Com uma série de normas com diferentes conteúdos para saúde e segurança e esquemas próprios de certificação, ficou evidente a necessidade de uma norma internacional, única e que permitisse a certificação dos SGSSTs, eliminando a diversidade dos modelos existentes que poderia levar as empresas ao descrédito pelas partes interessadas, criando potenciais barreiras comerciais (BENITE, 2004; BSI, 2014).

Em 1995, a ISO e a OIT formaram um grupo de trabalho para tratar a elaboração de um documento sobre SGSST com o interesse de publicar normas internacionais sobre o tema, porém já em setembro de 1996, a ISO decidiu por não continuar seus esforços, em virtude de não possuir uma estrutura tripartite (governo, empresas e trabalhadores) e por entender que a OIT seria o organismo mais apropriado para a elaboração de normas de gestão de SST. Somente em 1998, a OIT com a cooperação da Associação Internacional de Higiene no Trabalho (AITH) e sem a participação da ISO, iniciou um trabalho de elaboração de um guia internacional, recomendando uma série de requisitos que deveria compor um SGSST. Apesar do guia apresentar características extremamente positivas, o seu processo de desenvolvimento foi lento em relação às necessidades das empresas, sendo concluído e aprovado somente em abril de 2001 e denominado Guia ILO-OSH - *Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems* (BENITE, 2004).

Em razão do referido fato, em 1999 foi formado um grupo liderado pelo *British Standards Institution* (BSI), com a participação de entidades normalizadoras e de vários organismos certificadores internacionais, que desenvolveu e aprovou a norma BSI-OHSAS-18001 Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho. Essa norma foi elaborada em apenas nove meses e considerou como base a norma BS-8800, visto que já se encontrava disseminada e implementada em um grande número de empresas no mundo (BENITE, 2004).

Onde tudo Começou: OHSAS 18001

A *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) ou Série de Avaliação da Saúde e Segurança no Trabalho, fornece os requisitos para um SGSST, permitindo a uma organização controlar seus riscos de acidentes e doenças ocupacionais e melhorar seu desempenho (BS OHSAS 18001, 2007).

A especificação OHSAS 18001 tem sua origem na Grã-Bretanha, e mesmo não sendo um documento da ISO, foi aceita por cerca de 90.000 organizações, em mais de 127 países, este número, a coloca em destaque como um dos documentos normativos mais adotados em todo o mundo. No Brasil ocorreu, nos últimos anos, um acréscimo na quantidade de empresas brasileiras que tiveram seus SGSST certificados, conforme pode ser observado na Tabela 1 (JONES, 2015).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Empresas	217	350	392	476	478	434	740	748	957	834
Certificadoras	6	10	11	11	10	10	10	10	10	9
UF	16	16	20	20	21	19	21	19	24	20

Fonte: Revista Proteção, 2014.

Apesar do êxito global da OHSAS 18001, em 2006 foi realizado um inquérito mundial conduzido pelo BSI, deixando clara a necessidade da revisão deste documento normativo. As principais melhorias potenciais identificadas foram: "Uma melhor compatibilidade com a ISO 14001:2004 e com a ISO 9001:2000" (MIRANDA, 2007).

Após um intenso trabalho de revisão e de consenso, e contando com a contribuição de especialistas de todo o mundo, em Julho de 2007 o BSI publicou a nova OHSAS 18001:2007, que foi desenvolvida para ser compatível com as normas para sistemas de gestão ISO 9001:2000 (Qualidade) e ISO 14001:2004 (Meio Ambiente), a fim de facilitar a integração dos sistemas de gestão da Qualidade, Ambiental e da Segurança e Saúde no Trabalho, se assim as organizações desejassem (MIRANDA, 2007; SEGUNDO e SOUZA, 2015).

Para Makishima (2011), a certificação com base na OHSAS 18001 demonstra o nível de excelência das organizações no que tange à sua aplicação prática no campo da prevenção de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais e na manutenção de regras, procedimentos e boas condições de trabalho para os seus empregados.

Dada a sua aceitação e credibilidade, sua estrutura compatível com as ISO 9001 e 14001 a aproximou mais do organismo ISO, até que em junho de 2013, o BSI propôs a ISO que a OHSAS 18001 fosse considerada como base no desenvolvimento de um novo padrão ISO. Este aprovou a solicitação e estabeleceu a

formação do Comitê Técnico (ISO PC 283), que ficaria encarregado das questões de SSO, no qual o BSI assumiu o papel de Secretariado com o objetivo de desenvolver a ISO 45001 (JONES, 2015).

A Nova ISO 45001

Após anos de discussões e muita expectativa a norma ISO 45001:2018 - Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional - Requisitos com orientação para uso, foi publicada no dia 12 de março de 2018. O desenvolvimento da norma contou com a participação de 65 países membros, em comunicação com representantes de organizações chaves, tais como a OIT e outros 21 países observadores, dentre esses últimos está o Brasil. A Figura 2, evidencia as etapas de desenvolvimento até a aprovação da norma e seu período de migração (ABNT, 2018; ISO, 2018).

Figura 2 – Etapas de desenvolvimento, aprovação e migração da ISO 45001.



Fonte: NQA, 2018

Segundo Scott Steedman, Diretor de Normalização do BSI, “A ISO 45001 é um testemunho fiel da força da colaboração e da busca de consenso para uma conclusão bem-sucedida e que, através da contribuição de colegas em todo o mundo, publicamos um padrão que pode salvar vidas” (ISOFOCUS, 2018).

A ISO 45001 adota o Anexo SL, nova Estrutura de Alto Nível (HLS) definida pela ISO, garantindo maior compatibilidade com as normas para sistemas de gestão ISO, como as já consagradas ISO 14001 e ISO 9001, por apresentar a mesma estrutura, texto principal idêntico, bem como termos e definições comuns (BSI, 2015).

A estrutura de alto nível do Anexo SL é composta de 10 cláusulas e introdução conforme relacionado no Quadro 1.

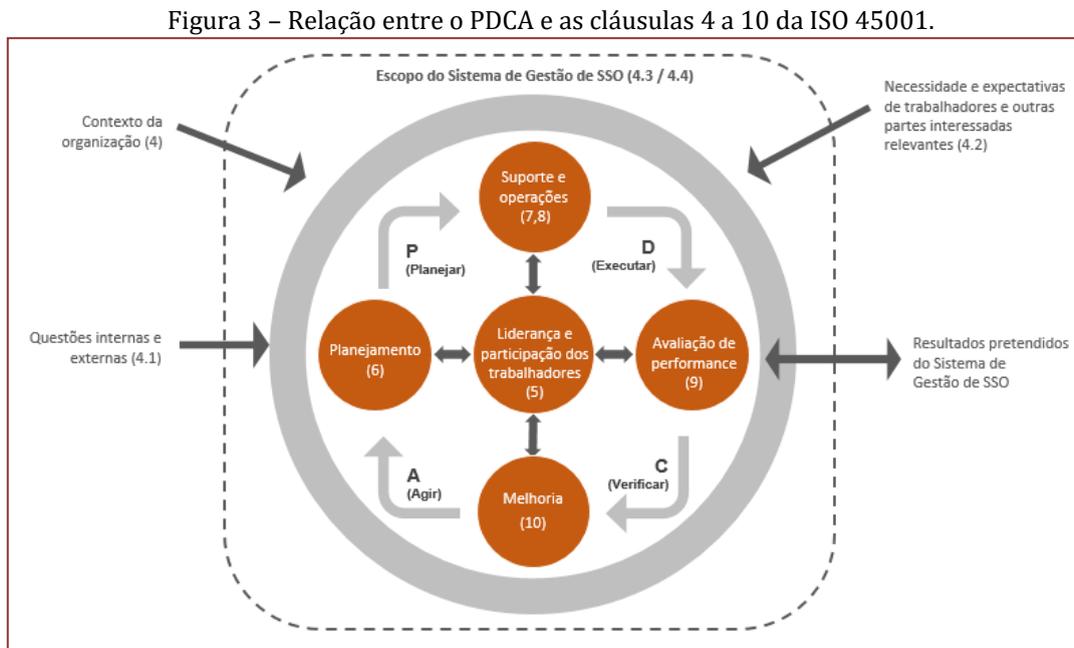
Quadro 1 – Estrutura de alto nível da ISO, Anexo SL.

CLÁUSULAS	ESTRUTURA
Cláusula 0	Introdução
Cláusula 1	Escopo
Cláusula 2	Referências normativas
Cláusula 3	Termos e definições
Cláusula 4	Contexto da organização
Cláusula 5	Liderança
Cláusula 6	Planejamento
Cláusula 7	Suporte
Cláusula 8	Operação
Cláusula 9	Avaliação de desempenho
Cláusula 10	Melhoria

Fonte: Elaborado pelos autores com base na ISO 45001, 2018, pag.vi-26.

A nova norma baseia-se também no conceito *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), que pode ser aplicado individualmente a cada um de seus elementos, fornecendo uma estrutura para que as organizações planejem e estabeleçam os objetivos e processos de SSO necessários para assegurar os resultados determinados em sua política, assim como, implementar, monitorar e tomar ações para a melhoria contínua e o alcance dos resultados pretendidos (ISO 45001, 2018).

O diagrama abaixo (Figura 3) ilustra como as cláusulas 4 a 10 da ISO 45001 podem ser agrupadas em relação ao ciclo PDCA.



Fonte: Elaborado pelos autores com base na ISO 45001, 2018, pag viii.

A ISO 45001 estabelece requisitos específicos que podem ser utilizados por uma organização para implementar um sistema de gestão de SSO e avaliar a sua conformidade (ISO 45001, 2018).

A implantação da ISO 45001 é uma oportunidade para as organizações alinharem a sua orientação estratégica com o seu sistema de gestão e aumentar o foco na melhoria do desempenho de SSO. Sendo reconhecida globalmente, a norma traz a gestão de SSO para o centro de uma organização e exige um maior envolvimento da alta administração. Garantindo que as partes interessadas irão entender como sua empresa gerencia Segurança e Saúde Ocupacional (BSI, 2016).

3.METODOLOGIA

O presente trabalho se caracteriza por ser uma pesquisa de abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios, executada por meio da pesquisa documental.

Tendo como objetivo principal, escolher de forma criteriosa os melhores e mais significativos artigos, priorizando um conjunto de dados bibliográficos que representa o estado da arte do assunto pesquisado.

A partir desta análise, destacar a importância da nova norma ISO 45001 e apresentar as organizações e pessoas interessadas:

- Guia comparativo entre a ISO 45001 e a OHSAS 18001;
- Principais exigências da ISO 45001 x OHSAS 18001;
- Etapas para implementar a norma ISO 45001;
- Requisitos da norma ISO 45001 que se requer para informação documentada.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo pretende como resultado contribuir com as organizações e pessoas interessadas a compreender e perceber os benefícios da implementação de um sistema de gestão de SSO estabelecido na ISO 45001, assim como as etapas a serem seguidas durante o processo de certificação e migração da OHSAS 18001 para a ISO 45001 e os requisitos para atendimento no que corresponde a informação documentada.

5.GUIA COMPARATIVO ENTRE A ISO 45001 E A OHSAS 18001

Uma vez que a estrutura das duas normas é diferente, a análise comparativa foi realizada considerando: terminologia, estrutura, requisitos (o que foi eliminado e o que foi adicionado), itens e subitens alterados. Quando um requisito é considerado inalterado, isto não implica que ele possui a mesma identificação nas duas normas.

Foram analisadas as alterações que a ISO 45001:2018 apresenta em relação a OHSAS 18001:2007, como demonstra o Quadro 2.

Quadro 2 – Guia Comparativo entre a ISO 45001:2018 e OHSAS 18001:2007.

ISO 45001:2018		OHSAS 18001:2007	
Contexto da organização (apenas título)	4	-	Nova exigência (ver também o item 4.6-h Análise crítica pela direção)
Compreensão da organização e seu contexto	4.1	-	Nova exigência (ver também o item 4.6-h Análise crítica pela direção)
Compreensão das necessidades e expectativas dos trabalhadores e outras partes interessadas	4.2	4.4.3.2	Participação e consulta (parcial) (Ver também os itens 4.6-b e c na Análise crítica pela direção)
Determinação do escopo do sistema de gestão de SSO	4.3	4.1	Requisitos gerais (parcial)
Sistema de gestão de SSO	4.4	4 4.1	Requisitos do Sistema de gestão da SST Requisitos gerais
Liderança e participação dos trabalhadores (apenas título)	5	4.4.3	Comunicação, participação e consulta (apenas título)
Liderança e comprometimento	5.1	4.4.1	Recursos, funções, responsabilidades, prestação de contas e autoridades
Política de SSO	5.2	4.2	Política de SST
Funções, responsabilidades e autoridades organizacionais	5.3	4.4.1	Recursos, funções, responsabilidades, prestação de contas e autoridades
Consulta e participação dos trabalhadores	5.4	4.4.3.2	Participação e consulta
Planejamento (apenas título)	6	4.3	Planejamento (apenas título)
Ações para abordar riscos e oportunidades (apenas título)	6.1	4.1 4.3.1	Requisitos gerais Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles
Generalidades	6.1.1	4.4.6	Controle operacional
Identificação de perigo e avaliação de riscos e oportunidades (apenas título)	6.1.2	4.3.1	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles
Identificação de perigo	6.1.2.1	4.3.1	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles
Avaliação dos riscos de SSO e outros riscos para o sistema de gestão de SSO	6.1.2.2	4.3.1	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles
Avaliação de oportunidades de SSO e outras oportunidades do sistema de gestão de SSO	6.1.2.3	-	Novo requisito
Determinação dos requisitos legais e outros requisitos	6.1.3	4.3.2	Requisitos legais e outros
Plano de ação	6.1.4	4.4.6	Controle operacional
Objetivos de SSO e planejamento para alcançá-los (apenas título)	6.2	4.3.3	Objetivos e programas
Objetivos de SSO	6.2.1	4.3.3	Objetivos e programas
Planejamento para atingir os objetivos de SSO	6.2.2	4.3.3	Objetivos e programas
Suporte (apenas título)	7	4.4	Implementação e operação (apenas título)

Quadro 2 – Guia Comparativo entre a ISO 45001:2018 e OHSAS 18001:2007 (Continuação)

ISO 45001:2018		OHSAS 18001:2007	
Recursos	7.1	4.4.1	Recursos, funções, responsabilidades, prestação de contas e autoridades
Competência	7.2	4.4.2	Competência, treinamento e conscientização
Conscientização	7.3	4.4.2	Competência, treinamento e conscientização
Comunicação	7.4	4.4.3.1	Comunicação
Generalidades	7.4.1	4.4.3.1	Comunicação
Comunicação interna	7.4.2	4.4.3.1	Comunicação
Comunicação externa	7.4.3	4.4.3.1	Comunicação
Informação documentada (apenas título)	7.5	4.4.4 4.5.4	Documentação Controle de registros
Generalidades	7.5.1	4.4.4 4.5.4	Documentação Controle de registros
Criação e atualização	7.5.2	4.4.5 4.5.4	Controle de documentos Controle de registros
Controle de informação documentada	7.5.3	4.4.5 4.5.4	Controle de documentos Controle de registros
Operação (apenas título)	8	4.4	Implementação e operação (apenas título)
Planejamento e controle operacional (apenas título)	8.1	4.4.6	Controle operacional
Generalidades	8.1.1	4.4.6	Controle operacional
Eliminar perigos e reduzir riscos de SSO	8.1.2	4.3.1 4.4.6	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles Controle operacional
Gestão da mudança	8.1.3	4.3.1 4.4.6	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles Controle operacional
Aquisição (apenas título)	8.1.4	4.4.6	Controle operacional
Generalidades	8.1.4.1	4.4.6	Controle operacional
Contratados	8.1.4.2	4.3.1 4.4.3.1 4.4.3.2 4.4.6	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles Comunicação Participação e consulta Controle operacional
Terceirização	8.1.4.3	4.3.1 4.4.3.1 4.4.3.2 4.4.6	Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles Comunicação Participação e consulta Controle operacional
Preparação e resposta a emergência	8.2	4.4.7	Prontidão e resposta a emergência
Avaliação de desempenho (apenas título)	9	4.5	Verificação (apenas título)
Monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho (apenas título)	9.1	4.5.1	Monitoramento e medição de desempenho
Generalidades	9.1.1	4.5.1	Monitoramento e medição de desempenho
Avaliação da conformidade	9.1.2	4.5.2	Avaliação do atendimento aos requisitos
Auditoria interna (apenas título)	9.2	4.5.5	Auditoria interna
Generalidades	9.2.1	4.5.5	Auditoria interna
Programa de auditoria interna	9.2.2	4.5.5	Auditoria interna
Análise crítica pela direção	9.3	4.6	Análise crítica pela direção
Melhoria (apenas título)	10	4.6	Análise crítica pela direção
Generalidades	10.1	4.6	Análise crítica pela direção
Incidente, não conformidade e ação corretiva	10.2	4.5.3 4.5.3.1 4.5.3.2	Investigação de incidente, não conformidade, ação corretiva e ação preventiva (apenas título) Investigação de incidente Não conformidade, ação corretiva e ação preventiva
Melhoria contínua	10.3	4.2 4.3.3 4.6	Política de SSO Objetivos e programas Análise crítica pela direção

Fonte: Elaborado pelos autores com base na ISO 45001, 2018, pag. 9-26; OHSAS 18001, 2007, pag. 5-16.

6. PRINCIPAIS EXIGÊNCIAS DA ISO 45001 X OHSAS 18001

Com base na análise comparativa da estrutura e requisitos abordados pelas duas normas, foi possível sintetizar as principais exigências que a ISO 45001 dispõe em relação a OHSAS 18001. As Cláusulas abordadas foram:

- Contexto da organização;
- Liderança e participação do trabalhador;
- Planejamento;
- Suporte;
- Operação;
- Avaliação de desempenho;
- Melhoria.

Para auxiliar na interpretação dessas cláusulas e seus requisitos é necessário o entendimento de alguns termos usados no texto da norma conforme definições da própria ISO 45001.

“Deve” indica um requisito;

“É conveniente que” indica uma recomendação;

“Pode” indica permissão / possibilidade ou capacidade.

Cláusula 4: Contexto da organização

Novidade na nova norma, esta cláusula determina porque a organização está aqui, como parte da resposta a esta pergunta, a organização deve identificar o cenário e estabelecer os limites e aplicabilidade do sistema de gestão de SSO dentro do escopo da organização. Deve ser considerado as questões internas (disponibilidade de recursos e informação, reestruturação) e externas (instabilidade socioeconômica, ambientais e políticas) que podem afetar a capacidade da organização de atingir os resultados pretendidos para o sistema de gestão de SSO. Também devem ser avaliados os fatores que coloquem em risco a segurança e saúde dos trabalhadores e suas expectativas, assim como, a de outras partes interessadas (clientes, autoridades legais, comunidade), priorizando melhorar continuamente o ambiente de trabalho e o sistema de gestão de SSO. A organização deve documentar o escopo final do sistema de gestão de SSO, atestando sua integridade (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

Cláusula 5: Liderança e participação do trabalhador

A ISO 45001 dá uma ênfase especial à liderança, na OHSAS 18001, um membro da alta direção era designado e responsável por oferecer apoio ao sistema de gestão de SSO. A nova norma amplia a responsabilidade e o envolvimento da alta direção no processo de implantação do sistema de gestão de SSO da organização, bem como por proporcionar locais de trabalho mais seguros e saudáveis. As responsabilidades devem ser atribuídas de acordo com os aspectos do sistema de gestão de SSO e assumidas por trabalhadores que possuam controle sobre tais aspectos, de forma a assegurar o atendimento aos requisitos e garantir o pleno conhecimento em todos os níveis da organização. Esse compromisso deve ser estabelecido e documentado na política de SSO, que foi aprimorada de maneira significativa a partir da OHSAS 18001, incorporando o compromisso com a consulta e participação dos trabalhadores. Na ISO 45001, as consultas compreendem uma comunicação clara na busca por entendimentos prévios a tomada de uma decisão, enquanto a participação está relacionada ao envolvimento na tomada de decisão. A organização deve eliminar ou minimizar qualquer dificuldade que possa desmotivar ou reprimir a participação dos trabalhadores. Esta cláusula é o pilar para que a organização alcance os resultados esperados do sistema de gestão de SSO (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

Cláusula 6: Planejamento

A nova norma, mantém os elementos já conhecidos da OHSAS 18001, como identificação, avaliação, controle de perigos, exigências legais e definição de objetivos, mas a fim de integrar a Estrutura de Alto

Nível (HLS) o planejamento destaca a identificação de riscos e oportunidades e como estes serão tratados à medida que eles representam um impacto sobre o escopo do sistema de gestão de SSO.

Riscos e oportunidades foram divididos em dois princípios:

1. Avaliação dos riscos de SSO e de outros riscos para o sistema de gestão de SSO
 - Os riscos de SSO podem ser elencados pela já conhecida probabilidade x gravidade;
 - Os riscos para o sistema de gestão de SSO são associados ao efeito de incerteza para os negócios, como instabilidade econômica, baixa produtividade, problemas externos, etc.
2. Avaliação das oportunidades de SSO e outras oportunidades para o sistema de gestão de SSO
 - As oportunidades de SSO são as possibilidades da organização de aperfeiçoar o seu desempenho em SSO, isso compreende eliminar os perigos e reduzir os riscos, adaptar o ambiente e o trabalho aos trabalhadores e outras oportunidades de melhorar o sistema de gestão de SSO.

A metodologia para identificação e avaliação dos riscos e oportunidades deve ser proativa, e ter seu início no estágio conceitual do projeto, de forma a garantir ações para eliminar perigos e reduzir os riscos antes da mudança planejada, e se expandir ao longo do ciclo de vida contínuo do ambiente de trabalho. As ações devem ser planejadas considerando as melhores práticas, novos conhecimentos e informações, esta abordagem proativa sobrepõe a ação preventiva minimizando a adoção de ações corretivas posteriormente.

Com poucas alterações, mas a mesma importância dentro de um sistema de gestão de SSO, o tema Requisitos Legais e Outros Requisitos, determina que a organização deve estabelecer, implementar e manter processos, além de reter informação documentada de seus requisitos legais e outros requisitos, garantindo que sejam atualizados e que reflitam qualquer mudança, inclusive as que possam resultar em riscos e oportunidades para a organização (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

Cláusula 7: Suporte

Segundo a ISO 45001, esta cláusula estabelece que: “A organização deve determinar e providenciar os recursos necessários para estabelecimento e implementação, manutenção e melhoria contínua do sistema de gestão de SSO” (ISO 45001, 2018, pag.17).

Depois de abordar o contexto, responsabilidades e planejamento, as organizações devem analisar o suporte necessário para atingir os resultados esperados. Isso compreende todos os recursos (humanos, financeiros, infraestrutura e naturais), comunicação interna e externa, bem como informações documentadas, necessários para o sistema de gestão de SSO. Muito semelhante a OHSAS 18001, a subcláusula Competência na nova norma, dá maior relevância àquelas pessoas que afetem ou possam afetar o desempenho de SSO. Também dá maior ênfase à Comunicação, este elemento foi desmembrado em conscientização, comunicação, comunicação interna e externa. A organização deve assegurar que a informação de SSO seja comunicada de forma coerente e confiável, refletindo os modelos de gestão atuais. A ISO 45001 inova ao adotar o termo Informação Documentada, compreendendo tipos modernos de uso de informação baseadas em nuvem, multimídia, etc. Item tratado na OHSAS 18001 nos termos Documentos e Registros, resultou às organizações uma burocracia e dependência exagerada de procedimentos documentados, o que não significa ter resultados melhores em SSO (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

Cláusula 8: Operação

A ISO 45001 incorpora novas subcláusulas sobre Gestão de Mudanças e Aquisições, e torna a Hierarquia de Controles uma exigência específica. Esses temas foram aprimorados consideravelmente a partir da OHSAS 18001, e exige que a organização estabeleça, mantenha e implemente processos necessários para atender aos requisitos do sistema de SSO. A ISO 45001 reconhece que as mudanças (temporárias e permanentes) apresentam riscos e oportunidades reais para a organização e trata o tema em uma

subcláusula específica sobre o Gerenciamento de Mudanças, estabelecendo que a organização deve planejar como implementar as mudanças e os resultados que possam afetar o desempenho da gestão de SSO. Sobre Aquisição, a nova subcláusula determina que a organização considere na primeira etapa do processo, referente à cadeia de suprimentos, o reconhecimento dos riscos de SSO de forma a gerenciá-los efetivamente. O processo de aquisição, deve incluir também a definição e critérios de SSO para a seleção de empresas contratadas e assegurar o seu pleno atendimento.

Segundo BSI (2018, pag.5) “A experiência tem mostrado que tentar gerenciar os riscos introduzidos pela cadeia de suprimentos depois de iniciada a operação é extremamente caro e limitado em sua eficácia”.

Nesta cláusula, a ISO 45001 apresenta também o elemento Terceirização, requisito novo que enfatiza a responsabilidade da organização em estabelecer formas de controle das funções e processos terceirizados, assegurando que os requisitos contratuais sejam consistentes com os requisitos legais e resultados pretendidos de seu sistema de gestão de SSO (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

Cláusula 9: Avaliação de desempenho

De acordo com Krause (1995), só é possível gerenciar aquilo que se pode medir. Muito semelhante a OHSAS 18001, a ISO 45001 determina que a organização deve identificar os elementos chave para o desempenho do seu sistema de gestão de SSO. Para isso, a organização precisa estabelecer, implementar e manter processos para monitorar, medir, analisar e avaliar o seu desempenho em SSO. Como forma de medição e monitoramento, a ISO 45001 dispõe o uso de indicadores de desempenho para acompanhar os resultados e assegurar que a melhoria contínua seja parte central da organização. Neste processo, a organização deve garantir que os equipamentos utilizados estejam adequados ao seu uso e com precisão exigida, garantindo a confiabilidade das medições realizadas.

Para assegurar que o sistema de gestão de SSO esteja em conformidade com os requisitos da organização, bem como às exigências da nova norma, a organização deve implementar e manter um programa de auditoria interna bem estruturado e seus resultados analisados criticamente pela alta direção para assegurar a contínua adequação, suficiência e eficácia do seu sistema de gestão de SSO (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

Cláusula 10: Melhoria

O objetivo da ISO 45001 é agir como instrumento de prevenção, portanto a exigência referente a ação preventiva encontrada na OHSAS 18001 não é abordada na nova norma. O conceito de prevenção é tratado nas cláusulas 4 – Contexto da Organização e 6 – Planejamento, avaliando riscos e oportunidades de forma abrangente ao escopo da organização e não pontual. Logo, a organização deve gerenciar o seu sistema de gestão de SSO de forma proativa, determinando as oportunidades para melhoria e implementando as ações necessárias para eliminar a causa (ou causas) raiz de incidentes e não conformidades e alcançar os resultados pretendidos para o seu sistema de gestão de SSO, refletindo o objetivo da nova norma de prevenir lesões e doenças e oferecer locais de trabalho seguros e saudáveis aos trabalhadores (ISO 45001, 2018; OHSAS 18001, 2007; BSI, 2018).

7.REQUISITOS DA NORMA ISO 45001 QUE SE REQUER PARA INFORMAÇÃO DOCUMENTADA

A necessidade de informação documentada é fundamentada pela ISO 45001 em dois requisitos principais: informação documentada requerida por esta norma, e informação documentada determinada pela organização como sendo necessária para a eficácia de seu sistema de gestão de SSO.

O conceito de informação documentada pode ser definido nos seguintes termos:

Informação requerida a ser controlada e mantida por uma organização e o meio em que ela está contida.

Nota 1 de entrada: Informação documentada pode ser em qualquer formato e mídia, e de qualquer fonte.

Nota 2 de entrada: Informação documentada pode se referir a:

a) sistema de gestão, incluindo processos relacionados;

- b) informação criada para que a organização opere (documentação);
 c) evidência de resultados alcançados (registros). (ISO 45001, 2018, pag.6)

Podemos observar que a ISO 45001 adota duas expressões para definir o conceito de informação documentada, manter e reter. Neste contexto podemos distinguir estes termos da seguinte forma:

1. Manter informação documentada, se refere a documentos, incluindo procedimentos;
2. Reter informação documentada como evidência, se refere a registros e se destina a estabelecer os tipos que precisam ser retidos.

Os requisitos para informação documentada estão disseminados por toda norma. No Quadro 3, apresentamos em resumo as informações documentadas que devem ser retidas e/ou mantidas pela organização.

INFORMAÇÃO DOCUMENTADA ISO 45001		
4.3	Manter	Informação documentada sobre o Escopo e Limites da organização para o sistema de gestão de SSO
5.2	Manter	Informação documentada sobre a Política de SSO, principais intenções e direção da organização com consulta e participação dos trabalhadores
5.3	Manter	Informação documentada sobre as funções, responsabilidades e autoridades organizacionais dentro do sistema de gestão de SSO
6.1.1	Manter	Informação documentada sobre os riscos e oportunidades de SSO que precisam ser abordados, e os processos e ações necessários para tratá-los na extensão necessária para gerar confiança de que os processos são realizados como planejado
6.1.2.2	Manter e Reter	Informação documentada e evidências sobre as metodologias e critérios para a avaliação dos riscos de SSO
6.1.3	Manter e Reter	Informação documentada e evidências de seus requisitos legais aplicáveis e outros requisitos e formas de controles para mantê-los atualizados e refletir qualquer mudança
6.2.2	Manter e Reter	Informação documentada e evidências dos objetivos de SSO e planos para alcançá-los
7.2	Reter	Evidências de competência
7.4.1	Reter	Evidências de comunicações relevantes
7.5.1	Manter	Informação documentada requerida por esta Norma, bem como as informações documentadas determinadas pela organização, como sendo necessárias para a eficácia do sistema de gestão da SSO
7.5.3	Manter	Informação documentada de origem externa determinada pela organização como sendo necessária para o planejamento e operação do sistema de gestão da SSO
8.1.1	Manter e Reter	Informação documentada e evidências na extensão necessária para ter confiança de que os processos sejam realizados como planejado
8.2	Manter e Reter	Informação documentada e evidências dos processos e planos para responder a situações de emergência potenciais
9.1.1	Reter	Evidência de monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho
9.1.2	Reter	Evidência dos resultados de avaliação de conformidade como requisitos legais e outros requisitos
9.2.2	Reter	Evidência da implementação do programa de auditoria interna e seus resultados
9.3	Reter	Evidência dos resultados das análises crítica pela direção
10.2	Reter	Evidência da natureza de incidentes ou não-conformidades e quaisquer ações subsequentes tomadas, e os resultados de quaisquer ações corretivas, incluindo a sua eficácia
10.3	Manter e Reter	Informação documentada e evidências dos resultados de melhoria contínua

Fonte: Elaborado pelos autores com base na ISO 45001, 2018, pag. 9-26.

Como forma de gerenciar a informação documentada requerida pela ISO 45001 e determinada como necessária ao sistema de gestão de SSO, a organização deve criar e manter atualizados controles, de forma a garantir: a identificação e descrição, formato e meio, disponibilidade e confidencialidade, distribuição e acesso, armazenamento e preservação, alterações e tempo de retenção. Todo esse processo deve ser

analisado criticamente e aprovado pela alta direção quanto à adequação, suficiência e eficácia do seu sistema de gestão de SSO (ISO 45001, 2018).

8. ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ISO 45001

A implementação de um sistema de gestão de SSO demonstra um compromisso sólido das organizações no alcance das boas práticas de SSO em todos os níveis e que estes estejam em equilíbrio com a sua própria cultura e complexidade do negócio.

Para as organizações que queiram implementar e certificar-se pela ISO 45001, recomenda-se desenvolver um diagnóstico dos processos adotados, identificando as possíveis lacunas no sistema de gestão de SSO. Os passos necessários para que uma organização adeque o seu sistema de gestão de SSO, depende do nível de maturidade em que ela se encontra em relação as práticas de SSO. No entanto, é possível relacionar uma sequência de etapas que ajudará as organizações em qualquer estágio, seja no processo para certificação ou migração para a ISO 45001, seja para organizações que queiram implementar um sistema de gestão de SSO, mas não objetivam a certificação. Veja o passo a passo a seguir:

1. Adquirir e interpretar a nova norma, avaliando as principais mudanças e quais são as adequações necessárias para que seja implementada;
2. Avaliar os *Gaps* (Lacunas) no sistema de gestão de SSO frente à nova norma com profissionais qualificados;
3. Treinar a alta direção, liderança e trabalhadores quanto aos requisitos da nova norma e requalificar auditores internos para conhecimento e interpretação das novas exigências;
4. Elaborar um plano de ação com base nas constatações da *Gap Analysis* (Análise de Lacunas) e compatível com as necessidades da organização, definindo prazos, custos e responsáveis para cada etapa do processo;
5. Adequar os processos e atualizar os documentos existentes, conforme o plano de ação, para atender aos novos requisitos e mudanças;
6. Estabelecer de forma efetiva um processo de comunicação sobre a nova norma, mostrando seus benefícios e sua importância para a segurança e saúde de todos na organização;
7. Realizar a auditoria interna considerando a nova norma como critério, com auditores qualificados para avaliação da eficácia do sistema de gestão de SSO implementado;
8. Realizar a análise crítica pela alta direção conforme os novos requisitos;
9. Tratar eventuais não conformidades, observações ou oportunidades de melhoria, resultantes do processo de auditoria e análise crítica;
10. Estabelecer com o órgão certificador o processo de certificação e migração para a nova norma, determinando o período que será realizada e método da auditoria.

As organizações certificadas pela OHSAS 18001, precisam estar atentas ao prazo para adequação e migração de seu sistema de SSO, que foi fixado em 3 anos a partir da publicação da ISO 45001 (março/18), mas a data que irá determinar quando a auditoria de migração para a ISO 45001 deve ser realizada é a data de vigência de seu certificado atual. Especial atenção deve ser dada as mudanças mais significativas que a nova norma incorpora, como: contexto da organização, questões internas e externas, riscos e oportunidades, comprometimento da liderança, participação e consulta dos trabalhadores.

Cumpridas estas etapas, a organização está apta a passar pelo processo de auditoria de certificação e migração da ISO 45001.

9. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal compreender a nova norma ISO 45001:2018 e sua relação com a OHSAS 18001:2007. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica exploratória que

possibilitou demonstrar a evolução e aceitabilidade da OHSAS 18001 por diversas organizações em todo mundo, resultando como principal referência para a elaboração da ISO 45001, primeira norma Internacional de SSO publicada pela ISO em março/18.

Os estudos comparativos entre as duas normas possibilitaram conceituar as mudanças mais significativas que a ISO 45001 apresenta em relação a OHSAS 18001 e como as organizações devem se planejar frente a essas mudanças e adequação do seu sistema de gestão de SSO. As organizações que já implementam outras normas de sistema de gestão ISO, serão beneficiadas pela estruturação alinhada que a ISO 45001 apresenta em relação a estas normas, podemos citar as já consagradas ISO 9001 e ISO 14001, esta estrutura assegura a coerência, compatibilidade e integração entre os sistemas de gestão. Este modelo deixa claro os requisitos objetos de certificação e determina também, que as medidas preventivas sejam incorporadas dentro do sistema de gestão da organização, incentivando ações antecipadas para abordar possíveis oportunidades de melhorar o seu desempenho em SSO e consequente alinhamento de sua direção estratégica.

Podemos concluir que a implementação eficaz de um sistema de gestão de SSO estabelecido na ISO 45001 somado ao envolvimento e comprometimento em todos os níveis, traz a gestão de segurança e saúde ocupacional e a melhoria contínua ao coração de uma organização, refletindo o seu principal objetivo de agir como instrumento de prevenção, agregando valor aos processos e proporcionando a motivação para aqueles que atuam em nome desta, resultando em diversos benefícios, como:

- Melhor controle dos riscos e identificação de oportunidades de saúde e segurança;
- Redução de lesões relacionadas ao trabalho, acidentes fatais e problemas de saúde física e mental;
- Redução do absenteísmo e aumento da produtividade;
- Motivação e envolvimento dos trabalhadores através de consulta e participação;
- Ganho de credibilidade e de imagem para com as partes interessadas externas e internas;
- Entre outros.

Por se tratar de uma norma publicada recentemente, este trabalho apresentou algumas limitações:

- Bibliografia disponível limitada;
- Utilização do método de estudo de caso, uma vez que a implementação da norma requer um tempo considerável para a sua realização e as possíveis organizações identificadas para este estudo, ainda se encontravam na fase inicial do planejamento para a transição.

Tais limitações, poderão ser supridas com a continuidade de pesquisas e ampliação do escopo em relação ao tema. Assim, como trabalho futuro sugere-se a identificação de uma organização para aplicação do estudo de caso mediante a implementação do sistema de gestão de SSO estabelecido na ISO 45001, utilizando como base as etapas descritas neste trabalho, indicando possíveis melhorias e/ou temas aqui não abordados.

Por fim, a ISO 45001 como norma internacional estabelece uma referência única para a gestão de SSO, rompendo barreiras geográficas, econômicas, políticas, comerciais e sociais.

REFERÊNCIAS

- [1] Abnt, Associação de Normas Técnicas. Normalização, 2018. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- [2] _____. Associação de Normas Técnicas. Publicada a ISO 45001, 2018. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5800-publicada-a-iso-45001>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- [3] Benite, Anderson Glauco. Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho para Empresas Construtoras. 2004. 236 f. Dissertação (Área de concentração Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Universidade de São Paulo,

Capítulo 13

Aplicação do método OWAS e da análise ergonômica do trabalho em uma instituição de ensino superior pública: Um estudo de caso no serviço terceirizado

Laira Melo da Cunha

Samily Alvarenga dos Santos

Anna Karollyna Albino Brito

Resumo: A Análise Ergonômica do Trabalho propõe através da observação analisar o comportamento do indivíduo em seu espaço de trabalho, já que nem todos os trabalhadores executam o que é prescrito. O trabalho terceirizado compreende a prestação de serviços de uma.

Palavras-chave: Ergonomia; Método OWAS; Trabalho terceirizado; Serviço de limpeza

1. INTRODUÇÃO

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) propõe através da observação analisar o comportamento do indivíduo em seu espaço de trabalho, já que nem todos os trabalhadores executam o que é prescrito. Há diversos fatores que influenciam durante a execução de determinada atividade, sendo eles fatores internos que estão relacionados com as condições do trabalho e externos relacionados ao ambiente, motivação, fadiga, idade, sexo ou formação. A AET para Guérin *et al.* (2001) representa a adaptação de métodos ao serviço de forma que acompanhe o ritmo e as condições do trabalhador. Desta maneira, a ergonomia desenvolve formas de analisar e minimizar riscos na execução do serviço, analisar também o ambiente como um sistema, enfatizando uma maior importância em apresentar melhorias, concluindo assim um processo de transformações no trabalho como um todo.

O trabalho terceirizado compreende a prestação de serviços de uma empresa a outra, de modo que, tais serviços sejam específicos e determinados. O trâmite de contrato de serviços ocorre entre a contratante e a contratada, em que a contratante é responsável pelo fornecimento do ambiente sadio garantindo condições de segurança, higiene e salubridade; e a contratada é a responsável por formar a empresa de prestação de serviço e o trabalhador terceirizado.

A prestação de serviços de limpeza é uma atividade que visa obter as condições adequadas de salubridade e higiene, necessitando de mão de obra, materiais, equipamentos em conformidade com os requisitos e condições previamente estabelecidos no termo de referência e/ou projeto básico (BRASIL, 2014).

Esse tipo de trabalho é caracterizado, ainda, como dinâmico e pesado, envolvendo grande demanda física e utilização de instrumentos manuais como vassoura, rodo, pás etc. (ROCHA, 2003). O trabalho de limpeza demanda alto esforço físico, pois estes trabalhadores realizam inúmeras tarefas que envolvem desde a conservação de pisos e paredes a mobiliários que exigem movimentos repetitivos e posturas desfavoráveis. Neste ramo, o trabalho é considerado como cansativo e gera esforços que podem provocar doenças ocupacionais, como a repetição de movimentos e atividades que exigem posições que comprometem a saúde dos trabalhadores (FERNANDES; MÓDOLO; OLIVIER; 2013).

A saber que muitos dos profissionais dessa área estão inseridos em um contexto de precarização quanto às condições de trabalho e de desvalorização social, este caso ainda se agrava mais pois as terceirizações nos setores de empresas, escolas, hospitais possuem maiores riscos, e que em longo prazo, resultará em acidentes e enfermidade (FERREIRA; ANJOS, 2001).

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar as condições ergonômicas dos trabalhadores terceirizados especificamente no setor de limpeza em uma Instituição de Ensino Superior (IES) pública localizada no município de Itacoatiara/AM.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1. SERVIÇO TERCEIRIZADO – SETOR DE LIMPEZA

A prestação de serviço de limpeza é considerada uma atividade que visa obter as condições adequadas de salubridade e higiene, necessitando de mão de obra, materiais, equipamentos em conformidade com os requisitos e condições previamente estabelecidos no termo de referência e/ou projeto básico e apresenta um mercado bastante pulverizado, com milhares de empresas atuando nesse segmento (BRASIL, 2014).

O setor de limpeza e conservação possui um alto volume de mão de obra, no qual são requeridos esforços e atividades repetitivas. As atividades neste setor podem variar de acordo com a necessidade do posto de trabalho. Atualmente no Brasil, segundo os dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) tem-se cerca de 800 mil profissionais que desempenham a atividade de limpeza e conservação, constituindo-se um dos segmentos econômicos de grande destaque na economia do país (BRASIL, 2010).

O trabalho de limpeza é classificado como dinâmico e árduo, devido a solicitar, ainda nos dias de hoje, uma grande demanda física do trabalhador. Sendo assim, este tipo de trabalho requer maior intensidade laboral composta de atividades penosas, pois, necessita a utilização de uma grande quantidade de utensílios manuais que acompanham o trabalhador no decorrer da execução de suas atividades (KARWOWSKI; MARRAS, 2000).

2.2. ERGONOMIA

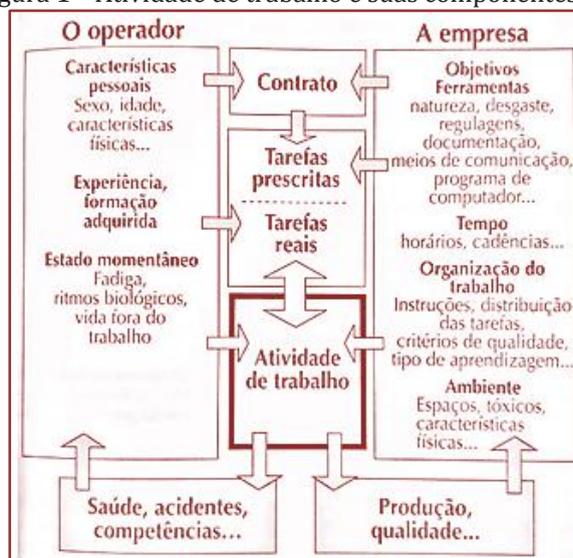
De acordo com Dul e Weerdmeester (2013), a ergonomia é uma ciência que estuda o projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho. Ratificando este conceito, para a Associação Internacional de Ergonomia (AIE) do inglês *International Ergonomics Association* (IEA), a Ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina científica que estuda as interações dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações da teoria, princípios e métodos de projeto, com o objetivo de melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Visto isso, é importante ressaltar que existe diferentes áreas na ergonomia, sendo estes: física, que é muito focada na anatomia e biomecânica nos postos de trabalho, cognitiva, na qual os objetos de estudo são processos mentais, como concentração e memória, organizacional, foca nos fatores da organização como cultura e clima organizacional e correção que visa aplicar os conhecimentos ergonômicos para analisar, diagnosticar e corrigir qualquer situação de trabalho (IIDA, 2005). Na etapa de análise, faz-se a AET sendo esta uma etapa para a intervenção ergonômica na qual dar-se pelo desencadeamento de atividades e tarefa, nas quais se divide em quatro etapas:

- a) Análise da demanda, inicia-se através de um problema ou situação-problema na qual necessita de uma ação ergonômica, em que pode-se iniciar a partir dos empregados ou colaboradores, afim de entender a origem do problema no qual pode estar relacionado a inúmeros fatores que acabam passando despercebidos;
- b) Análise da tarefa, é a descrição das atividades que cada trabalhador deve realizar, ou seja, pode-se dizer que corresponde a um planejamento do trabalho registrado ou não em documentos formais como a descrição de cargos, informalmente esse planejamento corresponde-se a expectativas gerenciais na qual o trabalhador de forma empírica corresponde sua função em determinado posto de trabalho (Guérin *et al.*, 2001);
- c) Análise da atividade, engloba um conjunto de coletas de dados nos quais ressaltam os riscos ergonômicos que auxiliam o ergonomista a analisar as modelagens necessárias para realizar mudanças no ambiente de trabalho, por risco ergonômico entende-se a condição ou a prática que traga obstáculos à produtividade, que desafie a boa qualidade ou que traga prejuízos ao conforto, segurança e bem-estar do trabalhador (VIDAL, 1999);
- d) Diagnóstico, volta-se para os motivos do problema que são pré-escritos na análise da demanda. Refere-se aos diversos fatores em que as partes interessadas estão envolvidas, na execução do trabalho. A rotatividade, qualificação profissional ou execução de tarefas de maneira incorreta, pode acarretar possíveis acidentes tanto para o empregador quanto para o colaborador (IIDA, 2005).

A seguir a figura 1 refere-se aos inúmeros fatores relacionados ao trabalho e a empresa que influenciam na atividade:

Figura 1 – Atividade de trabalho e suas componentes



Fonte: Guérin et al. (2001)

Portanto, a AET busca analisar as diferenças entre o que é prescrito e o que é realmente executado, isto porque ocorre as condições efetivas (como máquinas desajustadas, materiais irregulares) que são diferentes do que é previsto e nem todos os trabalhadores seguem o método de forma correta, sendo assim, conclui-se que AET não pode restringir-se apenas nas tarefas. Devendo observar como as mesmas são realizadas (IIDA, 2005).

O trabalhador relaciona-se com diversos ambientes e situações dentro da empresa, levando em conta suas características cognitivas, fisiológicas e organizacionais, em que todos esses fatores influenciam na rotina de trabalho, na sua saúde e na empresa a qual está sujeita a falhas humanas. De acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia - ABERGO (2008) a ergonomia cognitiva define os processos mentais, como memória, percepção e raciocínio, relacionados ao homem e elementos de um sistema, pois se um indivíduo apresenta problemas cognitivos significa que pode apresentar dificuldades com percepção e retenção de informações se submetido a estresse, pressão psicológica entre outros. A ergonomia cognitiva também conhecida como engenharia psicológica, incluem tópicos relevantes como: trabalho de precisão, desempenho de atividades, erro humano, estresse e fadiga, pode-se dizer que é a forma como o cérebro percebe, pensa e recorda através de toda informação adquirida através dos cinco sentidos (ABRANTES, 2011).

2.3. BIOMECÂNICA OCUPACIONAL

A Biomecânica Ocupacional é uma parte da biomecânica geral que estuda os movimentos corporais e forças relacionados ao trabalho, preocupa-se com o posto de trabalho e a interação do trabalhador em meio aos equipamentos, ferramentas, máquinas e materiais, visando reduzir os riscos de distúrbios musculoesqueléticos (IIDA, 2005).

Ela é uma área que possui ligação direta com a Ergonomia, o objetivo é buscar soluções que auxiliem na resolução de problemas existentes entre o homem e a execução do trabalho, abordando principalmente as posturas que segundo Mascarenhas *et al.* (2012) estão entre os principais problemas de saúde pública enfrentados pela sociedade nos últimos anos, principalmente nas idades mais avançadas. Em termos gerais, pode-se dizer que a biomecânica analisa as posturas corporais de trabalho visando nas questões de aplicação de forças e quais são as consequências causadas por este tipo de esforço na saúde do trabalhador durante e após a realização de uma atividade.

Em geral, o ser humano tem um bom desempenho contínuo quando é contraído 15% de sua capacidade máxima na musculatura, pois acima disso o trabalho deve ser seguido de uma pausa para recuperação, por este motivo os principais fatores que levam as dores musculares são: o manuseio de cargas pesadas, posturas inadequadas, alongamento excessivo, inflamação dos músculos, puxar e empurrar cargas, são associados geralmente a forças, posturas e repetições exageradas dos movimentos (IIDA, 2005).

As afecções ocupacionais envolvem as lesões, lombalgias e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) no qual ocorrem os traumas musculares causados por esforços excessivos ocorridos durante uma atividade física no trabalho, por movimentos altamente repetitivos e inadequados sem a concessão das devidas pausas (IIDA, 2005).

Segundo Vanícola *et al.* (2004) a lombalgia é o fator de maior queixa entre os trabalhadores de diferentes áreas em que o principal fator da lombalgia é a relação entre a quantidade de peso levantado e a frequência de levantamento.

2.4. MÉTODO OWAS

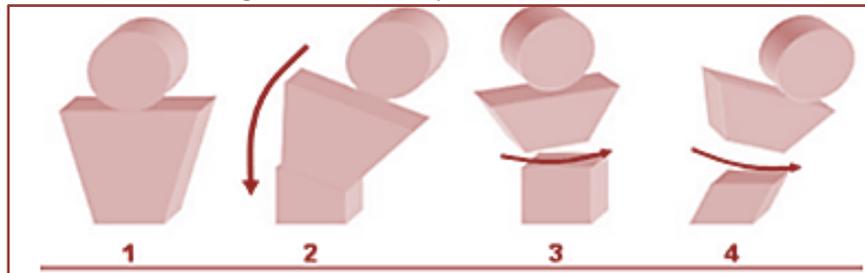
O *Ovako Working Posture Analysing System* (OWAS) é um dos métodos posturais mais tradicionais, foi desenvolvido por um grupo siderúrgico Finlandês denominado *Ovako Oy*, juntamente com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, pelos pesquisadores Karhu, Kasin e Kourinka entre os anos de 1974 a 1978.

Segundo IIDA (2005) o método OWAS surge a partir da necessidade de identificar e avaliar as diversas posturas inadequadas na execução da tarefa, na qual influencia a outros fatores que podem ocasionar lesões músculos-esqueléticos, prejudicando ou impossibilitando a execução do trabalho, e gerando custos adicionais ao processo produtivo. O mesmo foi desenvolvido para ser utilizado de maneira simples a fim de identificar rapidamente a “boa” e “má” postura, dando-se por porcentagem o tempo em que ficam expostas as tais. O adjacente, baseia-se em ser fidedigno, possibilitando o seu uso e um rápido

aprendizado, além de apresentar melhorias no posto de trabalho, visando diminuir as consequências das ações dentro do ambiente de trabalho (CARDOSO JÚNIOR, 2006).

O método analisa 4 posturas: tronco, braços, pernas e esforços requeridos. Essas posições são descritas em códigos de quantidades variadas, como pode ser observado na figura 2,3 e 4 a seguir. A classificação do tronco difere-se em 4 códigos onde (1) é o tronco em posição reta (neutra), o (2) é o tronco flexionado para frente, o (3) é o tronco rotacionado para um dos lados e o (4) é tronco flexionado para frente e rotacionado para um dos lados (MARTINEZ, 2005).

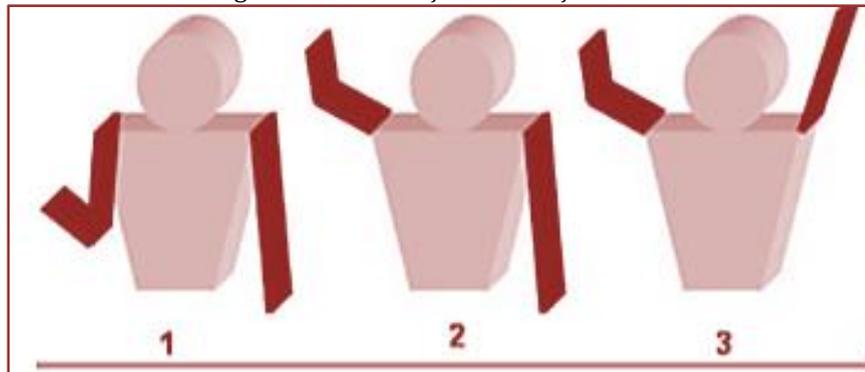
Figura 2- Classificação do tronco



Fonte: Adaptado de Martinez (2005)

Na classificação dos braços são adotados três códigos. O código (1) é para ambos os braços, abaixo do ombro. O (2) é para um dos braços acima da linha do ombro. O (3) é para ambos os braços acima da linha dos ombros. Os quais podem ser identificados a seguir:

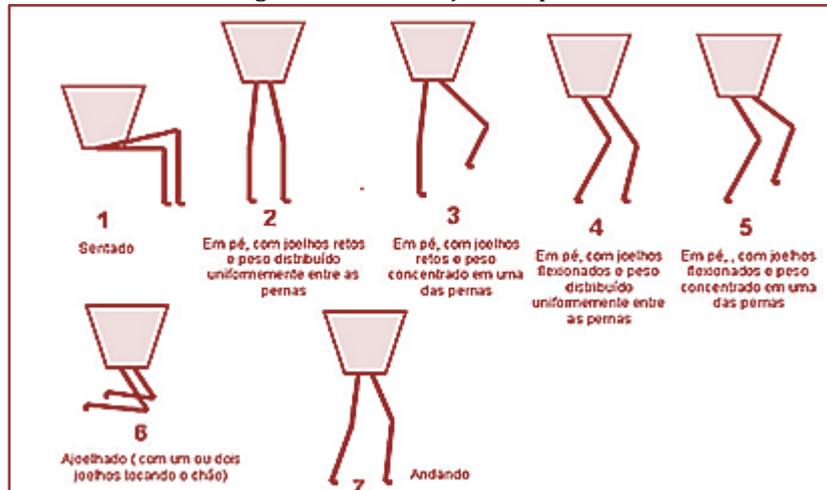
Figura 3- Classificação dos braços



Fonte: Adaptado de Martinez (2005)

As pernas sustentam-se em sete códigos, o código (1) é para a posição sentado, o (2) para a posição em pé, com joelhos retos e peso distribuído uniformemente entre as pernas, o (3) em pé, com joelhos retos e peso concentrado em uma das pernas, o (4) em pé, com joelhos flexionados e peso distribuído uniformemente entre as pernas, o (5) em pé, com joelhos flexionados e peso concentrado em uma das pernas, o (6) ajoelhado (com um dos joelhos tocando o chão), o (7) andando, estes códigos podem ser melhor compreendidos nas figuras:

Figura 4- Classificação das pernas



Fonte: Adaptado de Martinez (2005)

A carga utilizada pelo trabalhador (esforços requeridos) é dividida em três códigos: o código (1) está relacionado com pesos menores que dez quilos, o (2) está relacionado com pesos entre 10 quilos e 20 quilos e o (3) está relacionado com pesos maiores que 20 quilos.

3. METODOLOGIA

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Procedimento Metodológico		Conceito
Quanto a aplicabilidade	Pesquisa aplicada	Caracteriza-se por seus resultados serem aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade, ou seja, tem o objetivo de resolver problemas concretos e soluções mais imediatas (MARCONI; LAKATOS,1996).
Quanto a forma de abordagem do problema	Quali-quantitativa	A abordagem quali-quantitativa busca o aprofundamento da compreensão de um grupo social, organização e recorre a linguagem matemática no pensamento lógico, raciocínio dedutivo (GERHADT; SILVEIRA, 2009).
Quanto aos objetivos	Pesquisa exploratória (<i>design science</i>)	É voltada para o desenvolvimento e avaliação no campo do conhecimento em que a mesma é conduzida, têm relevantes contribuições a oferecer na vida real, ou seja, o método utilizado envolve além do levantamento bibliográfico, entrevistas e pesquisa de campo que estimulem a compreensão do tema (COLLINS; JOSEPH; BIELACZYK, 2004; HEVNER <i>et al.</i> , 2004).
Quanto aos procedimentos	Estudo de caso	Classifica-se como um estudo de caso pois não exige controle sobre eventos comportamentais e focaliza acontecimentos contemporâneos (YIN, 2010).
Quanto as técnicas de coleta de dados	Observação passiva Observação armada Entrevista semiestruturada	A observação passiva consiste em presenciar o fato, porém não participar ativamente dele, colocando o pesquisador no papel de espectador e a observação "armada" (documental) utiliza-se documentos escritos ou não, tendo como fontes primárias as fotografias, os mapas entre outras ilustrações (MARCONI; LAKATOS, 2008). A entrevista foi semiestruturada é focalizada em um assunto e complementada por outras questões inerentes às circunstâncias (MANZINI, 1990).

3.2. PROCEDIMENTOS DO ESTUDO

Esta pesquisa foi realizada durante o período de 20/09 a 15/11/2018. Conforme o objetivo traçado, para os procedimentos de estudo e desenvolvimento deste trabalho foram realizados: registros fotográficos, observação direta, avaliação com base no método OWAS no qual foi utilizado um *software* (Ergolândia 7.0) e a entrevista para a caracterização dos colaboradores que participaram desta análise ergonômica, com o intuito de identificar a idade e os locais de dores durante a realização das atividades. O quadro 1 corresponde as respostas desta entrevista acompanhado da legenda da escala utilizada.

Quadro 1– Caracterização relacionada a idade e dores dos principais membros

	Sua idade está entre quais números?					Qual o grau de dores nos principais membros do corpo?			
	20 e 30	30 a 40	40 a 50	50 a 60	60 a 70	Pernas	Braços	Costas	Não sente dor
1		x					2		
2		x						5	
3	x							5	
4			x			5	5	5	
5			x						1
6			x						1
7		x				3		3	
8		x				5	5	5	
9	x								1
10			x					4	
11	x								1
12		x					3		
13		x						5	
14		x						4	
15	x								1
16		x							1
17	x					2			
18	x						3		

Escala	Legenda
1	Não sente dor
2	Sente pouca dor
3	Sente dor
4	Sente muita dor
5	Sente constantemente dor

Fonte: Autoria própria (2018)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

▪ Da coleta dos dados

Nas entrevistas buscou-se conhecer a quantidade de funcionários, o gênero, a idade e os local(s) onde cada um sentiam dor(es). Obteve-se que o setor estudado é composto por 18 funcionários: 16 do gênero feminino e 2 do masculino, com idade entre 20 a 50 anos e os locais que os mesmos mais sentiam dores eram: pernas, braços e costas.

As observações diretas foram realizadas acompanhando a rotina de trabalho dos colaboradores que corresponde a 40 horas de trabalho alternadas. As tarefas consideradas para a avaliação ergonômica foram: limpeza das salas de aula, dos banheiros e dos corredores da instituição. No quadro 2 está o horário das atividades exercidas pelos funcionários e em seguida a descrição das atividades realizadas por eles:

Quadro 2 – Horário das atividades

Serviços	Turnos	
	Manhã	Tarde
	Início - Término	Início - Término
Limpeza das salas	6h – 6h 40 minutos	13 h – 13h 45 minutos
Limpeza dos banheiros	Conforme a necessidade	Conforme a necessidade
Limpeza dos corredores	Conforme a necessidade	Conforme a necessidade

Fonte: Autoria própria (2018)

▪ **Limpeza das salas**

O trabalho é realizado por duas pessoas em cada sala e em todas as salas, de um total de 27 salas, é necessário carregar e organizar todas as carteiras, essa atividade tem duração de 5 minutos e resulta em movimentos repetitivos. O processo de limpeza das carteiras não é realizado com luvas onde os funcionários utilizam um pano com produto de limpeza para executar essa tarefa; as vassouras, rodos e baldes com água são utilizados para limpar o chão, a maioria dos colaboradores afirmam que esta tarefa causa dores principalmente nos braços. A figura 5 representa tal atividade:

Figura 5 – Limpeza e organização das salas



Fonte: Autoria própria (2018)

▪ **Limpeza dos banheiros e corredores**

Para esta tarefa são duas pessoas responsáveis por cada banheiro, de um total de 6 banheiros, durante a realização desta atividade notou-se que a mesma necessita de um esforço maior do trabalhador principalmente nas partes dos cantos dos vasos sanitários, com duração em média de 7 minutos, a maioria dos colaboradores afirmam que durante e após esta tarefa as dores nas costas e pernas são frequentes, pois para realizar esta atividade é necessário abaixar-se inúmeras vezes tanto para coletar o lixo quanto para limpar os cantos dos vasos sanitários. Em relação a limpeza dos corredores ela é realizada também por 2 funcionários, com duração de 4 minutos, muitos funcionários afirmam que sentem dores principalmente nas costas durante esta atividade, pois os movimentos realizados pelos mesmos são repetitivos mantendo a maior parte do tempo o corpo inclinado a figura 6 a seguir mostra o que foi registrado:

Figura 6 - Limpeza dos banheiros e corredores



Fonte: Autoria própria (2018)

Conforme foi observado a maioria dos colaboradores realizam as atividades com as posturas incorretas, principalmente na limpeza dos banheiros que é necessário agachar e manter-se assim por algum tempo para alcançar as partes menos acessíveis aos utensílios. Foi visto também que por necessitarem se deslocar de um local para o outro várias vezes ao dia, inclusive locomovendo-se entre 3 níveis de piso (1, 2 e 3º andar) no ambiente de trabalho, as pernas apresentam dores durante e imediatamente após a realização de cada tarefa. Durante a tarefa da limpeza dos corredores é utilizado muitos produtos que deixam o piso escorregadio, se a maioria não obtém uma postura correta pode causar desequilíbrio durante a realização desta atividade.

Pode-se constatar que os resultados obtidos no Quadro 1 que os colaboradores sentem grande parte das dores nas costas, além disso verifica-se que a idade avançada sente muitas dores nos principais membros do corpo.

▪ Da aplicação no software

Sendo assim para a não identificação dos funcionários foi adotado a nomenclatura A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q e R para a demonstração dos resultados foi utilizado tarefa 1 relacionada a limpeza das salas, tarefa 2 corresponde a limpeza dos banheiros e tarefa 3 a limpeza dos corredores. Para cada atividade e funcionário foi cronometrado o tempo de cada atividade e foi levado em consideração a porcentagem respectiva ao tempo de atividade. O software utilizado a partir das observações realizadas apresentava a advertência ou categoria de ação a ser realizada para cada tarefa realizada por funcionário. A seguir nas figuras 7, 8 e 9 estão os resultados obtidos em relação ao funcionário A:

Figura 7 - Tarefa 1; Funcionário A

Nome do trabalhador	A
Empresa	Terceirizada
Setor	Setor de Limpeza
Função	Limpeza das salas, banheiros e corredores
Tarefa	1 - Limpeza das Salas
Tempo nesta tarefa	30 %
Postura das costas	3 - Erreta e torcida
Postura dos braços	2 - Um braço no nível ou acima dos ombros
Postura das pernas	5 - De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados
Esforço	2 - Carga entre 10 e 20 Kg
Categoria de ação	4 - São necessárias correções imediatas

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 8 – Tarefa 2; Funcionário A

Nome do trabalhador	A
Empresa	Terceirizada
Setor	Setor de Limpeza
Função	Limpeza das salas, banheiros e corredores
Tarefa	2 - Limpeza dos banheiros
Tempo nesta tarefa	40 %
Postura das costas	3 - Ereta e torcida
Postura dos braços	2 - Um braço no nível ou acima dos ombros
Postura das pernas	4 - De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados
Esforço	2 - Carga entre 10 e 20 Kg
Categoria de ação	4 - São necessárias correções imediatas

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 9 – Tarefa 3; Funcionário A

Nome do trabalhador	A
Empresa	Terceirizada
Setor	Setor de Limpeza
Função	Limpeza das salas, banheiros e corredores
Tarefa	3 - Limpeza dos corredores
Tempo nesta tarefa	30 %
Postura das costas	2 - Inclínada
Postura dos braços	1 - Os dois braços abaixo dos ombros
Postura das pernas	3 - De pé com o peso de uma das pernas esticadas
Esforço	2 - Carga entre 10 e 20 Kg
Categoria de ação	2 - São necessárias correções em um futuro próximo

Fonte: Autoria própria (2018)

Todo este procedimento foi realizado com todos os funcionários e constatou-se que muitos deles sentem dores nas costas, pernas e braços, alguns sofreram uma categoria de ação maior por obter a idade elevada para realizar tarefas que exigem um grande esforço. No quadro 4 a seguir foram organizados os resultados em relação aos respectivos funcionários:

Quadro 4 – Resultados OWAS

Funcionários	Advertências
A	4- São necessárias correções imediatas
B	3- São necessárias correções tão logo quanto possível
C	2- São necessárias correções em um futuro próximo
D	1-Não são necessárias medidas corretivas
E	1-Não são necessárias medidas corretivas
F	2- São necessárias correções em um futuro próximo
G	2- São necessárias correções em um futuro próximo
H	3- São necessárias correções tão logo quanto possível
I	4- São necessárias correções imediatas
J	1-Não são necessárias medidas corretivas
K	2- São necessárias correções em um futuro próximo
L	2- São necessárias correções em um futuro próximo
M	4- São necessárias correções imediatas
N	4- São necessárias correções imediatas
O	3- São necessárias correções tão logo quanto possível
P	2- São necessárias correções em um futuro próximo
Q	3- São necessárias correções tão logo quanto possível
R	4- São necessárias correções imediatas

Fonte: Autoria própria (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ergonomia tem como objetivo melhorar o bem-estar humano durante e após uma atividade, buscando minimizar os riscos ergonômicos causados nessa interação entre homem e máquina.

De acordo com o que foi estudado, observado e analisado durante esta pesquisa como forma de solucionar problemas foi aconselhado aos funcionários as devidas medidas preventivas, corretivas e melhorias em relação a cada atividade considerada nesta pesquisa.

Alguns problemas encontrados nesse setor foram os movimentos repetitivos relacionado a limpeza das salas, no qual grande parte dos colaboradores realizam essa tarefa com braços acima da linha do ombro. Foi observado que não realizam alongamentos antes de qualquer atividade, sendo que alguns dos trabalhadores já obtêm uma idade avançada e realizam a limpeza de diversas salas sem nenhum apoio, muitos concentram o peso em apenas uma das pernas.

Visto isso, recomenda-se algumas soluções: realizar ginástica laboral no qual tem o objetivo de reduzir a fadiga, prevenir lesões e doenças provocadas pela atividade ocupacional, antes e depois de qualquer atividade; deve-se manter a coluna reta e usar a musculatura das pernas durante o levantamento; a frequência dos levantamentos não deve ser muito intenso; a duração do levantamento deve ser no máximo uma hora e principalmente ter períodos de pausas; em pé, com joelhos retos e peso distribuído uniformemente entre as pernas.

Tendo assim o objetivo alcançado, pode-se constatar que grande parte dos movimentos são incorretos e podem afetar/prejudicar a saúde desses trabalhadores futuramente. Sendo assim, espera-se que as observações realizadas aperfeiçoem os hábitos e que a dinâmica de trabalho dos funcionários seja alterada, para obter uma melhor qualidade de vida as pessoas envolvidas nesse estudo.

REFERÊNCIAS

- [1] Abrantes, J. A ergonomia cognitiva e as inteligências múltiplas. Edit: Rio de Janeiro, 2011.
- [2] Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO). Definição de Ergonomia. Rio de Janeiro: 2000. Disponível em: < <http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm> >. Acesso em 03 de abril 2019.
- [3] Brasil. O trabalho terceirizado no Brasil, edit. 1, v1, pg. 45-47, outubro, 2014.
- [4] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. In: Relação Anual de Informações Sociais – RAIS. Brasília: 2010. Disponível em <http://www.mte.gov.br/rais/default.asp>. Acesso em fevereiro de 2019.
- [5] Cardoso, J.M.M. Avaliação ergonômica: revisão dos métodos para avaliação postural. Rio de Janeiro: Revista Produção Online, v.6, n.3, p.135, set/dez., 2006.
- [6] Collins, A.; Joseph, D.; Bielaczyc, K. *Design Research: theoretical and methodological issues. Journal of the Learning Sciences*, v. 13, n. 1, p. 15-42, 2004.
- [7] Dul, J.; Weerdmeester, B. Ergonomia Prática. Tradução de Itiro Iida. 3. ed. São Paulo. Edgard Blücher, 2013.
- [8] Fernandes, S.C.; Módolo, V.M.; Olivier, M. Compreendendo o trabalho de cada um: um olhar ergonômico sobre trabalhadoras do ramo de limpeza. *Desafio Online, Campo Grande*, v.1, n.III, art.7, Set/Dez 2013.
- [9] Ferreira, A.J.; Anjos, A. L. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos municipais. *Caderno de saúde pública*, vol. 17 nº 3. 2001.
- [10] Gerhardt, E.T.; Silveira, T.D. Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- [11] Guérin, F. *et al.* Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.
- [12] Hevner, A.R. *et al.* Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 2004.
- [13] Iida, I. Ergonomia: projeto e produção. 2ª. ed. rev., e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- [14] Karwowski, W; Marras, W. S (ed). *The occupational Ergonomics Handbook*. London: CRC, 2000.
- [15] Kourinka, I.; Forcier. L. *Work related musculoskeletal disorders. A reference book for prevention*. London: Taylor & Frances, 1995.
- [16] Manzini, E.J. A entrevista na pesquisa social. *Didática*, São Paulo, v.26, p. 149-158, 1990.
- [17] Martinez, G.M. *Una guía de introducción al método Ovako working posture analysis system (OWAS)*. Disponível em: http://www.ergonomia.cl/tools_owas.html. Acesso em: 10 outubro 2018

- [18] Marconi, M.A; Lakatos, E.M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3ed.São Paulo: Atlas, 1996.
- [19] Marconi, M.A; Lakatos, E.M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 7ed.São Paulo: Atlas, 2008.
- [20] Mascarenhas, M.D.M. *et al.* Violência contra pessoa idosa: análise das notificações realizadas no setor saúde. Ciências Saúde Coletiva, São Paulo, v.9, n.17, p. 2331-2341, jul. 2012.
- [21] Rocha, C.S. Análise ergonômica do trabalho da equipe de limpeza de uma Universidade particular. 2003. 97 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- [22] Vanícola, M.C. et al. Biomecânica ocupacional: Uma Revisão de Literatura. Revista Brasileira de Ciências da saúde. Ano II 3 jan/jun 2004.
- [23] Vidal, M.C.R. Curso Tutorial de Ergonomia. Conjunto de slides PowerPoint disponibilizados na Internet; <http://www.gente.ufrj.br>,1999.
- [24] Yin, R.K. Estudo de caso: planejamento e métodos.4. ed. Porto Alegre: Bookman,2010.

Capítulo 14

Aplicação de método multicritério para análise e diagnóstico do uso das práticas de gestão da produção e operações em empresas manufatureiras do Setor Metal-Mecânico da Região de São Luís

Lucélia Claudina Abrantes Prazeres

Abraão Ramos da Silva

Resumo: Atualmente as empresas estão expostas a cenários cada vez mais complexo e competitivos de modo que somente a aplicação das antigas práticas de gestão não está sendo mais suficiente para manter a competitividade das organizações, deste modo é preciso buscar constantemente as melhores práticas. O presente trabalho possui como objetivo analisar o grau de aplicação das práticas de gestão em organizações manufatureiras e identificar a empresa benchmark do setor metal-mecânico, por meio da utilização do método multicritério Promethee. O trabalho tem caráter descritivo com abordagem qualitativa e quantitativa, os procedimentos metodológicos são estudo de caso e pesquisa levantamento do tipo survey aplicada em uma amostra de 20 empresas do setor metal-mecânico. Os dados coletados foram simulados no software Visual Promethee®, como resultados foram obtidos rankings completos das empresas avaliadas, assim como os gráficos de desempenho das mesmas nos critérios de avaliação. De modo geral foi possível observar que importantes práticas de gestão como o Planejamento e Controle da Produção (PCP), Controle de processos, Tempo de setup, apresentam um baixo grau de aplicação por parte das empresas avaliadas, em contrapartida a prática Idade média dos equipamentos foi a melhor desempenhada pelas organizações.

Palavras-chave: Gestão da produção; Multicritério; Promethee; Benchmark.

1. INTRODUÇÃO

As atividades relacionadas a gestão da produção segundo Peinado e Graeml (2007) datam desde a existência do ser humano, porém após a revolução industrial e com a contribuição de importantes estudiosos como Frederick Taylor, Jules Henri Fayol e Henry Ford as técnicas de gestão da produção evoluíram consideravelmente. Nos dias atuais as práticas de gestão da produção e operações estão associadas a importantes áreas da Engenharia de Produção, elas dizem respeito ao conjunto de ações de planejamento, coordenação e controle das atividades desenvolvidas pelas empresas para obter seus produtos acabados ou para prestar serviços para o seu mercado consumidor (Batalha *et al*, 2008).

Atualmente os cenários que as organizações estão expostas, são cada vez mais complexos e desafiadores, com o aumento da competitividade associado a globalização é notório que as antigas práticas de gestão se tornaram ultrapassadas e não atendem de forma satisfatória as necessidades das empresas, diante disso as empresas procuram incessantemente desenvolver um diferencial que as torne competitivas.

A identificação da empresa *benchmark*, ou seja, a empresa referência do setor e espelhar-se suas atividades com base nesta, é uma das estratégias adotadas pelas organizações nos dias atuais para aperfeiçoar suas práticas de gestão, visto que a adoção de práticas e modelos de gestão bem-sucedidos podem servir como atalhos para o aumento do desempenho das organizações e da competitividade das mesmas.

O trabalho tem como objetivo analisar o grau de utilização das práticas de gestão da produção e operações em empresas manufatureiras da região de São Luís-Ma, utilizando método multicritério de apoio a decisão para categorizar e obter um *ranking* das empresas avaliadas e desta forma identificar a empresa *benchmark*, a empresa referência do setor, aquela que melhor desenvolve as práticas avaliadas. Com a utilização do método multicritério e obtenção do *ranking* também será possível identificar as empresas com menor desempenho e em quais práticas de gestão da produção essas empresas apresentaram performance inferior.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

Para Slack, Chambers e Johnston (2002) a administração da produção refere-se ao modo como as organizações produzem seus bens e prestam seus serviços conjuntamente, visto que segundo os autores, os produtos e serviços nos dias atuais estão cada vez mais interligados e realizar a distinção entre eles é ao mesmo tempo difícil e não tão conveniente para as empresas.

Segundo Batalha *et al* (2008) a gestão de operações no âmbito da produção de produtos refere-se ao planejamento e gerenciamento dos bens de capital como os maquinários e as ferramentas e pelos bens de consumo, no âmbito da prestação de serviços a gestão de operações corresponde ao planejamento, controle e gerência das atividades necessárias para obter qualquer tipo de serviços independente da sua natureza.

A administração da produção e operações pode ser compreendida de forma abrangente como um conjunto de atividades voltadas para produção de um bem físico ou para a prestação de serviços. De acordo com Corrêa e Corrêa (2011) define a gestão de produção e operações como a responsável pelo gerenciamento estratégico dos recursos considerados escassos como mão-de-obra, matéria-prima e tecnologia, pela interação entre os processos produtivos que produzem e entregam os bens e serviços para os clientes finais na qualidade e no tempo esperado e também pela gestão dos recursos requeridos pela empresa.

As práticas de gestão da produção e operações são atividades relacionadas ao processo produtivo de bens e serviços nas organizações, a administração da produção juntamente com as finanças e o marketing formam as funções primárias de qualquer organização, de maneira geral é possível afirmar que atualmente a administração da produção está presente em todos os departamentos e setores das organizações.

Segundo Bloom; Van Reenen, (2006) o conjunto de modificações do processo produtivo tem acarretado uma crescente avaliação a respeito da forma adequada e dos impactos das práticas de gestão, no contexto desse estudo, práticas de gestão são compreendidas e definidas como uma coleção de procedimentos, ideias, valores e ferramentas que são a expressão de princípios de organização do trabalho e da produção.

2.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO

Na realidade das empresas, o processo de tomada de decisão é usualmente complexo, a Análise de Decisão Multicritério auxilia o decisor a resolver problemas nos quais vários são os objetivos a serem alcançados, diante dessa realidade verifica-se a grande importância dos métodos multicritérios, visto que o sucesso de uma organização é fruto de suas boas decisões. (Behzadian M. *et al* 2009)

Segundo Azevedo, Ferreira e Silva (2018) os métodos de Apoio Multicritério a Decisão podem ser utilizados como direcionadores para determinar entre as possibilidades disponíveis qual é a modelagem mais adequada para o problema, assim como a melhor solução. De acordo com Aires e Ferreira (2016) os métodos de Análise Multicritério de Apoio a Decisão, desde o surgimento dos seus primeiros modelos até os dias atuais, vêm sendo vastamente utilizado em diferentes campos de estudo, seja para aplicações simples (Rediske *et al* 2018), como também para pilares importantes da sociedade (Laurindo e Loures 2018) (Souza *et al* 2018).

Os métodos de Apoio Multicritério a Decisão (ADM) são definidos como um conjunto de métodos e técnicas utilizados para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, em situações que exista uma problemática, múltiplos critérios e mais de duas alternativas de escolha Almeida (2013). Segundo o autor os Métodos Multicritérios de Apoio a Decisão podem ser subdivididos em três categorias: métodos de critério único de síntese – são os métodos que agregam o conjunto de critérios em um único critério de síntese; métodos de sobreclassificação, são os métodos onde existe uma relação de superação ou prevalência entre as alternativas, além dos métodos interativos.

A escola francesa de decisão foi a idealizadora do método de sobreclassificação, a principal característica desta escola a realização da avaliação par a par entre as alternativas com o intuito de obter uma relação de sobreclassificação entre essas alternativas, os principais métodos multicritérios desta escola são o *Electre (Elimination et Choix Traduisant la Réalité)* e o *Promethee (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)* (Araujo e Amaral 2015).

O método multicritério *Promethee* atualmente ocupa um importante lugar entre os métodos que compartilham do princípio de sobreclassificação, este método vem se tornando uma das mais utilizadas ferramentas no universo das metodologias multicriterias tanto para problemática de ordenação, escolha, classificação e descrição. O aumento na aplicação desse método se deve principalmente pela sua facilidade de manuseio, clareza, estabilidade e pelas capacidades matemáticas, porém, é importante ressaltar que uma das principais barreiras para utilização deste método refere-se a dificuldade dos decisores em compreender as funções de preferências do método (Brans, Mareschal 2005).

De acordo com Almeida (2011) quando se aplica o método *Promethee* o decisor estabelece pesos para cada um dos critérios, ou seja, é estabelecido o grau de importância para cada um deles, após o estabelecimento dos pesos para os critérios é possível estabelecer o grau de sobreclassificação para cada uma das alternativas avaliadas. A avaliação de sobreclassificação permite que o decisor quantifique o desempenho das alternativas avaliadas comparando-as em um determinado critério. (Sarrazi, Smet, Rosenfeld 2017).

O *Promethee*, segundo Silva (2016) gera uma classificação parcial para as n alternativas a partir do estabelecimento dos fluxos de preferência, estes fluxos são gerados com o intuito de observar como cada ação de A se comporta diante de $(n-1)$ outras alternativas, os fluxos de preferência são calculados a partir das fórmulas abaixo: Infante (2016).

- Fluxo positivo de sobreclassificação: $\phi^+(a) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{b \in A} \pi(a, b)$
- Fluxo negativo de sobreclassificação: $\phi^-(a) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{b \in A} \pi(b, a)$
- Fluxo líquido de sobreclassificação: $\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$

O fluxo positivo de sobreclassificação $\phi^+(a)$ indica a intensidade de preferência de a sobre todas as alternativas, o fluxo de sobreclassificação negativo $\phi^-(a)$ indica intensidade de preferência de todas as outras alternativas sobre a . O fluxo líquido de sobreclassificação representa o balanço entre os fluxos de preferência positivo e negativo da alternativa a , podendo ser positivo ou negativo, se o fluxo for positivo a ação sobreclassifica mais as outras do que é sobreclassificada, se o fluxo for negativo representa que a ação é mais sobreclassificada por outras ações, quanto maior for $\phi(a)$, melhor a alternativa a será considerada. (Silva 2016).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho tem caráter descritivo pois objetiva descrever as características de certa população ou fenômeno, estabelecendo relações entre variáveis Gil (2017), os procedimentos metodológicos do trabalho são a pesquisa levantamento e o estudo de caso. O instrumento de coleta de dados usado na presente pesquisa foi o levantamento do tipo *survey*, esse tipo de levantamento objetiva descrever a distribuição das características presentes em um determinado grupo estudado.

Em relação a classificação sobre a abordagem ao problema, neste trabalho a pesquisa é quantitativa e qualitativa pois considera que tudo é quantificável, o que significa traduzir opiniões e números em informações as quais serão classificadas e analisadas, além do fato que a autora tende a analisar seus dados indutivamente (Kauark *et al.*, 2010).

Gil (2017) ressalta que durante a elaboração de uma pesquisa é necessário seguir algumas etapas metodológicas, principalmente para simplificar no processo de acompanhamento do conjunto de ações correspondentes as respectivas fases, a elaboração do presente trabalho foi dividida em quatro macro fases de pesquisa.

A primeira macro fase da pesquisa consiste na definição da estrutura conceitual-teórica, nessa etapa foi realizado a pesquisa bibliográfica mais aprofundada sobre o estudo da arte em que se encontra o tema abordado, após a realização do levantamento bibliográfico foi realizada formulação do problema, o problema de pesquisa deste trabalho é “Qual o grau de utilização das práticas de gestão da produção nas empresas manufatureiras da região de São Luís?”.

A segunda macro fase consiste no planejamento dos casos, nesta macro fase foi realizada a seleção das amostras obedecendo o método de amostragem aleatória simples, após a definição do tamanho da amostra e identificação das empresas avaliadas iniciou-se a etapa de elaboração dos instrumentos de coleta de dados, no presente trabalho foi realizado um levantamento *survey*.

A coleta dos dados foi a terceira macro fase da pesquisa, após o primeiro contato com as empresas iniciou-se a etapa de aplicação dos questionários nas empresas sorteadas, de posse das informações coletadas após a aplicação dos questionários, os dados foram em um primeiro momento compilados no Microsoft Excel 2010® para posteriormente serem simulados no software Visual *Promethee*®, posteriormente a realização da coleta e compilação dos dados foi iniciada a última etapa da fase de coleta de dados, nesta fase foi efetuada a análise da confiabilidade dos questionários aplicados.

A última macro fase da presente pesquisa, referente a análise dos resultados foi iniciada com a simulação dos dados no software Visual *Promethee*®, após os dados serem simulados no software foi realizada a análise e interpretação dos mesmos e posteriormente a apresentação das implicações teóricas.

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO

De acordo com Mello *et al* (2003) o processo de apoio a decisão é dividido em duas fases, a primeira fase refere-se a estruturação do problema, ela é composta pela formulação do problema, definição dos objetivos e das alternativas, estabelecimento dos critérios, ponderação dos pesos para cada critério e identificação da problemática mais adequada para o problema. No trabalho em questão as alternativas são 20 empresas manufatureiras do setor metal-mecânico da região metropolitana de São Luís, como critérios de avaliação foram selecionadas dez práticas de gestão da produção e operações sendo elas: Tempo de *setup*, Planejamento e controle da produção, Estudos de capacidade, Custos da má qualidade, Controle de processos, Defeitos parte por milhão, Manutenção, Filosofia e ferramenta da qualidade, Desenvolvimento de fornecedores, Idade média dos equipamentos.

No presente trabalho a problemática selecionada foi a problemática de ordenação cujo o processo de decisão objetiva a recomendação de uma ordenação das alternativas, esta problemática foi escolhida pois, um dos objetivos do trabalho é obter um *ranking* das empresas avaliadas e assim identificar a empresa referência do setor.

Na segunda fase do processo de decisão foi realizada a avaliação das empresas nos critérios estabelecidos, para auxiliar na mensuração das performances das empresas em cada um dos itens foi adotada uma forma de avaliação contendo os critérios de avaliação (práticas de produção) e as ponderações para cada prática conforme está ilustrado na figura 01. As práticas foram julgadas em uma escala de escores que variam de 0 quando a prática é aplicada de forma informal ou sem dados registrados a 100 quando a prática é aplicada em um nível de excelência.

Figura 01- Escala de ponderação dos critérios de avaliação

Critérios (Práticas de gestão da produção)	0	25	50	75	100
C1-Planejamento e controle da produção	Informal	Planilhas eletrônicas	Software	MRP e MRP II	ERP
C2-Manutenção	Corretiva	Plano de manutenção informal	Preventiva	Preditiva	Tpm
C3-Filosofia e ferramentas JIT	Não utiliza ferramentas	Uma ferramenta	Duas ferramentas	Três ferramentas	Muitas ferramentas
C4-Controle de processos	Parâmetros informais	Parâmetros formais	Parâmetros controlados	Instrumentos calibrados	Estudos de capacidade
C5-Tempo de setup	Informal	Procedimentos documentados	Tempo<60 min	Tempo<40 min	<1m (smed)
C6-Estudo de capacidade	Informal	Processos instáveis	Processos estáveis	Cep	Cpk>2
C7-Custos de (má) qualidade	Desconhecidos	Monitoria	1-10% do faturamento	<1% do faturamento	<0,5% do faturamento
C8-Defeitos-ppm	Desconhecidos	Conhecidos	1-10%	<1000ppm	<500 ppm
C9-Desenvolvimento de fornecedores	Informal	Formal	Monitora desempenho	Programa de capacitação	Estabelece parcerias
C10-Idade média dos equipamentos	Desconhecida	>20 anos	10 a 20 anos	5 a 10 anos	<5 anos

Fonte: Jacomé, Carmo e Albertin (2013)

O método selecionado para ser aplicado no trabalho foi o método da escola francesa de decisão *Promethee* e para auxiliar na aplicação do método *Promethee* foi utilizado o software *Visual Promethee®*. Após ser realizada a escolha do método e do *software*, iniciou-se o *input* dos dados no programa selecionado, primeiramente foram inseridos os critérios de avaliação com os seus respectivos pesos, para todos os critérios foram utilizadas escalas numéricas e função de preferência usual, na figura 02 está ilustrada a visão geral dos critérios de avaliação para o setore metal-mecânico

Figura 02: Visão geral dos critérios do setor metal-mecânico

Escenario1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Unidad	unit									
Cluster/Grupo										
Preferencias										
Min/Max	max									
Peso	11,48	11,36	9,01	9,75	10,37	8,89	10,74	9,88	10,37	8,15
F. de Preferencia	Usual									

Fonte: Software Visual Promethee®

Após ser realizada a inserção dos critérios com os respectivos pesos, foram inseridas as alternativas, por uma questão de privacidade no presente trabalho não é exposto os nomes das empresas avaliadas, elas foram identificadas pelas siglas (M1, M2, M3,.....,M19, M20). Depois de ser inseridas as alternativas foi estabelecida a matriz de decisão, esta matriz representa a relação entre os critérios estabelecidos e as alternativas selecionadas, ou seja, a matriz representa os desempenhos das alternativas nos critérios de avaliação. Na figura 03 está ilustrado os desempenhos das empresas nos critérios de avaliação.

Figura 03: Performances das empresas do setor metal-mecânico nos critérios.

Escenario1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Unidad	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Grupo	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferencias										
Estadísticas										
Evaluaciones										
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 01	50,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	100,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 02	25,00	0,00	50,00	25,00	25,00	0,00	25,00	25,00	100,00	0,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 03	50,00	50,00	100,00	50,00	100,00	50,00	25,00	75,00	100,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 04	25,00	25,00	0,00	75,00	0,00	50,00	50,00	25,00	50,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 05	25,00	50,00	0,00	50,00	25,00	50,00	25,00	0,00	25,00	0,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 06	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	25,00	25,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	100,00	100,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 09	25,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	25,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 08	25,00	0,00	0,00	0,00	75,00	0,00	25,00	25,00	50,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	100,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 11	25,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	100,00	100,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 12	25,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	50,00	100,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 13	25,00	50,00	25,00	0,00	25,00	0,00	25,00	50,00	50,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 14	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	50,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	25,00	25,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	25,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 17	25,00	50,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 18	25,00	50,00	50,00	75,00	75,00	50,00	75,00	0,00	50,00	50,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 19	25,00	50,00	25,00	0,00	25,00	0,00	25,00	0,00	50,00	75,00
<input checked="" type="checkbox"/> Empresa M 20	25,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	25,00	0,00

Fonte: Software Visual Promethee®

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De modo geral após a simulação no programa é possível observar que práticas de gestão da produção como as ferramentas da qualidade-JIT, controle de processos, tempo de *setup* e estudo de capacidade, são práticas executadas de forma informal em mais da metade das empresas avaliadas deste setor.

Em relação a prática “Filosofia e ferramentas da qualidade-JIT” aproximadamente 65% das empresas não utilizam nenhuma filosofia e/ou ferramenta da qualidade nas suas atividades, 20% das empresas utilizam até duas ferramentas e apenas 5% o equivalente a uma única empresa utiliza mais três ferramentas, as principais ferramentas aplicadas por essas empresas de modo geral são a filosofia 5S, o diagrama de Pareto, ciclo PDCA, folha de verificação.

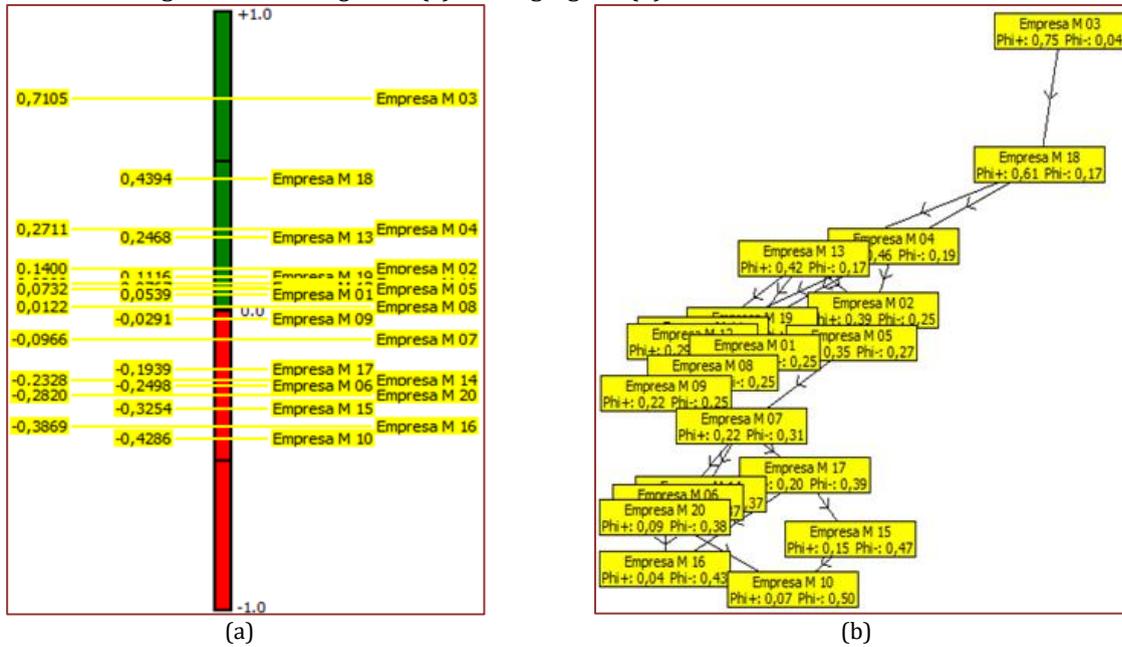
O “Controle de processos” é outra prática onde cerca de 70% das empresas utilizam de parâmetros informais, apenas 15% utilizam instrumentos calibrados para realizar o controle dos processos. Aproximadamente 55% das empresas não possuem registros formais sobre o “tempo de *setup*” ao longo dos seus processos produtivos, apenas uma empresa o equivalente a 5% das empresas apresenta o tempo de *setup* inferior a um minuto.

O “Estudo de capacidade” foi a prática aplicada no maior grau de informalidade entre as dez práticas avaliadas na presente pesquisa, aproximadamente 75% das empresas avaliadas pertencentes ao setor metal-mecânico estudam a capacidade do processo de forma informal, não utilizando ferramentas básicas como o histograma, gráficos de controle e experimentos planejados nem os índices *cp* e *cpk*.

As melhores práticas aplicadas pelas empresas são o “Desenvolvimento de fornecedores” e “ Idade média dos equipamentos” observa-se que 30% das empresas desenvolvem programas de capacitação enquanto outras 30% estabelecem parcerias com os seus fornecedores, o bom desempenho das empresas nesta prática reflete o entendimento por parte das empresas que é importante cada vez mais melhorar a capacidade dos seus fornecedores para que seja possível para a organização compradora alcançar os seus desafios de competitividade.

Após ser realizada de modo geral uma análise simples e sucinta de algumas das práticas avaliadas no setor metal-mecânico, adiante está exposto o ordenamento das empresas obtidos através do programa Visual Promethee®, na figura 04 (a) está ilustrado o ordenamento completo das empresas, a barra central da imagem ilustra os valores do fluxo líquido do Promethee II. Na figura 04 (b) está ilustrada a visão desagregada do *ranking* geral, na figura contém a identificação das empresas assim como o fluxo de entrada e o fluxo de saída de cada empresa, na figura 05 é exposto uma tabela contendo o ordenamento das empresas, os fluxos de entrada e saída, além do fluxo líquido de sobreclassificação.

Figura 04: *Ranking* total (a) e desagregado (b) do setor metal-mecânico.



Fonte: Software Visual *Promethee*®

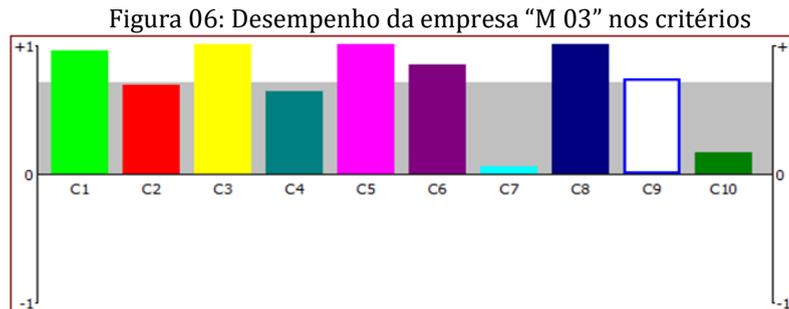
Figura 05: Fluxos de sobreclassificação das empresas do setor metal-mecânico

Tabla de flujos PROMETHEE					
Rang	alternativa		Phi	Phi+	Phi-
1	Empresa M 03	■	0,7105	0,7500	0,0396
2	Empresa M 18	■	0,4394	0,6065	0,1671
3	Empresa M 04	■	0,2711	0,4633	0,1922
4	Empresa M 13	■	0,2468	0,4153	0,1685
5	Empresa M 02	■	0,1400	0,3895	0,2495
6	Empresa M 19	■	0,1116	0,3269	0,2153
7	Empresa M 11	■	0,0899	0,2963	0,2064
8	Empresa M 12	■	0,0767	0,2855	0,2089
9	Empresa M 05	■	0,0732	0,3477	0,2745
10	Empresa M 01	■	0,0539	0,2990	0,2451
11	Empresa M 08	■	0,0122	0,2614	0,2492
12	Empresa M 09	■	-0,0291	0,2218	0,2509
13	Empresa M 07	■	-0,0966	0,2183	0,3149
14	Empresa M 17	■	-0,1939	0,1952	0,3891
15	Empresa M 14	■	-0,2328	0,1342	0,3670
16	Empresa M 06	■	-0,2498	0,1163	0,3662
17	Empresa M 20	■	-0,2820	0,0950	0,3770
18	Empresa M 15	■	-0,3254	0,1479	0,4733
19	Empresa M 16	■	-0,3869	0,0427	0,4296
20	Empresa M 10	■	-0,4286	0,0729	0,5016

Fonte: Software Visual *Promethee*®

Com base nas figuras ilustradas acima é possível observar que a empresa melhor colocada do *ranking*, a empresa *benchmark* do setor metal-mecânico é a empresa “M 3”, já a empresa “M10” foi a empresa pior colocada do *ranking*. Em relação a empresa *benchmark* do setor, a empresa “M 3”, é possível observar que esta empresa se destaca em três critérios que são: “C3-Filosofia e ferramentas JIT” onde a empresa utiliza várias ferramentas da qualidade nos seus processos, “C5- Tempo de *setup*” o tempo de *setup* dos seus processos é inferior a um minuto, sendo a única empresa entre as avaliadas a apresenta esse desempenho, na referida prática “C9-Desenvolvimento de fornecedores” é possível observar que esta empresa estabelece parcerias com a sua rede de fornecedores.

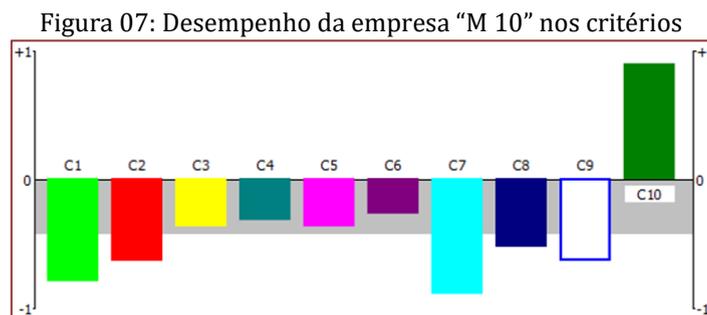
É importante destacar que esta empresa apresenta um bom desempenho em outras importantes práticas como “Defeitos-PPM” onde a taxa de defeitos apresentados por seus produtos fabricados é inferior a 1000, a empresa “M03” é a única a apresentar esse resultado neste critério, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é realizado com auxílio de *software*, a manutenção dos seus equipamentos é realizada de forma preventiva, na figura 06 está ilustrada o desempenho da empresa “M03” nos critérios de avaliação.



Fonte: Software Visual Promethee®

É possível observar que o critério “C1-Planejamento e Controle da Produção” “C3-Filosofia e Ferramentas-JIT” “C5-Tempo de *setup*” e “C8-Defeitos-ppm” foram os critérios que mais contribuíram positivamente no desempenho da primeira colocada do *ranking* a empresa “M 03” já os critérios “C4-Controle de processos” “C7- Custos da má qualidade” e “C10-Idade média dos equipamentos” foram os critérios que mais contribuíram negativamente no desempenho da mesma.

A empresa “M 10” é a última colocada no *ranking* geral, o melhor desempenho desta empresa foi no critério “C10- Idade média dos equipamentos” uma vez que, os equipamentos pertencentes a esta empresa são novos com menos de cinco anos de uso, realizando uma sucinta análise a respeito do desempenho desta empresa nas práticas avaliadas é possível observar que o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é realizado de forma informal pela empresa, a manutenção dos equipamentos é feita de modo corretivo, a empresa não utiliza nenhuma ferramenta da qualidade, os custos da má qualidade e taxa de defeitos são desconhecidos por esta empresa, para facilitar a visualização do desempenho desta empresa nas práticas de gestão a figura 07 está ilustrada a seguir.



Fonte: Software Visual Promethee®

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou avaliar e diagnosticar o grau de maturidade com que as práticas de gestão são desenvolvidas em empresas manufatureiras do setor metal-mecânico além de com o auxílio do método multicritério de apoio a decisão *Promethee* foi possível identificar dentre as empresas analisadas qual era a *benchmark* do setor.

A identificação da empresa referência foi possível após a coleta dos dados realizada através dos questionários aplicados nas empresas, onde se avaliou a situação atual das mesmas, sob a óptica de suas práticas de gestão da produção e operações, com a simulação dos dados coletados no software Visual Promethee® obteve-se *rankings* completos das empresas avaliadas e assim foi possível identificar a organização *benchmark*.

Com o presente trabalho foi possível observar que importantes práticas de gestão como o Planejamento e Controle da Produção (PCP), o Controle de processos, Tempo de *setup* e Estudo de capacidade, são práticas pouco aplicadas ou aplicadas de maneira informal em grande parte das empresas avaliadas. É importante ressaltar que as práticas de gestão supracitadas são importantes ferramentas gerenciais pois permitem identificar erros nos processos, reduzir o tempo gasto com processos desnecessários, além de evitar retrabalhos e desperdícios, o baixo nível de desenvolvimento das práticas citadas pode comprometer consideravelmente a produtividade e a competitividade das empresas.

De modo geral os objetivos propostos a presente pesquisa foram alcançados, seguindo a metodologia sugerida, é importante ressaltar que o presente estudo tem caráter temporal, uma vez que, as empresas analisadas em um horizonte de curto a médio prazo podem se aperfeiçoar nas práticas de gestão avaliadas e conseqüentemente apresentarem desempenhos diferentes dos atuais.

REFERÊNCIAS

- [1] Aires, R. F.D. F; Ferreira, L. Análise do apoio multicritério a decisão (amd) sob a ótica de burrell e morgan. Simpósio de Engenharia de Produção, 2016.
- [2] Almeida, A. T. Processo de Decisão nas Organizações: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013.
- [3] Almeida, A. T., O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão, 2 ed, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2011.
- [4] Araujo, J. J; Amaral. Aplicação do método Electre I para problemas de seleção envolvendo projetos de desenvolvimento de software livre. 2015
- [5] Azevedo, T.N; Ferreira, M.M.G; Silva, R.G. A utilização dos métodos de apoio multicritério à decisão no brasil, entre os anos de 2007 a 2017: um estudo bibliométrico. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018.
- [6] Batalha, M. O. et al. Introdução à engenharia de produção. – Rio de janeiro: Elsevier, 2008 – 6ª reimpressão.
- [7] Behzadian, M.; Kazemzadeh, R B.; Albadvi, A.; Aghdasi, M. Promethee: A comprehensive literature review on methodologies and applications. European Journal of Operational Research, v.200, n.1
- [8] Bloom, N.; Van Reenen, J. Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries. Discussion Paper 733. Londres: Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 2006.
- [9] Brans, J.P.; Mareschal, B. Promethee methods. In: Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. Springer, New York, NY, 2005. p. 163-186
- [10] Corrêa, H.L. & Corrêa, C.A. Administração de Produção e Operações. Manufatura e serviços. ed. Compacta. São Paulo, Atlas, 2011.
- [11] Gil, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- [12] Infante, C. E. D. C. Estruturação de modelos multicritério de decisão em grupo. Rio de Janeiro, UFRJ/Coppe, 2016.
- [13] Jacomé, P.D.C; Carmo, B. B. T; Albertin; M. R. Análise do arranjo produtivo de cerâmica vermelha da cidade de russas-CE através do SIMAP. Produto & Produção, vol. 14 n.1, p.01-21, fev. 2013
- [14] Kauark, F.; Manhães, F. C.; Medeiros, C. H. Metodologia da pesquisa: guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.
- [15] Laurindo, A. M; Loures, E. Aplicação de métodos multicritérios para apoio na tomada de decisão de investimentos em serviços tecnológicos oferecidos para a indústria nacional. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018.
- [16] Mello, J. C. C. B. S; Gomes, E. G; Leta F.R; Pessolani, R. B. V. Conceitos básicos do apoio multicritério à decisão e sua aplicação no projeto aerodesign. Engevista, v. 5, 2003
- [17] Peinado, J; Graeml, A.R. Administração da produção: operações industriais e serviços. Curitiba :UnicenP, 2007.

- [18] Redisk, G; Moraes, J; Choaire,G; Filho, D. G. R. F; Santos; L.M.A.L. Análise multicritério para escolha de fornecedores de uma empresa de piscinas plásticas. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018.
- [19] Sarrazin, R.; Smet, Y. de; Rosenfeld, J. An extension of Promethee to interval clustering. Omega, 2017
- [20] Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. Administração da Produção. 2. Edição. São Paulo: Atlas, 2002. p 589-626.
- [21] Silva, N. B Análise multicritério das medidas de desempenho de um programa de produção Limeira, SP : [s.n.], 2016.
- [22] Souza, A.P.G; Rosa, A.G.F; Junior F.A.V.S;Mota.C. Uma abordagem multicritério na avaliação da segurança em vias públicas. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018.

Capítulo 15

Proposta e aplicação de um método para avaliação do grau de maturidade no escritório de projetos da unidade operacional de uma empresa multinacional do setor elétrico

*Francisco Iranildo da Silva
Maxweel Veras Rodrigues
Alan Bessa Gomes Peixoto*

Resumo: Com a globalização a concorrência entre as empresas têm aumentado. Diante disso, as organizações buscam métodos e alternativas para alavancar o desempenho dos indicadores e processos, melhorando a gestão e o acompanhamento dos projetos por meio da implantação do pmo, ou aplicação de metodologias para definir o grau de maturidade que ajudaram a alcançar resultados estratégicos. Portanto, foi elaborado este trabalho que tem como objetivo geral propor e aplicar um método de avaliação para definir o nível de maturidade do escritório de projetos de um departamento, e propor ações/melhorias para alcançar o nível desejado. A metodologia utilizada apresenta-se como pesquisa aplicada, com uma abordagem quantitativa e qualitativa e com um propósito de estudo descritivo. No desenvolvimento do trabalho, foram utilizados os seguintes procedimentos técnicos: bibliográficos, documental e estudo de caso. No estudo de caso, são desenvolvidas seis etapas, com o objetivo de descobrir o nível de maturidade atual e definir o desejado, e por meio dos resultados, propor ações de melhoria para elevar o grau de maturidade do pmo. Os resultados foram discutidos e analisados, e a empresa optou por executar as ações do plano de melhoria para alcançar o nível desejado de maturidade do escritório de projetos departamental.

Palavras-chaves: gerenciamento de projetos; escritório de projetos; nível de maturidade.

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização, o crescimento da concorrência na área empresarial tem aumentado, sendo assim, nas empresas se faz necessário buscar métodos e alternativas para melhorar seus indicadores e processos, deste modo, buscam por desafios crescentes para gerenciar e acompanhar projetos que trarão resultados estratégicos para se destacarem no mercado utilizando da implementação ou novos padrões de gestão do (Project Management Office, PMO) em suas organizações, que “tendem a empenhar o papel de centros de monitoramento e controle de desempenho de projetos, bem como de desenvolvimento de metodologias de gestão de projetos” (PEMSEL E WIEWIORA, 2013 p. 31).

“Os autores Porter e Crawford são dois dos maiores expoentes do grupo de autores estratégicos e as suas publicações corroboram a tese de que o sucesso na implementação dos projetos permite que a empresa tenha vantagens competitivas em relação ao mercado” (MANSUR 2007 p. 11) porém, para obter um bom desempenho nos projetos para aumentar as vantagens competitivas no mercado, a única forma de conseguir de maneira consistente é aumentando o nível de maturidade do PMO.

Portanto, além da preocupação de melhorar os processos, indicadores e o desempenho com a implementação do PMO em suas empresas, as organizações buscam prover de metodologias para definir o grau de maturidade nos escritórios de projetos, para terem um desempenho provido da melhoria contínua e com um estado de grau de maturidade em um nível adequado para alcançar os resultados estratégicos em seus projetos e da organização.

O trabalho propõe-se a implementar a metodologia e avaliar o grau de maturidade da empresa em estudo, para determinar o nível atual e propor melhorias para que possa alcançar no futuro um nível desejado de maturidade através da estruturação e gerenciamento do PMO.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESCRITÓRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O Guia PMBOK (PMI, 2017 p. 48) define o escritório de projetos como “uma estrutura organizacional que padroniza os processos de governança relacionados a projetos e facilita o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas e técnicas”.

A associação Internacional de Gestão de Projetos (IPMA, 2011), define o PMO como uma parte da organização permanente, em que o seu papel é tipicamente garantir o suporte, definir diretrizes e normas para os gestores de múltiplos projetos, coletar dados dos diferentes projetos, consolidá-los a algum órgão ou comitê, e ainda, o PMO deverá assegurar que os projetos estão alinhados com a visão e a estratégia organizacional, o que é normalmente feito através da comparação com o caso de negócio.

Diante do efeito do mercado competitivo as empresas estão aplicando metodologias para medir a maturidade dos seus escritórios e assim trazer resultados estratégicos com eficiência e eficácia para as organizações.

2.2 MODELOS DE MATURIDADE

O Kwak (et al.,2015), define maturidade com o nível de sofisticação em que uma organização se encontra frente às práticas de gestão de projetos. Os autores Cookie e Davies (2004) ressaltam ainda que os modelos de maturidade foram criados para auxiliar as organizações a entender os níveis de competências, isto é, a habilidade em lidar com projetos e a capacidade em estabelecer estratégias inovadoras.

As descobertas na pesquisa em 500 PMOs de todo mundo apresentado por Hobbs e Aubry (2007), foi de que 50% dos PMOs estudados possuem a função de “monitorar e controlar o desempenho do PMO”, ou seja, os PMOs se preocupam em medir o seu próprio desempenho (SOUSA e ALBUQUERQUE, 2016), sendo assim serão apresentados três modelos da literatura para avaliar o grau de maturidade e exemplificar as características e os objetivos de implantação nas organizações.

3.1.1 MODELO DE MATURIDADE DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS (MMGP)

O MMGP, foi lançado no final de 2002 por Darci Prado e obteve bastante sucesso no Brasil e em alguns países como França e Portugal. O objetivo desta perspectiva é classificar, através de uma avaliação

setorial, a habilidade que a organização possui de gerenciar seus projetos em cinco níveis de maturidade: inicial, conhecido, padronizado, gerenciado e otimizado. Após identificação do nível de maturidade, é possível traçar o perfil da organização em seis dimensões: competência técnica, uso prático da metodologia, informatização, estrutura organizacional, alinhamento com os negócios da organização, competências comportamentais e contextuais (PRADO, 2008). O modelo possui 5 níveis e 7 dimensões em que relaciona o sucesso e o nível de maturidade.

De acordo com Prado (2010) por meio da aplicação de um questionário para os níveis 2 ao 5, com 40 questões de múltiplas escolhas, sendo 10 para cada nível, é possível obter dados para analisar o grau de maturidade da organização.

3.1.2 ORGANIZATION PROJECT MANAGEMENT MATURITY MODEL (OPM3)

É um modelo de maturidade de projetos criado pelo PMI. Em 1998, gerentes de projetos pertencentes ao PMI se reuniram e se comprometeram a criar um projeto que tivesse como resultado um modelo padrão que ajudasse as organizações a melhorarem suas capacidades e competências para administrar projetos. Este modelo tem como missão avaliar o nível de maturidade da gerência de projetos, orientar e dar suporte as organizações no que diz respeito ao nível de maturidade no gerenciamento de projetos (SOUSA e ALBUQUERQUE, 2016)

Para realizar a avaliação da maturidade, o método OPM3 tem um questionário de 125 questões que permitem a auto avaliação do nível de maturidade da organização em projeto, programa e portfólios. O modelo é baseado em três elementos chaves: conhecimento, avaliação e aperfeiçoamento.

3.1.3 PMO MATURITY CUBE

O PMO Maturity Cube Pinto et al., (2010) é um modelo de avaliação da maturidade do escritório de projetos, em que reuni conceitos referentes a amplitude e abordagem, e com o preenchimento de um questionário, determina o grau de maturidade que se encontra o PMO, que pode ser básico, intermediário e avançado. As informações contidas nos questionários foram selecionadas a partir de uma pesquisa publicada por Hobbs e Aubry (2007). A pesquisa identificou 27 funções mais comuns executadas pelos PMOs. Elas representam os serviços mais prestados que se tornaram referências para o modelo (HOBBS e AUBRY, 2007).

Segundo Pinto et al., (2010) o nível de maturidade atual em cada uma das abordagens é dado pela comparação entre a pontuação relativa à situação atual da organização, com o total de pontos possíveis de serem obtidos no modelo. Para determinar o nível desejado o cálculo é da mesma forma, só alterando a perspectiva desejada de atuação para o modelo de maturidade.

Para definir o grau de maturidade da organização segundo o modelo de (Pinto et al., 2010), é necessário enquadrar a amplitude do PMO da empresa, depois aplicar o questionário adequado, e por meio dos resultados, se define qual abordagem do PMO atua em relação aos seus clientes internos, e seu nível de maturidade atual e desejado.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Quanto ao propósito da pesquisa, o objeto do presente estudo é classificado como descritiva, pois segundo Gil (2010, p.27), as “pesquisas descritivas têm como objetivo a descrição das características de determinada população. Podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis. Entre as pesquisas descritivas, salientam-se aquelas que tem objetivo estudar as características do grupo”.

De acordo com Ganga (2012, p.207), quanto à natureza dos resultados da pesquisa o presente estudo é classificado como pesquisa aplicada, pois “procura gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, que por sua vez, envolve verdades e interesses locais”.

A abordagem do presente estudo é classificada como pesquisa quantitativa e qualitativa, pois de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p.51), a abordagem quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc. ”. Ganga (2012), conceitua a abordagem qualitativa

como a utilização de métodos experimentais, que tem como objetivo estabelecer relações de causa entre várias variáveis de pesquisa.

No presente estudo foram adotados os procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 ETAPA 1 - DESCRIVER A ORGANIZAÇÃO

A empresa em estudo, fundada em 1962, presente na Itália, Espanha, França, Bélgica, Brasil, Rússia, Chile, Panamá, Costa Rica e outros países, abrange atividades de geração, distribuição, transmissão, conversão e comercialização de energia. Presente no Ceará, a empresa atende 4 milhões de clientes no estado.

A empresa em análise é localizada em Messejana, Ceará, onde se encontra ao nível de departamento, com as atividades de operação comercial e técnica, que abrange as áreas de Fortaleza e da região Metropolitana.

O plano estratégico do grupo é definido no contexto social, ambiental e econômico, que são divididos em pilares, essa função é de fundamental importância para enquadrar as ações e os objetivos dos departamentos da empresa no Brasil e assim obter resultados estratégicos para organização como todo. Portanto, para que o planejamento estratégico da empresa esteja diretamente ligado ao PMO, é de suma importância alinhar os projetos/programas, e assim atingir as metas, que consequentemente trarão resultados positivos para o grupo.

Os projetos do portfólio da empresa são executados durante o ano, em que no momento do planejamento estratégico é realizado o escopo dos projetos, definindo objetivo específico, tarefas, os custos e prazos, fornecendo a gerência do PMO informações e diretrizes a serem realizadas para ajudar a tomada decisão e atender ao plano estratégico do grupo e do departamento.

Sendo considerado a matriz do plano estratégico global, o departamento utilizou de tais perspectivas para alinhar os projetos com os pilares e as dimensões do grupo, como pode-se observar na figura 1.

Figura 1 - Mapa estratégico



Fonte: Adaptado (Empresa estudada)

No contexto social, está presente a dimensão dos colaboradores, dividido em três objetivos, e que um projeto de HESQ e Clima Laboral está incluso para atender as ações para o desempenho estratégico da dimensão. O contexto ambiental, como pode-se observar na figura 1, está alocada na dimensão meio ambiente e sociedade, dividido em dois objetivos, e com apoio para alcançar as metas os projetos de HESQ/Clima laboral e condutor partido, atuando diretamente. Por fim, no contexto econômico está incluso duas dimensões, que são, os acionistas e clientes, divididos em três objetivos, com os projetos de DEC/FEC, ordens no prazo/reclamações, tempo médio de atendimento, corte e IRC/leitura.

O escritório de projetos está em atividade a um ano e meio na empresa, contando com apoio de oito colaboradores, sendo seis gerentes de projetos, e duas pessoas atuando diretamente na gerência do PMO. O organograma do escritório de projetos é diretamente estruturado para dar apoio ao gerente do departamento, a fim de atuar estrategicamente e dar suporte para tomada de decisão.

O PMO é dividido em gerência, gerente de projetos e equipe de projetos. As equipes de projetos são compostas pelos colaboradores do departamento, a fim de executar as ações, e assim obter resultados estratégicos no período de um ano, dando suporte e apoio ao gerente do projeto.

4.2 ETAPA 2 - AVALIAR OS MODELOS DE MATURIDADE E DEFINIR MODELO A SER APLICADO

Para definir o nível atual de maturidade, consideraram-se variáveis importantes para escolha do modelo, portanto, para um embasamento literário, o estudo do autor Rodrigues (2011) foi de fundamental importância para aplicar uma matriz comparativa dos modelos de maturidade, considerando variáveis padrões definidos por meio de pesquisas de vários autores. O quadro 1 mostra a análise comparativa do modelo de maturidade do OPM3, MMGP e Maturity Cube.

Quadro 1 - Comparação dos modelos de maturidade

Matriz\Modelo	PMI-OPM3	Prado-MMGP	Pinto- Maturity Cube
Refere-se a um padrão	PMBOK (PMI)	Aderente ao PMBOK (PMI)	Não Identificado
Sistema de avaliação	Níveis (1-4)	Níveis (1-5)	Níveis (1-3)
Escopo do modelo	Gestão de Projeto	Gestão de Projeto	Escritório de Projetos
Fatores considerados pelo modelo	Metodologias, fatores de RH, apoio a projetos, alinhamento estratégico, aprendizado organizacional	Competências técnicas, metodologia, informatização, estrutura organizacional, competências comportamentais e contextuais, alinhamento com estratégias	Abordagem estratégica, tática e operacional, alinhado com a estratégia organizacional. Aptitude corporativa, departamental e de projetos. Identifica quais serviços são oferecidos sob as diferentes abordagens e com que nível de sofisticação que são executados
Considera a estratégia da organização	Sim	Sim	Sim
Considera a cultura organizacional	Não	Sim	Sim
Identifica forças e fraquezas	Sim	Sim	Sim
Aplicabilidade e utilização	Mediana	Simple	Simple
Sugere alternativa para melhorias	Sim	Sim	Não Identificado
Adaptabilidade a novas condições	Mediana	Mediana	Alta

Fonte: Adaptado (Rodrigues, 2011)

Observando o quadro 1, o modelo de maturidade de Pinto (2010), Maturity Cube, se destaca dos demais devido aos itens de “escopo do modelo”, “aplicabilidade e utilização”, e aos “fatores considerados pelo modelo”, pois a gerência do escritório de projetos da empresa em estudo busca uma fácil aplicação para definir o nível de maturidade, possuindo uma abrangência para o portfólio empresarial, com uma visão estratégica e sistêmica para atender à necessidade dos stakeholders. Portanto, o modelo escolhido para definir o grau de maturidade da empresa foi o de Pinto (2015) do Maturity Cube, pois possui uma abordagem estratégica, tática e operacional, que permite uma adaptação quanto a realidade da organização e, considerando também a cultura organizacional, fatores importantes que a gerência definiu para a escolha do modelo.

4.3 ETAPA 3 - IDENTIFICAR A EQUIPE PARA APLICAÇÃO DO MODELO

A equipe para responder o questionário da pesquisa foi definida junto com a gerência do PMO, que considerou para a escolha dos participantes, envolvimento e experiência de gerenciamento de projetos.

A equipe escolhida foram, os gerentes de projetos, analistas da empresa, e a própria gerência do PMO, um total de onze pessoas envolvidas e comprometidas com a pesquisa para determinar a avaliação atual da maturidade do escritório de projetos. Somente a gerência do escritório de projetos participou da pesquisa para definir a situação desejada, considerando um determinado período de tempo que será definido na etapa cinco do estudo de caso.

Com participantes escolhidos, foi realizada uma reunião para apresentar o questionário, houve um momento de tira-dúvidas sobre as questões da pesquisa, e a definição do prazo para resposta de uma semana. O questionário foi disponibilizado através de um link na web.

4.4. ETAPA 4 - FAZER UMA AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO NÍVEL DE MATURIDADE DO PMO

O modelo escolhido para definir o nível atual de maturidade da empresa em estudo, foi o Maturity Cube desenvolvido por Pinto (2010), como apresentado na etapa dois. O modelo possui questionários para serem aplicados nas amplitudes corporativa, departamental e de projetos. Como o objetivo do estudo é mais estruturado no departamento da empresa, o questionário escolhido foi da amplitude departamental.

A pesquisa obteve onze respostas, e com ajuda da equação 1 os resultados foram mostrados e discutidos.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^k X_i \cdot n_i}{(\sum_{i=1}^k n_i) \cdot Y} = \frac{X_1 \cdot n_1 + X_2 \cdot n_2 + \dots + X_k \cdot n_k}{(n_1 + n_2 + \dots + n_k) \cdot Y} \quad (1)$$

Sendo Z o valor procurado para definir a maturidade do PMO nas três abordagens, x é o valor percebido pelos entrevistados, n é o peso do nível, variando de 0 até 4, e por fim o Y é a quantidade de entrevistados na pesquisa.

Portanto, aplicando na equação 1, tem-se que o nível de maturidade para abordagem estratégica, tática e operacional é definida por:

$$\text{estratégica} = \frac{\sum_{i=1}^k X_i \cdot n_i}{(\sum_{i=1}^k n_i) \cdot Y} = \frac{194}{30.11} = \frac{194}{330} = 0,58787 \text{ ou } 58,79\%$$

$$\text{tática} = \frac{\sum_{i=1}^k X_i \cdot n_i}{(\sum_{i=1}^k n_i) \cdot Y} = \frac{137}{29.11} = \frac{137}{319} = 0,42946 \text{ ou } 42,95\%$$

$$\text{operacional} = \frac{\sum_{i=1}^k X_i \cdot n_i}{(\sum_{i=1}^k n_i) \cdot Y} = \frac{126}{23.11} = \frac{126}{253} = 0,49802 \text{ ou } 49,80\%$$

Para o cálculo da maturidade geral do escritório de projetos, pode ser utilizando a equação 1, ou o somatório das três abordagens do numerador e divisor acima, que é definida por:

$$\text{Maturidade do PMO} = \frac{194 + 137 + 126}{330 + 319 + 253} = \frac{457}{902} = 0,50665 \text{ ou } 50,66\%$$

Os resultados das três abordagens e da maturidade geral é mostrado na figura 2.

Figura 2 - Avaliação do nível atual de maturidade do PMO

Setor	Amplitude do PMO	Abordagem do PMO			Maturidade do PMO
		Avaliação Estratégica	Avaliação Tática	Avaliação Operacional	
Elétrico	Departamental	58,79% Intermediário	42,95% Intermediário	49,80% Intermediário	50,66% Intermediário

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar, que o nível do PMO da empresa é de 50,66%, que é considerado um grau de maturidade intermediário, pois de acordo com o modelo de Pinto (2010) o nível básico é determinado de 0% a 33%, intermediário de 34% a 66% e o avançado de 67% a 100%.

A empresa apresenta uma abordagem estratégica, com uma porcentagem de 58,79%, pois os programas e projetos desenvolvidos durante o ano são projetados estrategicamente para auxiliar na tomada de decisão da alta gerência, sendo uma forma para atingir as metas e indicadores importantes para a empresa. Na abordagem operacional e tática, a empresa apresentou um nível também intermediário, sendo bastante relevante os resultados, pois o objetivo é equilibrar as abordagens nos seus determinados níveis para que sejam atuantes no grau avançado.

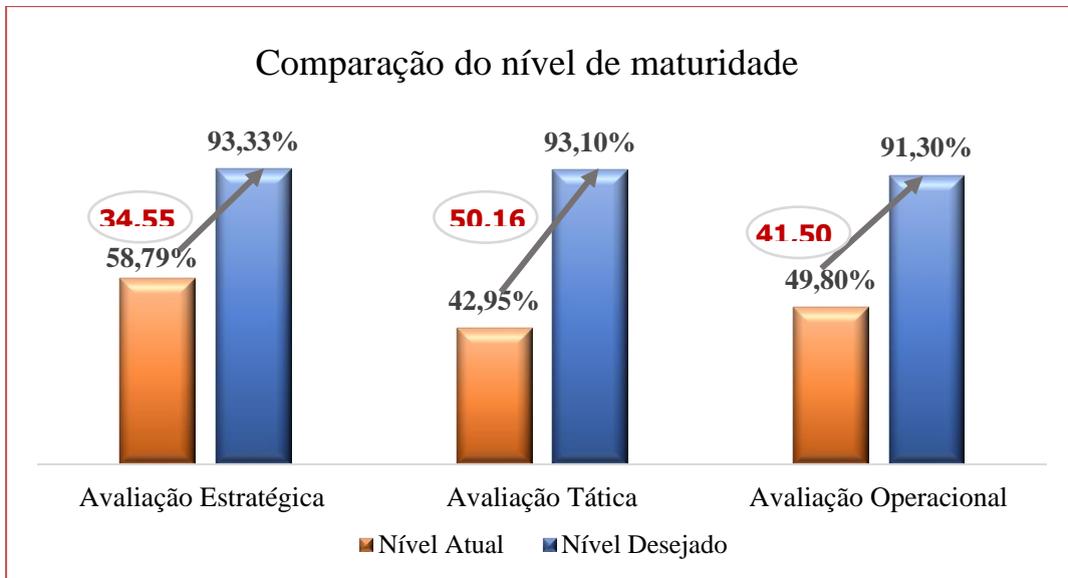
Portanto para empresa, é necessário atuar com um plano de melhoria para todas as abordagens, pois apresenta valores semelhantes e com o mesmo nível de maturidade, sendo muito mais fácil para o PMO departamental alcançar o nível avançado em todas as abordagens e conseqüentemente na maturidade do escritório de projetos como todo.

4.5 ETAPA 5 - DEFINIR PARÂMETROS PARA MENSURAR OS GANHOS ESPERADOS

Por meio de uma reunião com a gerência do PMO, em que os dados do nível atual de maturidade foram analisados e, considerou-se um horizonte de um ano para propor um plano de melhoria, por meio da avaliação do questionário para se chegar no nível desejado de maturidade.

Um novo questionário foi aplicado somente para a gerência do PMO, em que se considerou as respostas para uma visão desejada em um ano para estruturar o escritório de projetos da empresa e conseguir chegar em um nível avançado nas três abordagens. Para o cálculo do nível de maturidade desejado considerou-se a equação (1). Pode-se observar a comparação dos resultados no gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparação do nível de maturidade atual e desejado



Fonte: Elaborado pelo autor

Como pode-se observar no gráfico acima, na avaliação estratégica o nível atual é de 58,79% (intermediário), e o nível desejado de 93,33% (avançado), a avaliação tática o nível atual é de 42,95% (intermediário) com o nível desejado de 93,10% (avançado), e por fim, a avaliação operacional o nível atual é de 49,80% (intermediário), com um nível desejado de 91,30% (avançado). Todas as avaliações possuem um gap para alcançar um nível desejado, portanto é de suma importância observar os objetivos organizacionais para traçar um plano de ação e assim alcançar a maturidade que a gerência deseja para o escritório de projetos. Os gaps como mostrado no gráfico 1, são de 34,55% (estratégico), 50,16% (tático) e 41,50% (operacional).

O objetivo da gerência do PMO da empresa é chegar no grau de maturidade avançado e com uma estruturação em porcentagem elevada para o modelo, pois a gerência acredita que os resultados organizacionais serão atingidos de uma forma mais coesa, simplificada e com competências que ajudaram a organização a reduzir os riscos que envolva planejamento, processos, execução e controle dos projetos/programas do PMO departamental da empresa.

4.6 ETAPA 6 – PROPOR AÇÕES DE MELHORIA

Com os resultados discutidos e apresentados nas etapas quatro e cinco, em que foi apresentado os níveis atual e desejado do escritório de projetos, desejando alcançar o grau avançado em todas as abordagens, um plano de ação foi elaborado de acordo com as respostas dos questionários utilizando-se como base a resposta da gerência para alcançar o nível desejado no período de um ano. O plano de ação/melhoria é desenvolvido para responder o seguinte questionamento, "O que a organização precisa melhorar ou desenvolver para alcançar o nível de maturidade desejado?". O plano de ação apresentará a melhoria a ser implementada, recursos necessários, responsável, data de início, data fim e status.

Quadro 2 - Plano de ação para alcançar o nível desejado de maturidade

META: AUMENTAR O NÍVEL DE MATURIDADE DAS ABORDAGENS ESTRATÉGICA, TÁTICA E OPERACIONAL EM AVANÇADO						
ITEM	O QUE FAZER	RECURSOS NECESSÁRIOS	RESP	DATA INÍCIO	DATA FIM	STATUS
1	Criar um painel para acompanhar os prazos e o avanço dos programas/e ou projetos do portfólio do PMO	[Gerentes de projetos] para realizar o levantamento das informações para o painel	Gerência do PMO	17/06/2019	01/07/2019	Não iniciado
2	Criar um comitê para avaliação, priorização e documentação dos projetos/e ou programas a serem desenvolvidos	[Gerência do PMO] para avaliar a metodologia, pessoas escolhidas e documentos utilizados	Gerência do PMO	17/06/2019	20/12/2019	Não iniciado
3	Elaborar um programa de capacitação para os gerentes de projetos	[Gerência do PMO] para realizar um levantamento da necessidade de capacitação dos gerentes de projetos	Gerência do PMO	17/06/2019	01/07/2019	Não iniciado
4	Pesquisar um sistema de informação para acompanhar e controlar os projetos em uma única plataforma	[Gerentes de projetos] para pesquisar os sistemas diversos que são aplicados para o controle e gerenciamento dos projetos	Gerentes de Projetos	17/06/2019	20/12/2019	Não iniciado
5	Elaborar e estruturar um plano de auditoria para os projetos/e ou programas	[Gerência do PMO] elaborar um calendário para auditoria interna	Gerência do PMO	17/06/2019	30/07/2019	Não iniciado
6	Definir premiações para os melhores resultados dos programas/e ou projetos	[Gerente do Departamento] definir os prêmios e o investimento necessário	Gerente de Departamento	20/10/2019	20/12/2019	Não iniciado
7	Estruturar e pesquisar novos indicadores para acompanhar o PMO	[Gerência do PMO] para reunir informações dos indicadores e pesquisar novas formas para realizar a mensuração	Gerência do PMO	17/06/2019	01/07/2019	Não iniciado
8	Incentivar os colaboradores para inscrever seus projetos em programas da empresa a nível corporativo	[Gerentes de projetos] aplicar formas de incentivo, seja por meio de comunicado empresarial (Newsletter), ou por pequenas premiações para incentivar os colaboradores	Gerente de projetos e Gerência do PMO	17/06/2019	30/12/2019	Não iniciado
9	Criar eventos para compartilhar resultados e lições aprendidas dos projetos/ e ou programas desenvolvidos durante o ano	[Gerente do Departamento] definir o recurso disponível para o evento	Gerente de projetos e Gerência do PMO	01/07/2019	20/12/2019	Não iniciado
10	Realizar análise do gerenciamento dos riscos	[Gerentes de projetos] fazer análise dos riscos para os projetos	Gerente de projetos	12/07/2019	20/12/2019	Não iniciado
11	Realizar o gerenciamento das partes interessadas	[Gerentes de projetos] identificar e gerenciar as partes interessadas para cada projeto	Gerente de projetos	15/07/2019	01/02/2020	Não iniciado
12	Identificar e realizar a gestão do valor agregado	[Gerentes de projetos] identificar e gerenciar o valor agregado dos projetos para a organização	Gerente de projetos	30/07/2019	01/02/2020	Não iniciado
13	Aplicar metodologias ágeis para o gerenciamento de projetos	[Gerentes de projetos] executar metodologias ágeis em seus projetos	Gerente de projetos	30/07/2019	30/12/2019	Não iniciado

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

Para iniciar o estudo, de acordo com o primeiro objetivo específico de avaliar as metodologias para definir o grau de maturidade, identificando e conceituando as aplicações dos modelos, foi elaborado uma revisão teórica sobre o tema, a fim de apresentar três modelos principais da literatura, definindo os objetivos, níveis, abordagens, amplitudes e conhecimento dos questionários padrões de cada modelo.

Outro item abordado no objetivo específico é a definição e aplicação da metodologia adequada, a fim de identificar o nível de maturidade atual da empresa. Antes deste item ser concluído, foi definido o modelo de maturidade a ser aplicado na organização através da comparação dos três modelos apresentados, definindo as variáveis representativas por meio do estudo de Rodrigues (2011) e fatores que a gerência do PMO da empresa em estudo considerava importantes. Para a conclusão do objetivo específico comentado, considerou-se também a etapa três, em que se definiu a equipe para aplicação do questionário e, por meio dos resultados encontrados, foi feita uma análise do nível atual de maturidade, concluindo assim o terceiro objetivo específico do trabalho.

Após o nível de maturidade atual ser definido na etapa quatro, o objetivo específico de identificar os pontos fracos no PMO da empresa que corrobora para o nível de maturidade baixo, foi analisado por meio dos resultados das três abordagens do modelo escolhido no estudo de caso, em que a empresa aponta para

um nível de maturidade intermediário, e com uma porcentagem mais baixa na abordagem tática do PMO departamental.

Por fim, com a conclusão da etapa cinco, em que foi possível mensurar os ganhos esperados, ou seja, o nível desejado de maturidade em que a organização quer chegar, o último objetivo específico de propor melhorias para que o escritório de projetos da empresa possa atingir um nível desejado de maturidade foi atendido, pois na etapa seis do estudo de caso um plano de ação e melhorias foi elaborado, a fim de ajudar a empresa a chegar no nível desejado de maturidade no período de um ano. O plano de ação foi apresentado para a gerência do PMO e do departamento da organização, em que se comprometeram em executar as ações e melhorias e depois mensurar os resultados atingidos.

REFERÊNCIAS

- [1] COOKIE, T.; DAVIES, T. Project management maturity models. *The Wiley guide to managing projects*, p. 1234-1255, 2004.
- [2] GANGA, G. M. D. Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.
- [3] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010
- [4] HOBBS, B.; AUBRY, M. A Multi-Phase Research Program Investigating Project Management Offices (PMO): the results of phase. 1. *Project management journal* 38. mar. 2007.
- [5] IPMA. BRASIL. NCB National Competence Baseline – versão portuguesa. IPMA Brasil, 2011.
- [6] KWAK, Y. H.; WALEWSKI, J.; SADATSAFAVI, H.; NIGEL, L. W. Evolution of project-based organization: A case study. *International Journal of Project Management*, v. 33, n. 8, p. 1652-1664, 2015.
- [7] MANSUR, Ricardo. Implementando um escritório de projetos. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007. 163 p.
- [8] PINTO, A.; COTA, M.; LEVIN, G. “PMO MATURITY CUBE”: um modelo de avaliação de maturidade exclusivo para Escritório de Projetos, 2010.
- [9] PEMSEL, S.; WIEWIORA, A. Project management office a knowledge broker in project-based organisations. *International Journal of Project Management*, v. 31, n. 1, p. 31- 42, 2013.
- [10] PMI, Project Management Institute Inc. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). 6. ed. Global Standard 2017.
- [11] PRADO, D. S. do. Maturidade em Gerenciamento de Projetos. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2008. 7 v. (Série Gerenciamento de projetos).
- [12] _____. Maturidade em gerenciamento de projetos. In: Série Gerência de Projetos, v. 7, 2. ed. Novo Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2010
- [13] PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2a ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.
- [14] RODRIGUES, Rafael. Análise comparativa de modelos de maturidade em gerenciamento de projetos. ENEGEP, Belo Horizonte, 2011.
- [15] SOUSA, Fábio Henrique; ALBUQUERQUE, Adriano Bessa. Uso do modelo PMO Maturity Cube no diagnóstico da aderência do processo de gerenciamento de portfólio de projetos do Nível F do MR-MPS-SW. ENUCOMP, Teresina, 2016.

Capítulo 16

O uso de ferramentas de gerenciamento de projetos em pesquisas laboratoriais em universidades públicas

Eduardo Fabiano da Costa

Luís Fernando Cabeça

Marcio Florian

Resumo: Este trabalho busca reunir ferramentas de gerenciamento de projetos que podem ser utilizadas em pesquisas laboratoriais em universidades públicas, assim como alguns softwares desta área que podem ser aplicados a tais pesquisas, todos com acesso livre ou versões de acesso livre.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projeto. Laboratórios. Universidades.

1. INTRODUÇÃO

Projetos de pesquisa em universidades públicas são uma das áreas mais relevantes para o crescimento técnico-científico nacional. Através de tais pesquisas, problemas da sociedade são solucionados (AUDY, 2017). Nosso país tem diversos pesquisadores que fizeram história e que estiveram desenvolvendo pesquisas em universidades ou institutos públicos.: Como exemplo, em universidades tem-se Bertha Koiffmann Becker, precursora das pesquisas de desenvolvimento sustentável (atuou na UFRJ), Johanna Döbereiner Liesbeth Kubelka, pesquisadora com grande responsabilidade nos trabalhos de desenvolvimento do processo produtivo da soja (atuou na UFRRJ), Mario Schenberg, pesquisador na área da morte estelar, que atuou na USP. Em institutos públicos temos Oswaldo Cruz, Adolfo Lutz, Carlos Chagas, César Lattes, Juliano Moreira, Leopoldo Nachbin, Mares Guia, Otto Gottlieb e Vital Brazil, entre diversos outros (ABC, 2019).

Atualmente, diversos outros pesquisadores contribuem para o avanço da ciência no país, e muitos estão em universidades públicas. Entretanto, tal área sofre de limitação de distribuição de recursos, ou seja, investimento em pesquisas nessa área por parte do estado muitas vezes é inferior ao que é investido pela iniciativa privada em pesquisas e laboratórios. Outro fator importante é que muitas pesquisas são desenvolvidas por alunos, e estão sujeitos muitas vezes ao interesse do mesmo, que pode, por exemplo, se evadir do ensino, o que é algo muito comum, e que muitas vezes gera o encerramento da pesquisa. Por último, outro fator relevante é a necessidade crescente de publicações por parte dos orientadores, algo bem comum em universidades públicas (CHAUI, 2003).

Todos esses fatores indicam a necessidade de uma escolha minuciosa dos projetos a serem trabalhados, de modo que os mesmos sejam finalizados e sejam publicados em revistas de grande impacto, que indiretamente refletem o impacto dos mesmos na sociedade. Entretanto na maioria das vezes não existe uma metodologia dedicada a isso. Uma metodologia que pode ser interessante é a de gerenciamento de projetos, em especial as ferramentas que tangem a seleção de projetos, muitas vezes trabalhadas nos PMO (*Project Management Offices*, ou escritórios de gerenciamento de projetos) na iniciativa privada (SARDO et al., 2017).

Portanto, este trabalho tem por objetivo apresentar tais ferramentas para esta aplicação, assim como *softwares* de livre acesso utilizados no gerenciamento de projetos, para utilização em projetos de pesquisa laboratoriais de universidades públicas, que devido aos baixos recursos, dificilmente podem adquirir softwares pagos para pesquisa (OSÓRIO et al., 2005).

2. DESENVOLVIMENTO

Contexto histórico e socioeconômico

Uma contextualização histórica e socioeconômica é interessante para trazer os motivos da necessidade do gerenciamento de projetos a serem aplicados a pesquisas laboratoriais em universidades públicas.

Universidades públicas possuem determinados valores de sua verba destinados a pesquisa, porém em geral, as pesquisas são fomentadas por agências governamentais, como a CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e o FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) (MOUTINHO; KNISS, 2012), ou agências de pesquisa de empresas privadas, que buscam as universidades para desenvolvimentos de novas tecnologias, processos ou produtos (MOWERY; SAMPAT, 2006).

Este tipo de distribuição de recursos forçou a busca mais “agressiva” dos pesquisadores de universidades por recursos, que, em termos gerais, resulta em uma maior exigência perante os projetos pesquisados. Isto também forçou uma forte aproximação com a indústria, que passou a procurar as universidades como um local para pesquisa e desenvolvimento de novos projetos, como brevemente citado, de forma a inovação não ficar somente nos laboratórios dentro da empresa, e também com a comunidade acadêmica (MOWERY; SAMPAT, 2006).

Apesar de parecer recente, a diminuição de recursos públicos destinados a pesquisa data de 1970 ao longo do mundo (MOWERY; SAMPAT, 2006). No Brasil, entretanto, devido ao Regime Militar, houve uma tentativa de incentivo do governo no desenvolvimento científico e tecnológico. Entretanto as restrições e controle imposto pelo regime influenciou nos resultados, assim como no que era produzido, visto que muitas áreas de pesquisa acabaram não sendo trabalhadas durante o período. A industrialização, que após o término do regime militar seria forçada em diversos setores devido à abertura de mercado e da concorrência externa, foi incentivada com o aumento do investimento no desenvolvimento científico e

tecnológico mas também prejudicada em certos aspectos devido as influências negativas do regime, além do mercado externo parcialmente fechado (SILVA et al., 2014).

Houve um crescente investimento em educação durante a primeira década deste milênio no país, entretanto ainda são poucos os estudos de avaliação dos programas de investimentos públicos em educação, dificultando o entendimento se tal investimento foi de fato relevante aos projetos de pesquisa desenvolvidos em universidades públicas (MENDES, 2014). A partir de 2015, os investimentos em educação diminuíram anualmente, devido a políticas governamentais de cortes de gastos (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2018), levando a crer, ao menos numericamente, que o incentivo a pesquisa por parte do governo também foi reduzida.

A necessidade do gerenciamento de projetos nesta área

Considerando o contexto histórico e socioeconômico citado anteriormente, além dos problemas comuns à pesquisa discutidos na introdução do trabalho, o gerenciamento de projetos pode ser considerado uma grande adição aos projetos de pesquisa em universidades (BONGIOVANNI et al., 2015).

Muitos projetos de pesquisa, por exemplo, se iniciam sem uma versão básica de escopo, e elaborar um seria de grande importância para se aprovar, reprovar ou alterar um projeto de pesquisa em seu início.

Ferramentas de gestão de projetos (e qualidade) em si também teriam essa importância, além de terem margem para aprimorarem os projetos. Um escritório de gerenciamento de projetos teria essa relevância de aprovar, reprovar ou alterar um projeto de pesquisa, considerando também os demais projetos desenvolvidos no mesmo laboratório, por exemplo, dando o devido enfoque aos projetos mais relevantes em determinado aspectos (BONGIOVANNI et al., 2015).

Por último, *softwares* de gestão de acesso livre são um diferencial para laboratórios públicos, já que a aquisição de *softwares* pagos muitas vezes não são uma opção para tais laboratórios (OSÓRIO et al., 2005).

3.DISCUSSÃO

Ferramentas de gerenciamento de projetos (e qualidade) que podem ser utilizados em projetos de pesquisa laboratoriais

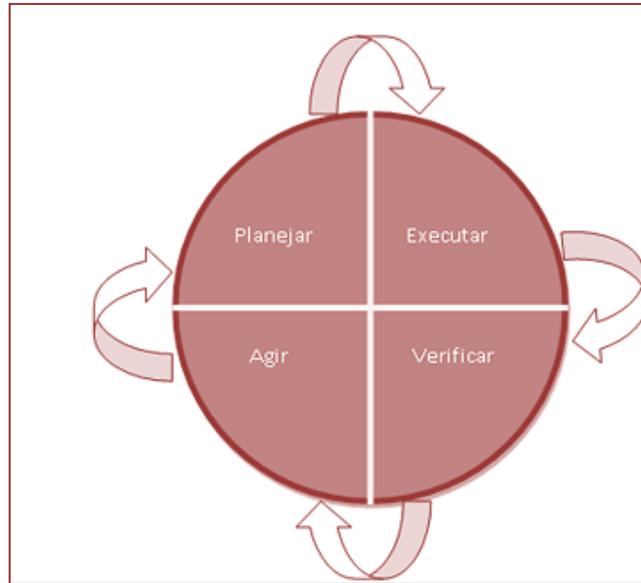
Diversas ferramentas podem ser utilizadas com finalidade de selecionar e aprimorar projetos de pesquisa, dentre elas:

Análise de Modos de Falhas e Efeitos (*Failure Mode and Effect Analysis* ou FMEA): Análise de risco destinada a reunir os principais riscos de falhas, sua severidade, probabilidade de ocorrência e detecção das mesmas. O grau de severidade pode ir de 1 (mais baixo) e 5 (mais severo), a probabilidade de ocorrência de falhas vai de 1 (muito raro) a 5 (muito frequente) e por último, a probabilidade de detecção da falha, que vai de 1 (muito simples de ser detectada) a 5 (impossível de ser detectada) (OOKALKAR; JOSHI; OOKALKAR, 2009). Pode ser utilizada na prevenção de problemas em projetos laboratoriais.

Brainstorming: Ferramenta destinada a reunião de grande número de ideias em um curto período de tempo, consistindo de apresentação de ideias de forma livre em uma reunião de grupo. É possível restringir resultados e reuni-los em tabelas ou listas, e direcionar a discussão ao ponto de interesse (BONGIOVANNI et al., 2015). Pode ser utilizado no levantamento de ideias para projetos de pesquisa, ou em tópicos específicos do projeto que necessitem de ideias diferentes de realização.

Ciclo PDCA: Ferramenta iterativa que funciona em torno de quatro passos, (*Plan, Do, Check, Act* ou planejar, executar, verificar, agir/ajustar), de forma contínua, para controle e aprimoramento de produtos, processos e no nosso caso, projetos (BONGIOVANNI et al., 2015). O ciclo pode ser utilizado de diversas maneiras em um projeto laboratorial, pois praticamente toda atividade em um projeto deste pode ser aprimorado, e muitas vezes o próprio projeto. A

Figura 1 ilustra o ciclo.



Fonte: Autoria própria.

Checklist: Listagem de tarefas, tópicos, itens a serem realizados. A tarefa que é concluída é marcada na lista. Para projetos de pesquisa, pode ter diversas funções, como listagem de etapas do projeto a ser realizado, como pode ser observado na Figura 2:

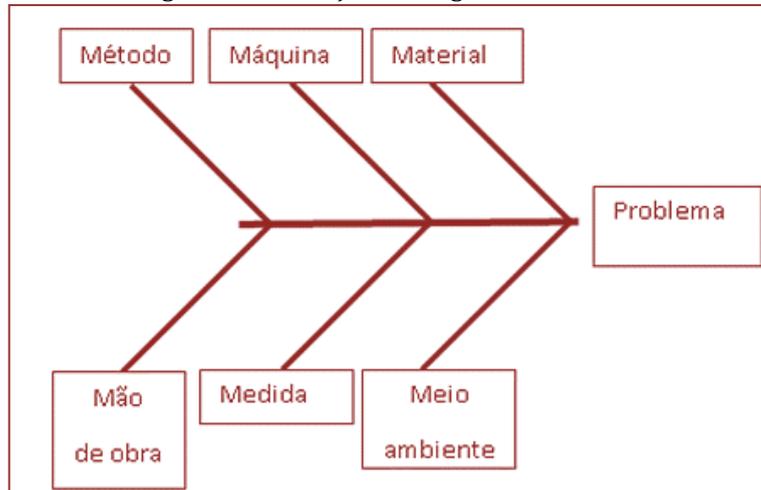


Fonte: Autoria própria.

Diagrama causa e efeito e diagrama de Pareto: Dois tipos de diagramas, onde o diagrama de causa e efeito, também conhecido como Ishikawa, relaciona um problema (efeito) a suas causas, disposto conforme a

Figura 3. Já o diagrama de Pareto reúne os principais motivos de problemas em um projeto, dispendo de acordo com a sua frequência, de maior para menor, em um diagrama de coluna. As maiores colunas representam os problemas mais graves a serem solucionados. Junto ao FMEA, pode ser utilizado na prevenção de riscos e controle de falhas, priorizando os problemas mais graves. Em um projeto, o diagrama de Ishikawa pode determinar as causas de falhas, e o diagrama de Pareto priorizar quais problemas são realmente graves no desenvolvimento da pesquisa.

Figura 3 – Ilustração do diagrama causa e efeito.

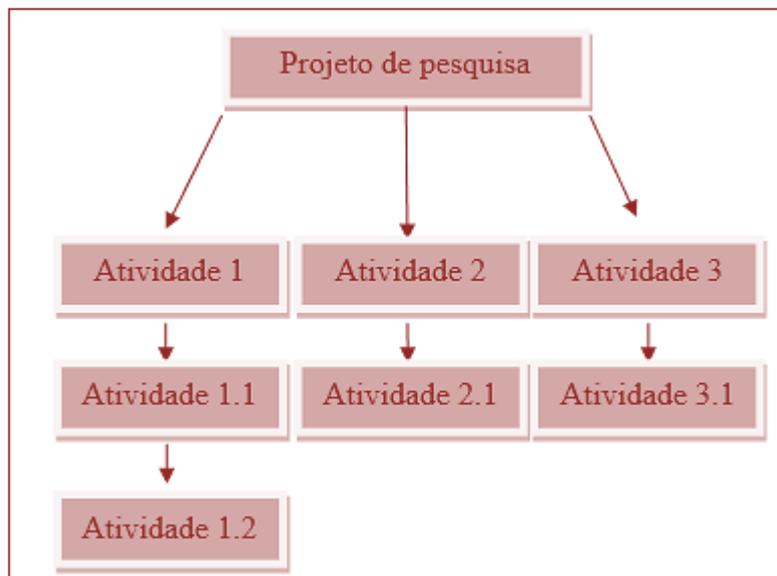


Fonte: Autoria própria.

Estrutura Analítica de Projetos (EAP): Diagrama no formato de árvore, ao qual o projeto é destrinchado em suas principais etapas, e cada etapa é subdividida em suas atividades. Pode ser utilizado em um projeto de pesquisa para organização das atividades a serem realizadas.

Escopo de projeto: Um escopo de projeto é o documento que reúne a justificativa, objetivos, contexto, recursos, custos, e resultados esperados (BONGIOVANNI et al., 2015). Pode ser aplicado em projetos de pesquisa justamente para elencar tais tópicos logo no início do mesmo, provendo um maior conhecimento do projeto de pesquisa durante este período.

Fluxograma: Fluxograma é a representação gráfica de um projeto, de acordo com suas atividades, indicando, por meio de setas, a ordem das atividades ao longo do mesmo, conforme demonstrado na Figura 4. Em projetos de pesquisa, serve para facilitar o entendimento destes projetos.

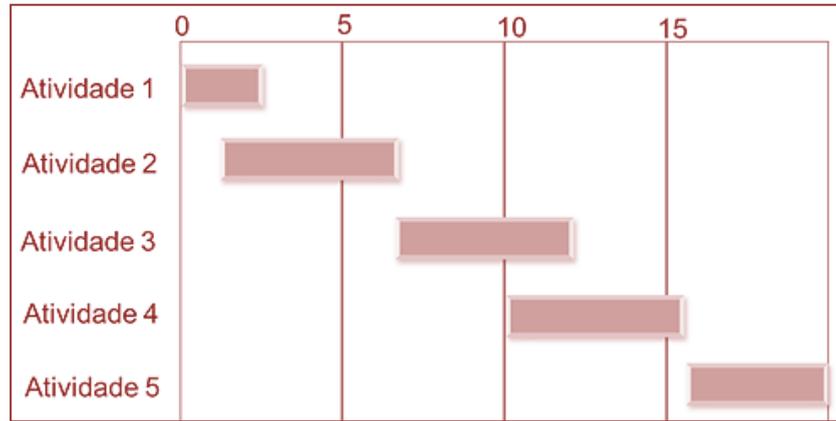


Fonte: Autoria própria.

Gráfico de Gantt: Gráfico que apresenta as atividades de acordo com sua duração, assim como as atividades sucessoras e predecessoras, conforme ilustrado na Figura 5 (BONGIOVANNI et al., 2015). Em um projeto de pesquisa, a aplicação de gráfico de Gantt pode ser interessante para estimar as durações de

cada atividade, algo que muitas vezes é ignorado nos cronogramas iniciais de pesquisa (quando é feito algum tipo de cronograma).

Figura 5 – Ilustração do gráfico de Gantt



Fonte: Autoria própria.

Matriz de decisão: Ferramenta destinada a formular uma solução perante diversas propostas ou opções. Elenca-se critérios importantes para a solução, assim como as propostas ou opções, e pontua-se cada uma destas opções segundo cada um dos critérios definidos (BONGIOVANNI et al., 2015), conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo de matriz de decisão (sem aplicação dos pesos dos critérios).

Critérios	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Total
Peso					
Proposta 1	2	4	5	3	
Proposta 2	3	3	2	5	
Proposta 3	4	5	1	5	
Proposta 4	5	3	2	4	
Proposta 5	4	5	1	1	

Fonte: Autoria própria.

Define-se o peso de cada critério, e realiza-se a multiplicação da pontuação da opção pelo peso de cada critério. A somatória dessas multiplicações para cada critério resulta na importância de cada opção. No caso da Tabela 3, a proposta 4 seria possivelmente a melhor escolha a ser feita, enquanto a proposta 5 seria a pior alternativa a ser escolhida, de acordo com os critérios estipulados.

Tabela 3 – Exemplo de matriz de decisão (com aplicação dos pesos dos critérios).

Critérios	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Total
Peso	2	3	4	5	
Proposta 1	4	12	20	15	51
Proposta 2	6	9	8	25	48
Proposta 3	8	15	4	25	52
Proposta 4	10	9	8	20	47
Proposta 5	8	15	4	5	32

Fonte: Autoria própria.

Este tipo de matriz é de grande valia na seleção de propostas de projeto de pesquisa, e até em escolhas que ocorrem dentro de tais pesquisas.

Planejamento de experimentos: Método estatístico utilizado para analisar interações entre fatores experimentais, provendo a melhor combinação possível para o projeto (BONGIOVANNI et al., 2015). Este

método, bem mais próximo da área laboratorial, é utilizado justamente para controle de variáveis em projetos laboratoriais.

Reuniões: Reuniões, de curto período, se possível anotadas, onde são descritos o tema da reunião, quais tópicos serão discutidos, e quais ações serão tomadas no projeto, podem ser aplicadas da mesma maneira em pesquisas, com intuito de aprimoramento das mesmas através da discussão dos tópicos nessas reuniões.

PMO: Uma versão simplificada de PMO pode ser aplicada em projetos de pesquisa, com intuito de selecionar projetos e dar enfoque aos mais relevantes. Dentre os diversos indicadores a qual este escritório de projeto pode utilizar para esta seleção estão a relevância da pesquisa (seja por número de publicações de pesquisas semelhantes, por sua inovação perante outras pesquisas ou pelo impacto ao qual tal projeto pode infligir na sociedade), a viabilidade da realização da pesquisa, o tempo de conclusão (e se os alunos a trabalharem com este projeto podem participar durante todo esse tempo), entre diversos outros fatores. O PMO também pode atuar implementando algumas das ferramentas de gerenciamento de projetos (ou de qualidade) e verificando sua eficácia nas pesquisas, por exemplo.

Softwares de gerenciamento de projetos (e qualidade) que podem ser utilizados em projetos de pesquisa laboratoriais em universidades públicas

Alguns *softwares* de livre acesso podem ser interessantes para utilização em pesquisas laboratoriais, e serão listados a seguir:

ProjectLibre: *Software* que reúne diversas ferramentas de gerenciamento de projetos, como gráfico de Gantt e EAP. Pode ser utilizado em projetos de pesquisa como estimativa de tempo das atividades, organização de ordem de atividades, distribuição de pessoas na pesquisa, criação de EAP e gráfico de Gantt para pesquisa, entre outras funções.

Redmine: *Software* de gerenciamento de projetos, com enfoque na gestão de tempo, conta com gráfico de Gantt, cronogramas e capacidade para aplicação em diversos projetos.

RSpace: Ferramenta *online* da área laboratorial que permite aplicação de conceitos de gerenciamento de projetos, por exemplo, *brainstorming*, *checklist*, assim como comunicação entre a equipe de projeto.

R Project: *Software* de estatística, pode ser utilizado para a formulação estatística do planejamento de experimentos.

Trello: Ferramenta *online* com grande enfoque na gestão de tempo, servindo também como um local para disposição de ideias, listagem de atividades e *checklists*. Pode ser acessado por diversas pessoas, de forma a servir como um local de interação entre a equipe de pesquisa.

WBS Tool: Ferramenta *online* de criação de EAP, pode ser utilizada na formulação da EAP dos projetos de pesquisa.

Xmind: *Software* para criação de *brainstorming*, promovendo uma melhor organização dessas informações, disponibilizando diagramas e tabelas para isso.

4. CONCLUSÕES

Um grande número de ferramentas de gestão de projeto e qualidade podem ser aplicadas em projetos de pesquisa, com intuito de selecionar e aprimorar os mesmos. Entretanto, as mesmas ferramentas também podem ser utilizadas em pesquisas em geral. Um grande diferencial deste trabalho foi apresentar softwares comumente utilizados em gerenciamento de projetos para a utilização em laboratórios de pesquisa, assim como softwares de outras áreas que podem ser aplicados no gerenciamento de projetos e também em laboratórios de pesquisa.

Assim, os laboratórios de pesquisa podem utilizar as ferramentas aqui descritas para seleção e aprimoramento de projetos, e no caso dos softwares, sem nenhum custo. A pesquisa em empresas e institutos privados investe em softwares pagos com o mesmo intuito de aprimoramento, e para as universidades públicas a opção, na maioria das vezes, é encontrar concorrentes dos softwares com licença de uso livre, como os aqui apresentados.

Como sugestão para próximos trabalhos, tem-se a aplicação de algumas das ferramentas ou softwares em projetos de pesquisa em universidades públicas locais, e qual o efeito gerado no projeto. Além disso, novas ferramentas e softwares podem ser listados, com o desenvolvimento e lançamento de novos softwares.

REFERÊNCIAS

- [1] Abc. 18 Cientistas Brasileiros E Suas Contribuições. [S.L: S.N.]. Disponível Em: <[Http://Www.Abc.Org.Br/Img/Pdf/Doc-6869.Pdf](http://Www.Abc.Org.Br/Img/Pdf/Doc-6869.Pdf)>. Acesso Em: 5 Abr. 2019.
- [2] Audy, J. A Inovação, O Desenvolvimento E O Papel Da Universidade. Estudos Avançados, V. 31, N. 90, P. 75–87, Maio 2017.
- [3] Bongiovanni, A. Et Al. Applying Quality And Project Management Methodologies In Biomedical Research Laboratories: A Public Research Network's Case Study. Accreditation And Quality Assurance, V. 20, N. 3, P. 203–213, 2015.
- [4] Chaui, M. A Universidade Pública Sob Nova Perspectiva. Revista Brasileira De Educação, N. 24, P. 5–15, Dez. 2003.
- [5] Mendes, M. A Despesa Federal Em Educação: 2004-2014. [S.L: S.N.]. Disponível Em: <[Https://Www12.Senado.Leg.Br/Publicacoes/Estudos-Legislativos/Tipos-De-Estudos/Boletins-Legislativos/Bol26](https://Www12.Senado.Leg.Br/Publicacoes/Estudos-Legislativos/Tipos-De-Estudos/Boletins-Legislativos/Bol26)>. Acesso Em: 23 Abr. 2019.
- [6] Ministério Da Fazenda. Aspectos Fiscais Da Educação No Brasil. [S.L: S.N.]. Disponível Em: <Www.Tesouro.Gov.Br>. Acesso Em: 23 Abr. 2019.
- [7] Moutinho, J. D. A.; Kniess, C. T. Contribuições De Um Escritório De Gerenciamento De Projetos Em Um Laboratório De P&D De Uma Universidade Pública. Revista De Gestão E Projetos, V. 3, N. 2, P. 282–293, 1 Ago. 2012.
- [8] Mowery, D. C.; Sampat, B. N. Universities In National Innovation Systems. [S.L.] Oxford University Press, 2006.
- [9] Ookalkar, A. D.; Joshi, A. G.; Ookalkar, D. S. Quality Improvement In Haemodialysis Process Using Fmea. International Journal Of Quality & Reliability Management, V. 26, N. 8, P. 817–830, 4 Set. 2009.
- [10] Osório, T. L. G. Et Al. Use Of Free Software In Public Agencies. Ii Simpósio De Excelência Em Gestão E Tecnologia – Seget'2005, P. 1039–1058, 2005.
- [11] Sardo, B. C. Et Al. A Importância Do Escritório De Gerenciamento De Projetos (Pmo) Na Administração Pública. Simpósio Internacional De Gestão De Projetos, Inovação E Sustentabilidade, 2017.
- [12] Silva, T. W. Et Al. O Papel Da Ciência E Tecnologia Nos Anos De Chumbo: Esboço Sobre A Modernização Brasileira Durante O Regime Autocrata-Burguês. Marília, Sp: [S.N.]. Disponível Em: <[Http://Www.Marilia.Unesp.Br/Home/Eventos/2014/Viseminariointernacionalteoriapoliticadosocialismo/O_Papel_Da_Thiago.Pdf](http://Www.Marilia.Unesp.Br/Home/Eventos/2014/Viseminariointernacionalteoriapoliticadosocialismo/O_Papel_Da_Thiago.Pdf)>. Acesso Em: 23 Abr. 2019.

Capítulo 17

Produção acadêmica sobre a metodologia Seis Sigma: Um estudo bibliométrico de 2008 a 2018

Maria Eduarda de Jesus Santos

Paulo Victor Santana

Renata Veloso Santos Policarpo

Resumo: A utilização do Seis Sigma e do conjunto de ferramentas estatísticas associadas ao seu arcabouço têm apresentado contribuições sob vários aspectos que merecem avaliação detalhada. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar os resultados de um estudo bibliométrico, conduzido com o propósito de demonstrar a evolução dos estudos sobre a temática e as principais práticas utilizadas a partir da aplicação do Seis Sigma. Para isso, foram seguidos procedimentos metodológicos a partir do levantamento de trezentos e trinta e seis publicações, em periódicos nacionais e internacionais relacionados ao tema. Na sequência, os dados encontrados foram dispostos em planilhas, com intuito de identificar os principais objetivos, resultados, metodologias e conclusões, servindo como base para analisar o panorama geral das pesquisas acerca do tema. Dentre os resultados, foi recorrente em muitos artigos, aspectos significativamente alcançados após a implementação da metodologia. Além disso, constatou-se que a aplicação do Seis Sigma auxilia na performance e competitividade da organização obtendo melhorias de processos, redução de custos e de variabilidade. Conclui-se a partir das obras analisadas, que esta metodologia é eficaz, porém, deve ser associada a fatores críticos de sucesso para sua efetiva implantação e resultados, sugerindo também, aprofundamento em estudos futuros.

Palavras-Chave: Seis Sigma, Análise Bibliométrica, DMAIC, Fatores Críticos de Sucesso

1. INTRODUÇÃO

A metodologia Seis Sigma foi desenvolvida pelo Engenheiro Bill Smith na Motorola no ano de 1987 (ARNHEITER E MALEYEFF, 2005) como um método para reduzir as variações excessivas ocorridas nos processos, e em virtude disso, melhorar a qualidade dos produtos. Estima-se que houve na Motorola uma redução significativa de aproximadamente 94% de defeitos em dispositivos semicondutores entre os anos de 1987 e 1993 (ANTONY, 2012).

Ainda para este último autor, essa metodologia tem se mostrado como uma poderosa estratégia comercial, melhorando o desempenho de empresas de classe mundial em qualidade, reduzindo custos e criando valor para o cliente e a organização. Segundo Antony (2008, p. 420) o Seis Sigma é “uma abordagem bem estabelecida que busca identificar e eliminar defeitos, erros ou falhas nos processos ou sistemas de negócios, concentrando-se nas características de desempenho do processo que são de importância crítica para os clientes”.

A utilização de ferramentas estatísticas que estabelece a base do Seis Sigma, como o DMAIC, ajuda a identificar, quantificar, eliminar a causa raiz das rejeições e obter o melhor desempenho da linha de produção com planos de controle bem executados (DESAI E SHRIVASTAVA, 2008) e em consequência disso, melhorar a eficiência e eficácia organizacional.

O uso do Seis Sigma impulsiona a satisfação do cliente e os resultados finais, funcionando como uma importante estratégia de melhoria de negócios que permite a empresa permanecer competitiva mantendo a entrega de qualidade e o desempenho de custos (ANTONY, 2008).

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta por meio de um estudo bibliométrico a evolução do Seis Sigma, os fatores críticos de sucesso, o ciclo DMAIC e as principais metodologias utilizadas na implantação. Para isso, foram analisados 336 artigos selecionados na base de periódicos Capes, nas áreas de Administração, Engenharias III e Engenharias IV, entre os anos de 2008 e 2018, disponíveis para acesso livre, permitindo dessa forma uma análise profunda e detalhada, possibilitando conhecer as principais discussões a respeito do tema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

Os fatores críticos de sucesso (FCS) são essenciais para a implementação bem-sucedida de qualquer iniciativa de melhoria de qualidade. Para Griffin (1995) os FCS podem ser definidos como o número de áreas em que é necessário obter bons resultados, para que o desempenho geral seja satisfatório.

A literatura mostra, por meio de estudos desenvolvidos (JENSTER, 1987, apud GRIFFIN, 1995; ANTONY, 2008) que as empresas que empregavam a metodologia considerando os FCS receberam maiores retornos sobre seus patrimônios em contraste daquelas que não utilizaram. No entanto, não se pode confundir os FCS como objetivos principais da empresa, mas sim, como processos e ações que podem ser controladas pela administração a partir das metas estabelecidas pela organização. Sendo considerado por Boynton e Zmud (1984) como os fatores que levam a organização a obter êxito.

Nesse sentido, a partir desses achados, foram selecionados 7 fatores críticos nas implantações e monitoramento de programas Seis Sigma (CORONADO E ANTONY, 2002) incluindo: mudança na cultura corporativa, treinamento, habilidade de gerenciamento de projetos, seleção de projetos, participação da alta gerência, estrutura organizacional, compreensão da metodologia por meio da utilização de ferramentas e esforços Seis Sigmas alinhados à estratégia de negócios, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1- Fatores críticos de sucesso



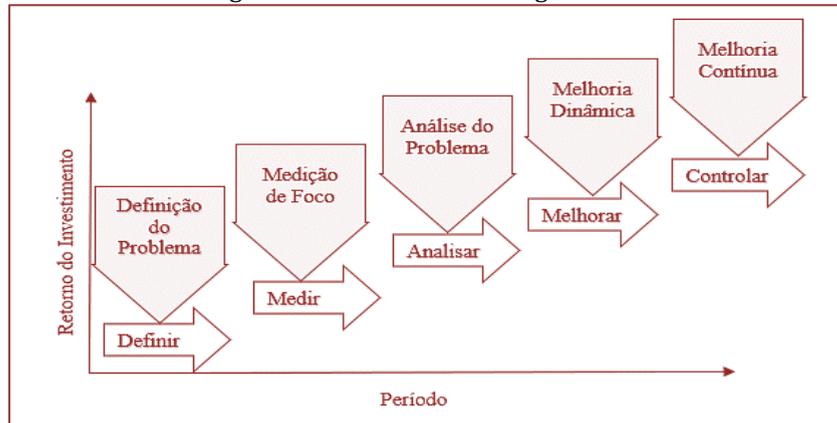
Fonte: Elaborado pelos autores

Os fatores de Sucesso Seis Sigmas devem considerar tanto o ambiente interno quanto externo de uma organização, sendo um fator que requer grande gerenciamento e ênfase, sendo essencial para a expansão do Seis Sigma, já que na maioria dos casos eles determinam o sucesso ou não da implementação.

2.2 CICLO DMAIC

O Seis Sigma é empregado de forma sistemática, orientada para projetos por meio de cinco etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (CHASE *et al.*, 2006). Como pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 - Fases da Metodologia DMAIC



Fonte: CHENG, J. L., 2008, p. 184

Esse conjunto de fases, permite a empresa aplicar o Seis Sigmas de forma disciplinada e metódica (ANDRIETTA E MIGUEL, 2007) ajudando a organização na resolução de problemas e melhoria nos processos. As fases podem ser definidas como:

- Definir: Objetiva a definição do papel de equipe, como as necessidades e expectativas do cliente, escopo e limite do projeto e os objetivos dos projetos selecionados (GIJO *et al.* 2011).
- Medir: Envolve a determinação do status da implantação do Seis Sigmas e todas as potenciais fontes de variáveis no processo. Ou seja, nessa etapa deve-se selecionar os fatores de medição a serem melhorados (OMACHONU E ROSS, 2004)
- Analisar: Fase em que concentra-se esforços na determinação das causas raízes ou defeitos, compreendendo suas ocorrências, comparando e priorizando as oportunidades para a eliminação (OMACHONU E ROSS, 2004; ADAMS *et al.*, 2003).

- Melhorar: Nessa fase são utilizadas técnicas estatísticas e experimentais com intuito de reduzir a quantidade de problemas e/ou defeitos, além de gerar possíveis melhorias (OMACHONU E ROSS, 2004).
- Controlar: Assegurar que as melhorias sejam sustentadas e o desempenho contínuo seja melhorado. É importante que nesse processo, sejam documentadas e institucionalizadas as melhorias de processo (OMACHONU E ROSS, 2004; STAMATIS, 2004).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse estudo possui abordagem quantitativa com o uso de revisão bibliométrica. Potter (1981) define o termo bibliometria como uma forma de estudar e medir os padrões de publicações da comunicação escrita e de seus autores, já para Ikpaahindi (1985) é um termo genérico que descreve as técnicas a serem utilizadas com intuito de quantificar o processo da comunicação escrita, tais técnicas são utilizadas como por exemplo, na identificação de autores e periódicos mais produtivos. Segundo Pritchard (1969, p. 348) seu uso é uma “aplicação de modelos matemáticos e estatísticos aos livros e a outros meios de comunicação escrita”.

Para o presente estudo, foram analisados trezentas e trinta seis estudos sobre o Seis Sigma, publicados entre 2008 e maio de 2018, em periódicos Nacionais e Internacionais com classificação Qualis A1 e A2 no portal de periódicos Capes, nas áreas de Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, Engenharias III e Engenharias IV, da plataforma Sucupira, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de Artigos por área

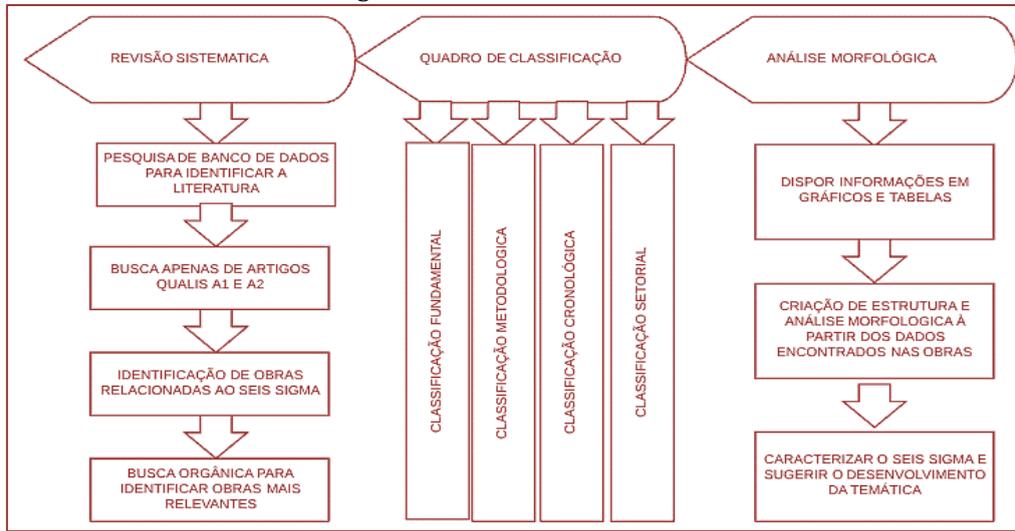
Áreas	Qualis	Quantidade	Total
Administração	A1	156	248
	A2	92	
Engenharias III	A1	27	52
	A2	25	
Engenharias IV	A1	11	36
	A2	25	

Fonte: Elaborado pelos autores

Este levantamento serviu como base para a próxima etapa que consistiu em fazer uma análise precisa para gerar informações acerca dos estudos e para tal, os dados foram dispostos em tabelas e gráficos. O objetivo da análise foi identificar e caracterizar os principais autores, objetivos, resultados, suas aplicações e distribuição das publicações em diferentes países. Na Figura 3 é possível observar os processos adotados.

Após essa estruturação, foram feitos estudos com os dados obtidos, onde constatou-se que há certa variação em relação as metodologias utilizadas, objetivos e resultados nos artigos encontrados nas áreas de Engenharias III e IV e Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, fato que dificultou o agrupamento de todas as áreas, portanto, os resultados foram apresentados separadamente em dois grupos. Sendo criada categorias para a área de Administração e, em conjunto, as áreas de Engenharias III e Engenharias IV.

Figura 3: Processos do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores

Os processos adotados partiram de uma revisão sistemática, onde foram escolhidos os bancos de dados a serem pesquisados e as qualificações das quais seriam extraídos os artigos acerca da metodologia. Após essa fase foi utilizado o software da Microsoft por meio do editor de planilhas Excel como forma de classificar os 336 artigos e estudar as principais tendências e similaridades a respeito do tema. A Figura 3 aborda os principais critérios e as quatro orientações adotadas no método de pesquisa através das quais foram feitas as classificações. Primeiramente foi elaborado uma classificação fundamental sobre os detalhes básicos de artigos revisados como: título, revista, autores principais, ano, país e o setor de serviço. O nível metodológico foi embasado a respeito dos detalhes de métodos de pesquisas abordadas nos artigos levantados. A classificação cronológica foi importante para o entendimento da evolução acerca da metodologia Seis Sigmas. Por fim, foi realizada classificações em níveis setoriais para compreender as contribuições em diferentes setores de serviço. Foi de extrema importância a estrutura das classificações adotadas, contribuindo na compreensão do tema e na apresentação do estudo realizado.

4. RESULTADOS

4.1 PERFIL DAS PUBLICAÇÕES

Para análise dos periódicos foram feitas pesquisas no portal Capes, na plataforma Sucupira, onde foram pesquisados estudos que tinham relação com a metodologia Seis Sigma. No entanto, houve a exclusão de algumas obras devido à ausência de relacionamento com os critérios da pesquisa adotado. Na Tabela 2, estão representados estes critérios.

Tabela 2 - Critérios de inclusão/exclusão aplicados nos estudos

Inclusão	Exclusão
Artigos publicados entre 2008 e 2018	Artigos publicados antes de 2008
Artigos publicados em revistas especializadas	Revistas não relevantes
Artigos relacionados a outros setores, tais como: Fatores Críticos de sucesso, desafios, Lean Seis Sigma, etc.	Livros e literatura cinzenta (conferências, relatórios, etc.

Fonte: Elaborado pelos Autores

Na Tabela 3, observa-se a quantidade de publicações por revista na área das engenharias.

Tabela 3 - Quantidade de Periódicos por Revista das engenharias

Revista	Quantidade total
International Journal of Production Research	15
International Journal of Production Economics	10
Computers & Industrial Engineering	8
Expert Systems with Applications	8
International Journal of Operations & Production Management	7
Journal of cleaner production	5
International Journal of Project Management	3
Production and Operations Management	3
Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	3
Journal of Civil Engineering and Management	2
Journal of pharmaceutical and biomedical analysis	2
Safety science	2
International journal of hydrogen energy	2
IIE Transactions	2
Enterprise Information Systems	1
Advances in Engineering Software	1
Annals of Operations Research	1
Applied Ocean Research	1
Applied Optics	1
Aquacultural Engineering	1
IEEE Sensors Journal	1
IEEE Transactions on Electron Devices	1
Journal of Materials Processing Technology	1
Measurement Science and Technology	1
Project Management Journal	1
Supply Chain Management: An International Journal	1
Computers in Human Behavior	1
Journal of Construction Engineering and Management	1
Struct Multidisc Optim	1
Structural and Multidisciplinary Optimization	1
Total	88

Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando os dados da Tabela 3, foram encontradas 30 revistas, dentre elas a “Internacional Journal of Production Research” possuindo o maior número de publicações, 15 obras, representando 17% do total, seguida pela “Internacional Journal of Production Economics” com 10 artigos, 11% do total, além disso, nota-se também que há grandes quantidades de sobre o tema, porém com frequência entre os anos mais baixa.

Na área da Administração, foram encontradas 29 revistas, conforme Tabela 4, com o destaque para a “International Journal of Lean Six Sigma” liderando com 35% do total, seguido pela “ The TQM Journal” com uma diferença de 24%. Assim como na área de Engenharia, é notório a predominância de revistas com um número de publicações muito baixa por ano, o que mostra uma menor aderência do tema nas publicações das áreas.

Tabela 4 - Quantidade de Periódicos por Revista da Administração

Revista	Quantidade
International Journal of Lean Six Sigma	100
The TQM Journal	31
International Journal of Quality & Reliability Management	30
International Journal of Productivity and Performance Management	23
International Journal Production Economics	10
Journal of Manufacturing Technology Management	8
International Journal of Operations & Production Management	6
Business Process Management Journal	5
Benchmarking: An International Journal	4
Journal of Cleaner Production	3
Expert Systems with Applications	3
RAC	3
Quality & Quantity	2
European Journal of Operational Research	2
Concurrent Engineering: Research	2
Industrial Management & Data Systems	2
International Journal of innovation and Technology Management	2
Supply Chain Management: An International Journal	1
Management Research Review	1
Journal of Quality in Maintenance Engineering	1
Journal of Air Transport Management	1
International Small Business Journal	1
International Journal of Project Management	1
International Journal of Organizational Analysis	1
Computers & Industrial Engineering	1
Assessment & Evaluation in Higher Education	1
Management of Environmental Quality: An International Journal	1
International Journal of Retail & Distribution Management	1
Industrial and Commercial Training	1
Total	248

Fonte: Dados da Pesquisa

4.2 ANÁLISE DOS OBJETIVOS

Na área das Engenharias é possível perceber convergência entre as publicações dos autores Jin, T. *et al.* (2011), Chakravorty, S. (2009). Que buscam propor um modelo de implementação da metodologia Seis Sigma, representando aproximadamente 33% dos estudos, no entanto, há inúmeros objetivos distintos, que contemplam desde o entendimento do funcionamento da metodologia nos mais diversos setores da economia, passando por aqueles que analisam fatores que auxiliam e impedem as organizações de obter uma implementação bem-sucedida, na Tabela 5, pode-se observar os principais objetivos citados nos artigos analisados.

Tabela 5 - Objetivos nas áreas de engenharia

Objetivos	Quantidade
Propor e avaliar modelos de implementação	29
Avaliar fatores que influenciam na implementação	11
Integração do seis sigma a outra metodologia	3
Propor avaliação com o seis sigma	7
Diversos	38
Total de publicações	88

Fonte: Dados da Pesquisa

Nos periódicos analisados na área de Administração, o objetivo de destaque foi o estudo da implantação da metodologia compreendendo 26% das obras analisadas, sendo muito recorrente temas como: Desenvolver e implementar o Seis Sigma junto à outras ferramentas, destacar ou apresentar resultados de empresas que alavancaram seus negócios após a adoção da metodologia e ilustrar sua aplicação em diversos setores, como pode-se ver na Tabela 6.

Tabela 6 - Objetivos dos artigos na área de administração

Objetivos	Quantidade
Estudar ou implantar o Seis Sigma	64
Discutir sobre uma temática	55
Utilizar o Seis Sigma para obter melhoria de processos	38
Propor um modelo ou apresentar uma estrutura metodológica	26
Revisar a literatura de forma sistemática	18
Identificar possíveis dificuldades enfrentadas no processo de implantação ou estudar os fatores críticos de sucesso	13
Apresentar análise de uma situação	10
Através da literatura, estudar a aplicabilidade do Seis Sigma	5
Diversos	19
Total	248

Fonte: Dados da Pesquisa

O segundo grande grupo é o de discutir sobre uma temática, possuindo 22% do total de trabalhos levantados, tais temas abordaram: Explorar o Seis Sigma em determinado setor identificando o gap dentro dele, apresentar resultados de um estudo e também, como o Seis Sigma pode influenciar na sustentabilidade da organização a partir de seus projetos.

Não menos importante, a utilização do Seis Sigma para obter melhorias de processos apresentou relevância, representando 15% dos artigos, tendo como abordagens: utilizar a metodologia para reduzir defeitos em processos, reduzir custos da má qualidade, reduzir risco da cadeia de suprimentos, aumentar a satisfação dos clientes e melhorar a qualidade de serviços e processos.

Finalmente, estudar a aplicabilidade do Seis Sigma por meio da literatura, foi um dos objetivos menos significativo, com apenas 2%, com a finalidade de eram: Investigar sobre os temas que emergem na literatura refletindo na aplicabilidade do Seis Sigma em determinado setor, revisar seu histórico e identificar as oportunidades relevantes para sua aplicação e capturar seu atual status documentando práticas correntes a partir da revisão sistemática da literatura.

4.3 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS UTILIZADAS

Em consonância com as classificações utilizadas por Berto e Nakano (2000) foi permitido comparar os dados obtidos, convergindo-os com a tipologia de Filipini (1997), para a divisão dos métodos de pesquisa encontrados nas publicações, conforme segue: I) Levantamento (*Survey*), baseando-se na investigação da coleta de dados quantitativos de grandes amostras utilizando técnicas de amostragem, análise ou inferência estatística. II) Estudo de caso como uma interação entre o pesquisador e o objetivo de pesquisa com uma descrição e análise aprofundada de casos utilizando instrumentos de coletas de dados. III) Modelagem que emprega técnicas matemáticas com intuito de elaborar um modelo matemático para descrever o funcionamento de um sistema. IV) Simulação no intuito de projetar de forma simulada funcionamento de um sistema com base em técnicas computacionais e matemáticas. V) Estudo de Campo que lida com métodos de natureza qualitativa a partir da coleta de dados primários. VI) Experimento analisa as relações de causa e efeito entre variáveis sob controle do pesquisador. Por fim, VII) Teórico Conceitual que contribui com análises e discussões a partir da literatura publicada e de revisões bibliográficas.

Nas áreas de Engenharias III e IV, é possível perceber por meio da Tabela 7, uma maior utilização da metodologia *Survey*, representando aproximadamente 31% das publicações no período analisado, e também estudo de caso em conjunto com teórico conceitual, que representam 23% das publicações.

Tabela 7 - Metodologias aplicadas nos estudos nas áreas de Engenharias

Metodologia	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
Survey	27	30,7%	30,7%
Estudo de Caso + Teórico Conceitual	20	22,7%	53,4%
Estudo de Caso	9	10,2%	63,6%
Estudo de Caso + Modelagem Matemática	8	9,1%	72,7%
Teórico Conceitual	6	6,8%	79,5%
Modelagem Matemática + Teórico Conceitual	5	5,7%	85,2%
Modelagem Matemática	4	4,5%	89,8%
Estudo de Caso + Experimento	3	3,4%	93,2%
Survey + Simulação	3	3,4%	96,6%
Experimento	2	2,3%	98,9%
Modelagem Matemática + Simulação	1	1,1%	100,00%
Total	88		

Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando os dados da Tabela 7, também observa-se a relevância do Estudo de Caso nas áreas das Engenharias, onde o mesmo foi utilizado em 45% dos periódicos analisados, se mostrando como a principal metodologia de estudos na área.

Tabela 8 - Metodologias aplicadas nos estudos na área de Administração

Metodologia	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
Teórico Conceitual	69	27,8%	27,8%
Estudo de Caso	52	21,0%	48,8%
Estudo de Campo	34	13,7%	62,5%
Estudo de Caso + Experimento	20	8,1%	70,6%
Estudo de Caso + Teórico Conceitual	18	7,3%	77,8%
Estudo de Caso + Estudo de Campo	13	5,2%	83,1%
Experimento	8	3,2%	86,3%
Estudo de Campo + Teórico Conceitual	9	3,6%	89,9%
Survey	5	2,0%	91,9%
Estudo de Campo + Survey	3	1,2%	93,1%
Estudo de Caso + Survey	3	1,2%	94,4%
Estudo de Campo + Simulação	2	0,8%	95,2%
Modelagem Matemática + Estudo de Caso	2	0,8%	96,0%
Estudo de Caso + Simulação + Experimento	2	0,8%	96,8%
Estudo de Caso + Simulação	2	0,8%	97,6%
Survey + Modelagem Matemática	1	0,4%	98,0%
Estudo de Campo + Modelagem Matemática	1	0,4%	98,4%
Teórico Conceitual + Modelagem Matemática	1	0,4%	98,8%
Modelagem Matemática	1	0,4%	99,2%
Estudo de Campo + Experimento	1	0,4%	99,6%
Teórico Conceitual + Survey + Modelagem Matemática	1	0,4%	100,0%
Total	248		

Fonte: Dados da Pesquisa

Por meio da estratificação das metodologias na área de Administração proposta na Tabela 8, nota-se notar a predominância da pesquisa Teórica Conceitual, a qual obteve maior frequência nas obras analisadas, representando 28%. No entanto, ao observar individualmente os tipos de metodologias, percebe-se que o Estudo de Caso compreende a grande maioria das obras, sendo empregado frequentemente combinado com outras técnicas de pesquisa, possuindo um percentual de 45%, fato ocorrido também nas engenharias, seguido pelo Estudo de Campo com 25%.

Entretanto, as pesquisas como Survey, Simulação e Modelagem Matemática possuíram menor representatividade no conjunto de pesquisas que integram a área de Administração e afins.

4.4 ANÁLISE DA QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES POR ANO

Percebe-se que os anos com maiores quantidades de publicações, como apresenta a Tabela 9, das áreas de Engenharias em conjunto com Administração, foi em 2016, equivalente à 46 artigos, representando 14% do total e 2018 com o menor índice, o equivalente à 3%, vale ressaltar que a pesquisa foi realizada em maio de 2018, sendo possível esta quantidade ter sido acrescida ao longo do ano.

Tabela 9 - Publicações utilizadas no estudo bibliométrico

Ano	Qualis A1	Qualis A2	Total
2008	16	10	27
2009	19	5	25
2010	19	16	36
2011	21	15	37
2012	22	13	35
2013	10	16	26
2014	14	16	30
2015	11	9	20
2016	27	19	46
2017	25	19	44
2018	9	1	10

Fonte: Dados da Pesquisa

4.5 ANÁLISE DA QUANTIDADE DE ESTUDO DE CASO POR ANO

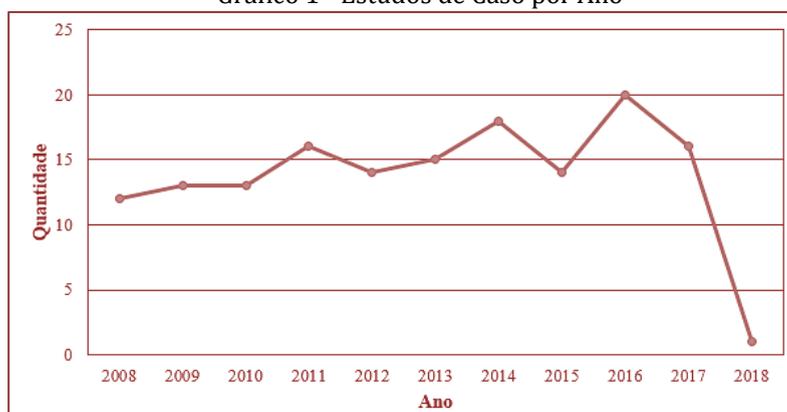
Conforme a Tabela 10 e Gráfico 1, o ano de 2016 compreende 13% do total de estudos de caso analisados, seguido pelo ano de 2014, onde também nota-se uma regularidade no número de publicações. Em 2018 percebe-se proporcionalmente uma queda, mesmo sendo analisados artigos publicados até o mês de maio deste ano.

Tabela 10 - Número de Estudo de Caso por Ano

Ano	Quantidade
2008	12
2009	13
2010	13
2011	16
2012	14
2013	15
2014	18
2015	14
2016	20
2017	16
2018	1
Total	152

Fonte: Dados da Pesquisa

Gráfico 1 - Estudos de Caso por Ano



Fonte: Elaborado pelos autores

4.6 DISTRIBUIÇÃO DE PUBLICAÇÕES NOS PAÍSES

Ao analisar os resultados em relação à distribuição de publicações em diferentes países, obteve-se um total de 43 países, um número considerável, como mostra a Tabela 11. Os Estados Unidos, obteve o maior número de autores em publicações,85.

Tabela 11 - Distribuição de Artigos Científicos por País

Países	Quantidade	Países	Quantidade
Estados Unidos	85	Tailândia	4
Índia	71	Alemanha	3
Reino Unido	51	Irlanda	3
Taiwan	20	Paquistão	3
Brasil	16	Quênia	3
Malásia	14	México	2
Holanda	13	Emirados Árabes Unidos	2
Austrália	10	Indonésia	2
Suécia	9	Macedônia	2
Iran	8	Servia	2
Portugal	8	Singapura	2
Canadá	7	Suíça	2
Grécia	7	Argentina	1
Noruega	6	Chile	1
Nova Zelândia	6	Egito	1
Turquia	5	Finlândia	1
China	4	Hong Kong	1
Coreia do Sul	4	Israel	1
Espanha	4	Kuwait	1
França	4	Marrocos	1
Itália	4	Singapura	1
Japão	4		

Fonte: Dados da Pesquisa

Na Figura 4, estão representadas as regiões que possuem obras publicadas, onde apresenta a disseminação dos estudos acerca da metodologia no mundo.

Figura 4 - Mapa das Regiões com publicação de Periódicos sobre Seis Sigma



Fonte: Dados da Pesquisa

Ao analisar os tipos de indústrias no qual foram aplicados os estudos de caso, foi possível notar que não há um segmento em comum para sua aplicação, como pode-se ver na Tabela 12, significando que a aplicabilidade da metodologia Seis Sigma que varia desde a indústria Alimentícia à indústria Petroquímica e também de empresas de pequeno porte até mesmo à grandes multinacionais.

Tabela 12 - Áreas de aplicação do Seis Sigma

Áreas
Empresas Multinacionais
Indústria de Construção
Processo de Fabricação de Luvas de Borracha
Setor Imobiliário
Serviços financeiros e seguros
Setor bancário
Empresa de desenvolvimento e produção de armamento
Empresa de produção de alumínio
Empresa de Manufatura
Indústria de fabricação e montagem de válvulas e aerossóis
Indústria Automobilística
Indústria de desenvolvimento de iodo
Setor público responsável pela coleta de receitas da Nova Zelândia
Indústria produtora de laticínios
Indústria Têxtil
Indústria de sistemas e serviços de energia
Indústria de instalação e recuperação de materiais
Porto Marítimo
Setor petrolífero
Instituições de Ensino Superior
Empresa de Eletrônicos
Organização prestadora de serviços
Indústria especializada na fabricação de componentes plásticos

Fonte: Dados da Pesquisa

4.7 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS AUTORES CITADOS

Com a análise dos dados referentes aos autores mais citados nos estudos avaliados, notou-se um ponto comum entre as autorias dos artigos tanto para as publicações das áreas de engenharias e administração. Para efeito de análise apresenta-se os mais citados como mostra a Tabela 13, pois foram identificados mais de 150 autores distintos nas duas áreas, mas que possuíam poucas citações.

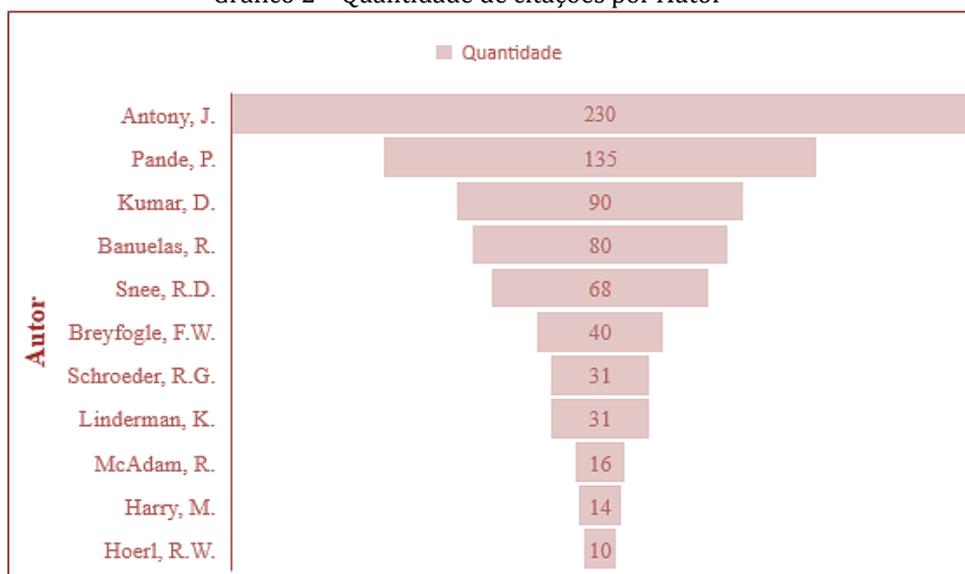
Tabela 13 - Principais autores citados

Autor Principal	Quantidade
Antony, J.	230
Pande, P.	135
Kumar, D.	90
Banuelas, R.	80
Snee, R.D.	68
Breyfogle, F.W.	40
Schroeder, R.G.	31
Linderman, K.	31
McAdam, R.	16
Harry, M.	14
Hoerl, R.W.	10

Fonte: Dados da Pesquisa

Por meio da análise do Gráfico 2, é perceptível a representatividade do autor Jiju Antony, em comparação aos demais, sendo presente em 230 de 336 obras, ou seja, contribuiu em 68% do total de estudos. Aqui cabe inferir que o mesmo é referência nos estudos de Seis Sigma. Em seguida, os autores Pande, Kumar e Banuelas, também foram frequentemente citados.

Gráfico 2 – Quantidade de citações por Autor



Fonte: Elaborado pelos autores

4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da estratificação dos 88 artigos analisados nas áreas de Engenharias III e IV, foi possível notar uma discrepância quanto aos resultados obtidos, o que dificultou o agrupamento em categorias, principalmente, em decorrência da aplicação de metodologias e objetivos em diferentes setores. Vale ressaltar que criação de um modelo para implantação, análise de fatores críticos para o sucesso da metodologia e melhorias em processos foram resultados com maiores frequências nas análises. Não obstante, a utilização do ciclo DMAIC, integração bem-sucedida entre o Seis Sigma e o Green Lean, também foram observados, porém citados esporadicamente.

Na área de Administração, foi possível notar uma similaridade entre os diversos resultados, facilitando a criação de categorias conforme Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados obtidos da pesquisa

Resultados	Quantidade
Através da implantação da metodologia Seis Sigma, foi alcançado aspectos significativamente positivos	61
Identificou os requisitos primordiais na implementação da metodologia para o alcance dos resultados almejados	54
Após a implementação foi possível identificar as causas raízes ou gargalos que estavam gerando ineficiência na organização	33
Identificou fatores importantes que pode levar ou levou a organização na adoção da metodologia Seis Sigma	25
Foi apresentado as principais técnicas, práticas ou métodos utilizados, assim como conceitos e situações vivenciadas no processo de implementação, logo após foi apresentado os resultados do estudo.	25
Através da Revisão Sistemática da Literatura foi identificado opiniões de especialistas e/ou análise crítica da literatura com o estudo em questão	16
O estudo identificou as barreiras e dificuldades encontradas no processo de implantação da metodologia	7
Diversos	27
Total	248

Fonte: Dados da Pesquisa

Foi observado em 24 % dos resultados alcançados, o sucesso da implantação do Seis Sigma seguido por uma pequena diferença de 2% na identificação dos requisitos primordiais para o sucesso da implementação e estes representam conjuntamente 46% do total de resultados analisados.

Das obras categorizadas acerca do sucesso da implantação da metodologia, foi presente os seguintes aspectos: melhoria da qualidade, redução de custos e variabilidade, melhoria de processos gerando economias e contribuindo para o aumento da performance e competitividade da organização. Seguido pelos requisitos primordiais, como: compromisso da gestão, liderança, treinamento dos Black Belts ou condutores do projeto, cultura organizacional e seleção apropriada do projeto, sendo importante criar métodos flexíveis, computacionalmente eficientes e práticos de usar. Ademais, fez parte desse rol, a importância da integração dos níveis operacionais e estratégicos na condução da metodologia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou de forma sistemática a aplicação da técnica de bibliometria para compreensão de aspectos dos estudos relacionados ao Seis Sigma. A partir das análises realizadas, pode-se concluir que a metodologia tem obtido sucesso em amplos setores ao utilizar métodos integrados, apresentando potencial de ser uma ferramenta excepcionalmente poderosa. Muitas vezes, é visto como

início de mudanças operacionais e culturais, conseqüentemente, levando a transformação integral da cadeia de suprimentos.

Como visto, os principais autores acerca da metodologia Seis Sigma são: Jiju Anthony e Peter Pande, eles são citados em praticamente todos os artigos referentes à metodologia. Os países que mais publicam de acordo com o estudo são: Estados Unidos e Índia, vale ressaltar que o Brasil é o quinto país com mais publicações sobre o Seis Sigma, e dentro das publicações nacionais se destacam dois autores, Marly Monteiro de Carvalho e Paulo Augusto Cauchick Miguel, onde cada um é autor de 4 artigos, o que representa um quarto das publicações brasileiras.

É importante pontuar a contribuição de diversos autores que se propuseram na investigação do tema, sobretudo, Jiju Antony. Portanto, o presente trabalho alcançou seus objetivos demonstrando os resultados das análises obtidas pelos artigos de congressos nacionais e internacionais e, foi possível perceber, a partir dos achados na literatura, a robustez e dinamicidade do tema abordado, aplicado a diferentes organizações incluindo tanto processos de fabricação quanto de serviços (ANTONY, 2004). Além disso, foi demonstrado a importância dos fatores críticos de sucesso – FCS e como estes podem influenciar no desempenho organizacional por meio da implantação da metodologia.

Finalmente, acredita-se que a implementação do Seis Sigma encontre dificuldades e, portanto, requer planejamento antes de sua implementação. Pois, sem dúvidas após o estudo realizado, essa metodologia trará melhoria significativa nos resultados e desempenhos da empresa desde que, seja adequadamente implementada. Acredita-se que este artigo sirva como base para investigação sistemática e compreensão científica do Seis Sigma em futuros estudos e pesquisas aplicadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Adams, C.W., Gupta, P. and Wilson, C.E. Jr. Six Sigma Deployment, Elsevier Science, Burlington, MA.2003.
- [2] Andrietta, J.M.; Miguel, P.A.C. Six Sigma application in small enterprise. Concurrent Engineering: Research and Applications, v. 24, n.1, p. 69-82, 2007.
- [3] Antony, J. Some pros and cons of Six Sigma: an academic perspective. The TQM magazine, v. 16, n. 4, p. 303-306, 2004.
- [4] Antony, J. Can Six Sigma be effectively implemented in SMEs?. International journal of productivity and performance management, v. 57, n. 5, p. 420-423, 2008.
- [5] Antony, J. A Swot analysis on Six Sigma: some perspectives from leading academics and practitioners. International Journal of Productivity and Performance Management, v. 61, n. 6, p. 691-698, 2012.
- [6] Arnheiter, E. D.; Maleyeff, J. The integration of lean management and Six Sigma. The TQM magazine, v. 17, n. 1, p. 5-18, 2005.
- [7] Berto, R. M. V. S.; Nakano, D. N. A produção científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. Produção, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.
- [8] Boynton, A. C.; Zmud, R. W. An assessment of critical success factors. Sloan management review, v. 25, n. 4, p. 17-27, 1984.
- [9] Chakravorty, S. S. Six Sigma programs: An implementation model. International journal of production economics, v. 119, n. 1, p. 1-16, 2009.
- [10] Chase, R.B., Jacobs, F.R. and Aquilano, N. Operations Management for Competitive Advantage, McGraw-Hill Irwin, New York, NY. 2006.
- [11] Cheng, J. Implementing Six Sigma via Tqm improvement: an empirical study in Taiwan. The TQM Journal, v. 20, n. 3, p. 182-195, 2008.
- [12] Coronado, R.; Antony, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. The TQM magazine, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.
- [13] Desai, T.N. and Shrivastava, R.L., "Six sigma – a new direction to quality and productivity management", World Congress on Engineering and Computer Science WCECS, San Francisco, CA. 2008
- [14] filippini, R. Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. International Journal of Operations and Production Management, v. 17, n. 7, p. 655-70, 1997.
- [15] Gijo, E. V.; Scaria, J.; Antony, J. Application of Six Sigma methodology to reduce defects of a grinding process. Quality and Reliability Engineering International, v. 27, n. 8, p. 1221-1234, 2011.

- [16] Griffin, R. K. A categorization scheme for critical success factors of lodging yield management systems. *International Journal of Hospitality Management*, v. 14, n. 3-4, p. 325-338, 1995.
- [17] Ikpaahindli, L. An overview of bibliometrics: its measurements, laws and their applications. *Libri*, v. 35, n. 2, p. 163-177, june. 1985.
- [18] JIN, T.; Janamanchi, B.; Feng, Q. Reliability deployment in distributed manufacturing chains via closed-loop Six Sigma methodology. *International Journal of Production Economics*, v. 130, n. 1, p. 96-103, 2011.
- [19] Omachonu, V.K. and ROSS, J.E. *Principles of Total Quality*, 3rd ed., CRC Press LLC, Boca Raton, FL.2004.
- [20] Potter, William Gray. Introduction. *Library Trends*, v. 30, n. 1, p. 5-7, Summer.1981.
- [21] Pritchard, A. Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, v. 25, n. 4, p. 348-349, dec. 1969.
- [22] Stamatis, Diomidis Harry; Stamatis, Dean H. *Six Sigma fundamentals: a complete guide to the system, methods and tools*. New York: Productivity Press, 2004.

Capítulo 18

Aplicação da etapa planejar do MASP: Um estudo do controle de qualidade em uma empresa de corte e dobra de aço

Letícia Barbosa Brito

Ana Carla Correa

Thainá Mayara Baêta Cruz

Paulo Fernandes Sanches Junior

Luciano dos Santos Diniz

Resumo: Corte e dobra do aço nas fábricas é um processo de extrema importância para a construção civil, pois gera principalmente economia e redução de perdas. Para manter a competitividade no mercado as empresas que realizam esse serviço optam pela adoção de um sistema integrado de gestão da qualidade, buscando a aplicação de métodos e ferramentas que planejam, coordenam, controlam e checam os processos. Deste modo, o presente artigo teve como objetivo propor soluções para o problema de máquina parada, no processo de corte e dobra de aço, no setor de produção da Empresa X localizada na cidade de Belo Horizonte. Para o pleno atendimento do objetivo foi realizada uma pesquisa descritiva com a aplicação da Etapa PLANEJAR do método de análise e solução de problemas (MASP). Com a utilização das ferramentas da qualidade, as 4 Fases da Etapa Planejar foram desenvolvidas visando identificar as causas raízes do problema e propor ações para sua mitigação. Após análises dos dados, a matriz 5W1H foi elaborada com ações direcionadas a melhorias nos processos de amarração dos feixes de aço e no abastecimento das máquinas de corte e dobra, além de medidas específicas como a aplicação dos 5S (5 sentidos) e instalação de giroflex nas máquinas.

Palavras-chave: MASP; Qualidade; PDCA; 5W1H.

1. INTRODUÇÃO

O processo de corte e dobra de barras de aço é cada vez mais utilizado nas construções e tem como matéria prima o aço. Esse processo é dividido em três etapas: endireitamento, corte e dobra, e pode ser realizado no próprio canteiro de obras ou em uma indústria.

Segundo o Instituto Aço Brasil (2015), até o final da década de 70, no Brasil, o serviço de corte e dobra era executado de forma inteiramente artesanal, ou seja, no canteiro obras, com a utilização de bancadas de cortes e ferramentas de apoio. A opção por realizar este processo em uma indústria surgiu da necessidade de resolver problemas como: otimização do espaço para armazenamento, escassez de mão de obra qualificada para realizar o corte e dobra no canteiro de obras, perdas financeiras geradas pelas sobras no corte do aço e local de descarte da sucata.

Para garantir a competitividade no mercado da construção civil, é indispensável que as empresas invistam em métodos e procedimentos que garantam a qualidade de seus produtos, alavancando resultados, reduzindo o desperdício e o custo. Segundo Junior et al (2010) a forma mais eficaz de adaptar a organização às novas tendências e de melhorar continuamente os processos e o atendimento ao cliente é através da implantação de um programa de gestão da qualidade.

Segundo a norma ABNT NBR ISO 9000:2015, a gestão da qualidade configura-se no conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade, ou seja, o grau em que um conjunto de características satisfaz os requisitos inerentes a um produto.

Diante desse cenário, muitas empresas adotam as metodologias MASP e PDCA incorporadas ao conceito de Controle da Qualidade Total em busca da melhoria contínua. Esses métodos e ferramentas focam na identificação, análise e avaliação do problema, bem como na proposta de soluções. Além disso, podem ser aplicados em qualquer tipo de organização e em qualquer processo (SILVA et al, 2017).

O estudo teve como referência uma empresa especializada em corte e dobra de aço para construção civil, localizada no município de Belo Horizonte e cujo nome será omitido por questões de sigilo industrial. O processo de produção da empresa é baseado na utilização de máquinas que cortam e dobram o aço, em diferentes bitolas, comprimentos e formatos, de acordo com o projeto estrutural enviado pelo cliente.

Através dos relatórios internos de KPI (*Key Performance Indicator*) foi identificado que as horas de máquina parada no processo de corte e dobra do aço estavam fora da meta estabelecida pela empresa. Desta forma, a presente pesquisa tem como objetivo apresentar soluções aplicáveis ao problema de horas de máquina parada sofrido pela organização em análise. Para o atendimento do objetivo proposto escolheu-se o MASP, por meio da aplicação da etapa *Plan* do ciclo PDCA, como método de gerenciamento da qualidade.

2. CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL

O controle da qualidade total, amplamente utilizado nos dias atuais, não era reconhecido durante os séculos XVIII e XIX, pois a produção era realizada em pequena escala e não havia o conceito de produção em série. Porém, no início do século XX, após a Segunda Guerra Mundial e o advento do Toyotismo, o mundo começou a permear a ideia de que era necessária a intervenção nos setores de produção. O controle da qualidade nasceu, portanto, da exigência por produção em massa dos componentes de um produto e da necessidade de controle da linha de montagem (NETO; SILVA, 2001).

Dentro desse cenário, destaca-se a importância do conceito de qualidade, que de acordo com Campos (2014) “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo às necessidades do cliente”. A partir desse conceito, surgiu a necessidade iminente de aprimorar o sistema de qualidade, o que consequentemente impulsionou o advento de diferentes ferramentas e o conceito de Controle da Qualidade Total (TQC).

O primeiro compilado sobre o Controle da Qualidade Total surgiu quando Armand Vallin Feigenbaum lançou em 1951 o livro “*Total Quality Control*”. Nesse exemplar, o autor descreve o controle da qualidade total como: “Um sistema eficaz para integrar os esforços de desenvolvimento, manutenção e de melhoria da qualidade dos vários grupos em uma organização, de modo a permitir produtos e serviços com níveis mais econômicos que permitam a plena satisfação do cliente”.

A partir dos pensamentos do autor, pode-se concluir que um sistema de qualidade total está além do setor de gestão da qualidade, ele demanda uma interação entre todos os setores e, ao mesmo tempo, enfatiza o estudo das tarefas, os controles estatísticos e os planos de melhoria crescente. Ademais busca envolver os empregados da empresa mediante técnicas de sensibilização, motivação e participação no esforço global de melhoria dos processos de trabalho (CARVALHO; TONET, 1994).

2.1. MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)

O *QC-Story*, conhecido no Brasil por MASP – Método de Análise e Solução de Problemas consiste em uma configuração estruturada de analisar e solucionar problemas referentes aos processos de uma organização. A solução do problema caracteriza-se como um processo lógico que se inicia com a identificação do problema, continua com a análise e finaliza com a tomada de decisão. Portanto, apresenta grande influência no método de controle da qualidade (MENEZES, 2013).

Esse processo é colocado em prática por meio da aplicação do ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). Este ciclo é composto de quatro fases: planejar (P), executar (D), verificar (C) e atuar corretivamente (A). Além disso, pode ser entendido como um método utilizado para manter e melhorar as diretrizes de um processo, auxiliando o alcance de metas estabelecidas e a padronização da rotina em uma organização. Uma vez garantido os resultados, é possível designar novas metas e introduzir inovações no padrão estabelecido, proporcionando, assim, a melhoria contínua do serviço ou produto (ENAP, 2015).

O quadro a seguir associa as oito etapas que estruturam o método do MASP ao ciclo PDCA.

Quadro 01 - Descrição das etapas do MASP

PDCA	Fluxograma	Fase	Objetivo
P	1	Identificação do Problema	Definir claramente o problema 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	Elaborar um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra a reincidência do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Fonte: MENEZES, 2013

De acordo com Rossato (1996), o MASP fornece meios de auxiliar gestores a abordar ações importantes no dia-a-dia da organização, como:

- Análise e priorização de problemas;
- Estabelecimento do controle em certas situações;
- Divisão do problema em partes para serem analisadas em um processo lógico;
- Definição das causas mais prováveis para o problema;
- Introdução de ações corretivas para minimizar ou eliminar os efeitos do problema;
- Melhoria contínua dos processos.

2.2. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

De acordo com Werkema (2006), a maior parte dos problemas podem ser resolvidos com ferramentas básicas da qualidade. A partir de 1950, com base nas práticas já existentes, as ferramentas utilizadas nos processos de gestão desenvolveram-se, tornando eficientes e auxiliares na tomada de decisão.

Para Campos (2014), no Brasil dá-se muita influência nas ferramentas e pouca importância ao método, gerando ótimos conhecedores das ferramentas, mas que não conseguem usá-las em conjunto. As ferramentas da qualidade podem ser usadas para diferentes propósitos e em vários estágios na solução de problemas. Dentre estas estão: Fluxogramas, *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, Lista de Verificação e Gráfico de Pareto.

2.3. FLUXOGRAMA

O fluxograma consiste na representação gráfica dos processos ou métodos, por meio da utilização de símbolos padronizados que facilitam a representação e comunicação. Tal ferramenta permite uma visão integrada do fluxo do processo e auxilia na identificação de falhas e de melhorias (SELEME; STADLER, 2012).

2.4. BRAINSTORMING

Consiste em um processo formado por grupos de pessoas, em que os indivíduos podem compartilhar suas ideias livremente, sem críticas e no menor espaço de tempo possível. A utilização desta ferramenta permite a identificação de problemas, além da estratificação de suas causas e efeitos, permitindo encontrar soluções. A ferramenta é uma ótima forma para desenvolver equipes, estimulando a criatividade, a capacidade de síntese e a convivência com diferenças conceituais e multidisciplinares (JUNIOR et al, 2010).

2.5. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Também conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe, a ferramenta é uma forma de representar as relações entre um problema e todas as suas possíveis causas. Assim, esse diagrama atua como um guia, auxiliando na identificação da causa fundamental do problema e na determinação das medidas corretivas que serão adotadas (CARPINETTI, 2012).

As causas são agrupadas por categorias previamente estabelecidas, sendo estas denominadas Fatores de Manufatura ou 6M, enquadrando: Mão de Obra, Materiais, Máquinas, Método, Medidas e Meio Ambiente. O grau de importância de cada uma deve ser estabelecido com base em dados, portanto, devem ser mensuráveis (DEZORZI, 2010).

2.6. LISTA DE VERIFICAÇÃO

Usada para quantificar a frequência com que certos eventos ocorrem num certo período de tempo. Utiliza um formulário no qual os itens a serem verificados já estão impressos e os resultados podem ser avaliados horizontalmente ou verticalmente, sendo que o último é para casos em que é preciso analisar o impacto no período considerado (JUNIOR et al, 2010).

2.7. GRÁFICO DE PARETO

O princípio de Pareto afirma que a maior parte das perdas advindas de problemas de qualidade estão relacionadas a poucos problemas, porém vitais. Logo, se as causas desses problemas forem identificadas é possível eliminar quase todas as perdas por meio de um pequeno número de ações. Esse princípio é demonstrado através de um gráfico de barras verticais, com as informações dispostas de forma a tornar clara a ordem de importância das mesmas, permitindo assim, uma priorização das ações (CARPINETTI, 2012).

3. METODOLOGIA

Para Gil (2002), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema a pesquisa será qualitativa já que considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa (MINAYO, 2001). Do ponto de vista de seus objetivos (GIL, 2002) a pesquisa será descritiva pois visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (GIL, 2002), será bibliográfica e documental.

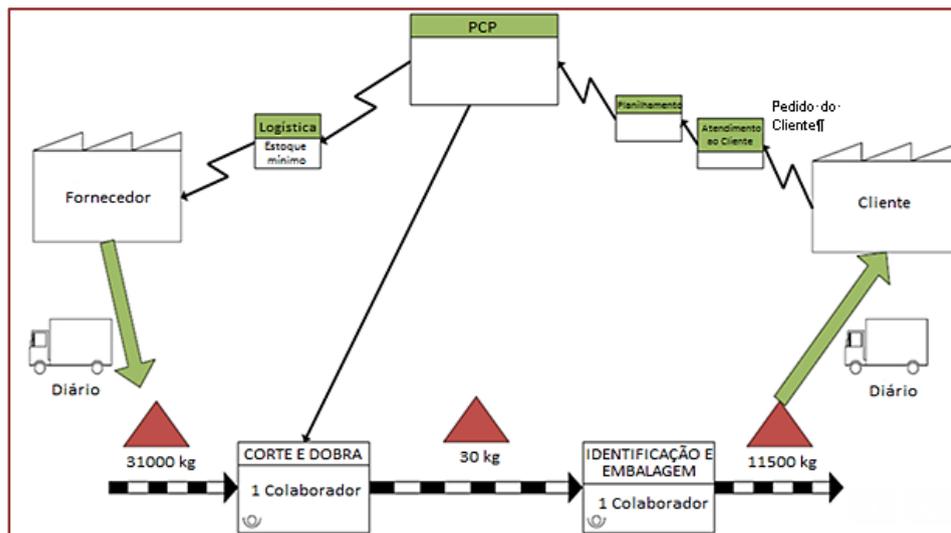
A pesquisa será estruturada considerando a etapa *Plan* do ciclo PDCA, utilizando-se a Metodologia MASP, em uma empresa de corte e dobra de aço que possui problema de hora de máquina parada. Seguindo os passos descritos por Werkema (2006), a aplicação da etapa *Plan* do ciclo PDCA será organizada da seguinte maneira:

- Identificação do problema: coletar dados secundários da empresa X e realizar entrevistas para compreender o processo de corte e dobra de aço;
- Observação: investigação das características específicas do problema;
- Análise do problema: com a utilização das ferramentas da qualidade, compreender o fenômeno estudado visando encontrar as causas raízes;
- Plano de Ação: estabelecer um plano de ação para solucionar os problemas identificados e diminuir os efeitos das causas raízes.

4. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Para que se pudesse compreender o processo de fabricação da empresa e seu desenvolvimento no espaço físico, foi elaborado o mapa de fluxo, ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de fluxo do Processo da Empresa



Fonte: adaptado pelas Autoras

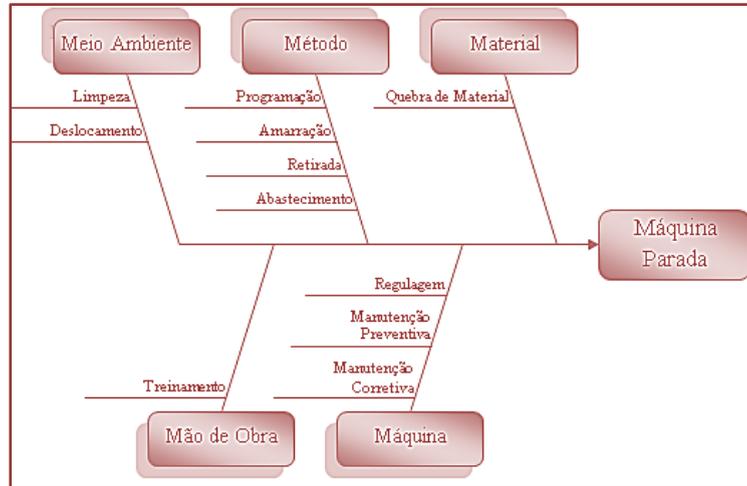
O processo de fabricação inicia-se com o pedido do cliente ao Setor de Atendimento ao Cliente que terá a função de programar a entrega com no mínimo 7 dias úteis. Esse *lead time* é a soma de três etapas: 1 dia para implantação do pedido, 3 dias para estruturação dos componentes do pedido e 3 dias para produção do material.

Após a estruturação dos componentes necessários para o completo atendimento do pedido, uma ordem de serviço é liberada para o Setor de Programação e Controle da Produção (PCP). Nesse setor, é realizada a

verificação da existência do tipo e da quantidade de aço no estoque. Caso não exista aço suficiente no estoque, faz-se a solicitação do material ao fornecedor. Após a confirmação do material, o responsável pelo PCP imprime as ordens de serviço e encaminha para os operadores de máquina, que irão realizar o serviço de corte e dobra do aço. Após a conclusão dessa etapa, é realizada a identificação e embalagem do produto para posterior entrega.

É nesse processo que se encontram os problemas de produção, dentre eles a máquina parada. Para identificar as causas que influenciam no processo de corte e dobra e ocasionam as horas de máquina parada, foi realizado um *Brainstorming* com os líderes da produção para a construção do Diagrama de Ishikawa a seguir.

Figura 2 - Diagrama de Ishikawa considerando efeito da Máquina Parada



Fonte: Autoras

4.1. OBSERVAÇÃO

Para que fosse possível avaliar as principais causas de máquina parada acompanhou-se, por 30 dias, o processo de produção, onde foram registrados os tempos em que o funcionamento da mesma era suspenso. Nesta etapa utilizou-se uma lista de verificação onde o funcionário identificou o motivo do desligamento da máquina e o tempo que o equipamento ficou parado. A Tabela 1 demonstra os dados coletados pela Lista de Verificação.

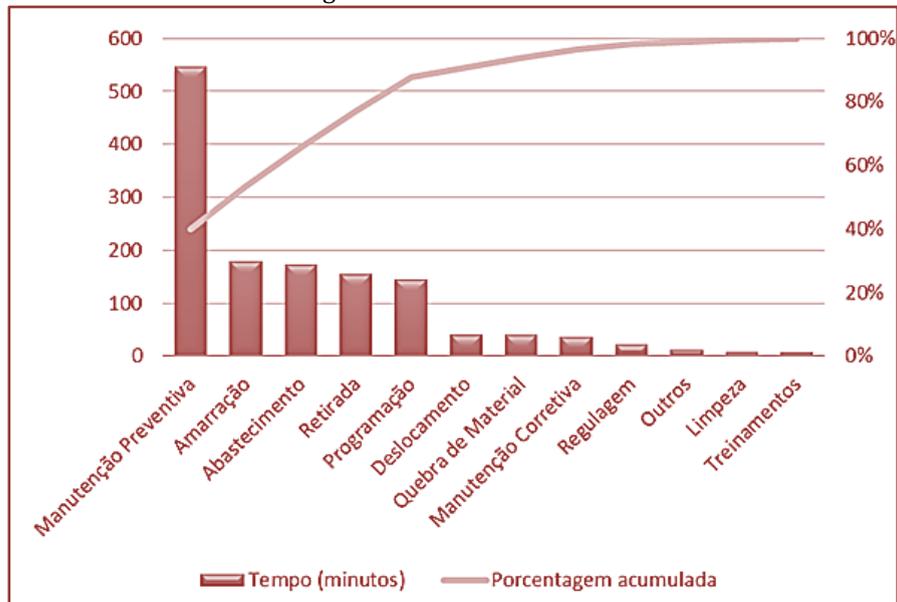
Tabela 1 - Lista de Verificação

Lista de Verificação				
Descrição	Causa	Tempo (minutos)	Porcentagem individual	Porcentagem acumulada
Manutenção Preventiva	Causa 1	546	40%	40%
Amarração	Causa 2	179	13%	53%
Abastecimento	Causa 3	172	13%	66%
Retirada	Causa 4	154	11%	77%
Programação	Causa 5	145	11%	88%
Deslocamento	Causa 6	41	3%	91%
Quebra de Material	Causa 7	40	3%	94%
Manutenção Corretiva	Causa 8	36	3%	96%
Regulagem	Causa 9	22	2%	98%
Outros	Causa 10	11	1%	99%
Limpeza	Causa 11	9	1%	99%
Treinamentos	Causa 12	7	1%	100%
Total		1363	100%	-

Fonte: Autoras

A partir desses dados, foi possível elaborar o Gráfico de Pareto, conforme Figura 3.

Figura 3 - Gráfico de Pareto



Fonte: Autoras

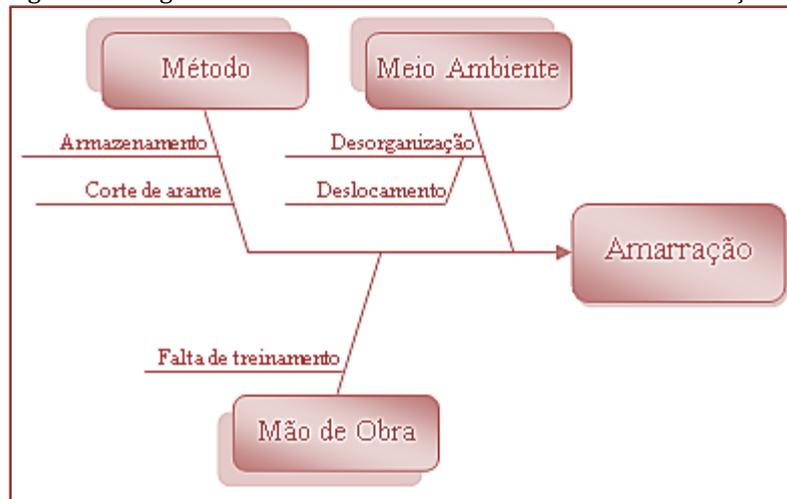
No diagrama é possível identificar as áreas que mais contribuem para o tempo de inatividade de máquina. Aproximadamente 66% estão concentrados nas 3 primeiras causas, sendo estas: Manutenção Preventiva, Amarração e Abastecimento. Há ainda outros 34%, que se distribuem em: Retirada, Programação, Deslocamento, Quebra de Material, Manutenção Corretiva, Regulagem, Limpeza, Treinamentos, entre outros. Portanto, o estudo focou nas 3 primeiras causas de maior relevância.

4.2. ANÁLISE

A Manutenção Preventiva corresponde às ações de controle e monitoramento que visam reduzir ou impedir as falhas de desempenho do equipamento, aumentando a confiabilidade e permitindo que o mesmo opere em condições ótimas. Além disso, o objetivo de todo processo que envolve maquinário é garantir que o índice de Manutenção Corretiva seja zero, pois essa situação além de gerar uma paralisação da máquina não programada, acarreta também em custos adicionais não planejados. Para redução deste índice são necessários maiores esforços na Manutenção Preventiva que irá gerar a redução ou até anulação da Manutenção Corretiva. Portanto, essa causa não será tratada como um problema.

Seguindo a linha de problemas, é necessário avaliar a Amarração que corresponde a 13,12% das causas da máquina parada e consiste no processo de amarrar com arame os feixes de peças já cortadas e dobradas. Para isso é necessário o uso de ferramentas de corte e arame, em que o operador responsável pela peça corta o arame à medida que surge a necessidade do uso. As ordens de serviços definirão a quantidade de cada feixe. Assim, após um segundo *Brainstorming*, foram identificadas as causas mais prováveis que poderiam contribuir para ocorrência do problema. Com isso, foi elaborado um novo Diagrama de Ishikawa para mapear tais causas.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa considerando efeito da Amarração



Fonte: Autoras

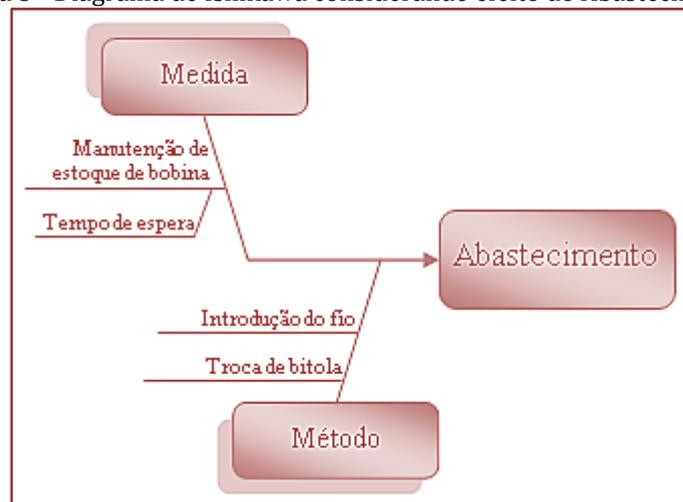
A partir desse diagrama é possível inferir que as causas são:

- Corte de arame: o operador realiza o corte de arame todas as vezes que for necessário;
- Armazenamento: falta de local para estocar os arames cortados;
- Desorganização/ Deslocamento: ferramentas de trabalho dispersas no ambiente, obrigando o operador a se deslocar para procurá-las;
- Falta de Treinamento: necessidade de padronização da forma de realização da amarração;

Por último, tem-se como problema o Abastecimento, que corresponde à 12,63% das causas da máquina parada e é um processo indispensável para o funcionamento do equipamento. Esse processo consiste no carregamento da matéria prima, no caso as bobinas de aço, para a realização do serviço de corte e dobra. Quando é constatada a falta do material, o operador da máquina solicita a reposição ao responsável pelo abastecimento ou abandona o posto de trabalho em busca da matéria prima. Com a chegada do aço é necessário parar a máquina para realizar o encaixe do fio que será cortado e dobrado. Outro processo de abastecimento reside na troca da bitola, caso o aço que o operário esteja trabalhando seja de diâmetro diferente do solicitado na ordem de serviço, é preciso a paralisação da máquina para efetuar a alteração.

A partir disso, foi realizado novamente um *Brainstorming* para encontrar as possíveis causas do segundo problema.

Figura 5 - Diagrama de Ishikawa considerando efeito do Abastecimento



Fonte: Autoras

Com base no diagrama, é possível inferir as seguintes causas:

- Troca de bitola: o processo de troca de bitola gera setup da máquina com a sua paralisação;
- Introdução do fio: o processo de encaixe do fio ocasiona paralisação da máquina;
- Tempo de espera/ Manutenção de estoque da bobina: falta de estoque imediato de bobina para abastecer a máquina, demandando que o operador faça uma solicitação e aguarde o abastecimento ou abandone seu posto de trabalho para cobrar o abastecimento da nova bobina.

4.3. PLANO DE AÇÃO

4.3.1. AMARRAÇÃO

Com o intuito de reduzir a desorganização do ambiente, será proposta a aplicação do instrumento dos 5S (5 Sentos), de forma que os operadores de máquina organizem suas respectivas áreas de trabalho. Segundo JUNIOR et. al. (2010), 5S é um programa de gestão da qualidade que visa alcançar a melhoria contínua e a qualidade total dos processos e produtos, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência operacional.

O conceito de 5S é baseado em cinco conceitos que focam na implantação de mudanças no ambiente de trabalho. São eles: *Seiri*: organização/utilização/descarte; *Seiton*: arrumação/ordenação; *Seisou*: limpeza/higiene; *Seiketsu*: padronização; *Shitsuke*: disciplina. Também devem ser estabelecidas auditorias mensais para manutenção dos 5 Sentos, e, com isso, verifica-se a redução da necessidade de deslocamento que gera um conseqüente aumento de produtividade. Atrelado a isso, será proposto também que os operadores façam um levantamento das ferramentas utilizadas e classifiquem a frequência de uso, de forma a fabricar um painel com a demarcação de cada ferramenta e com as ferramentas dispostas de acordo com a regularidade do seu uso, reduzindo, dessa forma, o tempo de deslocamento para a procura das ferramentas.

Além disso, com o propósito de reduzir o tempo despendido com o preparo e corte do arame para amarração será apresentada a equipe uma sugestão de que seja eleito um responsável que deverá realizar os cortes de arame garantindo o estoque de arame cortado para os operadores. O armazenamento deste material será feito em um recipiente específico que será fixado na própria máquina.

Visando a padronização do processo produtivo, será elaborado um caderno técnico com as instruções de operação de tarefas manuais em que os operadores serão treinados.

4.4. ABASTECIMENTO

De forma a reduzir o tempo de máquina parada devido à falta de estoque de bobina para troca imediata, será proposto que em cada máquina fiquem duas bobinas, uma que estará sendo utilizada e outra de estoque para que o operador da máquina não tenha que aguardar abastecimento ou abandonar seu posto de trabalho para buscar a matéria prima. Também foi sugerida a instalação de Giroflex (dispositivo luminoso de atenção) nas máquinas, para que o operador o acione quando iniciar o uso da bobina de estoque e os funcionários responsáveis pelo abastecimento identifiquem a necessidade de prover matéria prima.

Para otimizar o tempo despendido para a troca de bitola da máquina foi proposta a criação de uma planilha que permite a identificação do volume diário de produção do aço de cada bitola que será enviada para o corte e a dobra. Essa planilha será monitorada pelo setor de Programação e Controle de Produção (PCP) e alimentada pelo setor técnico e permitirá um planejamento de produção e evitará desperdício de tempo.

Neste caso, também será elaborado um caderno técnico com as instruções de operação de tarefas manuais em que os operadores serão treinados.

O tempo gasto na introdução do fio na máquina não foi caracterizado como problema em si, isto porque para a segurança do operador é necessário que a máquina esteja com seu funcionamento suspenso, além disso não foi encontrada nenhuma forma de otimizar o método de abastecimento.

4.5. 5W1H

A partir da identificação das causas raízes encontradas no estudo foi possível elaborar um plano de ação utilizando o 5W1H, ferramenta gerencial utilizada na elaboração de procedimentos associados a indicadores, planos de ação, mapeamento e padronização de processos.

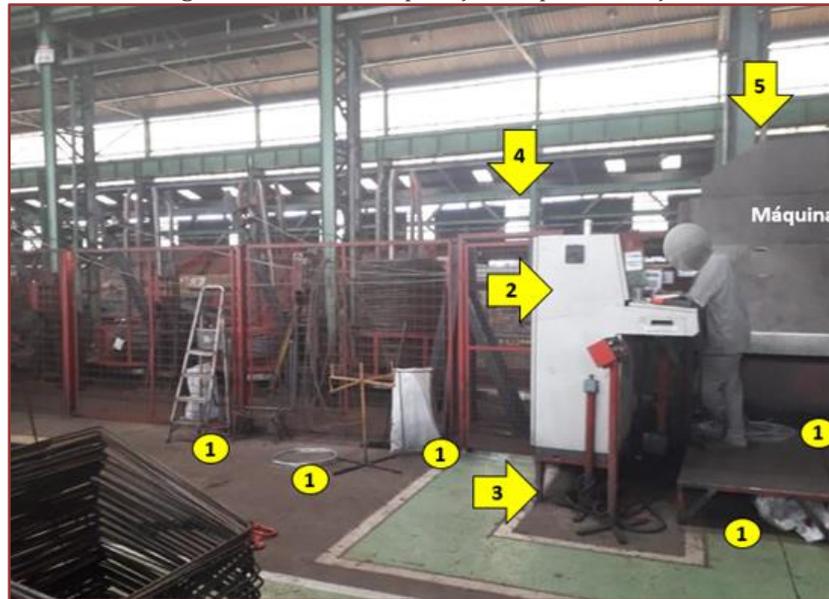
O termo 5W1H retrata as iniciais das expressões da língua inglesa *why* (por quê), *what* (o quê), *where* (onde), *when* (quando), *who* (quem) e *how* (como). Através das respostas à essas 6 questões, busca-se a definição de responsabilidades, recursos e prazos, garantindo um fácil entendimento do problema (JUNIOR et al, 2010). Dessa forma, foi elaborado um plano de ação, conforme Tabela 2, para a Amarração e para o Abastecimento. Em alguns casos foram indicados códigos que representam os locais onde as soluções serão aplicadas, demonstrados na figura 6.

Tabela 2 - Plano de ação

5W1H					
O que?	Por quê?	Onde?	Quando?	Quem?	Como?
Aplicação dos 5 sensores	Para organizar a área de trabalho, reduzir o tempo despendido com deslocamento e aumentar a produtividade	Área do maquinário	Mensalment e	Operadores de máquina	Programar dia "D" para aplicação dos sensores
Auditoria de qualidade interna	Para manutenção da aplicação do instrumento dos 5 sensores	Área do maquinário	Mensalment e	Setor de qualidade	Realizar auditorias "surpresa"
Painel de ferramentas	Para reduzir o tempo de deslocamento em busca das ferramentas	Máquina de corte e dobra	Imediato	Operadores de máquina	Realizar um levantamento das ferramentas utilizadas e sua frequência de uso
Painel de ferramentas	Para reduzir o tempo de deslocamento em busca das ferramentas	Máquina de corte e dobra	Imediato	Carpinteiro	Fabricar um painel com demarcação e disposição adequada das ferramentas, conforme levantamento realizado pelos operadores de máquina
Preparo do arame cortado	Para reduzir o tempo de preparo e corte do arame	Máquina de corte e dobra	Imediato	Líder de operadores de máquina	Eleger um líder, que ficará responsável pela manutenção do estoque de arame cortado em cada máquina
Armazenamento do arame cortado	Para reduzir o tempo de deslocamento em busca dos arames	Máquina de corte e dobra	Imediato	Técnico de manutenção	Criar um local padrão, adequado, para o armazenamento dos arames
Manutenção do estoque de bobina	Para eliminar o tempo de aguardo para abastecimento da máquina	Maquinário	Imediato/ Conforme a demanda	Auxiliares de produção	Adotar uma bobina de estoque em cada máquina
Instalação de giroflex	Para eliminar o tempo de aguardo para abastecimento da máquina	Maquinário	Imediato	Técnico de manutenção	Identificar a necessidade de abastecimento de bobinas
Troca de bitola	Para reduzir o tempo troca de bitola e aumentar a produtividade	Máquina de corte e dobra	Imediato	Técnico de redes	Criar uma planilha que identifica o volume diário de produção de aço de cada bitola
Treinamento de mão de obra	Para otimização e padronização do processo	Setor de produção	Imediato	Líder do setor de produção	Elaborar instruções de otimização das tarefas desempenhadas pelos operadores de máquina

Fonte: Autoras

Figura 6 – Locais de aplicação do plano de ação



Fonte: Autoras

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve como objetivo apresentar soluções aplicáveis ao problema de horas de máquina parada, no processo de corte e dobra do aço, sofrido pela organização em análise. Aplicou-se o Método de Solução e Análise de Problemas (MASP), a partir da utilização do ciclo PDCA, onde se utilizou a fase P (Planejar) para essa proposição.

Por meio da coleta de dados da lista de verificação, do entendimento dos processos produtivos através do fluxograma, bem como, a priorização das ações pela inspeção do Gráfico de Pareto e da identificação das causas pelo Diagrama de Ishikawa, foram identificadas as causas que produzem o problema de máquina parada, a saber: os processos de amarração e abastecimento.

O objetivo do estudo foi alcançado, visto que o método propiciou a compreensão das causas do problema de máquina parada. Através da elaboração de um plano de ação utilizando o 5W1H, foi possível apresentar sugestões para bloquear as causas fundamentais.

O estudo foi de extrema relevância, visto que, através dele foi evidenciado como a partir do conhecimento do processo produtivo de uma empresa, foi possível empregar de maneira eficiente as ferramentas da qualidade. No que tange ao progresso do presente estudo, seria interessante o desenvolvimento das demais etapas do MASP referentes à ação, verificação, padronização e conclusão.

Finalmente, é importante destacar a colaboração da empresa estudada ao fornecer dados que tornaram possível a aplicação da metodologia e das ferramentas da qualidade de forma a propor soluções que contribuam para a diminuição do tempo de máquinas paradas e, conseqüente alcance da meta de KPI da empresa.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro. 2015.
- [2] Campos, V. F. Controle da Qualidade Total no estilo japonês. Nova Lima: Falconi, 2014; Edição: 9ª.
- [3] Carpinetti, L. Gestão da Qualidade Conceitos e Técnicas. São Paulo: Atlas, 2012.
- [4] Carvalho, Maria do Socorro M. V. de; Tonet, Helena Correa. Qualidade na administração pública. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 137-152, abr./jun. 1994.
- [5] Dezorzi, M. Ferramentas da Qualidade aplicadas à gestão de recursos humanos: a transformação do profissional no RH em Parceiro Estratégico do Negócio. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

- [6] Escola Nacional de Administração Pública. Diretoria de Comunicação e Pesquisa. Análise e Melhoria de Processos Metodologia MASP. Brasília, 2015
- [7] Gil, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.
- [8] Instituto Aço Brasil. Siderurgia Brasileira: Princípios e Políticas. Brasília, 2015.
- [9] Junior, I. et al. Gestão da Qualidade. Rio de Janeiro: FGV, 2010.
- [10] Menezes, F.M. MASP: Metodologia de Análise e Solução de Problemas, Porto Alegre, Produttare, 2013.
- [11] Minayo, M. C. S. (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2001.
- [12] Neto, A.; Silva, G. A construção histórica do paradigma da qualidade total no campo empresarial e a sua transplantação para o campo educacional, Unijuí, 2001.
- [13] Rossato, I.F. Uma Metodologia Para a Análise e Solução de Problemas. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/158025>>. Acesso em 30/04/2019
- [14] Seleme, R.; Stadler, H. Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais. IBPEX, Curitiba, 2012.
- [15] Silva, C. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. Revista Espacios, v. 38, n. 27, 2017.
- [16] Werkema, M.C.C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos, Belo Horizonte, Werkema, 2006.

Capítulo 19

Gestão visual aplicada para a manutenção de caminhões fora de estrada em uma mineradora: Um estudo de caso

Haroldo Lhou Hasegawa

Isadora Zogbi de Lima

Márcio Dimas Ramos

Ana Carolina Oliveira Santos

Délvio Venanzi

Resumo: O conceito de Produção Lean ou Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta ou ME) nasceu a partir do Toyota Production System (TPS ou Sistema Toyota de Produção/STP), na qual um dos pilares consiste na absoluta eliminação do desperdício a fim de agregar valor ao processo, a fim de auxiliar esta tarefa, ferramentas como a gestão visual e o Total Productive Maintenance (TPM) foram desenvolvidas. O presente estudo de caso mostra a importância do uso destas ferramentas para a diminuição do tempo de manutenção dos caminhões fora de estrada, utilizadas em uma empresa mineradora. Os resultados mostraram que um treinamento adequado somado aos esforços dos funcionários e gestores resultou na diminuição de 70% do tempo total de manutenção e a redistribuição de funcionários para outros setores da fábrica. Por fim, é possível afirmar que o grande resultado das mudanças foi a fundamentação para a continuação do projeto, estruturação de novas equipes focadas em melhorias no processo de manutenção, a fim de garantir a produtividade da empresa pela maior disponibilização dos caminhões fora de estrada pelo encurtamento do processo de manutenção.

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Produtiva Total, Gestão Visual, Manufatura Enxuta.

1. INTRODUÇÃO

A globalização dos mercados tem trazido, grandes oportunidades e juntamente com desafios para as organizações e empresas. Apesar de atualmente, o termo “competitividade” estar em destaque, a história da industrialização mostra que desde o princípio, as empresas lutam para ganhar destaque, garantir a maior fatia de mercado e conseqüentemente a lucratividade. Este processo fica evidenciado com o estudo e a criação de metodologias de produção, modelos de negócios e filosofias como: Taylorismo, Fordismo, Automação Flexível, Sistema Toyota de Produção (STP), Cadeias de Suprimentos Adaptativas, Seis Sigma e Manufatura Enxuta (ME) entre outros.

Os processos supracitados, se baseiam na possibilidade de garantir a vantagem competitiva às organizações que as adotam e todas elas se convergem em um ponto, todos buscam e visam, em maior ou menor grau (o STP e a ME colocam como prioridade), a eliminação de desperdícios pelo uso de metodologias e matérias primas que não resultem em lucro, ou seja, tudo que não agrega valor ao modelo de negócio.

Conforme estudos de Sgarbi (2011), Jabour *et al.* (2013), Tubino (2015), Venanzi e Silva (2016) entre outros, a manufatura enxuta, cujo termo em inglês é dado por lean manufacturing, apresentadas por Womack e Jones (1994) na obra “A máquina que mudou o mundo”, tem se mostrado como uma filosofia de gestão bastante apropriada, para buscar a eliminação dos desperdícios dentro e fora das fábricas, otimizar e integrar os processos e os trabalhos de forma compacta e enxuta, fazendo com que os processos sejam mais eficientes e com maior agregação de valor, fazendo com que as empresas tenham maior lucratividade pela eliminação daquilo que não agrega valor e maximizar trabalhos que agregam valor.

Um dos pilares da manufatura enxuta é o conceito da Manutenção Produtiva Total (TPM ou Total Productive Maintenance), onde a atuação se concentra principalmente em máquinas, mão de obra, materiais e métodos. A TPM busca aumentar a eficiência dos equipamentos, eliminando as causas das quebras e facilitando o processo de manutenção, aumentando a vida útil dos equipamentos, buscando a capacitação dos recursos humanos e visando a criação de um ambiente de trabalho saudável e organizado, sendo que estas operações dependem fortemente dos conceitos de gestão visual. Este que consiste, em compartilhar dados e informações e também facilitar a execução de atividades por meio do uso de gráficos, cores, painéis, símbolos, luzes e alarmes de forma sistematizada dentro das fábricas (JABOUR *et al.*, 2013; Venanzi e Silva, 2016).

Para tanto o presente trabalho, baseado em um estudo de caso de natureza aplicada e exploratória, teve como objetivo destacar e mostrar a importância do uso da gestão visual, assim como seus resultados qualitativos e quantitativos, a fim de organizar e melhorar o processo de manutenção de equipamentos, principalmente caminhões fora de estrada, utilizadas em atividades de mineração em uma empresa mineradora localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, MG, Brasil.

2. MANUFATURA ENXUTA (ME)

A filosofia de Manufatura Enxuta (ME) possui sua origem nos conceitos estabelecidos pelo sistema Toyota de Produção (STP) implementados pela *Toyota Motors Co.*, durante a sua reestruturação após a Segunda Guerra Mundial, sendo que o termo ME, foi uma ocidentalização da filosofia da Toyota estudadas por Womack e Jones (1994) que resultou na obra “A máquina que mudou o mundo”. Este estudo foi o resultado de um esforço liderado pelo governo Norte-Americano ao final da década de 1970, que visou pesquisar a razão da elevada competitividade, das empresas japonesas que comercializavam produtos eficientes e com baixos custos no mercado dos Estados Unidos.

Este estudo, mostrou que o nascimento do conceito teve início com a necessidade da *Toyota Motors Co.* ser competitiva perante aos seus concorrentes americanos e europeus, mas adequando de forma inovadora, os seus sistemas produtivos altamente eficientes com a escassez de matéria prima, capital financeiro e recursos humanos. Para tanto, Taichi Ohno (engenheiro da *Toyota* e um dos percussores do STP) teve uma atuação fundamental para o sucesso da filosofia, pois foi ele quem observou e concluiu que o processo usual de produção em massa, era bastante inadequado à realidade japonesa da época.

Ohno também questionou a maneira com que se realizavam as paradas da produção, percebendo que diversas falhas ocorriam em cada frente de trabalho, causando o processo de retrabalho resultando em gastos com tempos demasiadamente altos e turnos extras para resolver os problemas. Foram estes os motivos que fizeram Ohno a pensar em uma filosofia de trabalho baseada na eliminação de qualquer tipo de desperdício, maximização das operações fabris e a valorização do capital humano disponível, a fim de ganhar escala de produção, minimizar as interrupções, utilizar equipamentos e máquinas de forma mais eficiente e com isso conseguir preços de custos menores, afim de garantir maior lucratividade (Womack e Jones, 1994; Tubino 2015).

Um dos pilares desta filosofia, de acordo com Takahashi (1993), é a Manutenção Produtiva Total (TPM), termo derivado do inglês Total Productive Maintenance. A TPM faz das máquinas o objeto principal da produção pois o uso das máquinas faz com que os custos, a qualidade e a produtividade da indústria estejam diretamente relacionadas com a maneira na qual a máquina trabalha, ou seja, quanto tempo ela trabalha sem falhas e quanto tempo é gasto para a realização da manutenção destas.

A TPM também envolve conceitos de setup onde a principal ferramenta, desenvolvida também pela Toyota, o SMED (Single Minute Exchange of Die ou troca de ferramenta em um único minuto, na tradução livre) que visa diminuir, não apenas o tempo de substituição, mas também o tempo de calibração e ajuste das ferramentas. Portanto, a implementação do TPM, requer também um processo que deve envolver preferencialmente o gerenciamento e controle, a segurança e manutenção da qualidade e a saúde dos operadores e meio ambiente, ou seja pode se entender o TPM como um desdobramento do conceito de 5S a fim de garantir a manutenção da filosofia enxuta (Fernandes, 2005).

Um dos diferenciais do TPM, está no fato do próprio operador do equipamento ou máquina realizar ajustes e manutenções, sendo que para tal estes necessitam de capacitações especiais a fim de que o funcionário passe a operar outras máquinas e equipamentos, além de diagnosticar com maior precisão e auxiliar o pessoal de manutenção da empresa. Portanto, o trabalho de equipe também passa a figurar como ponto fundamental para o sucesso ou o insucesso da adoção desta metodologia (Fernandes, 2005; Carrijo e Toledo, 2006).

Sendo assim, verifica-se que a TPM tem como característica de envolver homem, máquina e empresa em oito diretrizes: melhoria focada ou melhoria específica, segurança, atividades administrativas – conhecidas como TPM Office, manutenção da qualidade, controle inicial, manutenção autônoma, manutenção planejada e educação e treinamento (Takahashi, 1993; Alvarez, 2016).

2.1. GESTÃO VISUAL

A gestão visual ou Visual Management, do inglês é um conjunto de ações que promovem práticas que permitam a visualização, seja por figuras, gráficos, avisos luminosos e avisos sonoros, dados e informações pertinentes a uma determinada atividade em execução.

Portanto, a gestão visual, auxilia no controle dos processos, prazos, avisos em geral, e também nos sistemas poka-yoke (mistake proofing), fazendo com que não somente gestores, mas também os funcionários de modo geral, possam acessar dados e informações de modo simples e de fácil compreensão, tanto que muitas empresas empregam este tipo de mecanismo em seus respectivos meios de produção (Shingo, 1996; Sayer e Willians, 2015).

O processo de gestão visual, deve estar alinhada com o princípio dos 3 Gen (Sangen Shughi) estabelecidas, também por Taichi Ohno. Para tanto, a tomada de decisões visando melhorias, devem se basear na observação atenta do local de trabalho (Genba), no produto ou peça (Genbutsu) e na realidade dos fatos (Genjitsu), portanto a análise deve, sempre ser realizada no local da ocorrência observando o produto, ou a peça, que apresentou a falha onde a análise deve ser friamente baseada na realidade dos fatos. Tal condição, ainda na concepção de Ohno, deve ser auxiliada pela instalação de pontos, no chão de fábrica, onde os dados e as informações possam ser visíveis por todos os funcionários. Porém estas informações devem ser propagadas de forma simples, com o objetivo de facilitar a identificação e principalmente a interpretação correta, por todos os níveis hierárquicos envolvidos no processo fabril. Logo o processo do 3 Gen, permite entender as reais necessidades e dificuldades evitando-se a tomada de decisões equivocadas ou distorcidas da realidade (Sayer e Willians, 2015).

2.2. MANUTENÇÃO

O primeiro relato de manutenção conhecido e documentado, tem sua origem no século XVII quando as máquinas têxteis, ferramentas agrícolas e de caça, que recebiam processos de limpeza e amolação do fio de corte. Mas foi durante a primeira revolução industrial que o termo manutenção, foi amplamente difundido e neste caso, também teve a funcionalidade para garantir maior produtividade e a menor tempo de parada de equipamentos e das ferramentas (Wyrebsk, 1997). Desde então, Moraes (2004) afirma que o processo de manutenção evoluiu com o tempo e pode ser classificado em gerações:

1ª Geração (1930 a 1940): a manutenção após a falha do equipamento (corretiva).

2ª Geração (1940 a 1970): paradas programadas a fim de executar manutenção preventiva (inspeção, lubrificação, ajustes, calibração entre outros processos) e a troca de componentes pré-determinados

3ª Geração (1970 até os dias atuais): uso massivo da tecnologia para realização de ajustes e também prevenção de falhas, uso de modelos matemáticos estatísticos e também passou a se preocupar com questões ambientais de saúde ocupacional e segurança, assim como a manutenção passou a determinar a qualidade dos produtos.

Atualmente os processos de manutenção podem ser classificados, basicamente em: corretiva, preventiva, preditiva e produtiva total. Sendo que a escolha ou a adoção destas dependem das estratégias de negócio, dos tipos de produtos e também dos tipos de equipamentos e insumos utilizados pelas empresas, sendo que não existe um modelo ideal, mas sim um mais adequado a um determinado processo. (Xavier, 2010; Villnueva, 2015).

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

O estudo foi realizado ao longo do ano de 2018, entre os meses de fevereiro e novembro, no setor de manutenção de caminhões em uma empresa mineradora, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte/MG. Por questões de confidencialidade a empresa não pode ser identificada, assim como os gestores e funcionários que participaram do estudo.

Conforme apresentam as teorias de Gil (1996) e Yin (2001), o presente trabalho é classificado como uma pesquisa do tipo exploratória onde a análise dos resultados se deu de forma qualitativa e pelo método da análise por conteúdo. O trabalho foi desenvolvido *in loco*, com os dados sendo levantados e analisados semanalmente somados a análise de documentos, planilhas e por entrevistas semiestruturadas com os gestores da área de manutenção da empresa.

Por final, este trabalho teve como objetivo investigar como a gestão visual contribuiu de modo a aumentar a disponibilidade dos veículos na execução das atividades de transporte de minério de ferro de sua jazida para a planta beneficiadora. Tal estudo teve sua motivação pelo grande número de veículos parados para a sua manutenção gerando filas de esperas, O estudo permitiu a elaboração de novas metodologias de trabalho afim de otimizar, melhorar a coordenação e a execução das atividades pelo uso de ferramentas de gestão visual somados a uma nova filosofia de trabalho e capacitação dos funcionários da área.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sabe-se que as indústrias siderúrgicas de usinas integradas utilizam minérios de hematita com teor entre 60% a 70% de ferro. Esta classificação é bastante difícil de ser extraído da natureza, portanto, para suprir tal demanda as empresas mineradoras promovem processos de beneficiamento do minério. O minério bruto é extraído em pontos distantes das usinas de beneficiamento, forçando o transporte destes por correias transportadoras e/ou caminhões fora de estrada, uma categoria de veículos em que sua capacidade de carga varia entre 30 toneladas a mais de 360 toneladas, dependendo do modelo.

Portanto, para uma usina de beneficiamento de minério a taxa de disponibilidade dos equipamentos de transporte, são fundamentais para garantir a capacidade produtiva e conseqüentemente a lucratividade. A empresa pesquisada no presente estudo, o transporte de minério depende, exclusivamente de caminhões fora de estrada, devido à complexidade geográfica da região e a impossibilidade da implementação de correias transportadoras.

Após longas reuniões e tendo o aval da alta direção da empresa, foi concordado que os funcionários passariam por um treinamento técnico realizado por uma empresa externa contratada na forma de consultoria.

Seguindo a cartilha da TPM, antes do início dos processos de gestão e implementação da filosofia enxuta, foi realizado um treinamento técnico, ou seja, conhecimento e noções básicas de mecânica e manutenção juntamente com os gestores e funcionários da área de manutenção dos caminhões, conforme ilustra a Figura 1 (A). Nas duas semanas subsequentes, foram realizados treinamentos sobre a implementação da cultura da Manufatura Enxuta e suas ferramentas com destaque na gestão visual e manutenção produtiva total (TPM) conforme mostra a Figura 1 (B).

Figura 1 – Etapas envolvidas no cronograma de treinamento para implementação da TPM. Sendo que na primeira semana foi realizado o treinamento técnico (A) e nas outras duas o treinamento sobre a manufatura enxuta (B) Fonte: Autores.



A fim de permitir um maior aculturação e facilitar o processo de implementação, desta nova filosofia, foi escolhido um caminhão específico de caçamba aberta com capacidade nominal de 218 toneladas de carga para iniciar o processo de mudança cultural. Ao longo das três semanas de treinamento foram também realizados exercícios práticos e também simulações e dentro destas atividades, foram apontados alguns pontos onde foram identificados desperdícios estabelecidos pela manufatura enxuta que são: desperdício de movimentação e transporte (movimentação de funcionários na garagem e outros setores para deslocar materiais e insumos), desperdício de tempo de espera (funcionários parados enquanto outros vão buscar ferramentas e insumos), desperdício de inventário (ausência ou excesso de materiais e insumos no almoxarifado/local de trabalho). Com estes pontos identificados, foi possível sumarizar na forma de checklist o Quadro 1, para otimizar e criar um ambiente mais saudável para o trabalho nas garagens e boxes.

Quadro 1 – Ferramentas necessárias para execução dos serviços de manutenção de caminhões fora de estrada.

Tipo de Insumo/Material	Descrição
Feramentas para Oficina Mecânica	Jogo de Chaves (vário tipos), Cintas, Extensão Elétrica, Marretas, Máquinas de Impacto, Escada de 5 degraus, Soquetes e Chaves de Torque.
Dispositivos/Máquinas	Empilhadeira, Suportes, Calhas de Drenagem, Dispositivos de Remoção de Tampas, Dispositivos para Remoção de Peças, Calços, Carrinho.
Serviços de Borracharia	Máquina de Impacto, Chaves de Torque e Soquetes, Catracas, Extensão Elétrica, Macaco Hidráulico.
Serviços de Lubrificação	Válvulas de Dreno, Tambor para Dreno, Bombas Pneumáticas, Válvula de Dreno, Cabos e Chaves Específicas.

Fonte: Adaptada da Empresa Estudada.

A mudança do layout, resultou em uma otimização de espaço e melhor aproveitamento deste, permitindo manobrar o veículo com mais facilidade, e na melhor distribuição dos recursos e ferramentas aos funcionários dentro do box. Também foi criada uma rotina de manutenção e verificação padrão por meio de um *check list* sendo que o caminhão, antes de entrar no box é lavado e ao dar entrada no *box* de manutenção, é imediatamente fixado e imobilizado com o auxílio de dois calços posicionados devidamente como uma trava extra para os pneus traseiros. Entretanto, foi observado que os operadores desperdiçavam tempo procurando os calços dentro da garagem, pois não tinham a rotina de deixar alocados em locais apropriados, a fim de evitar este tipo de problema, foi idealizado a pintura em amarelo dos dois dos calços existentes na oficina e torna-los exclusivos para o *box* conforme mostra a Figura 2 (A). A mesma ideia foi utilizada para o carrinho de transporte aponta a Figura 2 (B). Além disso, também foi determinado que quando o carrinho não estivesse em uso, o mesmo deveria ser alocado em uma área determinada por um quadrado pintado pela mesma cor no chão, conforme Figura 2 (C).

Este procedimento se mostrou bastante assertivo, que posteriormente determinou-se que cada *box* teriam suas ferramentas, equipamentos de movimentação de cargas e materiais pintadas em cores próprias indicando que é de uso exclusivo em um determinado *box*.

Figura 2 – (A) Calços exclusivos para um determinado *box* de manutenção, (B) Carrinho de Transporte exclusivo do *box* de manutenção e (C) Local de alocação do carrinho quando este não se encontra em uso.



Fonte: Galpão de Manutenção da Empresa Estudada.

Estes procedimentos permitiram maior rapidez na localização, disponibilidade e alocação de recursos e também o aumento da segurança na área, evitando que materiais estranhos dificultassem, impedissem a movimentação ou obstruíssem a passagem de pessoas, ferramentas e insumos.

Dentro desta nova filosofia, também pode ser observado na Figura 3 (A), a organização de recipientes próprios (utilizando o conceito de supermercado da ME) para a coleta de óleo para a análise físico-química do fluido, uma vez que, era comum que os frascos não estarem disponíveis nos boxes durante a execução a manutenção. A busca por um frasco no almoxarifado central fazia com que a linha de manutenção ficasse parado em média por quase 40 minutos. A fim de evitar os desperdícios de movimentação e espera, a equipe optou por criar um sistema de kanban a fim de gerenciar o supermercado de recipientes nas garagens de manutenção pela alocação de um local apropriado para acomodação dos frascos e também foi implementado uma cultura de que assim que a quantidade de frascos atingissem a faixa vermelha, o kanban era disparado a fim de executar a reposição sem que ocorresse falha por falta de material

Figura 3 – (A) Foto da estante com os coletores de óleo e (B) Quadro de ferramentas com as chaves separadas por tamanho, a seta ilustra a ausência de uma chave.



Fonte: Galpão de Manutenção da Empresa Estudada.

Outra mudança significativa foi a padronização da bancada de armazenamento das ferramentas de uso comum, utilizando-se mais uma vez da gestão visual, a fim de organizar em função de tipos e tamanhos e também permitir a verificação se uma determinada ferramenta está ou não disponível conforme indicado pela seta na Figura 3(B), este procedimento apesar de simples, foi bastante eficiente para evitar a perda de ferramentas dentro da garagem ou o acúmulo de destas nos boxes ou em algum canto da garagem, o que contribuiu para a segurança do local, uma vez que era comum encontrar ferramentas no chão ou alocadas em locais não apropriados.

Mesmo com estas mudanças, notou-se que o tempo de trabalho realizados para a manutenção do veículo estava aproximadamente 50% acima do tempo programado pelo Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) da empresa. A fim de diminuir este tempo, foram desenvolvidos planilhas e fluxogramas para execução de atividades padronizadas.

Aproveitando a situação também foi realizado um estudo, a fim de determinar e estipular os tempos máximos, para a realização de cada atividade. Em um primeiro momento, notou-se que algumas atividades extrapolaram o tempo previsto e outras foram realizadas em tempos menores que o previsto, porém com ajustes necessários, as tarefas foram efetuadas dentro do tempo previsto pelo PCP. É importante salientar que antes da aplicação destes conceitos e da nova filosofia a média de manutenção, para este modelo de veículo, era de aproximadamente 20 horas (praticamente 3 turnos), consumindo a mão de obra de 15 mecânicos (3 equipes de 5 mecânicos por turno). Após a primeira intervenção do TPM a empresa conseguiu reduzir o tempo de execução da tarefa na ordem de 70% fazendo com que apenas 5 mecânicos de um único turno realizassem a manutenção completa do veículo.

Estes resultados trouxeram os chamados ganhos intangíveis, ou seja, trouxe uma mudança na postura dos funcionários que passaram a adotar os conceitos de modo sistemático fazendo com que eles mesmo dessem sugestões e passassem a testar alternativas, a fim de melhorar a eficiência do trabalho sem causar estafa ou aumento de serviços e tarefas. Tal ação resultou no atual quadro, onde a manutenção passou a ser executado com apenas 3 mecânicos ao invés de 5, e com o aumento na disponibilidade de mecânicos foi possível alocar estes para outras garagens, boxes e outros pontos de manutenção da empresa contribuindo positivamente para a melhora da performance da equipe de manutenção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns modelos de negócios sofrem maior ou menor impacto com mudanças no processo produtivo. Neste caso, uma empresa mineradora que trabalha com commodities, a eliminação de qualquer tipo de desperdício tem um grande impacto na produtividade e lucratividade. Tanto que empresas com perfil apresentado no estudo de caso, são bastante adequadas para o uso das filosofias da manufatura enxuta.

Dentro deste contexto é possível afirmar que a implantação da filosofia da manufatura enxuta e o uso extensivo do processo de gestão visual, permitiu que a empresa passasse a ter uma maior eficiência no processo de manutenção de caminhões fora de estrada, resultando na maior disponibilidade destes equipamentos a fim de garantir a produtividade, ou seja, as reformas no processo de manutenção permitiu reduzir em 70% o tempo de manutenção e também a redução do número de mecânicos de 5 para 3 por equipe de manutenção, permitindo assim alocar o pessoal excedente para outros setores de manutenção da planta de beneficiamento de minério. Pôde-se concluir que estes fatores agregaram maior desempenho do setor, indicando pontos positivos em relação à redução dos desperdícios, melhoria do clima de trabalho, maior segurança para execução das atividades.

Algumas dificuldades, ou os pontos negativos do processo de mudança, encontradas durante o processo de implantação podem ser relatadas como a resistência inicial pela aceitação na mudança por parte da equipe e o tempo de três semanas de treinamento *in loco*, causando alguns desconfortos e conflitos, entretanto, devido a integração da equipe, treinamento com os gestores foi possível superar os conflitos e as dificuldades e tais esforços foram compensados pelo grande ganho do trabalho.

Por fim, é possível afirmar que o grande resultado da aplicação das filosofias da ME foi a fundamentação para a continuação do projeto, com estruturação de novas equipes focadas em melhorias no processo de manutenção, a fim de garantir a produtividade da empresa pela maior disponibilização dos caminhões fora de estrada para transporte do minério entre a jazida e a usina de beneficiamento.

REFERÊNCIAS

- [1] Alvarez, Efre Rodrigues. Manutenção Produtiva Total: pesquisa-ação de uma frota de viaturas do exército brasileiro na Amazônia e proposta de implantação do pilar manutenção autônoma objetivando aumentar a sua taxa de disponibilidade. 2016. 103f. Mestrado - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, 2016.
- [2] Carrijo J.R.S., Toledo J.C., Benefícios da Implementação de TPM (Total Production Maintenance) no Processo de Desenvolvimento de uma Indústria Gráfica). In:XXVI ENEGEP, 2006, Fortaleza. Trabalho Completo.
- [3] Fernandes A. R., Manutenção Preventiva Total: Uma ferramenta Eficaz na Busca da Perda Zero, 2005, Monografia (Título de MBA), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG, 2005.
- [4] Gil, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. São Paulo, Brasil: Atlas, 1996.
- [5] Jabbour, A. B. L. S.; Teixeira, A. A.; Freitas, W. R. S.; Jabbour, C. J.C. Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. Revista Administração, v. 48, n. 1, p. 843-856, 2013.
- [6] Moraes, P.H.A. Manutenção Produtiva Total: pesquisa-ação em uma empresa automobilística. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2004
- [7] Sayer, N.J.; Willians B. Lean para leigos. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2015.
- [8] SGARBI J. G. Benefícios da logística enxuta aplicada na gestão de estoque em uma empresa de autopeças. In: Simpósio de engenharia de Produção. 18, 2011. Anais... SIMPEP, Bauru-SP, 2011.
- [9] shingo, S. Sistema Toyota de Produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Bookmann, 1996
- [10] takahashi, Y.; osada, T. TPM/MPT - Manutenção Produtiva Total. 4ª Edição. São Paulo: Instituto IMAN, 1993, 322p.
- [11] tubino, D. F. Manufatura Enxuta como estratégia de produção: A chave para a produtividade industrial. São Paulo: Atlas, 2015.
- [12] venanzi, D., silva, O.R. Introdução à Engenharia de Produção: Conceitos e Casos Práticos. Rio de Janeiro, LTC, 2016.
- [13] villanueva, Marina Miranda. A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação. 2015. 173 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- [14] womack, J. P.; jones K. T. A Máquina que mudou o mundo. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- [15] wyrebsk, Jerzy. Manutenção Produtiva Total. Um Modelo Adaptado. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy>>. Acesso em: 20 abril. 2019."
- [16] xavier, J. A. N. E dorigo, L. C., A importância da gestão da manutenção, Apostila do Curso de Metodologia Moderna de Manutenção. TECEM, 2010.
- [17] YIN, R. K. Case study research, design and methods. (2ª ed.). London, England. Sage,2001.

Capítulo 20

Estudo de melhoria do ambiente produtivo por meio de ferramentas da produção em uma malharia em Itacoatiara – AM

Pablo Steven Rodrigues Rios

Moisés Israel Belchior de Andrade Coelho

Rute Holanda Lopes Alves

Marusca Wisler Iannuzzi

Aldo da Paz Rocha Junior

Jessé Garganta da Silva Domingues

Resumo: Empresas de pequeno porte muitas vezes tornam-se menos eficientes devido a forma como são implantadas, ofertando serviços importantes, sem, no entanto, terem um planejamento de suas atividades que otimizem os seus processos e serviços. O objetivo central desta pesquisa é apresentar propostas de melhoramento contínuo em uma malharia no município de Itacoatiara-AM por meio do estudo do layout produtivo, elaboração de fluxograma dos processos e aplicação do método PERT. A metodologia foi pesquisa exploratória, por meios bibliográficos e de campo para o embasamento de um Estudo de Caso, com análise qualitativa. Por meio do reconhecimento do antigo layout em aproveitar os espaços e com as aplicações das ferramentas, verificou-se os pontos que necessitam de melhoramento no decorrer dos processos produtivos e propôs-se estratégias de melhoria relacionadas ao tempo e a produtividade.

Palavras Chave: Layout, Malharia, PERT.

1. INTRODUÇÃO

Empresas de pequeno porte, como uma malharia localizada no município de Itacoatiara, muitas vezes tornam-se menos eficientes devido a forma como são implantadas, ofertando serviços importantes, sem, no entanto, terem um planejamento de suas atividades que otimizem os seus processos e serviços. A mudança de *layout* pode tornar-se um primeiro e importante passo, uma vez que o arranjo físico é o que primeiro se nota ao entrar em uma unidade produtiva, porque ele determina a aparência da operação e a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informação e clientes -fluem pela operação. (SLACK *et al*, p. 181, 2009).

O Layout ao ponto de vista dos empresários e clientes, parece ser algo de simples resolução, porem planejar um arranjo físico ideal para a linha de produção, geralmente exigem das empresas um alto valor agregado, por este motivo é de extrema necessidade um estudo para o levantamento de dados de custo, para se ter a ideia de implementar um novo layout, onde serão apontadas as vantagens e desvantagens de mudança perante a empresa e seus colaboradores. Segundo Contador (1998) a reestruturação do *layout* e administração em sistema de operações e serviços otimiza os fluxos de pessoas, materiais, processos e produtos.

Ainda com o intuito de melhorar o processo produtivo da empresa estudada a ferramenta PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), associada aplicação da metodologia do CPM (Método do Caminho Crítico), pode ser aplicada, considerando-se que a mesma pode ser demonstrada das seguintes maneiras: planilhas, redes de programação do PERT, tabelas, fluxogramas, entre outros meios de estudo. Tal que sua principal finalidade, em nossa pesquisa é a contribuição em combater os problemas de gestão e organização da mesma (FERREIRA, 2001). Ponderando ainda que o tempo e o custo são fatores de competitividade entre empresas, a redução destes pode ser possibilitada pela adoção destas ferramentas tornando-se um diferencial competitivo de mercado.

O modelo de produção da ferramenta JIT (*Just in Time*) que propõe uma melhor maneira e adequação para elaborar uma forma de coordenação eficiente, para os processos de produção, com uma certa demanda especificada, conhecida como produção sem estocagem, ou produção sem estoque, tendo como sua principal finalidade o esforço contínuo para resolver problemas, manufatura de matéria prima em fluxo linear e principalmente a melhoria de desempenho dos processos contínuos (FEITOSA, 2009), pode ser uma alternativa para a otimização dos estoques e do fluxo de materiais na empresa estudada.

Desta forma, o objetivo central desta pesquisa é apresentar propostas de melhoramento contínuo em uma malharia no município de Itacoatiara-AM por meio do estudo do layout produtivo, elaboração de fluxograma dos processos e aplicação do método PERT. O estudo está estruturado da seguinte maneira: (1) revisão da literatura, (2) metodologia e (3) resultados, conclusão e referências.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 LAYOUT

Sabe-se de acordo com a história, que o surgimento dos *layouts* teve seu início tal qual o surgimento do homem, uma vez que em seu trabalho diário, nas construções ou nos planejamentos de obras arquitetônicas, já se fazia o uso de *layouts* e, portanto, tornou-se eficaz no auxílio do homem e conseqüente das máquinas. A partir da revolução Industrial, os proprietários das fábricas entenderam que seria mais importante estudar a reorganização dos modelos de fábricas existentes e que a escolha correta de um *layout* no processo produtivo poderia trazer muitos benefícios. Para Araújo (2010) por meio do planejamento do *layout* é possível ter um equilíbrio entre as pessoas, o processo e as máquinas.

Segundo Slack *et al* (2009) a definição de um arranjo físico se dá na escolha de onde colocar as instalações, as máquinas, os equipamentos, a matéria-prima e as pessoas que farão parte do processo o de produção de forma que todos possam estar bem alocados e envolvidos em suas atividades funcionais. A escolha de um layout e de sua implementação em uma organização poderá influenciar de forma positiva e ajudar em todos os setores aumentando a produtividade, a organização do ambiente, a utilização de equipamentos e matéria-prima adequada ao processo.

Considerando a mão-de-obra especializada e como lidar com a matéria-prima que Huberman (p. 51, 1936) fez referência ao uso do *layout* quando ressalta que “[...] o crescimento do mercado constitui sempre um tremendo incentivo ao crescimento da produção. Sendo assim, o desenvolvimento de novos arranjos físicos ocorre pela necessidade de adaptação de novas realidades”. Assim tudo o que percorre tem praticamente um caminho pré-estabelecido que vai desde a matéria-prima até o produto final. E o *layout*

da produção precisa ser bem elaborado, definido para ajudar na otimização do processo produtivo e evitar desperdícios com material, mão-de-obra e equipamentos desnecessários.

2.2 JUST-IN-TIME (JIT)

O *Just in Time* surgiu como uma nova filosofia japonesa para auxiliar na organização da produção industrial, principalmente no que tange à redução de custos, permitindo a flexibilidade nos processos produtivos da logística, diminuindo o desperdício, o tempo e garantindo a qualidade do produto atendendo às necessidades do cliente. Assim, o JIT tem como ideia básica “produzir somente o que for necessário, na quantidade e no momento certo” (CONTADOR, p. 207, 1998).

Com essa ideia, corrobora também Ohno (1997) quando nos diz que em um processo de fluxo produtivo somente as partes que se fazem necessárias é que deverá passar pela linha de montagem e na quantidade certa. E segundo Uhlmann (1997) devido a esse conceito que tomou proporções significativas pelo mundo, a filosofia JIT além de procurar eliminar erros e desperdícios pretende colocar o componente certo, no lugar certo e no tempo certo.

À aplicação do modelo JIT, em relação a outras ferramentas é simples, embora requer o uso de alguns pré-requisitos, que de acordo com Contador (p. 208, 1998) apresenta: a utilização da tecnologia em grupo – que consiste em classificar as peças ou produtos em famílias, que são definidas pela semelhança no processo; o *layout* celular – que permite a redução do ciclo de produção “*lead time*” e o menor estoque em processo; e a mão-de-obra polivalente e qualificada para poder operar vários equipamentos com competência e habilidade necessária.

2.3 MÉTODOS PERT

A rede PERT, é uma ferramenta comporta por três principais elementos de uma indústria. Caracterizadas por adotar etapas na linha de produção em etapas desde a chegada da matéria prima, até a entrega do produto final. (CONTADOR, 1998) O projeto é dado para a realização de algum trabalho, ou tarefa de modo visão o melhoramento da execução de alguma tarefa, que está relacionada a diversas áreas da produção, onde o principal foco é área P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), sendo que o principal objetivo é o desenvolvimento de um novo produto ou serviço, para a finalidade da resolução de um problema em melhorar o desempenho de um sistema em melhorar a produtividade de uma empresa ou fábrica. (SANTOS, 2012).

O PERT é uma técnica que consiste na Avaliação e Revisão de programas, que está voltado para o fator tempo no projeto e trata-se de redução no tempo de produção (*Program Evuation and Review Technique*) – Avaliação do programa e técnica de revisão), essa ferramenta é caracterizada por gerenciar o calendário da produção de um projeto, onde a ferramenta filtra as atividades para alcançar os melhores resultados na linha produtiva em organizar as tarefas em alcançar os melhores métodos de execução de um projeto ou serviço (CONTADOR, 1998).

O PERT torna-se uma opção de ferramenta a ser aplicada em empresas que apresentam processos pouco eficientes e que precisam reprogramar seus processos. Cezar *et al.* (2014) ressalta que o PERT é uma técnica de idealização, replanejamento e ponderação de progresso e tem como objetivo controlar a efetivação de um projeto ou programa.

3. METODOLOGIA

Aplicações metodológicas, utilizadas para elaboração do nosso trabalho, consiste inicialmente em pesquisas exploratórias, por meio de pesquisa bibliográfica e de campo que visa a descoberta de ferramentas a serem utilizadas para análise do objeto de estudo. Utilizaremos o estudo de caso focado em um amálgama da cidade de Itacoatiara que investiga um determinado fenômeno recorrente na área a ser pesquisada ou estudada, dentro de um contexto real de áreas tangíveis de pesquisa, trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), para que permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1996; BERTO; NAKANO, 2000).

Pesquisas de campo que instruiremos etapas metodológicas científica da pesquisa relacionada, através da pesquisa bibliográfica inicial, incluindo coleta de informações in loco e análise do que pode ser melhorado ou implementado dentre seus nichos correspondentes, ambiente natural da empresa (DEGEN, 1989).

A observação e a entrevista que ocorreu durante a pesquisa in loco, com a proprietária da empresa, quando a mesma esclareceu como ocorre o funcionamento da empresa, que atua no segmento de fabricação de roupas confeccionadas de acordo com o pedido do cliente: Tais serviços prestados pela empresa são: Produção de fardas escolares, uniformes de eventos esportivos e universitários e estamparias em geral. A partir dos dados obtidos, foi feita a análise qualitativa dos dados.

4. RESULTADOS

4.1 LAYOUT ATUAL

O layout atual da empresa é composto pela porta de acesso a esquerda central, composto por um pequeno espaço para o atendimento ao cliente, logo à frente o balcão de acesso aos clientes, a esquerda está alocada produtos variados, e nas paredes de ambos os lados exposição de produtos, ao lado do balcão está localizada uma escada de acesso desconhecida e área de produção do lado da porta de acesso pelo lado de frente (SANTOS, 2012).

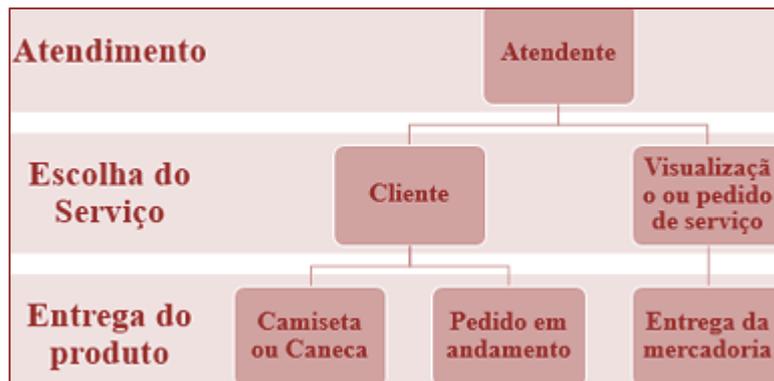
Figura 6: Arranjo estrutural físico da empresa



4.2 ARRANJO FÍSICO

O processo de produção da empresa, pode ser melhor visualizado pelo seguinte cronograma de hierarquia funcional do processo produtivo da Figura 3, realizado pela malharia palmeira, que consta a seguinte resolução de um processo produtivo, em um sistema de ações realizadas pela respectiva empresa, de forma organizada, que estão orientadas ao atendimento até entrega do produto final ao cliente, onde os elementos de entradas são os fatores relacionados aos elementos de saída, que são as camisas e as canecas confeccionadas.

Figura 7: Processo produtivo



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.3 FLUXOS DE MATÉRIA PRIMA

Os principais fornecedores da empresa estão em Manaus, capital do estado, que se localiza a 300 quilometro de Itacoatiara, devido a maior variedade e aos menores preços. A empresa recebe as mercadorias enviadas por fornecedores, sendo que as maiores quantidades são de golas, botões, linhas e embalagens que ficam estocadas em prateleiras em exposição e no “Almoxarifado” até que sejam solicitadas. Já os tecidos por terem um custo maior e dependerem das demandas dos clientes são solicitados de acordo com os pedidos o que acarreta em um delay médio de 48horas entre o pedido e a entrega pelo fornecedor.

O processo consiste na recepção do cliente, descrição do pedido, desenvolvimento da arte do produto e aprovação pelo cliente. Após este ciclo a empresa verifica a disponibilidade dos materiais e, caso necessário, realiza a compra junto aso fornecedores. Logo que o agendamento da produção é repassado pela própria proprietária do estabelecimento, eles recebem a o material disponibilizado do estoque, para o processo de fabricação do produto, que inicia com o corte, confecção das golas e das mangas, costura das peças, estampagem, montagem e estoques.

Depois da finalização do processo produtivo de fabricação e confecção das camisas/fardarias, as peças seguem para as prateleiras e alocadas para exposição do trabalho executado, onde contam com a parceria de outros fornecedores para trabalhos específicos, com destaque para os bordadores.

Após todas as etapas concluídas, as peças seguem para o setor de finalização, onde é realizado o empacotamento das peças. Dependendo da quantidade, as peças poderão ser entregues no local desejado, como por exemplo fardamento para escolas, e para o cliente unitário, o mesmo desloca-se até o local da empresa para a retirada do produto.

4.4 APLICAÇÕES DO MODELO PERT

A empresa funciona com o seguinte escopo de produção, apresentado por meio de um Modelo PERT de atividades, desde a entrada até o recebimento do produto acabado, tal que a finalidade é a melhor compreensão como funciona o processo produtivo na execução das tarefas a serem executadas e planejadas pela linha de produção.

Figura 3: Modelo PERT

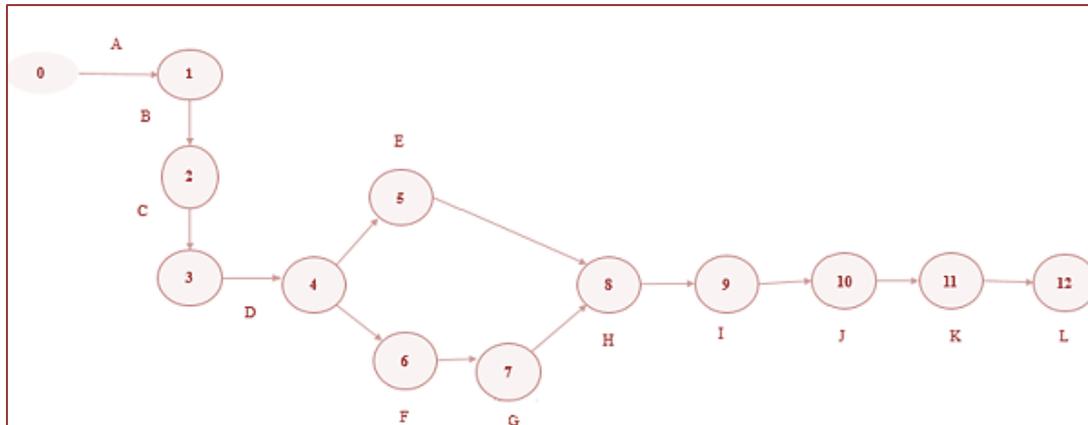
TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO
A	Recepcionar os Clientes	-	5 MIN
B	Pedidos	A	30 MIN
C	Desenhos	B	180 MIN
D	Escolha de MP	C	30 MIN
E	Corte	D	20 MIN
F	Confecção Manga e Gola	E	30 MIN
G	Costura da Peça	E	20 MIN
H	Estampagem	G	15 MIN
I	Montagem	G e H	10 MIN
J	Estoque	I	5 MIN
K	Entrega	J	10 MIN

Fonte: (Autoria Própria, 2019)

Estas etapas de atividades serão demonstradas pelo diagrama de modelo PERT (Figura 4) que apresenta os caminhos dentro da unidade produtiva, tendo como caminho crítico as atividades 6 e 7 que causam uma folga em relação a atividade 5 de 30 minutos.

Considerando-se, o layout, o fluxo de matéria-prima e o PERT, observa-se que não há uma linearidade dentro do setor produtivo. O processo apresenta pontos de ruptura que causam atrasos, dentre eles destacam-se os pedidos de matéria-prima que são feitos a fornecedores localizados em Manaus a 300km, o que causa uma demora mínima na entrega de 48h. O que inviabiliza a filosofia de just in time que a empresa deseja aplicar. O Caminho crítico surge pela estampagem feita manualmente e de forma unitária, não possibilitando um fluxo contínuo, o que atrasa o processo, gerando uma folga de 25 min no processo.

Figura 8: Diagrama – PERT



Fonte: (Autoria Própria, 2019)

Desta forma, sugere-se um reordenamento do setor produtivo de forma a facilitar o fluxo entre o setor de costura, estampagem e montagem final do produto. Para reduzir o tempo de espera a empresa deveria manter-se um estoque mínimo dos tecidos mais utilizados de forma a reduzir o intervalo de 48h entre o pedido e a entrega do material pelo fornecedor. Quanto ao caminho crítico necessitaria de um investimento na aquisição de maquinários de plotagem mais modernas, o que não se justifica no momento pela demanda local.

5. CONCLUSÃO

O referido trabalho, por meio do objetivo geral, a possibilidade de melhorias, em uma malharia no município de Itacoatiara-AM por meio do estudo do layout produtivo, elaboração de fluxograma dos processos e aplicação do método PERT, com o intuito de solucionar problemas enfrentados constantemente pela empresa. Este quesito foi alcançado, com os estudos elaborados, baseados nas ferramentas aplicadas e análise do processo produtivo.

Por intermédio dos Mapas de rotinas de atividades da empresa, foram elaboradas as técnicas de administração e gestão de operações e serviços, com foco em otimizar a produção em evitar perda de tempo e matéria prima, onde propomos a sugestão dos fluxogramas de informação da produção da empresa, onde o foco principal a ser atingido a redução dos recursos materiais e redução de tempo nas atividades a serem executadas.

Por meio do reconhecimento do antigo layout em aproveitar os espaços e com as aplicações das ferramentas, verificou-se os pontos que necessitam de melhoramento no decorrer dos processos produtivos. Onde a sugestão para melhorias da empresa, constatou-se no envolvimento de diversas mudanças durante o processo de produção, a partir do caminho crítico identificado com a aplicação do PERT, bem como a revisão da estratégia de estoques que se apresentava ineficiente. Por fim, foram apresentadas propostas de melhorias contínuas baseadas em um futuro processo de produção.

REFERÊNCIAS

- [1] Anton, Charles Ivan; Eidelwein, Heloísa; Diedrich, Hélio. Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do Vale do Taquari. Revista Destaques Acadêmicos, v. 4, n. 1, 2012.
- [2] Araújo, L. C. G. Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional: arquitetura organizacional, Benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [3] Barnes, R. M. Estudos de Movimentos e Tempos. São Paulo: Blucher, 1977.
- [4] Batista, Gilmário R. et al. Análise do processo produtivo: um estudo comparativo dos recursos esquemáticos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24, 2006, Fortaleza. Anais eletrônicos... Fortaleza: Enegep, 2006.
- [5] Cezar, V. P.; Sanches, A.L.. Análise de caminhos críticos em redes Pert/CPM probabilísticas, utilizando simulação de Monte Carlo. In: Encontro Nacional de Engenharia DE Produção, XXXIV, 2014, Curitiba. Anais eletrônicos

da Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_200_134_25887.pdf> Acesso em: 12 Mar, 2017.

- [6] Contador, Celso. *Gestão de Operações*. 2ª Edição – São Paulo: Editora Blucher, 1998.
- [7] Ferreira, Fernanda Maria Pinto Freitas Ramos; Rotondaro, Roberto Gilioli. *Benéficos da Aplicação da Ferramenta CPM no Planejamento Operacional e no Controle Físico da Produção na Indústria da Construção Civil Subsetor de Edificações*. São Paulo: 150p. Tese (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001.
- [8] Feitosa, Maria José Silva et al. *Análise da aplicação do sistema Just in Time em uma indústria calçadista de Campina Grande–PB: um estudo de caso na São Paulo Alpargatas*. *Ingepro–Inovação, Gestão e Produção*, v. 2, n. 9, 2009.
- [9] Ghinato, Paulo. *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time*. *Production*, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.
- [10] Huberman, L. *Man’s worldly goods*. New York: Monthly Review Press, 1936.
- [11] Ohno, T. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.
- [12] Oliveira, Vagner; Veit, Eliane Angela; Araujo, Ives Solano. *Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio*. *Caderno brasileiro de ensino de física*. Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr, 2015.
- [13] Santos, Luciano Costa; Gohr, Cláudia Fabiana; Laitano, Jean Carlos Argiles. *Planejamento sistemático de layout: adaptação e aplicação em operações de serviços*. *Revista Gestão Industrial*, v. 8, n. 1, 2012.
- [14] Slack, N. et al. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [15] Tubino, D.F. *Planejamento e controle da produção*. São Paulo: Atlas, 2007.
- [16] Uhlmann, Gunter Wilhelm. *Administração: Das Teorias Administrativas à Administração Aplicada Contemporânea*. São Paulo, 1997.

Capítulo 21

Análise do processo de inspeção de matéria prima em indústria calçadista do Norte do Ceará com a utilização de ferramentas do CEP

Eliana de Jesus Lopes

Francisco Israel Costa Marques

Raimundo Alberto Rêgo Junior

Juliany Simplício Camelo

Resumo: O presente artigo tem por objetivo aplicar as ferramentas do controle estatístico de processo (CEP) no monitoramento de matérias primas em uma indústria calçadista, na região Norte do Ceará. Este estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada de caráter exploratório-descritivo, com abordagem quantitativa, tendo como procedimento metodológico o estudo de caso em uma indústria do segmento calçadista da região norte do Estado do Ceará. Inicialmente, fizemos um estudo bibliográfico para conhecer elementos essenciais para a manutenção da qualidade e o uso de ferramentas estatísticas para controlar e monitorar a qualidade nos processos produtivos. Com base nesses conhecimentos, entramos em contato com o gestor responsável pela inspeção de matéria prima de uma indústria calçadista localizada na região norte do Ceará para realizarmos visitas técnicas com o objetivo de conhecer o processo de inspeção e coletar amostras para análise do processo. Foram coletados 5 itens em 10 amostras de matéria prima inspecionada e após a compilação dos dados, delimitando os limites de controle para os gráficos de média e amplitude, percebemos que o processo não tem grandes variações e que uma das amostras estava fora dos limites de controle. Assim, propõe-se como ações de melhoria para esta empresa, investigar mais detalhadamente as causas dessa variabilidade, para que possa manter ações de melhoria contínua.

Palavras-chave: Qualidade, Indústria Calçadista, CEP, Inspeção.

1 INTRODUÇÃO

A constante evolução dos sistemas de produção, principalmente em função do advento da Indústria 4.0, tem impulsionado a competitividade e a busca por oportunidades de melhorias a todo momento, nos diversos ramos industriais. Assim, preocupar-se com a qualidade, além de ser um fator diferenciador, passou a ser um requisito imprescindível para manter-se no mercado, pois é importante adequar-se a padrões previamente determinados para atender e até mesmo superar as expectativas do mercado (SILVA et al., 2018; CHIAVENATO, 2000).

Diante desse cenário, a análise e o controle estatístico dos processos, destacam-se como ferramentas da qualidade que visam a diminuição das variabilidades e aumento do padrão de qualidade pré-estabelecido pelo mercado e pelas especificações do produto.

Ao mesmo tempo em que as empresas melhoram sua capacidade de processo e eleva o padrão de qualidade dos produtos, com a diminuição das variabilidades, a mesma amplia sua oportunidade de se destacar perante seus concorrentes e tornando-se mais competitiva e produtiva.

As empresas do setor calçadista evoluíram muito nos últimos anos quanto a automatização de seus processos, mas ainda há oportunidades que podem ser identificadas. Sabendo que a concorrência nesse segmento industrial está sendo alterada forçando as empresas a responderem com maior agilidade na formulação e na execução de suas estratégias, percebe-se que fusões e incorporações são algumas das saídas encontradas por elas para enfrentarem a concorrência no país (PIMENTEL, 2016).

Levando em consideração a necessidade de monitorar os processos e melhorá-los para atingir um alto nível de qualidade, questionam-se como as ferramentas do Controle Estatístico do Processo (CEP) podem contribuir para identificar e reduzir as variabilidades que envolvem a produção (ABRANTES, 2009; SOARES et al., 2018).

Desse modo, este estudo tem como objetivo identificar as variações dos materiais fornecidos para a confecção de calçados, bem como analisar quais os principais problemas que estas variações podem causar no processo de confecção dos calçados, através dos resultados buscamos avaliar os impactos sofridos pela empresa em virtude da não padronização do material recebido, fundamentando, através de dados estatísticos, a importância do monitoramento de processo voltados para a qualidade dos produtos e inspeção de matéria prima em uma indústria de calçados na região Norte do Estado do Ceará.

2 GESTÃO DA QUALIDADE E CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

Esta seção apresenta os principais pontos de conhecimento teórico para que possa ser desenvolvida uma base que permita a aplicação da ferramenta de Controle Estatístico de Processo e a avaliação de seus resultados como a própria descrição da ferramenta, apresentando sua importância, assim como o processo de inspeção para manutenção da qualidade.

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE E CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

A gestão da qualidade vem, ao longo dos últimos séculos, superando vários desafios organizacionais com a evolução dos sistemas empresariais, adequando a gestão das empresas às necessidades dos clientes.

Na atualidade, tem como principal objetivo atender as necessidades do mercado identificando requisitos e expectativas, e incorporando-os ao ciclo do produto. Essa busca deve ser contínua, levando sempre a identificação de novos requisitos e necessidades, dentro de um ciclo de melhoria contínua de produtos e processos, que buscam oferecer maior valor ao mercado (CARPINETTI, 2016).

De acordo com Bonduelle (2013):

Assegurar a qualidade de um produto ou serviço, não é apenas realizar a inspeção final do mesmo, deve-se incentivar o controle de cada passo no processo, comparando continuamente os resultados com um padrão, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para variações significativas, o que visando eliminar ou controlar estas variações com o objetivo de reduzi-las cada vez mais para evitar custos desnecessários.

Com a evolução do conceito de qualidade, estamos na Era da Gestão Estratégica da Qualidade, onde não basta apenas garantir a qualidade, mas também, controlar e monitorá-la, mas também traçar estratégias de melhoria contínua aumentando seu desempenho interno e externo (ABRANTES, 2009).

Ou seja, garantir a qualidade de um produto ou serviço, não se limita apenas na realização de inspeção final do produto, deve-se incentivar o controle de cada etapa no processo de produção, evitando, assim, que itens com falhas continuem no processo gerando custos de má qualidade.

Com o intuito de melhorar a eficácia do controle dos processos se faz necessário a utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP) (ABRANTES, 2009; MARTINS; LAUGENI, 2006; MONTGOMERY, 2016; SLACK, 2015).

O CEP é composto por uma poderosa coleção de ferramentas de resolução de problemas, úteis na obtenção da estabilidade do processo e na melhoria da capacidade por meio da redução da variabilidade (MONTGOMERY, 2016). Assim, ele apresenta-se como uma metodologia baseada em técnicas estatísticas que auxilia a engenharia de produção no gerenciamento de processos produtivos, contribuindo desse modo, com a melhoria contínua e com o aumento dos níveis de qualidade atribuídos aos itens produzidos.

Montgomery (2016), grande estudioso dessa ferramenta, apresenta que o CEP é uma das maiores contribuições tecnológicas e metodológicas do Século XX, quando se fala em controles estatísticos, uma vez que, se baseia em sólidos princípios, sendo de fácil uso, com impacto significativo, podendo ser aplicado em qualquer processo (MONTGOMERY, 2016; NASCIMENTO et al, 2018).

O CEP ainda permite identificar e na priorizar as causas de variação da qualidade, ou seja, a separar entre as poucas causas especiais (ou vitais) e as muitas naturais (ou triviais), assim como permite controlar ou eliminar ou reduzir as causas fundamentais das não conformidades (TOLEDO, 2017). Portanto, pode-se entender como principal objetivo do CEP a eliminação de variabilidades no processo.

Para Montgomery (2016), as causas das variações que ocorrem em um processo de produção podem ser divididas em duas partes: causa comum ou aleatória e causa assinalável ou especial, onde as causas comuns ou aleatórias são variações que atuam de forma aleatória no processo, representando o seu padrão natural, já as causas assinaláveis ou especiais são causas de maiores proporções, são consideradas falhas de operação e provocam alterações na qualidade do produto final, sendo representadas fora do padrão preestabelecido, tais alterações ficam visíveis nos gráficos de controle.

A análise e controle dessas variabilidades podem ser feitas através de Gráficos de Controle ou Cartas de Controle, dependendo do tipo de variável a ser analisada, caso seja contínua ou discreta, assim como univariado ou multivariado.

O gráfico de controle consiste na plotagem de três linhas, que representam os limites de controle, um superior e outro inferior, e uma linha no meio que é a média da variável, tradicionalmente, as linhas de controle ficam numa distância de (3σ) da média ou da maioria do processo (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Esses limites de controle são escolhidos de modo que, se o processo está sob controle, praticamente todos os pontos amostrais estarão entre eles. Contudo, que os pontos estejam ente os limites de controle, o processo é considerado sob controle, e não é necessária nenhuma ação. No entanto, um ponto que caia fora dos limites de controle é interpretado como evidência de que o processo está fora de controle, e investigação e ações corretivas são necessárias para se encontrar e eliminar a causa ou causas atribuíveis responsáveis por esse comportamento. (MONTGOMERY, 2016).

É importante a análise dos gráficos para que se possa traçar estratégias de melhorias dos processos avaliados, permitindo a melhoria do desempenho fabril e da competitividade de seus produtos/serviços.

2.2 A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA QUALIDADE DA MATÉRIA PRIMA

A qualidade é sem dúvidas um dos pontos mais importantes do produto, que para uma empresa a qualidade do produto pode se tornar uma “arma” competitiva, tornando-o um fator indispensável para sua sobrevivência. Portanto, o controle da qualidade da matéria prima se torna algo muito fundamental em uma gestão de qualidade (CARVALHO; PALADINI, 2012; CARPINETTI, 2016).

O investimento na qualidade da matéria-prima, é primordial para evitar impactos negativos no processo produtivo, caso contrário, se não houver uma inspeção na qualidade, somente será detectado desconformidade ao final do processo de produção, podendo gerar uma perda financeira significativa, portanto um bom investimento em uma inspeção de qualidade na matéria-prima irá sair bem mais barato do que uma perda financeira causada por desperdício de não qualidade (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Quando um determinado produto chega ao fim de seu processo produtivo, e nele é detectada uma não conformidade que veio desde a matéria prima, isso irá acarretar em um grande prejuízo, pois uma vez que o produto passou por toda a linha de produção, ocupando máquinas, colaboradores, usou vários outros componentes, envolvendo tudo e todos naquele processo de produção para fabricar um produto não conforme, isso mostrará o quão é importante à inspeção de qualidade da matéria prima (CARPINETTI, 2016).

Segundo Dias (2010, p. 17), “a qualidade de um produto se define através da comparação de suas características com os desejos do consumidor, ou com as normas e especificações de fabricação”.

Existem algumas definições de qualidade que uma empresa deve adotar para manter a sua competitividade no mercado, para que um produto alcance um determinado nível de qualidade, onde Martins e Laugeni (2006, p. 47) cita algumas definições de qualidade relevantes como:

- Definição focada no produto: A qualidade é constituída de variáveis e atributos que podem ser medidos e controlados, ou seja, os produtos de uma mesma família têm que apresentar as mesmas características, não podendo haver diferenciação entre eles.
- Definição focada na fabricação: Qualidade é a adequação às normas e especificações. Todos os processos apresentam procedimentos que precisam ser seguidos para manter a qualidade do produto, portanto todos os padrões e normas deverão ser mantidos.

É fundamental que uma organização tenha como base esses tipos de definições de qualidade, como também, alguns elementos da qualidade devem ser adotados para que o produto e a empresa se tornem cada vez mais competitiva. Segundo Martins e Laugeni (2006), a qualidade de um produto deve apresentar oito elementos, alguns deles são:

- Confiabilidade: Confiabilidade é a probabilidade de o produto não apresentar falhas durante um determinado período de tempo. Por exemplo, um produto que oferece garantia de 2 (dois) anos, durante este período não poderá apresentar falhas, pois perderá sua confiabilidade.
- Conformidade: É a adequação às normas e especificações definidas na elaboração do projeto. É medida pela quantidade de defeitos que o processo de produção apresenta.

Com base nas definições, a qualidade de um produto é essencial para a sua sobrevivência, e até mesmo, para a sobrevivência de uma empresa no mercado, porque a redução do desperdício de não qualidade dos insumos, não visa somente à melhoria da qualidade do produto, como também incentiva a redução do custo de produção, uma vez que não há necessidade de esperar até o final do processo produtivo para detectar uma não conformidade, e com isso pode-se ter um aumento no lucro ou uma baixa no preço de venda.

Portanto, quando não há uma inspeção na qualidade da matéria prima, a empresa estará correndo grandes riscos financeiros, reduzir o seu CVP – Ciclo de Vida do Produto no mercado, ou até mesmo, podendo desvalorizar sua marca deixando-a menos competitiva, isso se tornará um grande problema (CARPINETTI, 2016).

De acordo com Chiavenato (1991, p. 22):

“a qualidade é, após ter traçado uma meta, seguir mantendo seus produtos sempre que possível naquele patamar, isso garantiria a sustentabilidade do produto no mercado, quando essas diretrizes não estão bem-feitas o produto se torna ambíguo e rejeitado e a aceitação do produto passa a ser discutível”.

Sabendo que o mercado está sempre mais competitivo, onde as empresas estão gradualmente procurando oferecer produtos de alta qualidade para seus clientes e sempre visando os menores custos, para assim satisfazer às necessidades de ambas as partes, a inspeção do controle de qualidade da matéria prima se torna cada vez mais inquestionável em uma gestão de qualidade (TOLEDO, 2017).

E nessa competitividade no mercado se dá devido ao fato dos consumidores estarem muito mais minuciosos quando se fala em qualidade gerando, conseqüentemente, uma grande corrida na busca pela excelência da qualidade (CARPINETTI, 2016; TOLEDO, 2017).

3 METODOLOGIA

Com base em Gil (2010), este estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada de caráter exploratório-descritivo, com abordagem quantitativa, tendo como procedimento metodológico o estudo de caso em uma indústria do segmento calçadista da região norte do Estado do Ceará.

Para alcançar os objetivos traçados, efetuou-se visitas técnicas com o objetivo de conhecer a realidade da empresa, seus processos e enxergar a oportunidade de melhoria com base no CEP.

Com base na análise do processo de inspeção de matéria-prima, foram coletadas amostras de Coverline Chicago 6,00mm seguindo os padrões fornecidos pela empresa calçadista.

A coleta dos dados foi feita em vinte dias, na sequência de produção, começando logo após o início de chegada de material e inspeção do mesmo. O material avaliado é medido por um especímetro (Figura 1 e 2) que serve para medir a espessura através de sua estrutura que possui na sua base uma escala de medida em milímetros e na outra extremidade uma pinça que serve para medir o material em sua largura.

Figura 1 - Especímetro utilizado para medição de espessura



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 2 - Modo de utilização do especímetro para fazer a medição.

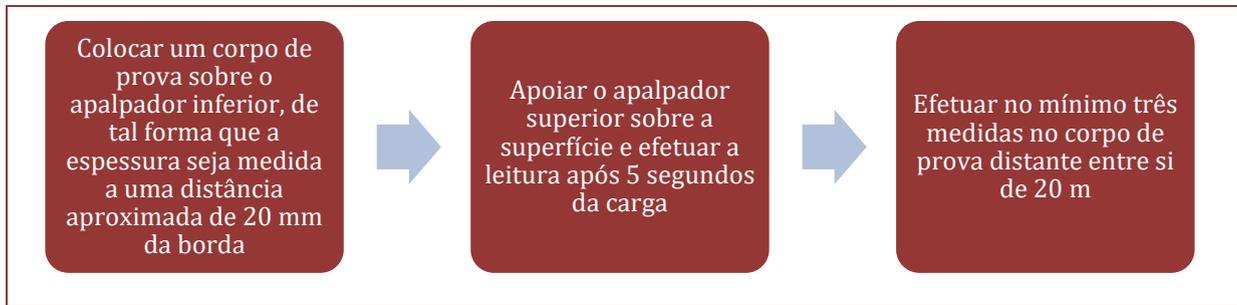


Fonte: Autoria própria (2018).

Os objetivos do método de ensaio para determinação da espessura de laminados, sintéticos compactos ou expandidos, por meio de medições, foram determinados de acordo com a norma da ABNT, a NBR 14.099/2016, que fala sobre a determinação de espessura na construção superior de calçados, laminados sintéticos. Esta norma é aplicável à todos os laminados utilizados nas indústrias calçadistas, como coverline, expandidos, expanflex, matéria tecido, EVA, espuma e matérias com mais de uma camada.

Os equipamentos utilizados podem ser todo aparelho que meça a espessura entre dois planos e que possuam apalpadores circulares paralelos e com divisão de escala de 0,01mm. Pressão da mola de 0,05 N/mm². As inspeções seguem os seguintes procedimentos, esquematizados na Figura 3:

Figura 3 – Esquema dos procedimentos para inspeção do material



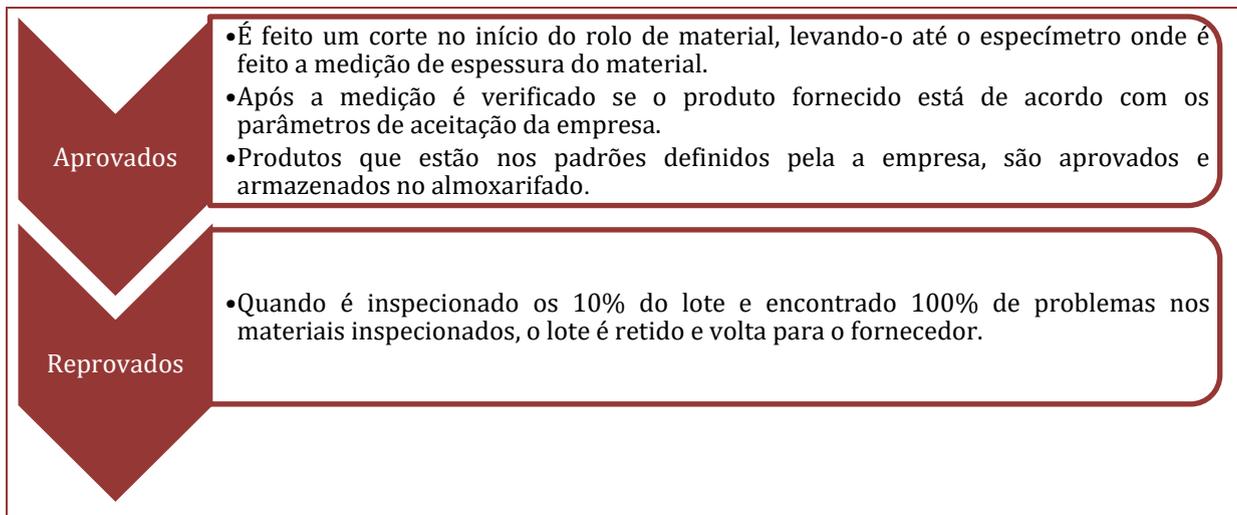
Para medição da espessura do material, o corpo de prova deve ser isento de defeitos ou dobras e preferencialmente plano. Além disso, a quantidade de medições deve ser feita conforme plano de amostragem do material.

Materiais com uma camada plástica predominantemente compacta utilizam-se apalpadores com diâmetro de 10 ± 1 mm. Para matérias com uma estrutura plástica predominante celular (expandido) utilizam-se apalpadores com diâmetro de $25,6 \pm 1$ mm ou apalpadores de 30 ± 1 .

Dessa forma, as medições devem ser anotadas no roteiro de inspeção, exame de espessura, conforme plano de inspeção. Em seguida, a aprovação, reprovação ou liberação condicional do lote inspecionado será feita através da análise no sistema da qualidade mediante comparação dos valores de referência e NQA (Nível de Qualidade Aceitável) do material.

Quanto aos procedimentos de aprovação ou reprovação do material, 10% de cada lote de material deve ser inspecionado para que o mesmo possa ser aprovado ou reprovado. Os lotes são inspecionados de acordo com a identificação dos rolos, na sequência conforme informado no romaneio (documento com todos os dados do lote), quantidade, valor, número de rolos, metros, etc.

Figura 4 – Procedimentos para aprovação ou reprovação do material



Fonte: Elaboração própria (2018), com base nas especificações da empresa e da NBR 14.099/2016.

Para a construção dos gráficos de controle das médias e amplitudes do processo produtivo da empresa foi necessário o cálculo dos limites de controle, para isto foram utilizadas as equações abaixo:

Dados para o gráfico de Média

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 * R \quad \text{eq. (1)}$$

$$LM = \bar{\bar{X}} \quad \text{eq. (2)}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 * R \quad \text{eq. (3)}$$

Dados para o Gráfico de Amplitude

$$LSC = D_4 * \bar{R} \quad \text{eq. (4)}$$

$$LM = \bar{R} \quad \text{eq. (5)}$$

$$LIC = D_3 * \bar{R} \quad \text{eq. (6)}$$

Onde:

$\bar{\bar{X}}$ é a média global dos itens inspecionados

A2, D3 e D4 são constantes (Montgomery, 2016 - Apêndice VI, p. 489)

\bar{R} é a amplitude média

LSC é a Linha Superior de Controle

LIC é a Linha Inferior de Controle

LM é a Linha Média

Após a coleta dos dados, foram definidos os limites de controle para avaliação da situação atual e análise de possíveis melhorias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para definir as variações do processo que chamamos de causas comuns e causas especiais, e detectar as especiais, foi desenvolvida uma ferramenta que, desde então, denominamos Gráficos de Controle.

Foram inspecionados 5 itens em 10 amostras durante o período de coleta de dados para esta pesquisa, conforme ilustrado na Tabela 1, onde Xi representa cada elemento inspecionado.

Tabela 1 – Dados dos itens inspecionados e cálculo da média e amplitude

AMOSTRA	X1	X2	X3	X4	X5	R	\bar{X}
1	5,85	6,7	5,9	6,5	5,85	0,85	6,16
2	5,9	6,1	5,9	5,95	6,05	0,20	5,98
3	6,05	6,1	6	5,85	5,9	0,25	5,98
4	6,1	5,75	5,9	6,4	5,7	0,70	5,97
5	6	5,78	6,54	5,8	7	1,22	6,22
6	5,9	6,1	5,9	5,95	6,05	0,20	5,98
7	5,85	5,78	6,54	5,8	6,45	0,76	6,08
8	6,05	6,1	6	5,85	5,9	0,25	5,98
9	5,9	6,4	5,7	5,85	6,7	1,00	6,11
10	6,05	6,1	6	5,85	5,9	0,25	5,98

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com posse dos dados obtidos e relacionados na Tabela 1, estabelecemos, com base nas Equações 1 a 6, os Gráficos de Controle de Média e Amplitude, conforme relacionado e discriminado na Tabela 2.

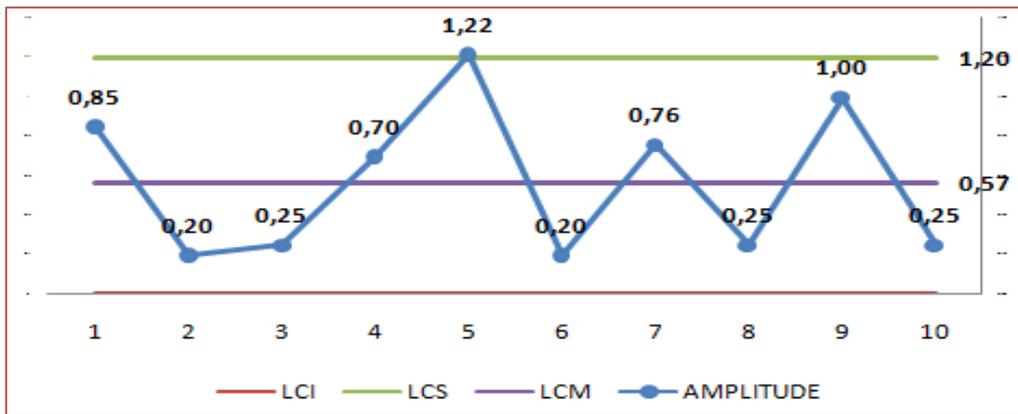
Tabela 2 – Dados para definição dos Gráficos de Controle de Amplitude

	GRÁFICO DE AMPLITUDE	GRÁFICO DE MÉDIA
LSC	1,20	5,72
LM	0,57	6,04
LIC	0	6,37

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os valores dispostos na Tabela 2 são entradas para estabelecer os Gráficos de Controle de Média e Amplitude, conforme apresentado nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 – Gráfico de Controle de Amplitude



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os gráficos de controle fornecem assim uma regra de decisão muito simples: pontos dispostos fora dos limites de controle indicam que o processo está “fora de controle e é preciso rever o processo ou o produto”. Se todos os pontos dispostos estão dentro dos limites e dispostos de forma aleatória, consideramos que “não existem evidências de que o processo esteja fora de controle”. Percebe-se, assim, que a amostra 5 está fora dos limites de controle no gráfico de Amplitude.

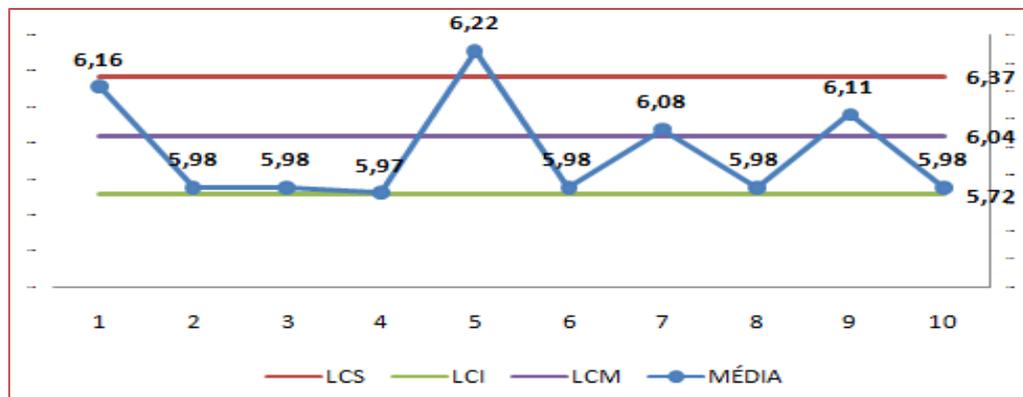


Gráfico 2 – Gráfico de Controle de Média

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Analisando os gráficos 1 e 2, é perceptível que apenas um ponto ficou fora do range de aceitação da empresa. Assim, ao melhorar o processo através dos dados coletados e as tomadas de ações baseadas nos mesmo, e compreensível que haja um aumento na porcentagem de produtos capazes de satisfazer aos requisitos do cliente, uma diminuição do retrabalho e sucata, diminuindo, conseqüentemente, os custos de

fabricação, aumenta a probabilidade geral de produtos aceitáveis, e são visíveis às informações para melhoria do processo.

Dessa forma, este ponto pode ser investigado à fundo para identificar as causas que influenciaram nessa variabilidade, sendo possível, após, controlar a avaliar o processo novamente em um ciclo de melhoria contínua.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho nos remete a importância que a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP), tem para as empresas como melhora o desempenho da mesma em relação à qualidade dos seus produtos seguindo os requisitos dos clientes, visto que a indústria calçadista tem uma larga escala de produção o seu monitoramento é necessário ser com maior frequência e com maior rigorosidade.

Dessa forma, este artigo atende aos seus objetivos de identificar as variações da matéria prima fornecido para a confecção de calçados e analisar o processo, se está sob controle ou não.

Nos gráficos vimos que um dos pontos está acima do limite de controle superior, esse ponto pode causar problemas no processo, como perdas no momento do processamento do material devido estar com uma espessura maior que o padrão definido, portanto é necessário trabalhar em cima desse ponto para que se possa controlar o processo.

Entretanto ao se controlar um processo, foca-se na qualidade do produto, pois um processo controlado pode significar um produto que se tem certa qualidade e que está seguindo perfeitamente as especificações que o produto precisa.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRANTES, José, 1951. Gestão da Qualidade. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- [2] CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro; Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- [3] CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco: Gestão da qualidade: teoria e casos. 3. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- [4] CHIAVENATO, Idalberto. Iniciação à administração de materiais. São Paulo Makron, McGraw-hill,1991.
- [5] DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 6.ed. São Paulo : Atlas, 2010.
- [6] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5 ed.- São Paulo: Atlas, 2010
- [7] MARTINS, Petrônio.G; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [8] MONTGOMERY, Douglas C.; Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. Tradução e revisão técnica: FARIAS, Ana Maria Lima de; FLORES, Vera Regina Lima de Farias e. 7. ed. -Rio de Janeiro: LTC 2016.
- [9] NASCIMENTO, Tamires Daniele Santos do et al. Controle estatístico do processo aplicado a uma empresa de confecções de pequeno porte: estudo de caso. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 38. ENEGEP, 2018.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.099: Construção superior do calçado — Laminados sintéticos — Determinação da espessura. Rio de Janeiro, 2016.
- [11] PIMENTEL, L. C. S. Aplicação de ferramentas da qualidade para o controle e melhoria da taxa de paradas no processo de laminação. 2016. 48f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/173/1/MONOGRAFIA_Aplica%C3%A7%C3%A3oFerramentasQualidade.pdf. Acesso em: 25 de outubro de 2018.
- [12] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 5 ed. São Paulo: Atlas. 2015.
- [13] SOARES, Adolfo Rebouças et al. Aplicação do controle estatístico de processos no controle de fluxo de pagamentos de notas fiscais de um hospital de referência da cidade do natal/RN. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 38. ENEGEP, 2018.
- [14] TOLEDO, José Carlos de, et.al. Qualidade: gestão e métodos. – Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- [15] VIEIRA, Thaine Quitanilha Fernandes; DE OLIVEIRA, Yumi Ribeiro. Aplicabilidade do CEP na avaliação do desempenho de processo em uma indústria de beneficiamento de feijão do vale do aço. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 37. ENEGEP, 2017.



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7042-211-8



9 788570 422118