



# GESTÃO DA PRODUÇÃO EM FOCO

36



Editora Poisson

Editora Poisson

# Gestão da Produção em Foco Volume 36

1ª Edição

Belo Horizonte  
Poisson  
2019

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

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

Ms. Davilson Eduardo Andrade

MS. Fabiane dos Santos Toledo

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 36/  
Organização Editora Poisson - Belo  
Horizonte - MG: Poisson, 2019  
225p**

**Formato: PDF**

**ISBN:** 978-85-7042-071-8

**DOI:** 10.5935/978-85-7042-071-8

**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](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Aplicação de modelagem e simulação em Instituição Pública Federal no estado do Rio Grande do Norte ..... 7

*Wilkson Ricardo Silva Castro, Eric Lucas dos Santos Cabral, Laíssa Nogueira Rêgo, Cláudia Aparecida Cavalheiro Francisco, Ricardo Pires de Souza*

**Capítulo 2:** Aplicação do FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) em um comedouro automático para pets..... 19

*Thaís Carvalho dos Santos, Ester Ferraz Andrade, Sarah Aparecida da Cunha Valentin Cerqueira, Everton Costa Santos*

**Capítulo 3:** Engenharia do produto: Proposta de projeto em cadeiras de praia para deficientes físicos..... 28

*Daniele dos Reis Pereira, Rafael da Silva Pereira, Vitor Hugo dos Santos Filho, Ana Caroline Baú*

**Capítulo 4:** Boas práticas da Engenharia de Produção aplicadas a um laboratório: Um estudo de caso na cidade de Campina Grande - PB..... 42

*Arthur Arcelino de Brito, Paulo Ellery Alves de Oliveira, Nathaly Silva de Santana, Alessandro Jackson Teixeira de Lima, Mariana Simião Brasil de Oliveira, Rafael de Azevedo Palhares*

**Capítulo 5:** Análise do sistema produtivo de uma facção de costura: Estudo de caso 52

*Rafael de Azevedo Palhares, Izaac Paulo Costa Braga, Hálison Fernandes B. Dantas, Mariana Simião Brasil de Oliveira, Arthur Arcelino de Brito*

**Capítulo 6:** Análise do processo produtivo e propostas de melhoria em uma indústria de beneficiamento de camarão ..... 64

*Rafael de Azevedo Palhares, Rogério da Fonseca Cavalcante, Natália Veloso Caldas de Vasconcelos, Paulo Ricardo Fernandes de Lima, Daiane de Oliveira Costa, Mateus Porfírio de Moura Castro*

**Capítulo 7:** Implementação do conceito de arranjo físico na área de embalagem manual mediante performance baseada na metodologia de cronoanálise..... 73

*Bruno Rodrigues de Castro Gonçalves, Fábio Bazani Boechat, Juliana Cruz da Silva, Marcos Paulo Moreira da Cruz*

**Capítulo 8:** Elaboração de Modelo Conceitual Fabricação de Sorvetes ..... 85

*Ana Rita S. Caetano, Silvane Aguiar Pará Batista*

# SUMÁRIO

**Capítulo 9:** Implantação de manutenção preventiva periódica em uma média empresa têxtil do sudoeste mineiro ..... 94

*Thales Volpe Rodrigues, Lucas Marcos Silva Queiroz, Lo-Ruana Karen Amorim Freire Sanjulião, Carlos Henrique Fernandes, Adna Amorim dos Santos, Maria José Reis*

**Capítulo 10:** A estratégia de produção como ferramenta para o alcance de diferencial competitivo em um comércio de pesca na cidade de Dourados..... 103

*Leticia França Palata, Liliana Tieri Kimura Toda, João Lucas Tanaka, Larissa Tiemi de Souza Tsukagoshi, Fabiana Raupp*

**Capítulo 11:** Revisão de literatura: RFID e suas aplicações na cadeia de suprimento hospitalar ..... 110

*Felix Amancio de Sousa Junior, Amarildo Pereira dos Santos, Flávio Alves de Moura Junior, Gerson Fernandes Rocha*

**Capítulo 12:** Impactos da Manufatura Aditiva na Cadeia de Suprimentos..... 120

*Andrey Sartori, Ricardo Augusto Cassel*

**Capítulo 13:** Análise da gestão de estoques em uma indústria de móveis – Um estudo de caso ..... 134

*Mario Fernando Mello, Mateus de Camargo, Natália Pedroso Serpa, Henrique Zago Cervo*

**Capítulo 14:** Avaliação da implantação de ações para aprimoramento da Gestão de Estoque em uma indústria alimentícia..... 146

*Samanta Faria Alves da Silva, Lo-Ruana Karen Amorim Freire Sanjulião, Vitor Hugo dos Santos Filho, Maria José Reis, Luciana Resende da Silva, Vânia de Oliveira Borges*

**Capítulo 15:** Problema de alocação de convidados de acordo com suas preferências ..... 155

*Thamires Rabelo da Costa, Ieda Pereira Rodrigues Evangelista*

**Capítulo 16:** O Nível da equipe de P&D como fator influenciador no grau de complexidade tecnológica atribuído às subsidiárias de multinacionais no Brasil..... 166

*Roberto Costa Moraes*

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 17:</b> Análise de Ruído decorrente do funcionamento de um motocultivador .....	176
---	-----

*Amanda Lima de Campos, Alana Indah Boaventura, João Eduardo Guarnetti dos Santos*

<b>Capítulo 18:</b> Uma abordagem teórica dos riscos ocupacionais na prática da demolição na construção civil.....	187
--	-----

*Vanessa Kelly Freitas de Arruda, Emerson Barbosa dos Anjos, Livia Carina Abilio de Souza Silva, Rachel Morais de Oliveira, Eliane Maria Gorga Lago*

<b>Capítulo 19:</b> Riscos associados aos mobiliários urbanos: uma revisão sistemática PRISMA.....	196
--	-----

*Béda Barkokébas Junior, Bianca M. Vasconcelos, Dayvson Carlos Batista de Almeida*

<b>Capítulo 20:</b> Análise ergonômica em um setor de uma repartição pública no município de Campos dos Goytacazes - RJ.....	204
--	-----

*Carolina Pio de França, Letícia Manhães dos Santos, Alzeleni Pio da Silva Tavares Corrêa, Aldo Shimoya, Fábio Freitas da Silva, Francisco de Assis Leo Machado*

<b>Autores:</b> .....	214
-----------------------	-----

# Capítulo 1

## *Aplicação de modelagem e simulação em Instituição Pública Federal no estado do Rio Grande do Norte*

*Wilkson Ricardo Silva Castro*

*Eric Lucas dos Santos Cabral*

*Laíssa Nogueira Rêgo*

*Cláudia Aparecida Cavalheiro Francisco*

*Ricardo Pires de Souza*

**Resumo:** Organizações sejam elas privadas ou públicas buscam cada vez mais a otimização de suas atividades, processos e operações, tanto na área de prestação de serviços quanto na fabricação de bens de consumo. Alguns dos fatores almejados por essas organizações são o aumento da eficiência, minimização de custos e elevação dos níveis de satisfação de seus clientes. Esses pontos exercem influência direta na capacidade de competir e na qualidade proporcionada pelas empresas. Com isso, o presente artigo realiza a aplicação do software de simulação FlexSim em serviços de atendimento em um órgão público Federal localizado no Rio Grande do Norte, com o objetivo de apresentar proposições de ações de melhoria para solucionar problemas existentes, auxiliar na tomada de decisões e aumentar a eficiência das atividades executadas no setor de atendimento de perícias médicas. Após a simulação de cenários alternativos constatou-se a possibilidade de redução do tempo médio de espera nas filas em até 66,6%, além disso, também foi alcançado maior desempenho na utilização dos recursos disponíveis.

**Palavras-chave:** Simulação, Modelagem, Tomada de Decisões, serviço público, Teoria das Filas.

## 1. INTRODUÇÃO

A Teoria das Filas é tipificada como um ramo da Pesquisa Operacional que estuda os processos formadores de filas, através da modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera. A partir da modelagem conceitual de um sistema real é possível utilizá-la para simular o mesmo, atividade que é normalmente realizada com a ajuda de algum software computacional (FOGLIATTI; MATTOS, 2007).

Segundo Fraga (2012), as filas podem causar perda de produtividade de um sistema, gerando custos extras relacionados, por exemplo, a desperdício de tempo ou perda da qualidade de serviço. O tempo de permanência nas filas está relacionado diretamente com a eficiência de um sistema.

Segundo Resende et al. (2013), a simulação computacional tem por objetivo, usualmente, avaliar o desempenho de um modelo de sistema através do software, quando na impossibilidade de fazer o mesmo em um sistema real. Obtém-se assim dados bastante precisos sobre o comportamento do sistema real.

Para Wachholz (2013), entre os fatores positivos da simulação cita-se sua facilidade de aplicação, semelhança do sistema simulado com o real, facilidade para se detectar gargalos, estimar o desempenho do sistema dado quaisquer mudanças e controle sobre as variáveis que se pretende analisar. Além disso podem ser citados o baixo custo e a possibilidade de rodar o modelo por longos períodos de tempo.

O modelo de filas, em geral, tem características estocásticas. Sobretudo, a extensão da espera e da taxa de serviço entre chegadas de clientes consecutivos não são precisamente especificados e compreendidos a partir de alguma distribuição de probabilidade. Em vez disso, o modelo de fila replica os detalhes em quase todas as funções, quando a revisão ou demanda volumosa ocorre em redes de comunicação que levam a congestionamento (KUMAR; SHARMA; SINGH, 2017).

Essas técnicas podem ser aplicadas na indústria junto aos processos de fabricação de bens de consumo com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir custos e, de modo geral, aumentar a eficiência dos processos produtivos. Da mesma forma, as técnicas também podem ser aplicadas em organizações prestadoras de serviços, com o propósito de elevar o nível de serviço prestado aos clientes.

Neste contexto, o presente trabalho fornece um estudo aplicado em processos desenvolvidos em um órgão público do Rio Grande do Norte. Com isso, a problemática da pesquisa se delinea ponderando de que forma as contribuições da simulação de sistemas podem ser aplicadas dentro de organizações públicas para auxiliar na tomada de decisões.

Neste sentido, o objetivo desse trabalho é apresentar proposições de ações de melhoria como resultado da aplicação de simulação de sistemas em operações realizados no setor de perícias médicas de um órgão público do Rio Grande do Norte localizado na cidade de Natal, a fim de proporcionar a solução de problemas existentes, auxiliar na tomada de decisões e aumentar a eficiência de atividades.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. TEORIA DAS FILAS

A teoria das filas, segundo Cooper (1981), é um termo frequentemente utilizado para descrever uma teoria matemática mais especializada em filas de espera. Para Fogliatti e Mattos (2007), a teoria das filas constitui-se na realização de uma modelagem analítica de processos ou sistemas que apresentam filas resultando em tempo de espera. Ratificando essa afirmação Belusso et al. (2016) define a teoria das filas como um método analítico que faz uso de equações matemáticas para compreender problemas existentes em sistemas. Para os mesmos autores o objetivo dessa teoria é obter e avaliar medidas de desempenho que demonstram a produtividade e questões operacionais do processo ou sistema. Com isso, essas medidas também podem ser entendidas como indicadores, como por exemplo: o tempo médio de espera em fila, número de entidades na fila e ociosidade das operações. Essas medidas de desempenho exercem um papel efetivo auxiliando os gestores na tomada de decisões.

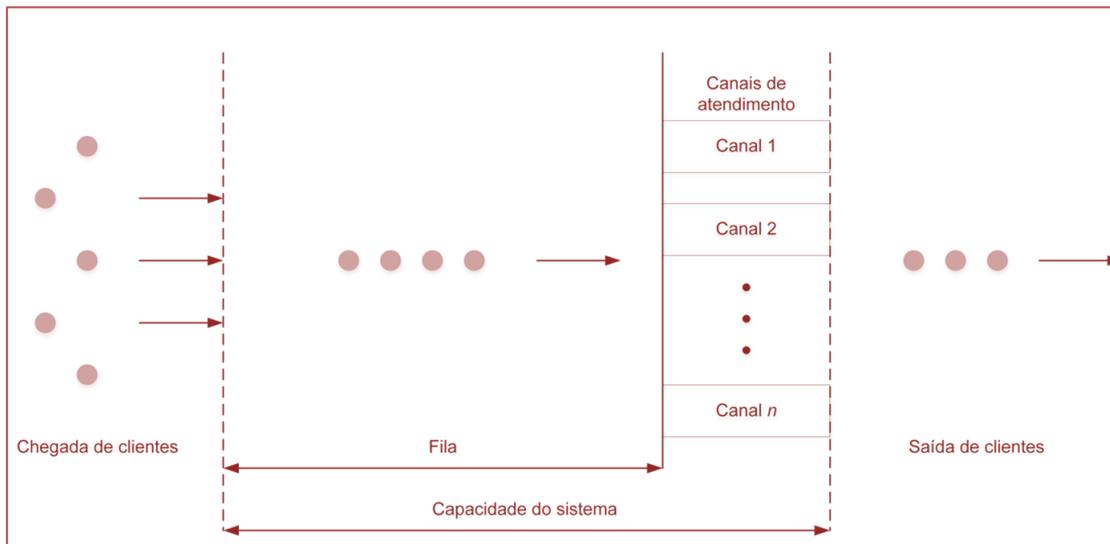
#### 2.1.1. SISTEMAS COM FILAS

A espera em um sistema ou processo, ou seja, o surgimento das filas ocorre devido ao fato de que, em dado momento, a demanda existente é maior que a capacidade de atendimento ou processamento dos recursos disponíveis, segundo Fogliatti e Mattos (2007) isso acontece em termos de fluxo.

Corroborando com essa definição Belusso et al. (2016) afirma que o sistema de filas funciona basicamente da seguinte forma: entidades (clientes, matéria-prima, produtos em processo e entre outros exemplos) de uma determinada população chegam ao longo do tempo em busca de uma operação, atividade, processo produtivo ou um serviço formando filas de espera e em determinado momento a entidade é atendida ou processada. Ao ser finalizado o processo produtivo ou serviço a entidade sai do sistema. Essa dinâmica de funcionamento é representada na Figura 1.

Com isso, de acordo com os autores Fogliatti e Mattos (2007), Cooper (1981), Belusso et al. (2016) e Terekhov, Down e Beck (2014), as características do sistema de filas são: o processo de chegada, o processo de atendimento ou processamento, capacidade do sistema de filas, os canais de atendimento ou processamento, a disciplina da fila e o tamanho da população.

Figura 1 - Sistema simples de filas.



Fonte: Adaptado de Fogliatti e Mattos (2007).

### 2.1.2. DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE

As distribuições de probabilidade, segundo Montgomery e Runger (2009), descrevem as probabilidades associadas aos possíveis valores que a variável aleatória  $X$  pode assumir. E essa descrição é estabelecida através de funções de probabilidade (variáveis aleatórias discretas) ou funções densidade de probabilidade (variáveis aleatórias contínuas). Deste modo, dados de variáveis aleatórias de um determinado processo, como por exemplo, o tempo entre as chegadas de pessoas em uma fila de banco ou o tempo de atendimento, podem ser coletados e utilizados para determinar distribuições de probabilidade, de modo que, o comportamento dessas variáveis seja descrito.

Com isso, as distribuições de probabilidade têm notória aplicação em teoria das filas que, de acordo com a afirmação de Kleinrock (1975) frequentemente é apontada como parte da teoria dos processos estocásticos aplicados. A Tabela 1 apresenta as principais aplicações de distribuições de probabilidade em teoria das filas.

Tabela 1 - Distribuições e suas principais aplicações em teoria das filas

Distribuição	Parâmetros	Melhor Aplicação
Poisson	Média	Chegada
Exponencial	Média	Chegada
Triangular	Min/Média/Máx	Atendimento (aproximação inicial)
Uniforme	Min/Média/Máx	Atendimento (aproximação inicial)
Normal	Média/Desvio	Atendimento (tempos de máquina)
Johnson	G,D,L,X	Atendimento
Log Neperiano	Média Logaritmica	Atendimento
Weibull	Beta, Alfa	Atendimento (tempo de vida de equipamento)
Discreta	PI, VI,...	Chegada/Atendimento
Contínua	PI, VI,...	Chegada/Atendimento
Erlang	Média/K	Atendimento
Gamma	Beta, Alfa	Atendimento (tempos de reparo)

Fonte: Adaptado de Prado (2010).

Devido à aplicabilidade das distribuições de probabilidade em teoria das filas é interessante destacar algumas sob os critérios de frequência com que são aplicadas e utilização nesse estudo.

A primeira distribuição posta em evidência é a Poisson que, segundo Bateman et al. (2013), está associada com taxas de chegadas, como mostra a Tabela 2. Ou seja, essa distribuição está relacionada com a descrição da probabilidade da ocorrência de um número finito de chegadas em determinado intervalo de tempo.

Tabela 2 - Distribuições e suas principais aplicações em teoria das filas

Função de Probabilidade de Poisson	$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$	x = variável aleatória; λ = Parâmetro média (λ > 0)
Função de densidade de distribuição exponencial	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	x = variável aleatória λ = Parâmetro média
Função densidade de probabilidade da distribuição Rayleigh	$f(x) = \frac{x}{\sigma^2} e^{-x^2/2\sigma^2}$	x ≥ 0

Fonte: Adaptado de Montgomery; Runger (2009); Hines et al.,(2013); Papoulis; Pillai (2002).

A distribuição exponencial ou exponencial negativa, de acordo com Bateman (2013) é bastante aplicada a sistemas de espera. Essa distribuição também está associada à descrição da probabilidade da variável tempo entre chegadas de clientes. Segundo Papoulis e Pillai (2002) a distribuição Rayleigh trata-se de um caso especial da distribuição Weibull que caso nesse apresenta os parâmetros  $\alpha = 1/\sigma^2$  e  $\beta = 2$ .

## 2.2. SIMULAÇÃO

A simulação é um processo de experimentação por meio do modelo de um sistema real para determinar e analisar a forma como esse sistema irá responder a mudanças realizadas em sua estrutura, ou seja, nas relações existentes entre as entidades (BATEMAN, 2013).

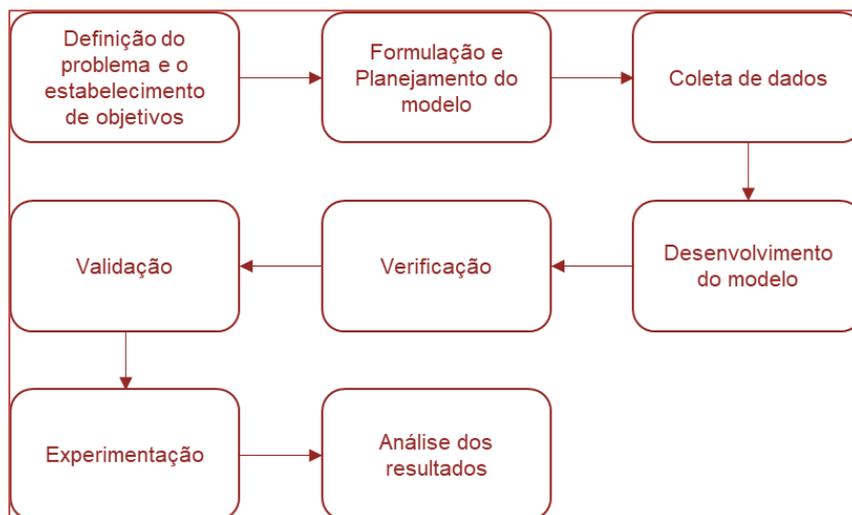
Neste sentido, Banks (1999) afirma que a simulação consiste na imitação de um sistema do mundo real ao longo do tempo, ela envolve a geração de uma história artificial do sistema e a sua observação para inferir sobre as características operacionais do sistema real que é representado. Além disso, Centeno (1996) acrescenta que a simulação é uma técnica e uma metodologia utilizada para descrever e construir teorias e hipóteses que expliquem o comportamento de um sistema observado; segundo o autor, essas teorias e hipóteses são usadas para prever comportamentos futuros e os efeitos de modificações que podem ser realizadas na simulação.

## 3. METODOLOGIA

No presente trabalho, a natureza da pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa aplicada com abordagem quantitativa. Quanto ao objetivo, a pesquisa pode ser classificada como descritiva e explicativa. No tocante ao método o estudo utilizou a modelagem e simulação de sistemas.

Para a realização do estudo a pesquisa teve seu desenvolvimento dividido em oito etapas como demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre estas etapas se destacam a formulação e planejamento do modelo, a validação e a verificação. De acordo com Bateman et al. (2013) a estruturação conceitual do modelo deve conter os eventos e elementos fundamentais, ou seja, a estrutura conceitual tem como função principal promover a compreensão do sistema estudado. Para Soares (1993) a etapa de verificação consiste em determinar se o modelo desenvolvido é executado (atividades, operações e processos) no computador como o esperado. Por fim, Bateman et al. (2013) afirma que a validação é um processo realizado para garantir que o modelo represente a operação do sistema real a ser estudado de tal forma que apresente a solução do problema estabelecido.

## 4. SETOR DE PERÍCIAS MÉDICAS

O setor de perícias médicas, ou simplesmente setor médico, efetua consultas médicas em algumas especialidades que dependem, obviamente, da situação clínica do paciente. Os peritos são responsáveis por gerar laudos técnicos requisitados para atestar o real estado clínico do paciente. Ao todo são 14

peritos diferentes que atendem ao longo da semana e o número de peritos que atendem por turno é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Número de peritos por turno

Número de Peritos					
Turno	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Manhã	3	3	2	3	2
Tarde	2	0	1	3	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

O local destinado ao setor médico na Instituição pública possui uma sala de recepção, duas salas de espera e três consultórios. Na recepção é realizado uma espécie de check-in do paciente, ou seja, é registrado apenas o horário em que o paciente chegou, pois, os atendimentos são feitos por ordem de chegada (FIFO). A cada perito é estabelecido um número máximo de atendimentos demonstrado na Tabela 4, com o propósito de evitar uma sobrecarga dos médicos.

Tabela 4 - Número de atendimentos por perito

Número de Atendimentos por Perito						
Turno	Sala	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Manhã	Sala 1	10	15	10	10	15
	Sala 2	10	10	10	10	15
	Sala 3	10	10		10	
Tarde	Sala 1	7		10	10	10
	Sala 2	10			7	15
	Sala 3				10	

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5. COLETA DOS DADOS, ANÁLISE ESTATÍSTICA E VALIDAÇÃO DO MODELO

### 5.1. FICHAS PARA COLETA DE DADOS

A partir das observações e entrevistas no setor já destacado foram especificados os dados necessários para a construção do modelo de simulação. Conhecidas essas necessidades foi estruturada ficha para registro dos dados. Nessa ficha foram registrados o momento de chegada, de início do atendimento e de fim do atendimento, pois são dados cruciais na representação de sistemas em modelos de simulação. A Figura 3 retrata a ficha para registro de dados do setor de perícias médicas.

Figura 3 – Ficha de registro de dados

Registro dos Tempos								
Médico Perito	Paciente	Hora de chegada	Hora de início do atendimento	Hora de saída do atendimento	Data	Dia	Nº Médicos Peritos	Nº Acompanhantes

Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste caso, foram coletados 167 dados de tempo. Vale ressaltar que os nomes dos médicos peritos e dos pacientes foram coletados apenas para controle dos tempos e essas informações não foram repassadas e nem divulgadas.

## 5.2. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DADOS, DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE UTILIZADAS E A VALIDAÇÃO DO MODELO

De posse dos dados coletados do setor, deu-se início a etapa de tratamento estatístico desses dados. Primeiro foi verificada a presença de outliers com o método box-plot ou diagrama de caixas.

Após a retirada dos outliers os dados foram analisados utilizando uma extensão do software de simulação FlexSim chamada de ExpertFit. Essa ferramenta auxilia no tratamento dos dados fornecendo a estatística descritiva e as distribuições que melhor se ajustam a eles.

Para representar os sistemas nos modelos de simulação propostos neste trabalho foi preciso estabelecer seu comportamento através de distribuições de probabilidade. Com isso, foi realizado o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov. Esse teste caracteriza-se por ser mais específico para análises de distribuições contínuas e por não necessitar criar intervalos com os dados observados, como realizado no teste Qui-Quadrado. Ao aplicar o teste Kolmogorov-Smirnov aos dados de tempo de intervalo de chegada do setor, rejeitou-se a hipótese de aderência, como constatado na Figura 4.

Figura 4 – Teste de aderência (Intervalo de chegada perícia médica).

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Beta					
Sample size	141				
Normal test statistic	0.37776				
Modified test statistic	4.48563				
Note:	No critical values exist for this special case. The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.				
Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
141	1.126	1.211	1.343	1.464	1.610
Reject?	Yes				

Fonte: ExpertFit.

Devido à inexistência de ajuste desses dados com as distribuições de probabilidade teóricas o próprio software indicou a necessidade de utilização de uma distribuição empírica que foi fornecida pelo ExpertFit.

Em relação aos dados de tempo de atendimento do setor de perícias, esses apresentaram um excelente ajuste com a distribuição Rayleigh, como ilustrado na Figura 5. De modo que, não se deve rejeitar a hipótese de que os dados coletados se ajustam a distribuição padrão proposta.

Figura 5 – Teste de aderência (tempo de atendimento da perícia médica).

Kolmogorov-Smirnov Test with Model 1 - Rayleigh(E)					
Sample size	159				
Normal test statistic	0.05785				
Modified test statistic	0.72949				
Note:	No critical values exist for this special case. The following critical values are for the case where all parameters are known, and are conservative.				
Sample Size	Critical Values for Level of Significance (alpha)				
	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010
159	1.127	1.212	1.344	1.465	1.612
Reject?	No				

Fonte: ExpertFit.

Após a definição das distribuições a serem utilizadas, a fim de alcançar simulações representativas e com um nível de significância desejado de 0,05 executou-se o cálculo do número de replicações necessárias ao modelo. Inicialmente foi calculada a precisão  $h$  de uma amostra piloto com 10 replicações. A Equação 1, proposta por Law e Kelton (2000), exige a observação de uma variável aleatória qualquer. Para isso foi utilizado a variável number out de clientes atendidos por dia.

$$h = t_{1-\frac{\sigma}{2}, n-1} * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (\text{Equação 1 - Precisão } h)$$

$t$  = distribuição t para  $1-\sigma/2$  com  $n-1$  graus de liberdade, nesse caso para 0,05  $t$  é igual a 2,26;

$s$  = desvio padrão das médias das replicações;

$n$  = número de observações da amostra.

Ao fim das dez replicações obteve-se uma média do number out igual a 779,8 com valor mínimo e máximo de respectivamente [766,0 - 811,0] e um desvio padrão  $s = 14,0$ , desse modo, aplicando a Equação 1 foi encontrada uma precisão  $h=10$ . Esse valor representa menos de 2% da média do number out, sendo assim, o número de replicações executadas se mostrou satisfatório para a simulação. Cada rodada de simulação, ou seja, cada replicação realiza a simulação de uma semana de trabalho dos sistemas estudados.

## 6. ANÁLISE DOS DADOS E PROPOSIÇÕES

### 6.1. CENÁRIO ATUAL

O cenário atual traduz a condição presente do setor de perícias quanto ao padrão de procedimentos adotados, aos recursos disponíveis e a escala de horários de funcionamento na execução dos serviços prestados. A Figura 6 demonstra a taxa de ocupação verificada para o setor de perícia médica. A Figura 6 mostra que existe equilíbrio na taxa de ocupação, entretanto o tempo de ocupação representa apenas metade do tempo total de disponibilidade das salas.

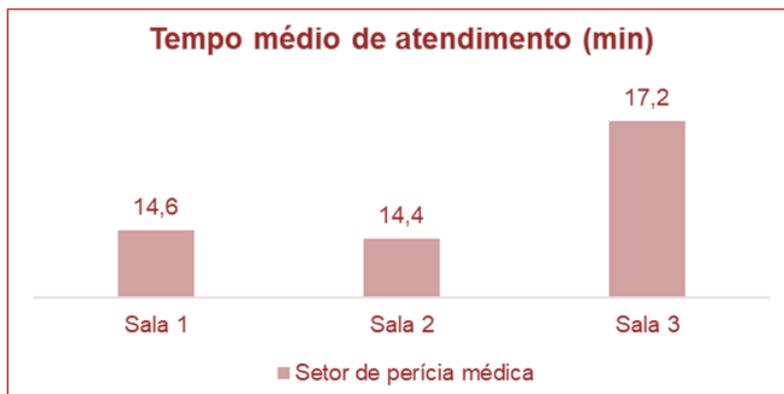
Figura 6 – Taxa de ocupação do setor de perícia médica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Partindo agora para o indicador de tempo médio de atendimento. A Figura 7 esclarece que para o setor de perícias as salas 1 e 2 apresentaram um tempo médio de atendimento de 14 minutos, enquanto que a sala 3 evidencia um tempo de atendimento maior de 17 minutos.

Figura 7 – Tempo médio de atendimento dos setores de perícia médica e conciliação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto ao indicador de tempo médio de espera os clientes ao chegarem para serem atendidos esperam em média 47 minutos o que é significativo, visto que, representa mais que o dobro do tempo médio de atendimento no respectivo setor.

Para finalizar, o modelo do cenário atual foi validado sob a supervisão de especialistas e através da comparação de uma variável observada do modelo de simulação e da situação real. Nesse caso, foi comparado o número médio de usuários registrados por dia na organização e a variável number out do modelo de simulação. Para isso, foram utilizados dados de meses anteriores, mais precisamente de julho e agosto.

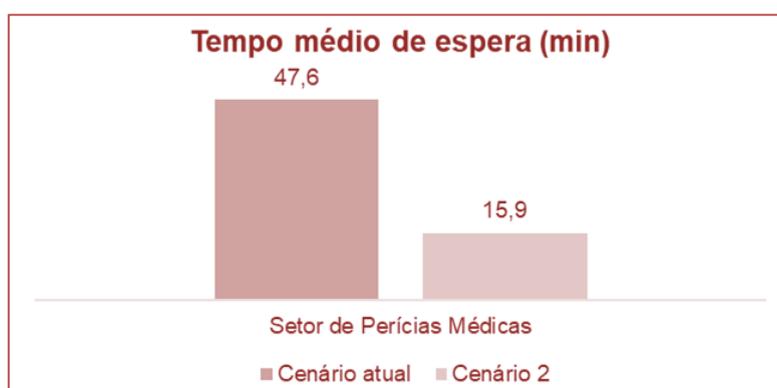
## 6.2. CENÁRIOS ALTERNATIVOS SIMULADOS

### 6.2.1. CENÁRIO 2

No cenário 2 efetuou-se alterações em relação ao procedimento de agendamento dos atendimentos no setor de perícias. O agendamento das perícias médicas esse é executado definindo-se o dia específico em que ocorrerá a perícia, entretanto os atendimentos ao longo do dia acontecem segundo a ordem de chegada dos pacientes. Com isso, para esse cenário foi estipulado o agendamento das perícias obedecendo a um intervalo de 20 minutos entre os horários das consultas, ou seja, cada atendimento seria marcado com uma diferença de 20 minutos. Esse tempo foi definido levando em consideração o tempo médio de atendimento constatado no cenário atual para esse setor, cujo maior valor médio observando as 3 salas foi de 17 minutos.

Após executadas as rodadas de simulação do cenário, a Figura 8 apresenta o tempo médio de espera para o setor em evidência. O tempo médio de espera na fila do setor de perícias foi de 15 minutos e 54 segundos.

Figura 8 – Tempo médio de espera na fila do setor de perícia.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse resultado é significativo se comparado ao tempo médio de espera computado no cenário atual.

### 6.2.2. CENÁRIO 3

As alterações promovidas no cenário 3 também dizem respeito a escala de atendimento do setor de perícias médicas. Além de efetivar uma redistribuição no número de atendimentos por dia e por turno. O número de atendimentos por sala também sofreu modificações que podem ser verificadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Número de atendimentos por dia e turno (cenário 3)

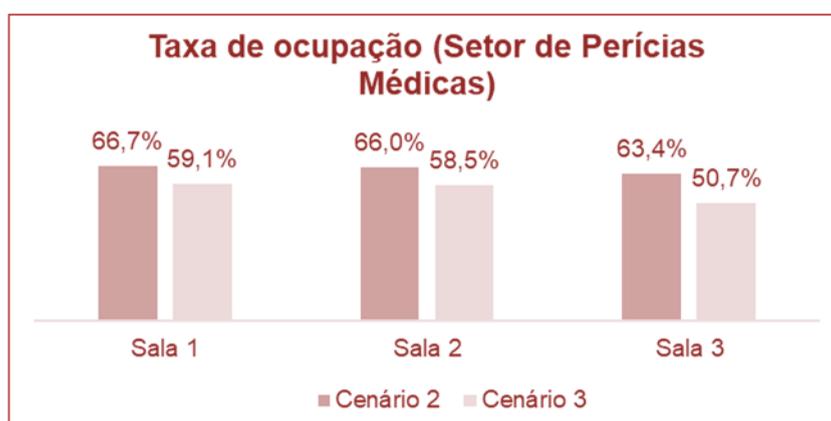
Número de Atendimentos por Perito						
Turno	Sala	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Manhã	Sala 1	7	8	7	8	7
	Sala 2	7	8	7	8	7
	Sala 3	10	10	10	10	10
Tarde	Sala 1	10	10	10	10	10
	Sala 2	10	10	10	10	10
	Sala 3					

Fonte: Elaborado pelos autores.

As mudanças demonstradas na Figura 13 preservaram o número de atendimentos totais por semana em vigor atualmente. Assim como no cenário 2, o intuito das alterações é de promover maior equilíbrio no número de perícias marcadas.

Executada a simulação constatou-se que o tempo médio de espera na fila do setor foi de 15 minutos e 30 segundos, bem próximo ao resultado alcançado no cenário 2 (15 minutos e 54 segundos). Porém, o Figura 9 revela que ocorreu uma pequena redução na taxa de ocupação se confrontado com o cenário 2. Esse resultado abre o precedente de que com uma distribuição mais homogênea de atendimentos por perito o número de perícias pode ser revisto, desde que, não eleve o tempo médio de espera a níveis indesejáveis afetando o nível de satisfação do cliente.

Figura 9 – Taxa de ocupação do setor de perícias médicas (cenário 3)



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 6.3. AÇÕES PROPOSTAS

Refletindo em relação aos resultados referentes ao setor de perícias médicas, o cenário atual expôs o elevado tempo médio de espera que existe no setor, cerca de 47 minutos e 36 segundos, quando de fato o

tempo médio de atendimento não ultrapassa os 20 minutos para cada sala. Com isso, foram simuladas mudanças para esse setor nos cenários 2 e 3. A partir dos resultados encontrados (Figura 11), é indispensável à efetuação de agendamento dos horários das consultas com um intervalo de 20 minutos entre elas. Essa medida proposta tende a não condicionar os usuários a se anteciparem demasiadamente. De modo que, a redução alcançada no tempo médio de espera foi expressiva (66,6%), uma vez que, os cenários 2 e 3 apresentaram tempo médio de aproximadamente 15 minutos.

Figura 11 – Tempo médio de espera do setor de perícias médicas (cenários).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, também ocorreram alterações na escala de atendimento do setor no cenário 3 que foram processadas mantendo-se inalterados o total de agendamentos por semana.

Em decorrência do desempenho do cenário 2, a alteração efetuada no cenário 3 foi direcionada ao número de atendimentos agendados por perito ao longo da semana. Após a simulação constatou-se que o tempo médio de espera foi de 15 minutos e 34 segundos, menor que os 15 minutos e 54 segundos obtidos no cenário 2. A taxa de ocupação manteve-se praticamente a mesma do cenário atual, ou seja, não ultrapassou os 60%. Em suma, o cenário 3 se mostrou mais adequado no que concerne aos resultados das alterações propostas. Além disso, a distribuição do número de atendimentos por sala aplicada ao cenário 3 abriu o precedente de que o número total de perícias por semana poderia sofrer um aumento, o que poderia ocorrer com a utilização da sala 3 no turno da tarde.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente tem como o objetivo de apresentar proposições de ações de melhoria como resultado da aplicação de simulação de sistemas em operações realizadas no setor de perícias médicas de um órgão público do Rio Grande do Norte, para a solução de problemas existentes, auxiliar na tomada de decisões e aumentar a eficiência de atividades.

Neste sentido, a partir dos dados coletados e sob o conhecimento da dinâmica de funcionamento das atividades do serviço analisado, obteve-se êxito no desenvolvimento da modelagem do problema e simulação da situação atual dos sistemas no software FlexSim. Além disso, com a validação e verificação da simulação da situação atual dos serviços de atendimento foram promovidas alterações nesse modelo gerando dois cenários de simulação alternativos.

Assim, através dos relatórios disponibilizados pelo software FlexSim contendo os indicadores de desempenho dos cenários simulados foi possível desenvolver a análise dos resultados das alternativas simuladas e, de acordo com essa análise foram propostas ações com o intuito de promover progresso nos indicadores de desempenho; alcançando o objetivo proposto.

Diante das dificuldades encontradas no decorrer do estudo, o principal destaque deve ser atribuído às questões referentes aos prazos. O trabalho foi desenvolvido ao longo de dois meses e parte desse período coincidiu com o recesso da instituição, o que inviabilizou a coleta de maior número de dados em outros setores.

No tocante a sugestão de outros trabalhos, indica-se a realização de novos cenários que contemplem os demais setores de prestação de serviços da Instituição pública. Outra recomendação é disseminação da aplicação de ferramentas que auxiliam a tomada de decisão no setor público contribuindo para o aumento da eficiência em órgãos federais, estaduais e municipais.

## REFERÊNCIAS

- [1] BANKS, J. Introduction to simulation. (P. A. Farrington et al., Eds.) Winter Simulation Conference. Anais...Atlanta, GA: 1999.
- [2] BATEMAN, Robert E. et al. Simulação de sistemas: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura. Organização Belge engenharia e sistemas. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- [3] BELUSSO, C. L. M. et al. A Study of Petri Nets, Markov Chains and Queueing Theory as Mathematical Modelling Languages Aiming at the Simulation of Enterprise Application Integration Solutions: A First Step. *Procedia Computer Science*, v. 100, p. 229–236, 2016.
- [4] CENTENO, M. A. AN INTRODUCTION TO SIMULATION MODELING. (J. M. Charnes et al., Eds.) Winter Simulation Conference. Anais...Miami, Florida: 1996Disponível em: <<http://www.informs-sim.org/wsc96papers/002.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.
- [5] COOPER, R. B. Introduction to queueing theory. Second Edi ed. New York: Elsevier North Holland. Inc., 1981.
- [6] FRAGA, Karina Pedrini. Análise de um processo de atendimento de emergência usando teoria de filas. 2012. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharias e Computação, Universidade Federal do Espírito Santo, São Matheus, 2012.
- [7] FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. Teoria de filas. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.
- [8] HINES, William W. et. al. Probabilidade e estatística na engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- [9] KLEINROCK, L. Queueing Systems. Vol. 1: Theory. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1975.
- [10] KUMAR, L.; SHARMA, V.; SINGH, A. Feasibility and modelling for convergence of optical-wireless network – A review. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, v. 80, p. 144–156, 2017.
- [11] LAW, A. M.; KELTON, W. D. SIMULATION MODELING & ANALYSIS. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991.
- [12] LAW, A. M.; KELTON, W. D. SIMULATION MODELING & ANALYSIS. 3. ed. McGraw-Hill, 2000.
- [13] MENEZES, Estera Muszkat; SILVA, Edna Lúcia da. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.
- [14] MONTGOMERY, Douglas C; RUNGER, George C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [15] PAPOULIS, Athanasios; PILLAI, S. Unnikrishna. Probability, random variables, and stochastic processes. 4. Ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
- [16] RESENDE, R. S. et al.; Estimativa do consumo de água de irrigação para diferentes épocas de plantio da cana-de-açúcar, utilizando o modelo cropwat. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 23., 2013, Luís Eduardo Magalhães. Anais... Bahia: ABID, 2013, P. 1-6.
- [17] RODRIGUES, Auro de Jesus. Metodologia científica: completo e essencial para a vida universitária. São Paulo: Avercamp, 2006.
- [18] SANTOS, Izequias Estevam dos. Manual de métodos de pesquisa científica. 9. Ed. Niterói: impetus, 2013.
- [19] TEREKHOV, D.; DOWN, D. G.; BECK, J. C. Queueing-theoretic approaches for dynamic scheduling: A survey. *Surveys in Operations Research and Management Science*, v. 19, p. 105–129, 2014.
- [20] WACHHOLZ, Lucindo. Análise e simulação do processo de produção de pão francês em uma panificadora de pequeno porte: um estudo de caso. 2013. 59 fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

# Capítulo 2

## *Aplicação do FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) em um comedouro automático para pets*

*Thaís Carvalho dos Santos*

*Ester Ferraz Andrade*

*Sarah Aparecida da Cunha Valentin Cerqueira*

*Everton Costa Santos*

**Resumo:** Este trabalho propõe a aplicação da ferramenta FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) em um comedouro automático, produto que se encontra em fase de desenvolvimento com foco em simplicidade e eficiência, propondo ainda um sistema inovador para a liberação e bloqueio da ração para o pet. A necessidade de alimentar o animal na ausência do dono foi o ponto de partida para o desenvolvimento deste produto, desta forma brainstormings foram realizados com a equipe onde várias sugestões de sistemas e subsistemas foram levantadas, até se chegar na solução atual. Após a definição do modelo básico da estrutura partiu-se para o seu detalhamento utilizando tecnologias CAD/CAE (Computer Aided Design/Engineering Aided Design), em específico, o software SolidWorks, e com o intuito de identificar pontos de melhorias e orientação de esforços no projeto, foi aplicado o FMEA, onde concluiu-se que o sistema de amortecimento representa um ponto crítico, mostrando a importância do mesmo ser bem especificado tanto tecnicamente como estrategicamente.

**Palavras-Chave:** Comedouro Automático, Tecnologias CAD/CAE, FMEA.

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de produtos para animais domésticos, continua crescendo apesar do cenário econômico brasileiro. Segundo a Associação Brasileira de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet) o setor teve uma alta de mais ou menos 7,4% entre 2014 e 2015. Na contramão de muitos setores, esse mercado voltado para animais de estimação tem conseguindo manter o ritmo de expansão, o Brasil ficou em terceiro lugar no ranking de faturamento global do setor pet, perdendo apenas para os Estados Unidos da América e Reino Unido.

Muitos produtos vêm sendo desenvolvidos neste ramo de pet, principalmente as inovações nos serviços oferecidos e neste trabalho o foco foi definir um produto tangível, um comedouro automático, com o intuito de facilitar a administração da alimentação do animal em caso de ausência do(s) dono(s) e para isso recorreu-se a literatura para resgatar conceitos de desenvolvimento de produtos. A importância de um bom planejamento durante a fase de desenvolvimento de um determinado produto tem sido, na atualidade, o ponto diferencial das empresas para permanecerem competitivas no mercado. Para auxiliar nesta tarefa, existem metodologias capazes de analisar criteriosamente todas as fases do processo, destacando problemas até então não percebidos pela equipe multifuncional.

O processo de desenvolvimento de produtos engloba técnicas de gestão, métodos de criatividade, bem como ferramentas que podem ser aplicadas com o objetivo de promover uma melhoria no produto que o projeto irá entregar e dentre os mais eficazes métodos, destaca-se o método FMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial, do inglês Failure Mode and Effect Analysis).

A FMEA é um método analítico utilizado para garantir que falhas potenciais sejam identificadas e avaliadas durante o desenvolvimento de produtos e processos (APQP –Planejamento Avançado da Qualidade do Produto), onde seu resultado mais visível é a documentação de conclusões a respeito dos subsistemas para conhecimento coletivo das equipes multifuncionais. É importante que seja realizada uma discussão com relação ao projeto (produto ou processo), à revisão das funções e de quaisquer alterações na aplicação, e aos consequentes riscos de falhas potenciais (MANUAL DE REFERÊNCIA FMEA 4ª EDIÇÃO). Seguindo este raciocínio foi aplicada esta técnica no produto em questão com visão de lucros, satisfação de futuros colaboradores, investidores e demais stakeholders relacionados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta sessão busca contextualizar a aplicação do FMEA bem como fundamentar outros conceitos que apoiaram a criação do produto em questão.

### 2.1 PLANEJAMENTO PARA A CRIAÇÃO DE UM NOVO PRODUTO

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o desenvolvimento de produtos é um processo de negócio cada vez mais crítico devido a internacionalização dos mercados, o aumento da diversidade de produtos e a redução do seus ciclos de vida, sendo assim novos produtos buscam atender segmentos específicos de mercado, incorporando novas tecnologias e se adequando a novos padrões e restrições legais.

O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) tem sido muito pesquisado devido à grande importância que o mercado econômico têm dado ao mesmo, por ser uma das formas de tornar-se competitiva no mercado atual, onde a concorrência é cada vez maior. Conforme Brown & Esisenhardt (apud MUNDIM, 1995) num ambiente de grande competitividade, internacionalização das operações e rápidas mudanças tecnológicas, exige-se das empresas agilidade, produtividade e alta qualidade, que dependem necessariamente da eficiência e eficácia do processo de desenvolvimento do produto. Um desempenho superior deste processo torna-se, então, condição essencial para garantir linhas de produtos atualizadas tecnologicamente e com características de desempenho, custo e distribuição condizentes com o atual nível de exigência dos consumidores.

O PDP é considerado complexo devido à sua multidisciplinaridade e necessidade de um bom planejamento. Silva (2002) afirma que as abordagens que estudam o desenvolvimento do produto provêm de diferentes áreas, inter-relacionadas, porém com focos específicos. Pode-se destacar entre as disciplinas necessárias para a adequada gestão do PDP, a gestão de projetos, ergonomia, estilo de produto, qualidade, dentre outras e ainda tecnologias que agilizam o processo de desenvolvimento como as tecnologias CAD (Computer Aided Design), utilizada neste projeto.

## 2.2 GESTÃO DE QUALIDADE DE UM NOVO PRODUTO

O foco da gestão da qualidade era a padronização dos processos de trabalho e sua análise criteriosa, visando à melhoria contínua dos mesmos. Dessa forma, as mudanças se concentravam em atividades mais operacionais, com menor impacto na gestão do negócio, mas que geravam mudanças rápidas no dia-a-dia de algumas áreas.

A segunda onda da gestão de processos ocorreu em meados da década de 1990, com os conceitos de reengenharia dos processos, disseminados principalmente por Tom Davemport e por Michael Hammer. Sua base estava no redesenho dos processos, a partir da análise das melhores práticas de mercado, já buscando uma visão multifuncional desses processos, isto é, o processo que passa por diversas áreas da empresa. As mudanças proporcionadas pela reengenharia tinham grande impacto no negócio e, conseqüentemente, exigiam um tempo maior de implantação com riscos também maiores. Por estas razões, muitos projetos falharam, levando ao descrédito muitos trabalhos de processos em andamento.

Para Falconi (1992) o verdadeiro critério para boa qualidade é a preferência do consumidor em relação ao concorrente, uma vez que isso garantirá a sobrevivência da empresa. A preferência se dá através da adequação do produto ou serviço as necessidades, expectativas e ambições do consumidor como uma forma de agregar valor ao que será produzido por menor custo. Estes aspectos foram considerados em todos os brainstormings para a criação deste produto bem como detalhes referentes à simplicidade e eficiência do produto.

## 2.3 FMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL)

A metodologia de FMEA surgiu aproximadamente nos anos 50, na indústria aeronáutica e militar americana, com o objetivo de identificar e focar os modos e efeitos de falha bem como seu grau de severidade em dispositivos militares. Nos anos 60 e 70, a FMEA passou a se preocupar com a documentação dos modos potenciais de falhas, com o intuito de melhorar o desempenho de produtos, projetos e também seus processos de manufatura. Nos anos 90 passou a estar definitivamente no campo de conhecimento de gestão da qualidade total, tornando-se uma ferramenta de planejamento da qualidade exigida como requisito de normas, como por exemplo, a ISO 9000 (2000) e QS 9000 (1996) (SANTOS apud PUCRS).

Segundo Fernandes o método FMEA traz uma sequência lógica e sistemática de avaliar as formas possíveis pelas quais um sistema ou processo está mais sujeito às falhas. A FMEA avalia a severidade das falhas, a forma como as mesmas podem ocorrer e, caso ocorram, como eventualmente poderiam ser detectadas antes de levarem a reclamações no cliente. Assim, com base nestes três quesitos: severidade, ocorrência e detecção, o método FMEA leva a um Número de Prioridade de Risco (NPR) indicando quais os modos de falha levam a um maior risco ao cliente.

Seguindo essa linha, de acordo com Aguiar e Mello (2008), em muitos casos o FMEA é usado mais por exigências normativas do que por seus benefícios, sendo que o seu emprego de forma incorreta pode acarretar em desperdício de recursos em termos de prevenção dentro das organizações.

Para fins deste trabalho a tabela FMEA foi aplicada seguindo o modelo de Maximiano 2014 e o quadro 1 mostra: componente está sendo analisado no comedouro, a função deste componente, o modo de falha ou as falhas possíveis que podem ocorrer, o que pode causar a falha, o efeito, de que forma esta falha pode ser detectada e por fim o cálculo do RPN (Risk Number Priority) que traduz o componente crítico, onde os esforços precisam focados prioritariamente seguido de ações preventivas para evitar as falhas potenciais. Os índices ocorrência, severidade e detecção estão listados no anexo 1 e segundo Maximiano 2014 significam, respectivamente, frequência de ocorrência da falha, impacto da falha e a facilidade ou não de detecção.

## 3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho realizou-se o estudo de caso com abordagem qualitativa e com complementação de dados quantitativos. Foi realizado um levantamento bibliográfico para apoiar o desenvolvimento do comedouro e a aplicação do método FMEA, identificando produtos similares, de mesmo perfil e finalidade, para que pudesse ser feito um benchmarking para a melhoria do produto, como a redução de custo, e facilitar o manuseio tanto para o fabricante quanto para o consumidor.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, caracterizada observações sistemáticas visando também descrever a aplicação do método FMEA em um comedouro automático para cães e, por consequência, conhecer suas implicações no planejamento deste produto. Segundo Solomon (2004), a pesquisa descritiva é aquela que visa definir melhor o problema, proporcionar as chamadas intuições de solução, descrever comportamentos e fenômenos, definir, classificar fatos e variáveis, podendo assim prever possíveis falhas.

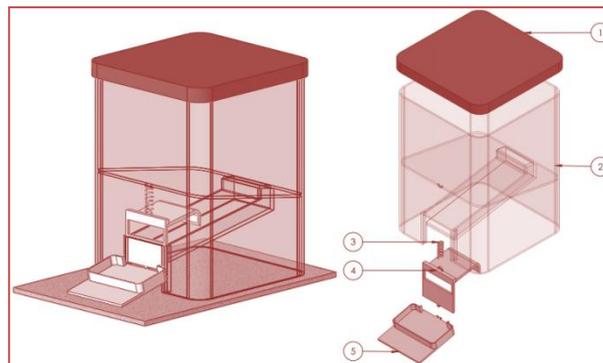
Toda a estrutura do comedouro foi montada utilizando a tecnologia CAD/CAE, ferramenta esta chamada SolidWorks. Um software cujo o foco está no desenho do produto e na documentação da fase de projeto. Durante o processo de engenharia, essa tecnologia facilita o processo de manufatura, transferindo diagramas detalhados dos materiais utilizados nos produtos, processos, tolerâncias e dimensionamentos.

Brainstormings foram realizados em vários momentos com o intuito de propor a melhor solução, desta forma, reuniões foram realizadas na fase de identificação das necessidades, definição do protótipo virtual e principalmente na aplicação do FMEA.

#### 4 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO E FUNCIONAMENTO

Como dito anteriormente, o sistema proposto busca oferecer praticidade na administração da alimentação de animais domésticos como cães e gatos. A figura 1 mostra a geometria do comedouro (vistas recolhida e explodida, respectivamente) bem como uma inovação na forma pela qual a ração é liberada para que o animal possa se alimentar. O apêndice 1 apresenta os detalhes das dimensões do comedouro.

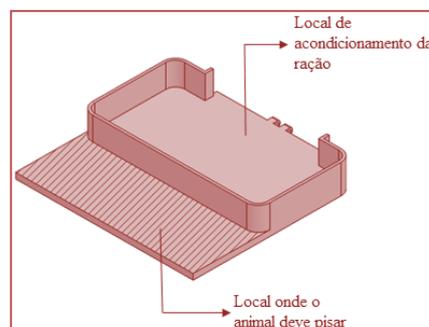
Figura 1: Comedouro Automático



Fonte: Autoria própria

Nos brainstormings realizados para a criação do comedouro, houve um foco na eficiência e simplicidade do produto e desta forma o sistema foi criado com um total de 5 peças. A partir deste mesmo raciocínio foi definido o funcionamento do mesmo, que inicialmente se encontra na condição exposta na configuração recolhida da figura 1, e no momento em que o animal desejar se alimentar o mesmo precisa pisar na região hachurada da peça 5 (detalhe na figura 2) e desta forma uma porção limitada de ração será acondicionada na região indicada.

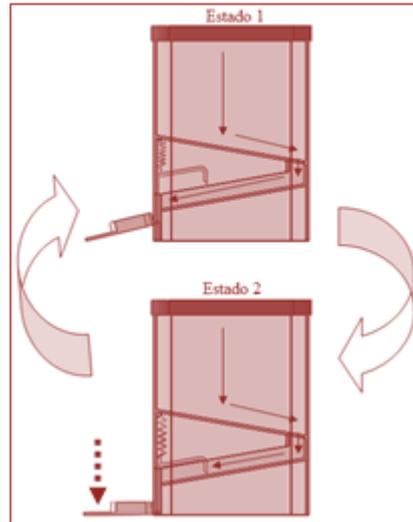
Figura 2: Detalhes da peça 5



Fonte: Autoria própria

Desta forma o ciclo de funcionamento do comedouro automático segue a sequência mostrada na figura 3, que mostra 2 estados: Na ausência do animal (estado 1) e na presença do animal, pisando na placa.

Figura 3: Ciclo de funcionamento do comedouro



Fonte: Autoria própria

As setas contínuas na figura 3 indicam os locais que serão preenchidos pelo volume de ração, bem como o sentido da trajetória dos grãos. No estado 1 percebe-se que a peça 4 se encontra suspensa e a mola (peça 3) em seu estado de equilíbrio. Neste momento a ração se encontra em contato com a peça 4, porém sua saída é bloqueada devido ao próprio projeto deste componente, que não permite a liberação de ração neste estado.

O estado 2 é marcado pela pisada no cão, no local indicado pela seta tracejada (figura 3), no momento em que o mesmo deseja se alimentar. Desta forma a peça 4 é abaixada, a mola estendida e devido a abertura projetada na peça a ração é liberada instantaneamente e acondicionada no local indicado na figura 2.

A figura 3 mostra que neste estado o volume é reduzido devido a retirada de uma determinada porção do alimento para o animal. Quando o pet termina de se alimentar e deixa o comedouro, o sistema volta ao estado 1, bloqueando a saída de ração.

## 5 APLICAÇÃO DO FMEA

O FMEA é uma importante e muito utilizada ferramenta da qualidade por proporcionar a investigação de produtos e processos, sistemas, subsistemas, entre outros, buscando encontrar seus pontos potenciais de falha para que assim melhorias sejam implementadas. O quadro 1 mostra como o FMEA foi aplicado ao produto em questão.

Quadro 1: Formulário FMEA para o comedouro automático

Número do componente	Função do componente	Modo de falha	Efeito potencial de falha	Causa da falha	Modo de detecção	Índices				Ação corretiva recomendada
						Ocorrência	Severidade	Deteção	Risk Priority Number	
2	Armazenar e conservar a ração	Falha no isolamento da ração do meio externo	Perda da qualidade da ração	Encaixe entre a tampa e o componente mal definido	Detectado por percepção humana; Presença de insetos	1	2	3	6	Verificar sempre se as eventuais tampas estão lacradas
4	Liberar ou bloquear a saída da ração	Falha no deslizamento vertical	Não liberação da ração; Saída desregulada de ração	Falta de lubrificação ou erros de tolerâncias nas áreas de deslizamentos	Detectado por percepção humana	1	2	3	6	Verificar se a montagem do produto está correta e nas dimensões ideais; Lubrificação da área de deslizamento
5	Possibilitar o acionamento da liberação ou bloqueio da ração e acondicioná-la externamente	Falha no acionamento; Não acondicionar adequadamente o volume de ração	Animal não se alimenta; Derramamento da ração	Área de contato entre o componente e o animal mal definida; Incompatibilidade entre o volume liberado e o volume de acondicionamento externo	Detectado por percepção humana	1	2	3	6	Verificar se o produto é apropriado para o peso do PET; Dimensionar adequadamente ângulo de inclinação e área de contato entre o componente e o pet
3	Esticar-se e contrair-se quando o mecanismo for acionado	Falha na extensão quando o mecanismo for desacionado; Falha da peça em retomar a condição de equilíbrio	Perda do tempo de vida do produto	Variação da constante elástica ao longo do tempo	Detectado pelo funcionamento inadequado dos componentes 4 e/ou 5	2	2	3	12	Verificar o desgaste da mola periodicamente obedecendo a indicação de peso; Realizar um estudo de fadiga para o correto dimensionamento da mola

Fonte: Maximiano 2014

No comedouro esta ferramenta foi aplicada em 4 dos 5 itens apresentados na figura 1, por serem considerados os mais importantes do produto como um todo. Sendo assim, as peças nas quais levou-se em consideração para o estudo foram: 2, 3, 4 e 5.

A partir dos resultados, verifica-se que a peça 3 (mola), representa um item crítico, cujo não funcionamento, ou perda das suas propriedades ideais, como a variação da sua constante elástica, pode acarretar no descarte do produto. Outro ponto que vale destacar é que os esforços aplicados no comedouro pela forma em que o mesmo foi projetado será transferido quase que inteiramente para este componente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

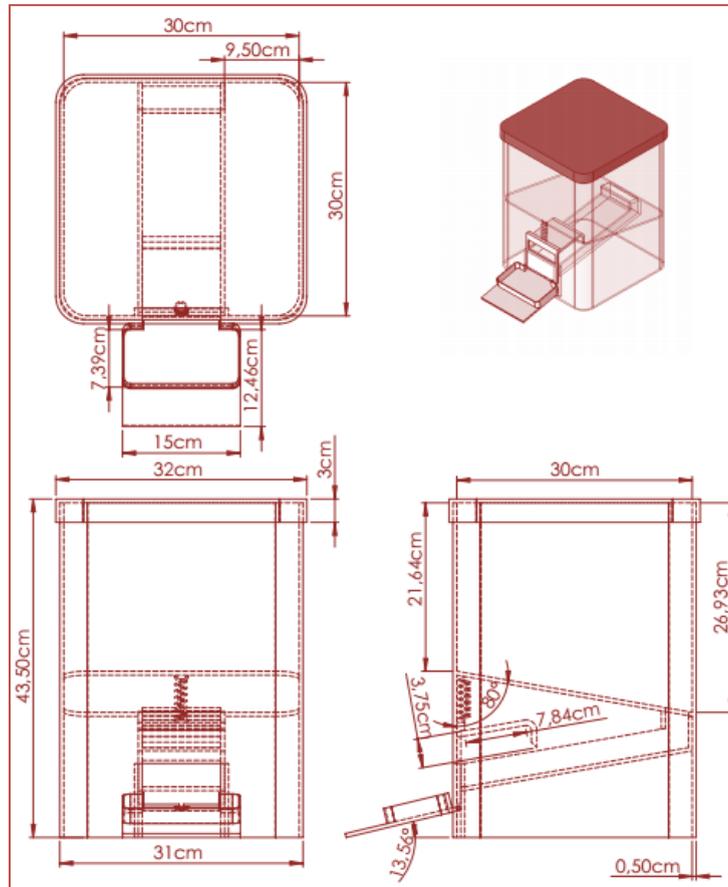
Para manter qualquer produto competitivo no mercado, garantindo que sejam bem aceitos pelos consumidores / clientes, uma organização deve sempre assegurar a qualidade dos mesmos. Um sistema de gestão da qualidade sólido preocupado com a atualização de sua metodologia é fundamental para que a empresa permaneça em vantagem frente aos seus concorrentes e esta foi uma das variáveis importantes considerada neste trabalho.

Utilizada como ferramenta da qualidade para detectar modos de falha potenciais no desenvolvimento do comedouro, a FMEA proporcionou um estudo de confiabilidade ao produto iniciando um ciclo de melhoria contínua no mesmo. Juntamente com o FMEA, tecnologias CAD/CAE foram fundamentais para a criação deste comedouro e através das mesmas serão realizados trabalhos futuros no sentido de analisar o ciclo de vida, realizando estudos de fadigas na mola presente no sistema a fim de contribuir com o adequado dimensionamento da mesma.

## REFERÊNCIAS

- [1] AGUIAR, D. C.; MELLO, C. H. P. FMEA de Processo: Uma Proposta de Aplicação Baseada nos Conceitos da ISO 9001:2000. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_070\\_501\\_10838.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_070_501_10838.pdf)>. Acesso em: 18 setembro 2016.
- [2] FALCONI, Vicente. Controle de qualidade total no estilo japonês. Belo Horizonte; Fundacao Cristiano ottoni,1992. 220 p.
- [3] FERNANDES, José Márcio Ramos. Proposição de Abordagem Integrada de Métodos da Qualidade Baseada no FMEA.Curitiba: PUCPR, 2005. Dissertação (Mestrado emEngenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção eSistemas), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2005.
- [4] GARCIA, Fernando Coutinho. Qualidade total: a japoneização a labrasilis, R. Esc. Biblioteconomia UFMG, V.23, n.1, p.43-55, jan./jun.,1994.
- [5] MAXIMIANO, ANTONIO CESAR AMARU. Administração de projetos: como transformar ideias em resultados/ 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- [6] MUNDIM, A.P.F.; ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C.; SILVA, S.L.; GUERRERO, V.; HORTA, L.C.Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional. Núcleo de Manufatura Avançada, Escola de Engenharia de São Carlos, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.php?pid=s0104-530x2002000100002&script=sciarttexting=pt>. Acesso em: 18 setembro 2016.
- [7] RIGUEIRA, M. Mercado brasileiro de produtos pet já é o segundo maior do mundo. Setembro de 2010. Disponível em: [http://www.uai.com.br/htmls-/app/noticia173/2010/09/05/noticia\\_economia,i=178128/MERCADO+BRASILEIRO+DE+PRODUTOS+PET+JA+E+O+SEGUNDO+MAIOR+DO+MUNDO.shtml](http://www.uai.com.br/htmls-/app/noticia173/2010/09/05/noticia_economia,i=178128/MERCADO+BRASILEIRO+DE+PRODUTOS+PET+JA+E+O+SEGUNDO+MAIOR+DO+MUNDO.shtml). Acesso em: 21 setembro de 2016.
- [8] ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K.Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [9] SANTOS, Ronildo Xavier dos. Aplicação do FMEA no Projeto de Moldes para Injeção de Materiais Termoplásticos.São Paulo, SP: 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação para Tecnólogo de Produção com ênfase em Plástico), Centro Paula Souza – CentroTecnológico da Zona Leste - Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, 2009.
- [10] SEBRAE.Loja de Animais: pet shops. São Paulo: Ideias e negócios, 2010. Disponível em: [http://www.amazoncourses.com.br/monte\\_seu\\_negocio/loja-deanimais-pet-shop.pdf](http://www.amazoncourses.com.br/monte_seu_negocio/loja-deanimais-pet-shop.pdf) Acesso em: 22 setembro de 2016.
- [11] SILVA, S.L. Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Universidade de São Paulo, São José dos Campos, 2002.
- [12] SOLOMON, D. V. Como fazer uma monografia. 11. ed. São Paulo: Martins Fontes. 2004.
- [13] YABIKU, R.M. Animais de estimação: lucros estimados. Revista Cães e Gatos, 2005. Disponível em: <http://www.bichoonline.com.br/artigos/gcao0001.htm>. Acesso em: 22 setembro de 2016.

APÊNDICE I - DIMENSIONAMENTO DO COMEDOURO AUTOMÁTICO



## ANEXO I – ÍNDICES PARA O CÁLCULO DO RPN

## Ocorrência

Classificação	Critério
1	Chance remota de falha
2	Frequência muito baixa: 1 vez a cada 2 anos
3	Pouco frequente: 1 vez a cada 1 ano
4	Frequência baixa: 1 vez a cada semestre
5	Frequência ocasional: 1 vez por bimestre
6	Frequência moderada: 1 vez por mês
7	Frequente: 1 vez por semana
8	Frequência elevada: Algumas vezes por semana
9	Frequência muito elevada: 1 vez ao dia
10	Frequência máxima: várias vezes ao dia

## Severidade

Classificação	Critério
1	Efeito não detectável no sistema
2	Baixa severidade causando aborrecimento leve no cliente
3	
4	Severidade moderada: Cliente hora insatisfeito com perda de desempenho perceptível
5	
6	
7	Severidade alta com alta insatisfação do cliente
8	
9	Severidade muito alta: risco potencial de segurança e problemas graves de não-conformidade
10	

## Detecção

Classificação	Critério
1	Detecção quase certa do modo de falha
2	Probabilidade muito alta de detecção do modo de falha
3	Alta probabilidade de detecção do modo de falha
4	Moderadamente alta probabilidade de detecção do modo de falha
5	Moderada probabilidade de detecção do modo de falha
6	Baixa probabilidade de detecção do modo de falha
7	Probabilidade muito baixa de detecção do modo de falha
8	Probabilidade remota de detecção do modo de falha
9	Probabilidade muito remota de detecção do modo de falha
10	Não é possível detectar o modo de falha

# Capítulo 3

## *Engenharia do produto: Proposta de projeto em cadeiras de praia para deficientes físicos*

*Daniele dos Reis Pereira*

*Rafael da Silva Pereira*

*Vitor Hugo dos Santos Filho*

*Ana Caroline Baú*

**Resumo:** Pessoas portadoras de deficiências físicas atualmente sofrem com a falta de acessibilidade. Os conceitos e ferramentas da produção faz entender e desenvolver novos produtos. O desenvolvimento da cadeira de praia para deficientes físicos tem como propósito possibilitar a acessibilidade com conforto e confiabilidade, proporcionando qualidade de vida as pessoas, com a finalidade de gerar o produto por meio de processos que reúnam um conjunto de atividades dedicadas. O seu desenvolvimento deve abranger um importante alinhamento de processos para o projeto. O objetivo do trabalho é criar um projeto informacional no desenvolvimento do produto com ideias que satisfaçam as necessidades dos cadeirantes. Como se sabe, o desenvolvimento do produto não é uma tarefa simples, exige compromisso que busque solucionar e criar ideias que sejam promissoras. O processo permite organizar as atividades do projeto e suas etapas, compreendendo os ciclos, assim como na geração de decisões. O fim do projeto propôs visões ainda na fase de desenvolvimento para serem revertidas para a construção das cadeiras.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento do produto; cadeira de praia; deficientes físicos; projeto informacional

## 1. INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência lutam pelos seus direitos há vários anos, batalhando diariamente por melhores condições de vida, reivindicando seus direitos enquanto cidadãos e, em muitos casos são literalmente ignorados pela sociedade. Ter acesso aos serviços públicos, a um trabalho digno, a cinemas, praças, parques e a demais atividades de lazer de modo confortável, correspondem a aspectos relativos à qualidade de vida que todo cidadão tem direito, inclusive os deficientes físicos.

Segundo dados do Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) nos últimos anos a população com deficiência motora vem aumentando, atualmente cerca de 144 mil pessoas possuem deficiência. Os portadores em deficiência física procuram cada vez mais qualidade e segurança, em cadeiras de rodas. A ergonomia hoje tem se tornado um fator de muita competitividade (SOUZA et al., 2010).

O espaço como fator social é incessantemente alterado para abrigar as diferenças e as contradições entre todos os indivíduos. É evidente a importância da acessibilidade para as pessoas com deficiência, que também habitam a cidade e utilizam o espaço urbano para o exercício de suas atividades diárias e de lazer, como todos os cidadãos (RESENDE, 2003).

O processo de desenvolvimento do produto é considerado um dos mais importantes processos de negócio para a competitividade atual das empresas. É fundamental essa importância para os crescentes esforços de adição de valor em sua capacidade de inovação (HARMSEN, 2000). Atualmente, o sucesso na gestão do sistema de desenvolvimento de produto é crucial para a competitividade das empresas. Um desenvolvimento bem-sucedido resulta em produtos que possam ser produzidos e vendidos de forma lucrativa, contendo dimensões bem mais específicas, relacionadas ao lucro (ULRICH; EPPINGER, 1995).

Diante do presente exposto, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma cadeira de praia para deficientes físicos por meio do projeto informacional adaptando a primeira subfase do desenvolvimento do produto utilizando de métodos e ferramentas da Engenharia, e se justifica devido a da qualidade de vida e saúde de seus usuários, tendo em vista que poucos têm a oportunidade de se locomoverem em ambientes não pavimentados e de difícil acessibilidade.

O planejamento do produto, que tem como objetivo auxiliar na execução do projeto, estabelecendo ideias e processos a serem criadas durante todo o desenvolvimento do produto, incluindo a retirada de tais produtos do mercado.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A GESTÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O projeto de produto é caracterizado por um conjunto de tarefas executadas pelos projetistas, visando atender às necessidades e expectativas do consumidor. Onde o grupo capta informações do mercado, especificam o produto para que essas informações sejam utilizadas para o desenvolvimento, estabelecendo e entregando o produto para o consumidor (SLACK et al., 2002).

Na gestão do sistema, denominado de Gestão do Desenvolvimento do Produto (GDP), é apresentado pelo conjunto de processos, tarefas e atividades de planejamento, organização, e projetos envolvidos, para que o sistema alcance os resultados de sucesso desejado. Essa multifuncionalidade refere-se à necessidade de envolver diversas áreas funcionais, sempre desejável a de produção, dentro das corporações e grandes empresas (CHENG; MELO FILHO, 2007).

Ainda conforme os autores, as principais características desse processo de PDP é o elevado grau de incertezas e riscos das atividades; as decisões importantes que deverão ser tomadas no início do processo, as dificuldades de mudar as decisões iniciais, atividades básicas do tipo de projetar (gerando alternativas) e construir (testando), a manipulação e geração de alto volume de informações, informações e atividades provendo de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos e multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes. Além disso, envolve atividades de lançamento, acompanhamento e descontinuidade do produto, permitindo a realização de eventuais mudanças que envolvem a empresa com feedbacks proposto durante o ciclo de vida do produto.

Além de procurar menor custo e também condições desejáveis para a competitividade deve-se buscar pela qualidade do produto aos diferentes requisitos dos clientes, a colocação do produto no mercado o mais rápido possível para aproveitamento adequado da oportunidade. Assim antecipando-se em relação à

concorrência, bem como a manufaturabilidade do produto e a criação e fortalecimento a cada projeto, de acordo com as capacitações requeridas para o desenvolvimento de produto no futuro (ROZENFELD et al., 2006).

Segundo Vasconcellos (2003), a inovação passou a ser fator determinante para o desenvolvimento dos produtos. O entendimento que envolve esta questão preconiza que não basta produzir de modo eficiente, oferecendo qualidade e uma gama maior de produtos, é preciso que sejam ofertadas novidades, aperfeiçoamentos, ou então, características totalmente novas comparativamente aos produtos já existentes.

## 2.2. ESTRATÉGIA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

O planejamento para desenvolvimento do produto começa com a estratégia de desenvolvimento e termina com as especificações desse novo produto. Essa proposta apresenta intenções de inovação para um negócio de sucesso. Para Rozenfeld et al. (2006), uma das finalidades do Planejamento Estratégico é gerar informações que orientam o PDP principalmente nas suas fases iniciais, quando ocorre a definição do produto, mas também durante todo o processo de desenvolvimento. Silva (2002) caracteriza dimensões que auxiliam na elaboração desses projetos:

Dimensão Estratégia: engloba temas como gestão de portfólio, avaliação de desempenho do processo de desenvolvimento do produto - DP, alianças externas à empresa para o DP e a condução de parcerias interfuncionais;

Dimensão Organização: trata de aspectos organizacionais e comportamentais do DP, abordando a estrutura organizacional adotada para o PDP, a execução do trabalho, acompanhamento e qualificação do pessoal envolvido com o DP;

Dimensão atividades e informações: refere-se às etapas operacionais desempenhadas pela empresa ao longo do PDP, assim como a normalização e controle das informações geradas e trocadas entre essas etapas;

Dimensão Recursos: englobam as técnicas, métodos, ferramentas e sistemas empregados como apoio.

## 2.3. AS ETAPAS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Segundo Rozenfeld et al. (2006), o PDP está dividido em três fases: pré- desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento conforme exemplificado na Figura 1:

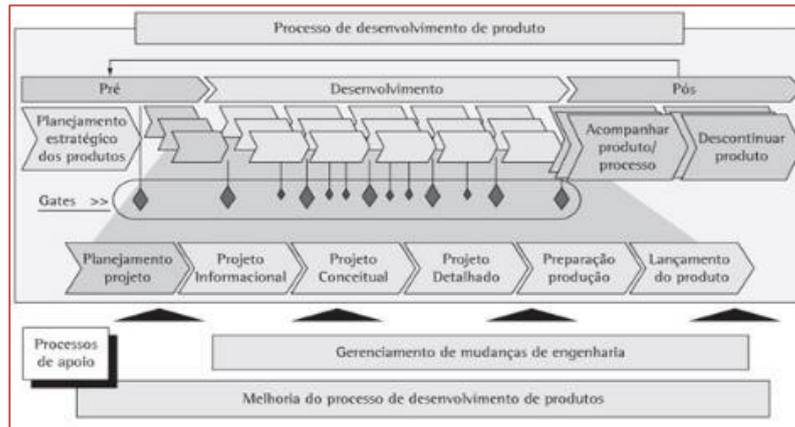
Figura 1 – Fases do desenvolvimento do produto

PRÉ-DESENVOLVIMENTO	DESENVOLVIMENTO	PÓS-DESENVOLVIMENTO
<p>Detalham e especificam atividades dentro do processo, dividindo em duas subfases: planejamento estratégico de produtos voltada para verificar o alinhamento do produto, levantando informações importantes para o desenvolvimento quanto as características desejáveis do produto através de pesquisas de mercado, e planejamento do projeto sendo responsável pela elaboração do projeto de desenvolvimento do produto, definindo as características do produto e seus parâmetros;</p>	<p>É subdivido em cinco subfases: projeto informacional que é responsável pelas especificações de metas, ou seja, definição dos requisitos dos clientes e produto; projeto conceitual onde será realizado o modelo conceitual do produto quanto a sua arquitetura, layout, fabricação e montagem, definindo os requisitos do cliente e técnicos; projeto detalhado onde serão realizadas as configurações finais do produto, desenhos finais, processo de fabricação; preparações da produção do produto serão realizadas as liberações da produção, quanto aos seus documentos de homologação, especificações dos processos, obtenção de recursos de fabricação, planejamento produção e recursos, certificações e outros; lançamento do produto, o produto será lançado ao mercado, sendo necessário planejar o seu lançamento, processos de vendas, de distribuição, assistência técnica, marketing, fatores como atendimento ao cliente.</p>	<p>Pós-desenvolvimento a subfase é caracterizada pelo acompanhamento do produto após lançado no mercado.</p>

Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

É necessário acompanhar o produto e o processo verificando a aceitação e desempenho do produto, avaliando a satisfação do cliente quanto ao seu desempenho. Outro aspecto adotado pelo autor nessa etapa de processo são os gates entre as fases, garantindo a eficácia do processo de desenvolvimento, reduzindo as falhas em cada etapa. A Figura 2 apresenta as etapas do desenvolvimento do produto.

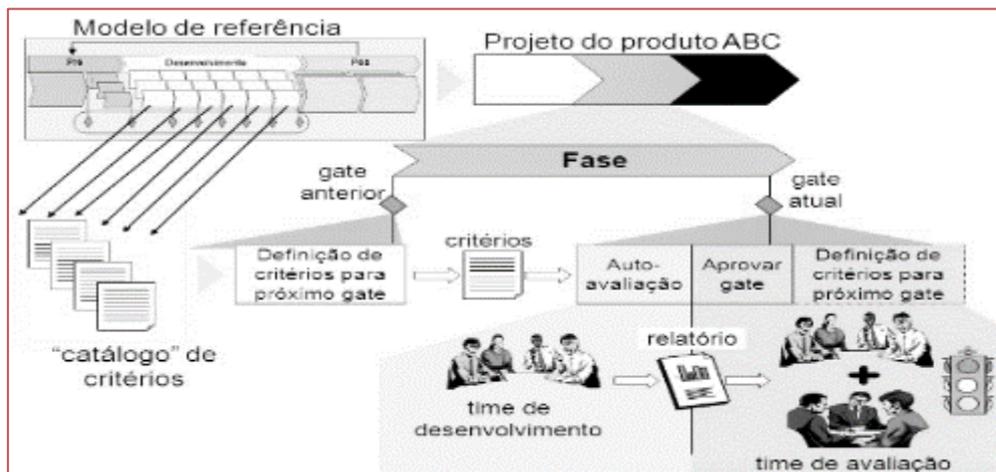
Figura 2 - Etapas do desenvolvimento do produto



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Os autores Rozenfeld et al. (2006) afirmam que, no final de cada fase do processo de desenvolvimento, deve acontecer uma revisão e aprovação formal dos produtos. Adota-se o termo em inglês gate, que, traduzido, significa portão. Ou seja, é a passagem de uma fase para outra, se todos os requisitos necessários forem cumpridos, uma nova fase poderá ser iniciada. A Figura 3 apresenta as atividades através dos gates, ou seja, através dos portões.

Figura 3 – Sistemática de gates



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

## 2.4. PROJETO INFORMACIONAL

Projeto informacional (PI) é a fase que engloba atividades para levantamento e tratamento dos requisitos dos clientes. Os resultados finais dessas atividades são caracterizados como especificações do projeto. A contribuição no processo de desenvolvimento apresenta-se em um nível mais operacional, relativo às ferramentas, métodos e técnicas de apoio utilizadas para cada atividade durante o projeto (NICKEL et al., 2010).

Segundo Durão (2014), o objetivo do projeto informacional é que de acordo com os resultados obtidos no planejamento, é possível desenvolver um conjunto de informações. Esses agrupamentos de dados são conhecidos como especificações-meta do projeto.

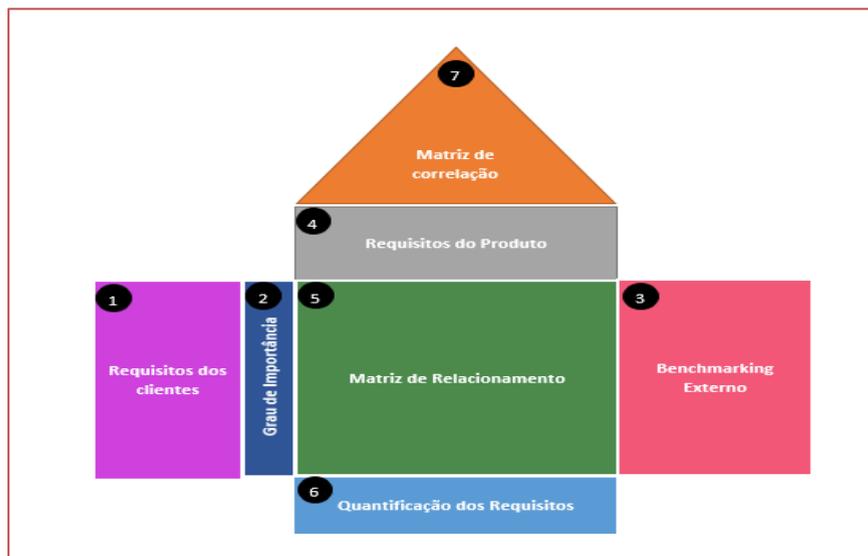
## 2.5. MÉTODOS E FERRAMENTAS UTILIZADAS NO APOIO AO PDP

Segundo Rozenfeld et al. (2006) e Nickel et al. (2010), as ferramentas e métodos mais empregados ao o PDP, podem ser classificadas dentre outros em: desdobramento da função da qualidade (QFD); análise do efeito e modo de falhas (FMEA); brainstorming e diagrama de Mudge.

### 2.5.1. QFD

O QFD (Desdobramento da função da qualidade) traduz os desejos do consumidor para o projeto do produto e instruções técnicas das várias etapas envolvidas no desenvolvimento de um novo produto. Obtendo-os na identificação das necessidades, concepção, projeto do produto, projeto do processo e produção. (ROZENFELD et al., 2006). Com a matriz QFD (Figura 4), pode-se calcular a viabilidade da criação de um novo produto, ou até mesmo a de substituição do produto. O método é conhecido também com casa da Qualidade, é uma sistematização das qualidades exigidas pelos clientes que expressa a relação entre as funções e as características da qualidade (AKAO et al., 1996).

Figura 4 - Matriz da Casa da Qualidade do QFD



Fonte: Adaptado Rozenfeld et al. (2006)

### 2.5.2. FMEA

O FMEA é definido como análise do efeito e modo de falhas. Tal método identifica possíveis falhas e causas de um produto ou processo de produção, buscando implementar medidas preventivas e assim reduzir as ocorrências das falhas (ROZENFELD et al., 2006). As principais análises da ferramenta segundo Krasich (2007) são os registros dos modos de falhas encontrados nos diferentes estágios do projeto do produto, evidências de ações requisitadas, registro da falha da ação e redução de risco.

### 2.5.3. BRAINSTORMING

Segundo Rozenfeld et al. (2006), brainstorming (chuva de ideias) é um excelente caminho para o desenvolvimento de muitas soluções criativas para um problema, onde permite quebrar os padrões de pensamento existentes. Além disso, permite olhar as coisas de uma nova maneira, essas ideias vão surgindo e não devem ser criticadas.

Keeney (2012) enuncia os seguintes passos para um brainstorming: Definição do problema a ser resolvido; identificação dos objetivos de uma possível solução, onde os participantes identificam uma série de conceitos relevantes; geração de soluções individualmente, os participantes deverão abrir novas oportunidades onde devem usar todo e qualquer processo criativo para gerar alternativas; e geração de soluções coletiva, o grupo passa a gerar mais alternativas por meio de discussões.

#### 2.5.4. DIAGRAMA DE MUDGE

Conforme Nickel et al. (2010) o diagrama de Mudge permite avaliar o grau de relevância das funções do produto. Sua avaliação é obtida através da comparação direta de duas em duas sendo feita através de enumerações das funções, resultando em quatro respostas, onde a função é considerada muito mais importante do que a outra o valor considerado é (5); considerada mais importante que a outra o valor considerado é (3); considerada pouco mais importante do que a outra o seu valor é valor (1); e as funções são consideradas de igual importância o seu valor é (0). A Figura 5 exemplifica o diagrama de Mudge.

Figura 5 - Exemplo de diagrama de Mudge

Eficiência			2	3	4	5	SOMA	%
A	5	1	1B	1A	1A	1B	18	56
B	4		2	2D	2D	5C	4	13
C	3		3	4D	3C	3	9	
D	2		4	5D	2	6		
E	1		5	5	16			
TOTAL							32	100

Fonte: Nickel et al. (2010)

#### 2.6. MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NO PDP

De acordo com Clark e Fujimoyo (1991), o desempenho no PDP é avaliado a partir da qualidade, do tempo e da produtividade, definindo assim o desempenho das atividades do processo de desenvolvimento do produto ao sucesso no mercado. Corroborando com os autores Neely (1998) afirma que essas atividades são passadas por meio da coleta, exame, classificação, disposição, análise, interpretação e disseminação das informações adequadas. Essa medição de desempenho é um processo para quantificar a eficiência e eficácia, por meio dos indicadores de desempenho e dos processos (LEBAS, 1995).

Três parâmetros são definidos por Toledo et al. (2002) e representadas pela qualidade do produto, sendo definidas como: o grau em que o produto desenvolvido satisfaz os desejos e as expectativas dos consumidores; o tempo de desenvolvimento do produto, a rapidez com que a organização coloca o produto desenvolvido no mercado e pôr fim a produção referindo a quantidade de recursos necessários para conduzir o projeto da concepção à comercialização.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O trabalho trata de um estudo de caso com proposta em projetar a cadeira de praia para deficientes físicos por meio do projeto informacional. A metodologia empregada será adaptada conforme a segunda etapa da primeira subfase de desenvolvimento do produto proposta por Rozenfeld et al., (2006), sendo apresentada em quatro etapas: coleta de dados para alimentar os processos, agrupamento e classificação das necessidades dos clientes, definição dos requisitos dos clientes e requisitos técnicos e especificações do modelo.

Com o auxílio da técnica Brainstorming, as necessidades dos clientes serão coletadas por meio de uma entrevista, listando todas as ideias para o desenvolvimento do produto. Serão elaborados questionários para coleta de dados que será aplicado ao diagrama de Mudge. Também será efetuada uma pesquisa via

internet apresentando o modelo da cadeira de praia para deficientes físicos. Sendo assim, será possível elaborar as necessidades mais comuns dos clientes.

Após a coleta de dados e utilizando o “diagrama de Mudge” as necessidades clientes serão agrupadas e classificadas para melhores diagnósticos. Sendo assim possível, determinar a relevância de importância dos requisitos de maneira mais eficaz para o processo de desenvolvimento. Considerando os requisitos dos clientes, serão desdobradas propostas técnicas para atender as especificações dos clientes. Sequentemente, todos os requisitos dos clientes e os requisitos técnicos serão cruzados por meio da ferramenta casa da qualidade demonstrando os resultados quanto a importância relativa e importância absoluta, dificuldades técnicas, direcionamento de melhorias e metas.

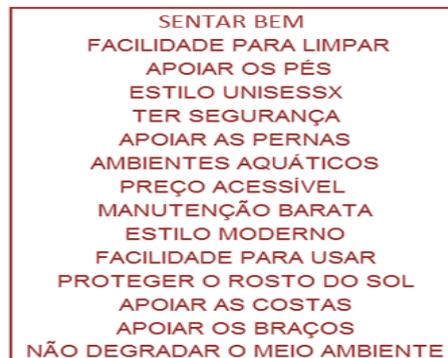
Os dados foram analisados com base aos resultados obtidos de cada ferramenta apontados no gráfico de barras agrupadas, propondo projetar um modelo de cadeira de praia para deficientes físicos. O Produto proposto será modelado em 3D auxiliado por software por meio de desenho, possibilitando a simulações virtuais, facilitando o projeto informacional. Também serão definidas suas principais metas para o desenvolvimento do produto.

## 4. PROJETO INFORMACIONAL

### 4.1. LEVANTAMENTO DAS IDEIAS

Na primeira etapa com o auxílio da técnica brainstorming foi realizado o levantamento das ideias quanto às necessidades dos clientes para o desenvolvimento do produto. Onde um grupo de três pessoas portadoras de deficiências físicas, geraram sugestões (ideias) para serem aplicadas ao projeto. Essas propostas foram apresentadas em forma de entrevista e nenhuma delas foi descartada. As sugestões estão apresentadas na Figura 6.

Figura 6 - Sugestões geradas pelos clientes



Fonte: Dos Autores (2017)

Sendo assim, há possibilidade em propor esses requisitos do produto para análise final. Que futuramente será implementado em novas ferramentas para novas discussões.

### 4.2. CLASSIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES

Nesta etapa, com todas as ideias propostas pela técnica brainstorming, foi implementado esses requisitos ao diagrama de Mudge, onde foram ordenados por grau de relevância. A Figura 7 ilustra o diagrama de Mudge dos requisitos selecionados, com o objetivo de classificar o grau de relevância das ideias. A avaliação é obtida por meio da seguinte maneira:

Cada requisito recebeu um número de 1 a 15 e foram colocados em vertical e horizontal;

A comparação foi feita duas em duas, vertical com horizontal por duas perguntas: “Qual é mais importante para o produto?” e “Quanto mais importante é este requisito?”;

As variáveis correspondem a eficiência de: A=5 (muito mais importante do que a outra); B=3 (mais importante que a outra); C=1 (pouco mais importante do que a outra); e as funções são consideradas de igual importância o seu valor é (0);

Para se calcular é preciso levar em consideração as linhas e as colunas que corresponderem a sua categoria e assim soma-los de acordo com a eficiência;

Com o valor encontrado na linha vertical, sequencialmente são somados todos os valores na horizontal e por meio desses valores será possível com o total encontrado verificar a porcentagem um por um (valor da categoria individual multiplicado por 100 e dividido por valor total).

Figura 7 - Diagrama de Mudge dos requisitos dos clientes

CATEGORIAS:	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL	%
1 ➡ SENTAR BEM	1B	1C	4C	1B	1C	1C	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	15A	28	9,15%
2 ➡ APOIAR AS PERNAS	2	2B	4C	2B	2C	2C	8B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	15A	27	8,82%
3 ➡ APOIAR OS BRAÇOS		3	4B	3B	6C	3C	8C	3B	3B	3B	3B	3B	3B	15A	22	7,19%
4 ➡ APOIAR AS COSTAS			4	4C	4C	4C	4C	4B	4B	4B	4B	4B	4B	15A	27	8,82%
5 ➡ APOIAR OS PÉS				5	6A	7A	8B	9B	5B	5B	12B	13B	14B	15A	6	1,96%
6 ➡ PROTEGER O ROSTO DO SOL					6	6B	8C	6B	6B	6B	6B	6B	6B	15A	27	8,82%
7 ➡ NÃO DEGRADAR O MEIO AMBIENTE						7	7C	7C	7A	7A	7B	7B	7B	15B	26	8,50%
8 ➡ AMBIENTES AQUÁTICOS							8	8B	8B	8B	8C	8C	8C	15A	20	6,54%
9 ➡ FACILIDADE PARA USAR								9	9B	9B	12C	13C	9B	15A	12	3,92%
10 ➡ ESTILO MODERNO									10	10A	12B	13B	10A	15A	10	3,27%
11 ➡ ESTILO UNISESSX										11	12B	13B	11C	15A	1	0,33%
12 ➡ PREÇO ACESSÍVEL											12	12C	12A	15A	16	5,23%
13 ➡ MANUTENÇÃO BARATA												13	13B	15A	13	4,25%
14 ➡ FACILIDADE PARA LIMPAR													14	15A	3	0,98%
15 ➡ TER SEGURANÇA														15	68	22,22%
															306	100,00%

EFICIÊNCIA
A=5
B=3
C=1

Fonte: Dos Autores (2017)

Como mostrado no diagrama de Mudge, resultaram os requisitos dos clientes para o desenvolvimento da cadeira de praia para deficientes físicos ordenados por relevância, representados pela ordem de classificação demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Ordem de classificação dos requisitos do cliente

CLASSIFICAÇÃO	ORDEM DE CLASSIFICAÇÃO EM %
1º TER SEGURANÇA	22,22%
2º SENTAR BEM	9,15%
3º APOIAR AS PERNAS	8,82%
4º APOIAR AS COSTAS	8,82%
5º PROTEGER O ROSTO DO SOL	8,82%
6º NÃO DEGRADAR O MEIO AMBIENTE	8,50%
7º APOIAR OS BRAÇOS	7,19%
8º AMBIENTES AQUÁTICOS	6,54%
9º PREÇO ACESSÍVEL	5,23%
10º MANUTENÇÃO BARATA	4,25%
11º FACILIDADE PARA USAR	3,92%
12º ESTILO MODERNO	3,27%
13º APOIAR OS PÉS	1,96%
14º FACILIDADE PARA LIMPAR	0,98%
15º ESTILO UNISESSX	0,33%

Fonte: Dos Autores (2017)

#### 4.3. A CASA DA QUALIDADE DEFININDO OS REQUISITOS PARA O PRODUTO

O objetivo do projeto informacional é projetar uma cadeira de praia para deficientes físicos por meio de métodos e ferramentas para o desenvolvimento do produto. Os aspectos metodológicos utilizados foram e os resultados, estão apresentados na Figura 9, na qual foi adaptada do trabalho de Rozenfeld et al. (2006).

Requisitos do Cliente: foram analisados os requisitos dos clientes por meio da técnica Brainstorming e logo em seguida aplicada a ferramenta do diagrama de Mudge, classificando-os de forma ordenada;

Requisitos do Produto: com base a essa classificação, foram desdobrados em requisitos técnicos que atendessem aos requisitos dos clientes.

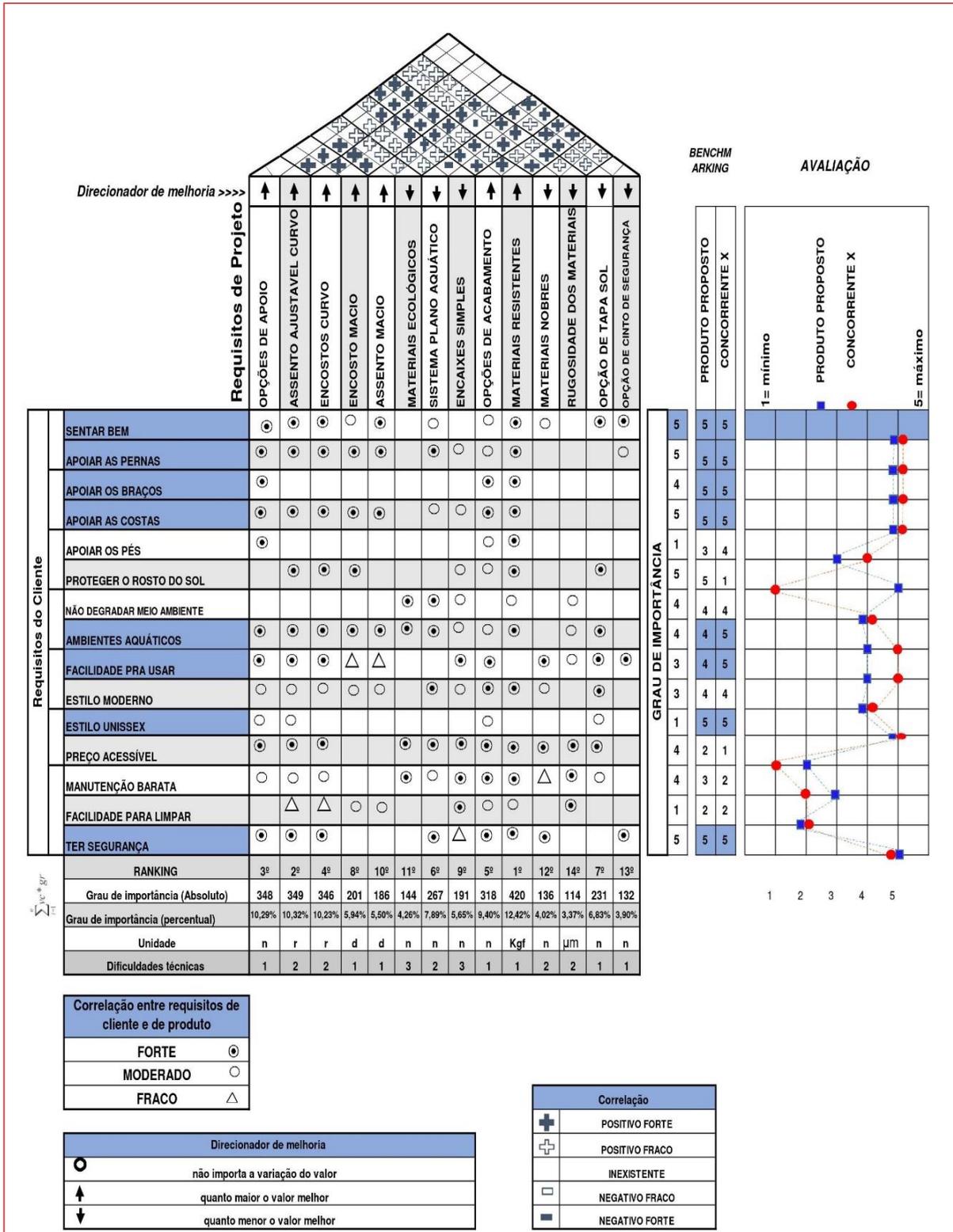
Figura 9 - Proposta técnica para o desenvolvimento do produto

PROPOSTA TÉCNICA PARA O MEU PRODUTO	Unidade:
OPÇÕES DE APOIO	número (nº)
ASSENTO AJUSTÁVEL CURVO	r = Raio (mm)
ENCOSTO CURVO	r = Raio (mm)
ENCOSTO MACIO	Densidade (d)
ASSENTO MACIO	Densidade (d)
MATERIAIS ECOLÓGICOS	número (nº)
SISTEMA PLANO AQUÁTICO	número (nº)
ENCAIXES SIMPLES	número (nº)
OPÇÕES DE ACABAMENTO	número (nº)
MATERIAIS RESISTENTES	Kgf
MATERIAIS NOBRES	número (nº)
RUGOSIDADE DOS MATERIAIS	µm
OPÇÃO DE TAPA SOL	número (nº)
OPÇÃO DE CINTO DE SEGURANÇA	número (nº)

Fonte: Dos Autores (2017)

Conforme as ideias geradas por meio da técnica brainstorming e pelos objetivos classificados no diagrama de Mudge, foi possível estabelecer os requisitos dos clientes, elaborando propostas técnicas que atendessem a essas necessidades, na finalidade de desdobrá-las através da ferramenta casa da qualidade para melhores diagnósticos ao produto. Toda a aplicação descrita acima pode ser representada através da Figura 10, que apresenta a casa da qualidade com base no que foi descrito acima.

Figura 10 – A casa da qualidade



Fonte: Dos Autores (2017)

4.4. RESULTADOS

De acordo com a classificação foi possível estabelecer requisitos para a proposta do desenvolvimento do produto, através da Figura 11 e por meio de um gráfico de barras agrupadas foi possível visualizar esses requisitos.

Figura 11 – Requisitos para o projeto



Fonte: Dos Autores (2017)

#### 4.5. ELABORAÇÃO DO MODELO

Com base aos resultados de todos os métodos e ferramentas aplicados no projeto, e levando em consideração os requisitos do projeto, o modelo proposto foi modelado conforme a Figura 12.

Figura 12 - Proposta de cadeiras de praia para deficientes físicos



Fonte: Dos Autores (2017)

De acordo com a classificação foi possível estabelecer requisitos para a proposta do desenvolvimento do produto. As principais características e metas para modelagem estão apresentadas na Figura 13.

Figura 13 - Metas técnicas para o projeto

Requisitos dos clientes	Metas técnicas para projeto
<b>Ter segurança</b>	Materiais resistente Sistema plano aquático Opção de cinto de segurança
<b>Sentar bem</b>	Assento ajustável curvo Encosto ajustável em até 4 posições Assento estofado macio Opção de tapa sol
<b>Apoiar as pernas</b>	Apoio para as pernas em duas posições reto ou inclinado
<b>Apoiar as costas</b>	Encosto ajustável em 4 posições Encosto macio
<b>Proteção do rosto contra o sol</b>	Tapa sol ajustável
<b>Não degradar o meio ambiente</b>	Materiais ecológicos
<b>Apoiar os braços</b>	Apoio para os braços
<b>Ambientes aquáticos</b>	Sistema plano aquáticos como rodas desenvolvidas para rodar na areia
<b>Preço acessível</b>	Custo entre R\$ 1500,00 à R\$ 2.000,00
<b>Manutenção barata</b>	Peças simples
<b>Facilidade para usar</b>	Desmontagem simples e rápida
<b>Estilo moderno</b>	Opções de acabamentos para cores
<b>Apoiar os pés</b>	Opções de apoio para os pés
<b>Facilidade paa limpar</b>	Materiais com rugosidade
<b>Estilo Unissex</b>	Em três tamanhos criança, adulto e idoso

Fonte: Dos Autores (2017)

Na gestão do processo de desenvolvimento, as principais características realizadas neste projeto, partiram das decisões relevantes tomadas no início da pesquisa. No trabalho, foi possível aderir padrões para coerência de resultados entre diversas ferramentas que atribuíram preparações favoráveis durante a gestão da inovação do produto. Para a estratégia e o planejamento, foi elaborado dimensões em recursos que englobaram técnicas e ferramentas para o apoio do desenvolvimento da cadeira de praia para o deficiente físico.

O método utilizado durante o processo, adaptado de Rozenfeld et al. (2006), aconteceu na segunda etapa do desenvolvimento do produto, e na primeira subfase do projeto informacional. O projeto informacional desenvolvido foi realizado por meio do primeiro gate, onde aprovou os requisitos necessários para o produto, propondo um modelo de referência no final da pesquisa. A medição de desempenho no processo estabeleceu por meio dessas técnicas e ferramentas o grau de importância de cada requisito buscando satisfazer as expectativas dos clientes. E promover melhor qualidade de vida a pessoas com deficiência.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A competitividade dos produtos está cada vez maior, com isso as empresas devem sempre buscar ideias inovadoras que atendam às necessidades dos clientes, na direção de transformar seus produtos finais em produtos de qualidade reais. Diante disso, o presente trabalho foi descritivo dentro do projeto informacional. Baseado no modelo de Rozenfeld et al. (2006), considerando de extrema importância para os clientes e para a pesquisadora, visto que foi conceituado e aplicada as ferramentas da qualidade.

A definição durante o projeto buscou qualidade dos resultados nas etapas do desenvolvimento da cadeira de praia para deficientes físicos. A elaboração do projeto proposto pelas necessidades dos clientes e pelos resultados das etapas possibilitou elaborar soluções para o PDP para uma melhoria social.

A in experiência técnica por parte dos pesquisadores foi a maior dificuldade durante o desenvolvimento do produto no projeto. O trabalho desenvolveu as seguintes contribuições para o desenvolvimento da cadeira de praia para os deficientes físicos: identificou os principais requisitos dos clientes; identificou os requisitos técnicos que contribuíssem para o desenvolvimento; avaliou o grau de importância absoluta e relativa nos requisitos dos clientes com os requisitos técnicos; propôs soluções para o desenvolvimento do produto.

A pesquisa contribuiu para futuros desenvolvimentos de cadeiras de praia para deficientes físicos, no sentido de demonstrar um novo modelo adaptado e melhorado. Portanto, conclui-se que o objetivo obtido pelo projeto informacional do produto proposto foi atingido, e contribuiu muito para a continuidade do projeto em pesquisas futuras nas seguintes concepções: Adaptar esse modelo como referência em outros desenvolvimentos de produtos e adaptar esse modelo para continuidade em projetos conceituais e detalhados para a fabricação e liberação da cadeira de praia para deficientes físicos.

## REFERÊNCIAS

- [1] AKAO, Y. Introdução ao desdobramento da qualidade. Belo Horizonte, Escola de Engenharia da UFMG, Fundação Christiano Ottoni, 1996.
- [2] CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston: HBS Press, 1991.
- [3] CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. QFD: Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Editora Blucher, 539p, 2007.
- [4] DURÃO, L. F. C. S. Estudo da Engenharia para o desenvolvimento de Produtos e Inovação e Comparação da Abordagem Tradicional com o Design Thinking. 2014. 106p. Trabalho de conclusão de curso. (Em Engenharia de Produção) Universidade de São Paulo.
- [5] ESTORÍLIO, C.; SIMIÃO, M. C.; SCHONOSKI, C. L.; LARA, M. C. Estudo de redução de custo de fabricação e montagem em um motor a diesel com o auxílio do DFMA. Produto & Produção, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 5-14, 2008.
- [6] HARMSSEN, H. Company competencies as a network: the role of product development. The Journal of Product Innovation Management. v. 17, n. 3, p.194-207, May, 2000.
- [7] KEENEY, L. R. Value-Focused Brainstorming. Informs, v. 9, n. 4, p. 303-313, 2012.
- [8] LEBAS, M. J. Performance Measurement and Performance Management. International Journal Production Economics, Amsterdam, v. 41, n. 1/3, p. 23-35, 1995.
- [9] MARTINS, S.G.; SANTOS, A.S.; CARVALHO, L.M. O Benchmarking e sua aplicabilidade em unidades de informação: uma abordagem reflexiva. Revista Interface, v.7, n.1, p.57-68, 2010.
- [10] NEELY, A (1998) Measuring Business Excellence. London. The Economist International Journal of Operations & Production Management. Vol. 20 No. 10, 2000, pp.1119-1145.
- [11] NICKEL, E. M.; FERREIRA, M. G. G.; FORCELLINI, F. A.; SANTOS, C. T.; SILVA, R. A. A. Modelo multicritério para referência na fase de projeto informacional do processo de desenvolvimento de produtos. Gestão e Produção, v. 17, n. 4, p. 707-720, 2010.
- [12] RESENDE, A. P. C. Todos na Cidade: o direito das pessoas com deficiência física em Uberlândia. 2003.197F. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.
- [13] ROZENFELD, H. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva 2003.
- [14] ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L., ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva. 2006.

- [15] SILVA, S. L. Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produto. São Carlos, 2002. 231p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- [16] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARRINSON, C.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [17] SOUZA, A; FILHO, P; BHERING, P; M, L. J.; SILVA, J. C. Avaliação ergonômica de cadeiras de madeira e derivados, Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.157-164, 2010.
- [18] SUAREZ, T. M; JUNG, C. F.; C, C. S. T. Adaptação e aplicação de um método de desenvolvimento de produtos em uma microempresa de manufatura de produtos decorativos. Revista P&D. v.07 n. 01. p.37-63, 2009.
- [19] TOLEDO, J. C.; ALLIPRANDINI, D. H.; FERRARI, F. M.; MARTINS, M. F.; MARTINS, R. A.; SILVA, S. L. Modelo de referência para a gestão do processo de desenvolvimento de produto: aplicações na indústria brasileira de autopeças. Relatório de pesquisa, São Carlos: UFSCar/ FAPESP, 2002.
- [20] ULRICH, K; EPPINGER, S. Product design and development. Ed. New York: McGraw-Hill, 1995.
- [21] VASCONCELLOS, M. A. Organizações inovadoras: estudo e casos brasileiros. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2003. p. 13-30.

# Capítulo 4

## *Boas práticas da Engenharia de Produção aplicadas a um laboratório: Um estudo de caso na cidade de Campina Grande - PB*

*Arthur Arcelino de Brito*

*Paulo Ellery Alves de Oliveira*

*Nathaly Silva de Santana*

*Alessandro Jackson Teixeira de lima*

*Mariana Simião Brasil de Oliveira*

*Rafael de Azevedo Palhares*

**Resumo:** Este trabalho tem por finalidade demonstrar algumas práticas de Engenharia de Produção aplicadas a um laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais na cidade de Campina Grande-PB. Dentre as técnicas utilizadas estão 5S, o sistema FIFO, além da utilização de planilhas para melhoria da gestão de estoques. Estes métodos ou ferramentas gerenciais permitem uma melhor comunicação dentro da empresa, bem como uma melhor organização dos postos de trabalho, proporcionando uma mudança de comportamentos bem como melhorias dos processos internos.

**Palavras chave:** 5S, FIFO, Engenharia de Produção.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Fenili (2015), as organizações administram recursos finitos ou escassos, desta forma faz-se necessária uma gestão mais inteligente do seu inventário, bem como o estabelecimento de alternativas que reduzam desperdícios de uso ou guarda - transformando estas ações em vantagens competitivas relacionadas a economia e aumento da eficiência dos recursos.

Tratando-se de organizações públicas, a gestão de materiais está ligada aos princípios de economicidade e eficiência, que basicamente resumem-se na melhor utilização possível dos recursos públicos, evitando desta forma desperdícios com o objetivo de garantir uma maior rentabilidade social.

Para garantia dos princípios, no quesito gestão de estoques ou almoxarifados, são requeridos o uso de ferramentas e práticas que dinamizem a gestão de materiais, resultando na redução de custos, promovendo a transparência e responsabilidade social.

O presente trabalho tem por objetivo geral descrever algumas atividades de boas práticas da engenharia de produção aplicadas a um laboratório na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. FIFO

FIFO é a sigla em inglês para “First in, first out”, que no idioma português quer dizer que o primeiro [produto] a entrar no armazém deve ser também o primeiro a sair, com o objetivo de evitar a perda por vencimento da mercadoria. Como já foi explicado, o modelo FIFO prioriza o envio dos produtos mais antigos dentro do estoque para o consumidor final.

Enumeram-se, algumas vantagens deste método (FERREIRA, 2007, P.34):

- Os itens usados são retirados do estoque e a baixa é dada nos controles de maneira lógica e sistemática;
- O resultado obtido espelha o custo real dos itens específicos usados nas saídas;
- O movimento estabelecido para os materiais, de forma contínua e ordenada, representa uma condição necessária para o perfeito controle dos materiais, especialmente quando estes estão sujeitos à deterioração, decomposição, mudança de qualidade, etc.

### 2.2. MÉTODO DE GESTÃO 5S

Segundo Calliari (2011), o 5S's é um programa que destaca à prática imediata de hábitos saudáveis, permitindo assim, a integração do pensar, do sentir e do agir. Busca promover uma mudança de longo prazo nas relações das pessoas consigo mesmas, com os outros e com a natureza.

O programa objetiva administrar de forma colaborativa melhorar o ambiente de trabalho, aumentando desta forma a qualidade de vida, serviço e facilidade na implantação de outros programas de melhoria. Os 5 sentidos são os seguintes:

- Seiri: Senso de Utilização – Separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário;
- Seiton: Senso de Arrumação – Identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente;
- Seiso: Senso de Limpeza – Manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar;
- Seiketsu: Senso de Saúde e Higiene – Manter um ambiente de trabalho sempre favorável à saúde e à higiene.;
- Shitsuke: Senso de Autodisciplina – Fazer dessas atitudes, ou seja, da metodologia, um hábito, transformando os 5S em um modo de vida.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

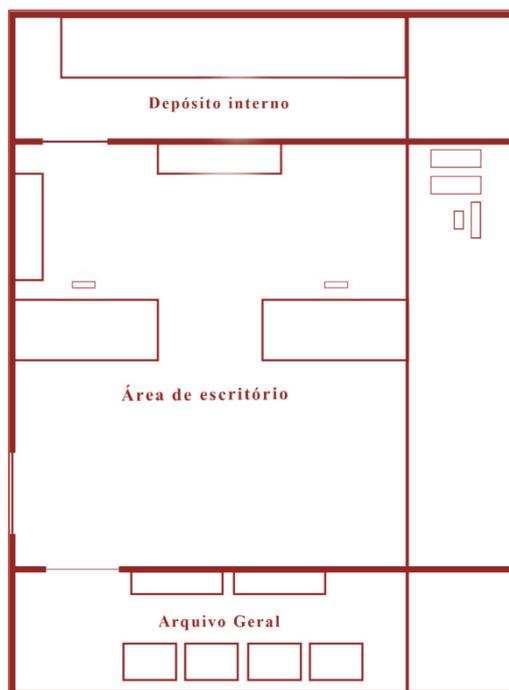
O estudo tem caráter descritivo por fazer o levantamento de algumas observações feitas durante a aplicação de boas práticas no setor de almoxarifado do laboratório objeto de estudo. Ademais, trata-se também de um estudo de caso por considerar o local como um objeto de pesquisa e aprofundar-se no entendimento dos seus aspectos, problemáticas e rotinas. Em síntese, o presente estudo pretende fazer o levantamento de algumas dificuldades encontradas no almoxarifado do laboratório e aplicar ferramentas ou práticas advindas da engenharia de produção como um conjunto de contramedidas para aperfeiçoamento dos seus processos.

A abordagem do estudo é do tipo quali quantitativa por fazer uso em sua análise de dados de um processo de mensuração numérica das variáveis estudadas, bem como entrevistas não estruturadas, observações diretas etc.

#### 3.2.1. SETOR DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

As atividades do estágio foram desenvolvidas no setor de almoxarifado e núcleo de gestão da informação do laboratório. O setor (Figura 1) conta depósito interno, onde ficam guardados os itens químicos, materiais de utilização em experimentos, descartáveis e vidrarias. O depósito interno conta com 3 armários (ARM1, ARM2, ARM3) destinados para guarda de químicos e um para vidrarias. Além disso, possui 3 estantes (A,B E C), sendo 2 destas reservadas para materiais químicos e 1 reservada para materiais descartáveis e uso de experimentos.

Figura 1 – Representação do setor de almoxarifado.



Fonte: adaptado do Mapa de Risco SCQC (2017)

A área de escritório conta com dois birôs, dois computadores, dois armários e uma estante destinados para itens descartáveis utilizados em experimentos, uma estante para eletrônicos e itens de informática, quadro de ferramentas, bancada para material de informática ativo (servidores) e uma bancada para apoio de manutenção de itens.

O setor de Almojarifado é o local destinado para a guarda, segurança e manutenção dos itens adquiridos, objetivando o suprimento das necessidades operacionais dos outros setores integrantes do laboratório. Desta forma possui como principais funções:

- Preservação da qualidade e contagem dos itens estocados;
- Prover armazenagem adequada dos materiais;
- Recebimento, conferência e registro de materiais;
- Encaminhamento de requisições de compras externas ao Núcleo de gestão da Informação/Sala de projetos;
- Fornecimento de materiais e equipamentos para os demais setores requisitantes.

### **3.3. COLETA DE DADOS**

Para entendimento do ambiente em que o estudo foi desenvolvido, foram necessárias algumas entrevistas informais com os colaboradores do setor de estoques, para entender as problemáticas do setor, bem como entender os procedimentos de rotina do almojarifado.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. DIAGNOSTICO INICIAL – ETAPA 1**

Após as entrevistas e observações in situ levantadas na fase iniciais, foram levantadas as seguintes problemáticas:

- Dificuldades na utilização do software "Henning Almojarifado" para controle gerencial do almojarifado;
- Espaço físico limitado;

Quanto às problemáticas citadas pelos colaboradores do setor, foi feito um breve diagnóstico pelos autores referente a algumas inconformidades encontradas no almojarifado, dentre elas estão:

Quanto aos produtos:

- Vários produtos com prazo de validade excedido;
- Produtos iguais em prateleiras diferentes;
- Má disposição dos produtos, separados entre válidos e vencidos;
- Classificação de prateleiras defasada;
- Excesso de produtos fora da validade;
- Caixas vazias em excesso no escritório do almojarifado;
- Não se tem registro de todos os produtos.

Quanto ao sistema de informações:

- Sistema de informações do estoque centralizadas em um único computador;
- Software com baixa maleabilidade de dados.

### **4.2. CONTRAMEDIDAS INICIAIS**

Com intuito de começar a combater os problemas encontrados no setor do almojarifado, os autores fizeram um levantamento de todos os itens que compunham o setor de químicos, ferramentarias, maquinário e alguns itens de informática presentes no setor, com foco principal no setor de químicos.

Utilizando uma caderneta (escrita à mão) e posteriormente o software Microsoft Excel, (Figura 2) foram levantados os seguintes dados:

- Nome do produto;
- Localização do produto;
- Quantidade de produtos;

Figura 2 – Trecho retirado do levantamento inicial dos produtos.

PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO	QUANTIDADE
Cloreto de Ferro III	A1	1
Cobalto em pó	A1	2
Cobre em pó	A1	1
Corante vermelho de Alizarinas	A1	0
Dicloridrato de N - Etilenodiamina	A1	1
Fosfato de Cálcio Tribásico	A1	0
Nitrato de Prata	A1	2
Óxido de Alumínio	A1	1
Óxido de ferro III	A1	1
Resíduo N-Hexano	A1	1
Tolueno	A1	1
Ácido Esteárico	A2	1
Ácido L(+) Glutâmico	A2	1
Álcool em gel bactericida 70%	A2	27
Álcool Neutro	A2	1
Alginato de Sódio	A2	1
Alginato de Sódio Média viscosidade	A2	2
Carbonato de Estrôncio	A2	1

Fonte: A autoria própria (2017)

Paralelamente, ainda no levantamento verificou-se a data de vencimento dos itens, para posterior identificação visual dos mesmos. Ao detectar um item vencido, foi fixada uma fita adesiva vermelha na embalagem dos mesmos para facilitar sua identificação dos itens vencidos e a gestão visual do estoque de químicos e descartáveis como visto na figura 3.

Figura 3 – Item vencido identificado pela fita vermelha.



Fonte: A autoria própria (2017)

### 4.3. CONTRAMEDIDAS INTERMEDIÁRIAS – ETAPA 2

Foi questionada junto aos colaboradores do setor a razão da manutenção de itens vencidos no estoque, por que não descartá-los? Assim, os itens não são descartados automaticamente por tratar-se de materiais químicos que podem ser utilizados para aulas ou experimentos que não necessitem de padrões elevados de confiança. Quando envolve-se experimentos biológicos e não existem produtos dentro da validade, o pesquisador ou interessado faz uma requisição de compra junto ao responsável pelo almoxarifado, que encaminha o documento para o setor de compras.

Simultaneamente, utilizando o pensamento LEAN e o 5s algumas ações para melhor acomodação do escritório foram feitas, dentre elas:

**Retirada de caixas vazias da área de movimentação** - As caixas são guardadas porque seriam utilizadas caso os equipamentos embalados pelas mesmas necessitem de manutenção fora do laboratório. As caixas foram dobradas para redução de volume ocupado e encaminhadas para o depósito externo do almoxarifado – **Separar o necessário do desnecessário – 5s: utilização, do japonês 整理 Seiri.**

**Separação de produtos eletrônicos, produtos químicos e ferramentas** - Alguns produtos eletrônicos em manutenção, encontravam-se junto às ferramentas, deixando o ambiente desorganizado, desta forma cada tipo de item passa a ficar em seu setor específico – **Cada coisa em seu devido lugar – 5s: Organização, do japonês 整頓, Seiton**

**Separação de cabos** - Itens como cabos de eletricidade e de internet que ocupavam grande espaço junto aos itens de informática, foram agrupados e movidos para o depósito externo, já que a rotatividade deste tipo de item é baixa – **Cada coisa em seu devido lugar – 5s: Organização, do japonês 整頓, Seiton**

No setor de estoques foram tomadas as seguintes medidas:

**Adoção do sistema FIFO (figura 4)** - A ordem dos produtos na prateleira passa a obedecer ao sistema FIFO (também conhecido como PEPS) - primeiro a entrar, primeiro a sair – com a intenção de evitar que novos produtos sejam consumidos antes dos produtos próximos da data de validade. Logo, um mesmo tipo de produto será enfileirado com os seus similares da seguinte maneira:

Figura 4 – Trecho retirado do levantamento inicial dos produtos.



Fonte: Autoria própria (2017)

À frente, itens vencidos propriamente identificados por uma fita vermelha, em seguida ficarão os produtos mais próximos da data de validade, como mostrado na figura 4.

#### 4.4. CONTRAMEDIDAS FINAIS

##### 4.4.1. ELABORAÇÃO DE FERRAMENTA GERENCIAL PARA O SETOR

Para organizar o depósito de químicos, e facilitar dessa forma o funcionamento das atividades essenciais do almoxarifado, criou-se um planilha complementar, ao levantamento feito no Excel no início na etapa 1 das contramedidas. Desta forma, foi necessária a criação de alguns itens como endereçamento de cada item, unidade (frasco, litro, caixa etc), criação de um código numérico para cada produto, estoque inicial, saídas, entradas, requisitantes e indicadores gráficos de produtos em falta, considerados para compra ou ainda alertas para estoque satisfatório.

Todos os itens receberam um endereçamento, prontamente registrado na planilha feita no excel. Desta forma, todo novo adquirido, registrado na planilha, terá seu lugar de referência no estoque e será armazenado junto aos seus similares, organizando o depósito de químicos por endereçamento. O endereçamento foi feito de forma similar a andares de um prédio, com blocos A, B, C e D, VEND, INFO e os armários superiores ARM1, ARM2, ARM3, ARM4, ARM5 e ARM6.

A planilha ainda contempla itens como saídas e entradas, registrando a movimentação dos itens no estoque, bem como a frequência e quantidade de requisição de itens pelos interessados. Além disso, utiliza as informações de movimentação para automaticamente calcular a quantidade real de itens em estoque, facilitando o controle gerencial dos itens.

Baseando-se no saldo, a planilha ainda faz a classificação dos níveis dos produtos, alertando o usuário quanto a produtos em falta, produtos com níveis satisfatórios e produtos a serem considerados para compras.

Os requisitantes do laboratório também tiveram seus nomes cadastrados na planilha, acompanhados de um código numérico para facilitar a entrada de informações nas várias áreas da planilha em que a informação é requisitada.

Após o levantamento e preenchimento dos dados, e revisão de todas as suas formulas, a planilha passou a ser utilizada no cotidiano do almoxarifado do CERTBIO, substituindo desta forma o software “Henning Almoxarifado”.

##### 4.4.2. AUDITORIA DE PRODUTOS QUÍMICOS VENCIDOS

Para uma melhor visualização do estado dos itens no estoque, e forma quantitativa, foi feita uma auditoria no depósito de químicos, sendo estes últimos considerados essenciais para o bom funcionamento dos laboratórios e garantia de qualidades dos serviços prestados.

A auditoria seguiu as seguintes etapas:

- Identificação dos itens químicos – utilizou-se a planilha de gerenciamento do estoque para identificação dos itens;
- Quantidade de cada tipo de item químico presente no estoque – consultou-se a planilha de gerenciamento proposta na etapa 3;
- Quantidade de itens vencidos – A contagem foi feita in loco, com maior facilidade devido à identificação dos itens vencidos com a fita adesiva vermelha, usada para gestão visual deste tipo de item.
- Organização destas informações em uma planilha;
- Levantamento de preço dos itens (vencidos) nos sites dos seus fabricantes/laboratórios;
- Preço x quantidade de itens vencidos
- Cálculo da porcentagem de itens vencidos;
- Resumo da situação atual;

De acordo com a auditoria promovida na etapa 4 das contramedidas propostas, foram identificados no depósito de químicos do almoxarifado a quantidade de 166 produtos químicos (dentre ácidos e reagentes), dentre estes, 71 produtos haviam expirado a sua data de validade, representando uma fatia de 43% do

estoque de químicos do almoxarifado, sendo este considerado bastante alto, visto que o laboratório adota a gestão da qualidade como uma de suas principais diretrizes.

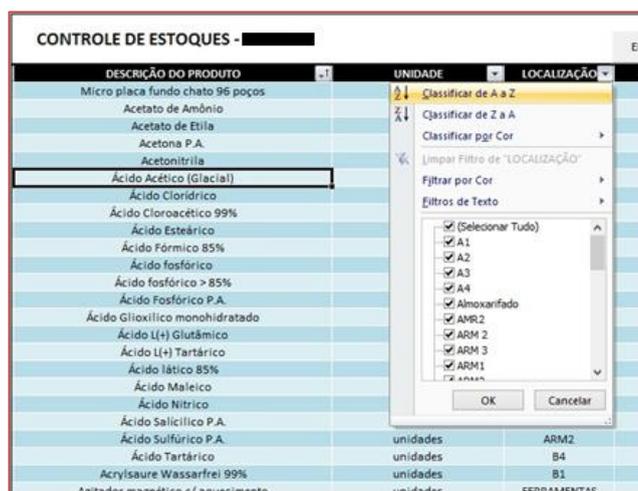
O valor total aproximado destes produtos utilizando preços encontrados nos sites de fabricantes/laboratórios é de R\$ 9500. Espera-se com a adoção do sistema FIFO e um melhor planejamento dos seus experimentos por parte dos requisitantes, uma queda no percentual de itens químicos vencidos no depósito do almoxarifado.

## 5 CONCLUSÕES

A substituição do antigo software pela planilha em Excel garantiu uma maior maleabilidade dos dados, pelo fato ter sua utilização mais amplamente difundida, seja no meio acadêmico ou profissional. Desta forma, garante maior facilidade na transformação de dados em informações importantes para o bom funcionamento do setor de almoxarifado, e por consequência dos laboratórios servidos por este setor do CERTBIO.

O endereçamento (Figura 5) dos itens garantiu um ordenamento dos itens que antes estavam divididos entre vencidos e não vencidos, distribuídos de forma aleatória, dificultando a busca na hora do atendimento e aumentando o tempo serviço. Além disso, permite a qualquer usuário da planilha, uma fácil localização dos itens, mesmo quando o colaborador responsável pelo almoxarifado se ausenta no período de férias.

Figura 5 – Filtro para endereçamento de Itens.



Fonte: Autoria própria (2017)

A Classificação dos itens, por etiquetas com nomes nas prateleiras, estava defasada, pelo aumento no número de itens utilizados nos laboratórios do CERTBIO, desta forma, o sistema de endereçamento por blocos e andares, trouxe consigo uma organização mais prática, por permitir uma maior flexibilidade no uso das prateleiras.

Espera-se que com sistema FIFO – FIRST IN, FIRST OUT- haja um melhor ordenamento na utilização dos produtos, principalmente aqueles com data de validade, forçando um maior uso dos produtos vencidos e uma progressiva redução na porcentagem de produtos e mais espaço nas prateleiras do estoque.

A aba “REQUISIÇÕES” na planilha permite que haja um melhor acompanhamento das requisições, por registrar os responsáveis ou requisitantes de cada produto. Ou seja, ficou mais fácil mapear os responsáveis pelos produtos.

Por utilizar-se de tabelas dinâmicas, a planilha (figura 6) permite uma maior facilidade no uso de seus dados, mapeando os produtos adquiridos por cada usuário, os produtos consumidos por mês, o saldo atual de produtos, a entrada de produtos por mês, a situação atual de cada produto no estoque. Além de filtrar produtos pela ordem alfabética, código numérico, quantidade e etc.

Figura 6 – Painel principal de acompanhamento de estoques.

CÓD	DESCRIÇÃO DO PRODUTO	UNIDADE	LOCALIZAÇÃO	E. INICIAL	ENTRADA	SAÍDA	SALDO	SITUAÇÃO DE ESTOQUE
247	Micro placa fundo chato 96 poças	unidades	ARM2	0	0	0	0	ITEM EM FALTA
1	Acetato de Amônio	Frasco	A3	1	0	0	1	CONSIDERAR COMPRA
2	Acetato de Etila	Litros	ARM1	2	0	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
3	Acetona P.A.	uni	ARM2	0	0	0	0	ITEM EM FALTA
4	Acetonitrila	unidades	B1	4	0	0	4	ESTOQUE SATISFATÓRIO
5	Ácido Acético (Glacial)	Litros	ARM1	3	0	0	3	ESTOQUE SATISFATÓRIO
6	Ácido Clorídrico	unidades	ARM 2	0	4	2	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
7	Ácido Cloroacético 99%	LITR.	ARM2	1	0	0	1	CONSIDERAR COMPRA
8	Ácido Estéarico	unidades	A2	1	0	0	1	CONSIDERAR COMPRA
9	Ácido Fórmico 85%	Litros	ARM2	1	2	0	3	ESTOQUE SATISFATÓRIO
10	Ácido Fosfórico	unidades	ARM1	3	0	0	3	ESTOQUE SATISFATÓRIO
11	Ácido fosfórico >85%	unidades	ARM1	1	0	0	1	CONSIDERAR COMPRA
12	Ácido Fosfórico P.A.	unidades	ARM1	2	0	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
13	Ácido Glicílico monohidratado	Frasco	ARM2	0	0	0	0	ITEM EM FALTA
14	Ácido L(+)-Glutâmico	unidades	A2	1	0	0	1	CONSIDERAR COMPRA
15	Ácido L(+)-Tartárico	unidades	B4	2	0	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
16	Ácido láctico 85%	unidades	ARM1	2	2	0	4	ESTOQUE SATISFATÓRIO
17	Ácido Maleico	unidades	B2	2	0	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
18	Ácido Nítrico	Litros	ARM2	0	2	2	0	ITEM EM FALTA
19	Ácido Salicílico P.A.	unidades	B5	1	0	0	1	CONSIDERAR COMPRA
20	Ácido Sulfúrico P.A.	unidades	ARM2	1	1	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
21	Ácido Tartárico	unidades	B4	2	0	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO
22	Acrylsaure Wasserfrei 99%	unidades	B1	0	0	0	0	ITEM EM FALTA
23	Agitador magnético c/ aquecimento	unidades	FERRAMENTAS	2	0	0	2	ESTOQUE SATISFATÓRIO

Fonte: Autoria própria (2017)

A utilização da planilha também pode mitigar a falha do problema descrito no tópico 3.2.1. fornecimento de materiais e equipamentos, por apresentar na aba SAÍDAS (figura 10) o requisitante ou solicitante de cada item, mapeando desta forma o fluxo dos produtos no laboratório, bem como o consumo de produtos por requisitante.

Figura 6 – Painel principal de acompanhamento de estoques.

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	ENDEREÇO	DATA	MÊS	QUANTIDADE	COD. REQUISITANT	RESPONSÁVEL
Ácido Nítrico	Processamento IV	28	JUNHO	1	66	Willians Baú
Ácido Nítrico	Campus Patos	28	JUNHO	1	70	Prof.a Luana Abilio
Álcool em gel bactericida 70%	NGI	13	JUNHO	1	60	Suyanna Gonçalves
Álcool Etilico Absoluto 96% (Gallão 36 litros)	Processamento IV	9	JUNHO	1	69	Williames
Álcool Etilico Absoluto 96% (Gallão 36 litros)	Ens. Mecânicos	13	JUNHO	1	33	Livia Marques
Álcool Etilico Absoluto 96% (Gallão 36 litros)	Citotoxicidade	28	JUNHO	1	58	Silvia Borges
Álcool Etilico Absoluto 99,8% P.A.	Campus Patos	28	JUNHO	12	70	Prof.a Luana Abilio
Álcool isopropílico (Isopropanol)	Citotoxicidade	28	JUNHO	1	58	Silvia Borges
Algodão Hidrófilo	Processamento III	28	JUNHO	1	49	Raid Icaro
Becker 250ml vidro	Processamento I	9	JUNHO	1	23	Glauber
Cloreto de Sódio P.A.	Processamento I	13	JUNHO	1	3	Andre Gonçalves
Coletor universal	Ens. Mecânicos	28	JUNHO	20	39	Mateus Santos
Coletor universal	DRX	28	JUNHO	10	42	Otto Cumberbatch
Filme de PVC	Processamento I	13	JUNHO	1	3	Andre Gonçalves
Formaldeído 37%	Processamento I	13	JUNHO	1	3	Andre Gonçalves
Genipina	Processamento I	28	JUNHO	1	23	Glauber
Luva Latex M	DRX	28	JUNHO	1	42	Otto Cumberbatch
Luvas de Vinil M sem pó	Processamento I	28	JUNHO	1	23	Glauber
Luvas de Vinil P sem pó	Processamento I	28	JUNHO	1	23	Glauber

Fonte: Autoria própria (2017)

Existe uma distância de 2 andares entre o setor de almoxarifado e o NGI (núcleo de gestão da informação)/sala de projetos. O software Henning almoxarifado estava instalado em apenas um computador, localizado dentro do almoxarifado, desta forma, não garantia uma universalização ou compartilhamento das informações em tempo real. Assim, os colaboradores do NGI precisavam se locomover entre dois andares para obter informações acerca dos níveis do almoxarifado.

Foi feita uma reunião junto aos colaboradores dos setores interessados, onde o estagiário propôs o compartilhamento da planilha (apenas para leitura), na rede do CERTBIO, desta forma, as partes interessadas poderão ter acesso instantâneo às informações que a planilha dispõe, sem que haja movimentação de funcionários entre os 2 andares. Além disso, foi necessário um breve treinamento dos colaboradores para utilização correta da planilha, explicação dos recursos e etc.

A planilha gerencial está em processo de reconhecimento como documento oficial para controle e gerenciamento de materiais no almoxarifado, e será agregada à documentação de apoio ao Sistema de Gestão da Qualidade CERTBIO (SGQC) em conformidade com a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 e/ou Normas que possuem correspondência para garantir a qualidade.

Sugere-se que seja implantada no setor do almoxarifado uma agenda de rotinas e responsabilidades para acompanhamento da planilha, através de auditorias mensais para checagem de itens no estoque, bem como a revisão do documento F40, ou criação de um documento apenas para requisição de materiais, com espaço para assinatura em cada linha, permitindo desta forma economia de papel e um melhor mapeamento das movimentações dos produtos no CERTBIO, seja no papel ou na planilha.

Além disso, sugere-se para trabalhos futuros e aperfeiçoamento do setor, que sejam feitos relatórios mensais acerca do estoque dos itens, com uso de gráficos, relatórios de consumo por setor (com dados extraídos a partir da planilha gerencial do estoque) e outras estatísticas importantes que dinamizem a relação com os outros setores do CERTBIO, em especial com o NGI, setor responsável pelas aquisições de produtos e manutenção da qualidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] CALLIARI, E.P.; FABRIS, I. A importância dos 5S's na organização. UNIEDU. Florianópolis. Set de 2011. disponível em: < <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/01/Ediany-Patricia-Calliari.pdf>> Acesso em 30 de julho de 2017.
- [2] DAMMANN, D. R. Manual do Almoxarifado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Medianeira, 2012, São Paulo. Disponível em: < <https://goo.gl/mtPkNN> > Acesso em 30 de Julho de 2017.
- [3] FENILI, R.R. Gestão de Materiais, Brasília: ENAP, 2015. 168 p.: il. -- (Enap Didáticos, Nº 1). Disponível em:< <https://goo.gl/1kijDH> >. Acesso em 30 de Julho de 2017.
- [4] FERREIRA, J. A. Custos industriais. São Paulo:2007.
- [5] HO, S.K.M. (1999) Japanese 5-S – where TQM begins. The TQM Maganize. Volume 11. Number 5. pp.311-320.

# Capítulo 5

## *Análise do sistema produtivo de uma facção de costura: Estudo de caso*

*Rafael de Azevedo Palhares*

*Izaac Paulo Costa Braga*

*Hálison Fernandes Bezerra Dantas*

*Mariana Simião Brasil de Oliveira*

*Arthur Arcelino de Brito*

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo analisar o sistema produtivo de uma facção de costura localizada na cidade de Mossoró/RN por meio dos cálculos de capacidade, disponibilidade, utilização e eficiência. Para tanto, a pesquisa foi dividida em duas etapas: a primeira deu-se pela realização de uma pesquisa bibliográfica acerca dos assuntos que envolvem o estudo proposto e a segunda caracteriza uma pesquisa de campo para que se pudesse coletar os dados. Tal coleta foi realizada por meio de visitas in loco durante o primeiro semestre de 2018. Ao término do estudo, verificou-se um tempo de produção muito superior ao especificado pela contratante e foram sugeridas algumas melhorias para maximizar a atuação da empresa estudada.

**Palavras-chave:** Capacidade produtiva, Setor de confecção, Planejamento da Produção.

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário do mercado atual, onde as empresas precisam estar desenvolvendo ações para não serem absorvidas pela concorrência, a redução de custos é uma das opções para gerar vantagem competitiva, possibilitando que as organizações se mantenham vivas no mercado. Partindo dessa ideia, as grandes empresas de varejo de roupas veem como uma boa alternativa, além da produção própria, a contratação de confecções terceirizadas para que possam atender a demandas maiores, sem precisar arcar com os custos necessários para expansão das suas fábricas. A busca de atender essa necessidade vinda do setor de varejo de moda, serve de incentivo para o surgimento das pequenas fábricas.

Slack, Chambers e Johnston (2002) avalia que, por menor que sejam as mudanças em um layout, estas podem afetar o fluxo dos produtos, de informações e dos funcionários. O presente trabalho apresenta um estudo realizado em uma fábrica de pequeno porte localizada na cidade de Mossoró-RN, tratando de aspectos relacionados ao arranjo físico e a capacidade de produção da fábrica, através do estudo de tempos, análise das instalações e posicionamento das máquinas, dos fluxos de materiais e pessoas envolvidas no processo. Abordando temáticas importantes, uma vez que os estudos relacionados ao planejamento de capacidade produtiva, planejamento de layout, podem trazer resultados expressivos, na redução da movimentação, eliminação de gargalos, entre outros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ARRANJO FÍSICO

Para se obter ganho de produtividade em um sistema de produção é importante levar em consideração o projeto e o planejamento do arranjo físico, que por sua vez, segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação, decidindo onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

O principal foco do arranjo físico é no ambiente interno da empresa, definindo e integrando os elementos de produção. Não é somente uma disposição racional dos equipamentos, mas também, o estudo das condições humanas de trabalho, de corredores projetados corretamente, de como evitar controles desnecessários, de qual meio de transporte vai ser utilizado para movimentação dos materiais (MUTHER, 1978).

### 2.2 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA

A capacidade pode ser explicada como o nível máximo de atividade de valor adicionado que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação (MARTINS; LAUGENI, 2005). Algumas organizações não chegam a operar em sua capacidade máxima de processamento ou por demanda insuficiente ou por necessidade de folga. Outras operam no seu limite máximo e ainda não conseguem atender a toda a demanda sendo o gargalo da operação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002)

Operar com capacidade insuficiente leva à deterioração do nível de serviço a clientes (prazos, flexibilidade), aumento de estoque em processo e o descontentamento dos colaboradores que são pressionados a cumprir com o que foi programado. O excesso de capacidade pode gerar custos adicionais inadmissíveis para um ambiente competitivo (CORREA; CORREA, 2004).

Slack, Chambers e Johnston (2002) afirmam que um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto o equilíbrio errado da operação pode ser potencialmente desastroso, pois a capacidade do sistema de produção define os limites competitivos da empresa.

## 3 METODOLOGIA

O presente trabalho está dividido em duas etapas, a primeira foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca dos assuntos que envolvem o estudo proposto e a segunda uma pesquisa de campo e a coleta de dados.

Na pesquisa de campo foram realizadas observações “in loco”, visitas periódicas a empresa em estudo, nos quais houve inicialmente o contato com a gerência, que explicou o funcionamento geral da empresa, e

depois com os funcionários da produção onde eles mostraram como é realizado todo o processo produtivo desde a entrada dos insumos até o momento da entrega do produto final, para que dessa maneira, possam ser adotadas ações mitigadoras de forma eficiente, tratando assim, a raiz do problema.

E por fim, foi realizada a coleta de dados, onde foram analisados dados relacionados a tempo, capacidade produtiva. Analisou-se o posto de trabalho, as dimensões das máquinas e por último o arranjo físico da empresa.

## 4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

### 4.1 HISTÓRICO E APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

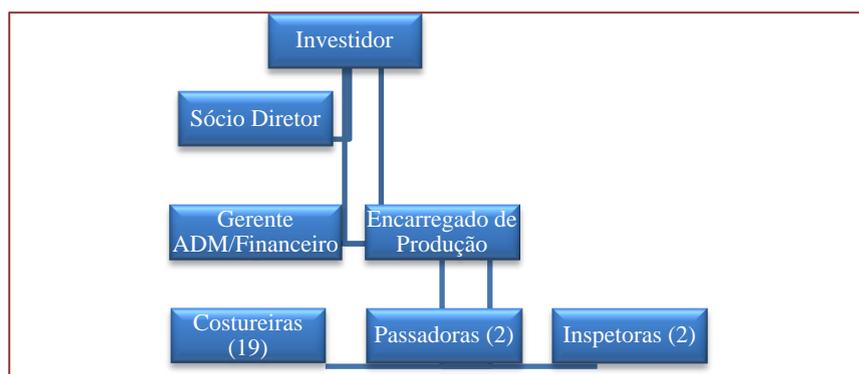
A FL costuras é uma facção de costura para empresas do setor de moda, atendendo clientes no segmento de marcas. Atualmente a empresa presta serviço para uma marca de confecção de renome. A facção está localizada no centro da cidade de Mossoró-RN. Considerada nova entrante no mercado, a empresa está com 08 meses de funcionamento.

Em busca de aumentar a produção por dia, grandes empresas compram produtos de facções de costuras. A abertura das facções no RN é como uma forma de sustentar o crescimento da rede de lojas do grupo e ainda promover o desenvolvimento econômico da região. A FL costuras conta com 23 funcionários de produção e 04 funcionários administrativos.

### 4.2 ORGANOGRAMA

A empresa é representada pelo organograma que segue na Figura 1. Composta no geral, por 27 pessoas. O investidor, que desembolsou o capital inicial. O sócio diretor, responsável pela parte organizacional no geral e responde pela empresa. Um gerente administrativo e financeiro devido à empresa ainda ser de pequeno porte, não o deixa sobrecarregado. Um encarregado de produção, responsável pelo acompanhamento do processo produtivo e suporte técnico. Atualmente, tem 19 costureiras, 02 passadoras, 02 inspetoras de qualidade.

Figura 1 – Organograma da FL Costura



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PROCESSO PRODUTIVO

A FL Costuras tem o processo produtivo por lote, configuração mista em que um só produto é fabricado por vez. A qualidade final do produto depende do melhor padrão em cada etapa do processo. A gestão do Processo Produtivo é de extrema importância para área de confecção e deve ser realizada interligando todas as suas etapas. O fluxo geral do processo pode ser representado pela Figura 2.

Figura 2 – Fluxo Geral do Processo



O fornecedor entrega todas as partes das peças já cortadas e separadas pela numeração. O lote vem fechado com a descrição das tarefas a serem desempenhadas, uma peça piloto com um tempo base e a quantidade de peças requeridas. Todos os itens para fabricação, são enviados pelo fornecedor como: linhas, fios, botões, zíper e demais acessórios.

A primeira etapa do processo é a armazenagem das peças. Chegam separadas por amarrações em numerações do 36 ao 46, com suas referidas partes de bolsos, pernas, zíper, cos e as demais. Após a armazenagem, os encarregados vão entregando as quantidade necessárias para as costureiras começarem a tarefa.

A terceira parte do processo produtivo é a montagem da peça, que segue um fluxo e cada costureira faz uma ou mais etapa do produto, passando para a seguinte dar continuidade e finalização da peça. Para costura, são requeridos múltiplos acabamentos que só são conseguidos com o uso de máquinas específicas, a FL Costuras conta com 13 tipos de máquinas diferentes, classificadas como: Ponto Corrente; Ponto Corrente 2; Interlock; Manual; Reta; Reta 2ag; Galoneira; Travet; Cós; Braço; Pespontadeira; Overloque e Caseadeira.

Embora seja feita inspeção ao longo do processo de costura ou montagem, existe uma inspeção final para garantir a aceitação da peça pela contratante. Por fim, a peça é estocada para envio ao destino final.

## 5.2 CÁLCULO DAS CAPACIDADES

Neste estudo, foram feitas 6 cronometragens prévias dos tempos de processamento de material em cada máquina do processo produtivo. Para os cálculos da capacidade, foram utilizados os tempos médios de cada operação. No ANEXO 1 estão dispostos o tempo de operação estimado pela contratante e a média dos tempos de execução das operações na facção estudada.

Com a determinação dos tempos, o estudo das capacidades pode ser iniciado. O primeiro ponto a ser cumprido é a determinação do tempo de ciclo das operações. Dessa forma, tem-se como tempo de ciclo estimado pela contratante o total de 24,47 minutos, o tempo máximo de duração para a montagem de um produto da empresa estudada é 37,66 minutos, de acordo com as cronometragens obtidas.

### 5.2.1 CAPACIDADE INSTALADA

A capacidade instalada refere-se à quantidade de outputs que uma unidade pode produzir, levando em consideração que a mesma trabalhe ininterruptamente (STAUDT; COELHO; GONÇALVES, 2011). Assim, a capacidade instalada de uma fábrica pode ser calculada conforme a Equação 1:

$$\text{Capacidade instalada} = (Q) \frac{\text{dias}}{\text{mês}} \times (24) \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times (Z) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}} \quad (1)$$

Abaixo, será calculada a capacidade instalada da fábrica estudada:

$$\begin{aligned} \text{Capacidade instalada (Fábrica)} &= (31) \frac{\text{dias}}{\text{mês}} \times (24) \frac{\text{hora}}{\text{dia}} \times (1,59) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}} \\ \text{Capacidade instalada (Fábrica)} &= 1182 \text{ unidades/mês} \end{aligned}$$

A capacidade instalada requerida pela Contratante, segundo suas especificações de tempo de produção, é 35,12% maior que a capacidade instalada da fábrica, conforme os cálculos abaixo:

$$\text{Capacidade instalada (Contratante)} = (31) \frac{\text{dias}}{\text{mês}} \times (24) \frac{\text{hora}}{\text{dia}} \times (2,45) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

$$\text{Capacidade instalada (Contratante)} = 1822 \text{ unidades/mês}$$

### 5.2.2 CAPACIDADE DISPONÍVEL

Segundo Staudt, Coelho e Gonçalves (2011), a capacidade disponível refere-se à quantidade de outputs produzidos por uma unidade fabril durante a jornada de trabalho. A fábrica estudada opera durante 44 horas semanais, desta forma, sua capacidade disponível será 280 calças por mês.

### 5.2.3 CAPACIDADE EFETIVA

A capacidade efetiva, conforme Staudt, Coelho e Gonçalves (2011), representa a capacidade disponível subtraindo-se as perdas planejadas que, de acordo com os autores, dizem respeito às manutenções preventivas, paradas de setup, dentre outras. A capacidade efetiva é obtida conforme a Equação 2:

$$\text{Capacidade efetiva} = (N) \frac{\text{horas}}{\text{mês}} \times (Z) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}} \quad (2)$$

Onde N é a quantidade de horas efetivamente trabalhadas, excluindo-se as perdas programadas.

A empresa estudada não costuma fazer manutenções preventivas, ou seja, os responsáveis pela produção só solicitam a manutenção dos equipamentos quando os mesmo apresentam algum tipo de falha.

Em entrevista, a empreendedora informou que seus funcionários contam com duas pausas para lanches (10 minutos), e pausas para usar o banheiro (5 minutos), estas poderão ser tiradas de acordo com a necessidade de cada funcionário. Segundo a empreendedora são gastos, em média, 70 minutos diários. Assim, a capacidade efetiva da empresa estudada será:

$$\text{Capacidade efetiva (Fábrica)} = (38,16) \frac{\text{horas}}{\text{mês}} \times (1,59) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

$$\text{Capacidade efetiva (Fábrica)} = 243 \text{ unidades/mês}$$

### 5.2.4 CAPACIDADE REALIZADA

A capacidade realizada pode ser encontrada excluindo-se as perdas não programadas da capacidade efetiva (STAUDT; COELHO; GONÇALVES, 2011). Desta forma, a capacidade realizada será encontrada conforme a Equação 3:

$$\text{Capacidade realizada} = (H) \frac{\text{horas}}{\text{mês}} \times (Z) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}} \quad (3)$$

Onde H é a quantidade de horas trabalhadas excluindo-se as perdas não programadas.

Em entrevistas informações o gestor deixou claro que ainda não tinha atentado para o controle das pausas não programadas como quebra inesperada, necessidade de verificação de máquinas, dentre outras. Assim, no período em que a empresa foi acompanhada, a mesma apresentou uma quantidade média de 4 falhas por semana, onde cada uma delas proporcionou uma perda de 10 minutos. Portanto, a capacidade realizada da empresa estudada é:

$$\text{Capacidade realizada (Fábrica)} = (141,96) \frac{\text{horas}}{\text{mês}} \times (1,59) \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

$$\text{Capacidade realizada (Fábrica)} = 226 \text{ unidades/mês}$$

### 5.2.5 GRAU DE DISPONIBILIDADE

O grau de disponibilidade é resultado do quociente entre as capacidades disponível e instalada. Logo, o grau de disponibilidade da empresa estudada é:

$$\text{Grau de disponibilidade} = \frac{280 \text{ unidades/mês}}{1182 \text{ unidades/mês}} = 0,2369 = 23,69\%$$

### 5.2.6 GRAU DE UTILIZAÇÃO

O Grau de utilização é encontrado pelo quociente entre as capacidades efetiva e disponível. Portanto, o grau de utilização calculado para a empresa estudada é:

$$\text{Grau de utilização} = \frac{243 \text{ unidades/mês}}{280 \text{ unidades/mês}} = 0,8678 = 86,78\%$$

### 5.2.7 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA

O índice de eficiência é dado quociente entre as capacidades realizada e efetiva. Desta forma, o índice de eficiência da empresa estudada é:

$$\text{Índice de eficiência} = \frac{226 \frac{\text{unidades}}{\text{mês}}}{243 \frac{\text{unidades}}{\text{mês}}} = 0,9300 = 93\%$$

## 5.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE GARGALO

De acordo com os tempos coletados com as visitas realizadas pode-se perceber que o gargalo da produção era a operação “desmanchar o ponto de cóis”, onde o tempo estimado para a realização da tarefa pela contratante é de 0,50 minuto e a fábrica executava essa atividade em 4,30 minutos, ou seja, 83,7% mais demorada que o tempo esperado.

Esse tempo pode ter sido tão discrepante, primeiramente por se tratar de uma atividade manual, juntamente com a inexperiência, falta de treinamento e pela pressão exercida pelo ato da medição do tempo da tarefa.

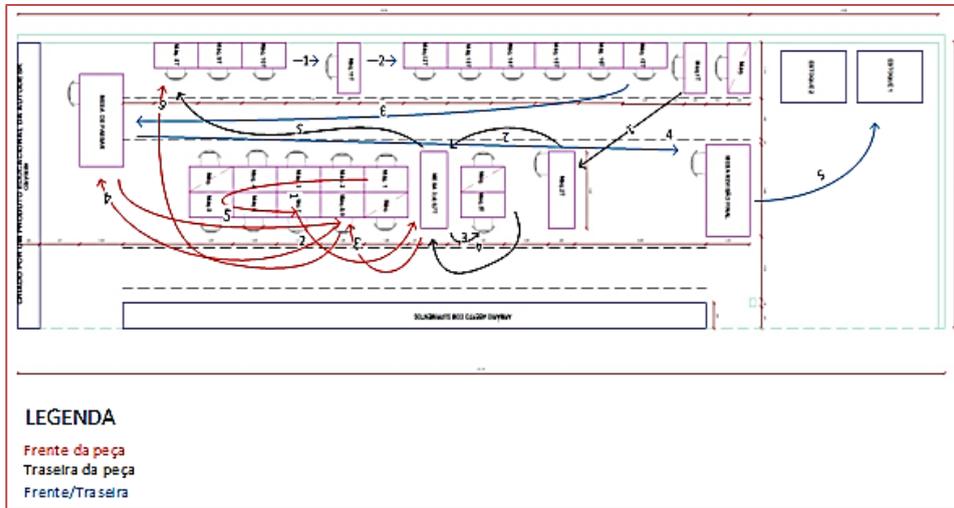
## 5.4 ANÁLISE DO ARRANJO FÍSICO

A definição de layout da fábrica estudada é imposta pela empresa contratante, que apresenta um suposto modelo ótimo de layout para cada lote específico de peças. Este exige uma determinada sequência de operações para que obtenha-se o produto final. O arranjo identificado é classificado como arranjo físico por Produto, que segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.

Baseada na sequência desses processos, foi consultado com os colaboradores da empresa, qual o grau de relacionamento necessário entre as máquinas relativas a cada processo. Com os resultados obtidos através da consulta aos funcionários da produção, foi elaborado um diagrama de relacionamento de atividades realizadas pelas máquinas para verificar qualitativamente se o layout imposto pela contratante seria o ótimo.

A análise inicial deu-se através do fluxograma produtivo que atualmente está empregado, conforme Figura 3.

Figura 3 – Mapofluxograma atual



A Figura 4 ilustra os termos qualitativos adotados para o diagrama de relacionamentos.

Figura 4 – Termos qualitativos

A	Absolutamente necessário
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Proximidade normal
U	Pouco importante
X	Indesejável

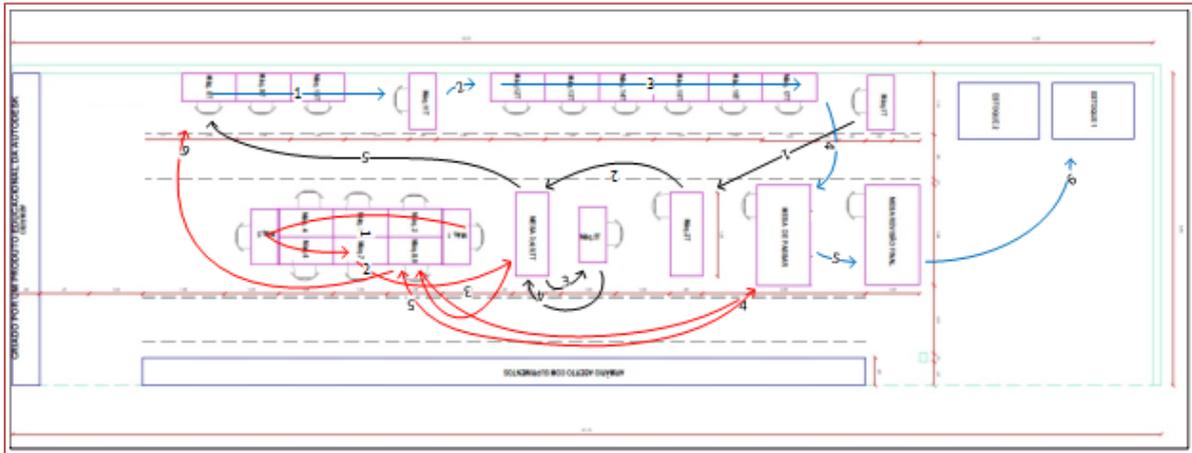
Na Figura 5 é possível observar o diagrama de relacionamento de acordo com as informações coletadas com os funcionários:

Figura 5 – Diagrama de relacionamento de atividades



Comparando o mapofluxograma atual com o Diagrama de Relacionamentos elaborado, percebe-se que o layout enviado pela contratante é coerente às exigências da sequência do processo de produção. Porém algumas mudanças seriam necessárias, tendo em vista que a empresa contratante não permite a mudança completa do layout, sugere-se apenas algumas alterações básicas como: a eliminação de máquinas que não estão sendo utilizadas no processo, para liberar espaço e melhorar no fluxo de materiais e pessoas; a aproximação da Mesa de passar e Mesa de inspeção final, para evitar perdas com movimentações, mas mantendo o cuidado em não distanciar a Mesa de passar com as máquinas 8 e 9 (Interlock e Ponto corrente). Na Figura 6 é possível visualizar o mapofluxograma sugerido.

Figura 6 – Mapofluxograma sugerido



## 5.5 ANÁLISE DO POSTO DE TRABALHO

A unidade de produção estudada foi analisada do ponto de vista do posto de trabalho, onde pode-se perceber os seguintes aspectos:

a) Observou-se um ambiente de trabalho com temperatura desagradável, mesmo com a presença de ventiladores. As janelas encontradas são pequenas, muito altas e não estão localizadas em toda a fachão, como pode ser visto na Figura 7. A NR 17 regulamenta sobre ergonomia, ela retrata que as condições ambientais de trabalho devem estar adequadas as características dos trabalhadores e que deve ter índices de temperatura entre 20°C e 23°;

Figura 7 – Ambiente de trabalho



- b) Os trabalhadores não possuem fardamento, eles se vestem com roupas pessoais. Sobre o uso de fardamento a NR 24 relata que o empregador deve fornecer os uniformes de trabalho, somente quando seu uso for exigido;
- c) Algumas máquinas ainda não dispõem de rodas para auxiliar na locomoção na hora do set- up do produto;
- d) Quanto à segurança, no local há apenas um extintor (localizada na sala administrativa) e uma porta de saída de emergência, onde nela são colocadas material de limpeza e não há informações dispostas na fábrica de como proceder nesse caso, como pode ser analisado na Figura 8. A NR 23, norma regulamentadora de proteção contra incêndios afirma que, todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndio, como providenciar aos trabalhadores informações sobre os dispositivos de incêndio, utilização de equipamento de combate. E ela ainda afirma que as saídas de incêndio devem ser claramente assinaladas, sem nenhuma interrupção;

Figura 8 – Saída de emergência



- e) Os insumos são armazenados inadequadamente, visto que eles são agrupados em formas de pilhas em cada posto de trabalho, conforme Figura 9;

Figura 9 – Ambiente de trabalho



f) Existe somente um banheiro para ambos os sexos. Segundo a NR 24 as instalações sanitárias devem ser separadas por sexo;

g) Os funcionários dispõem de cadeiras adequadas para a execução de suas atividades, onde nela existem reguladores de altura.

h) A largura dos corredores são de 0,80 m e 1,23m. A NBR 9050 afirma que para corredores com comprimento maior de 10m deve-se ter uma largura de 1,50 m. Portanto, o corredor está em desconformidade com a norma, podendo trazer perigos para os funcionários como, eles esbarrarem entre eles e também em casos de incêndio.

Todos esses aspectos citados acima que não são cumpridos pela empresa trazem consequências para o processo produtivo como: atrasos no processo em virtude da busca pelo material, insegurança no ambiente de trabalho, má condições de trabalho resultante da má qualidade de iluminação e desconforto devido a altas temperaturas. E esse conjunto pode ter como resultado principal os atrasos no tempo de processamento das operações.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou o projeto de arranjo físico da empresa estudada e caso necessário elaborar um arranjo adequado às necessidades da facção, com o intuito de diminuir os tempos de produção, buscando soluções para o fluxo produtivo, anulando cruzamentos e a desorganização.

Após a realização das visitas na empresa, pode-se perceber que esta utiliza de uma metodologia para elaboração de layout já definida pela empresa contratante, que vem acompanhada com a ordem de serviço. Tal definição foi elaborada por um profissional qualificado, através de estudos de tempos, métodos e distâncias, para o alcance do layout ótimo. Porém, sugere-se a adoção do mapofluxograma realizado neste trabalho, tendo em vista de que não há modificações complexas a serem feitas, não apresentando grandes divergências ao layout imposto à contratada.

Sobre os estudos da capacidade produtiva, verificou-se que a terceirizada tem um tempo de produção muito superior ao da contratante e que os funcionários ainda estão dispersos sobre a sua atividade exercida, isso se dá por um conjunto de fatores, tais como: a falta de capacitação e treinamento, a inexperiência dos funcionários e o fato da empresa ser muito nova no mercado. Tais problemas podem, possivelmente, ser resolvidos com uma melhor capacitação técnica dos colaboradores através de treinamentos, inserção de incentivos salariais por meio de bonificações ou remuneração variável (remuneração por desempenho, produzir em um menor tempo, definindo uma porcentagem de erro aceitável). Apesar dos funcionários serem iniciantes, ao decorrer do tempo e da experiência adquirida com a repetição da execução das tarefas, é possível que se obtenha uma maior eficiência e produtividade.

Calculada a eficiência na organização foi achado um valor muito alto, 93%, levando em consideração todos os problemas existentes nessa empresa, esperava-se um valor bem abaixo do calculado, pode-se considerar que esse valor foi devido a uma falta de mensuração de alguns dados, como por exemplo, as perdas programadas, onde o responsável por este setor não faz nenhuma análise referente a esse assunto.

Ao analisar o posto de trabalho, nota-se que existem alguns pontos que necessitam de cuidados, como a falta de uma boa iluminação e circulação do vento, os insumos que aguardam ser utilizados ficam desorganizados, dificultando o seu manuseio, a falta de um planejamento de manutenção preventiva e todos esses problemas afetam no processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. NR 17: Ergonomia. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- [2] BRASIL. NR 23: Proteção Contra Incêndios. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR23.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.
- [3] BRASIL. NR 24: Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR24.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- [4] CORREA, H.L., CORREA, C.A. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Atlas, 2004.

- [5] MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- [6] MUTHER, Richard. Planejamento do Layout: Sistema SLP. Supervisão ITIRO IIDA. Tradução Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Aiub Hijjar e Miguel de Simoni. São Paulo, Edgard Blücher, 1978.
- [7] SLACK N., CHAMBERS S.; JOHNSTON R. Administração da Produção. Trad. de M. T. C. de oliveira, F.ALHER e H.L. Corrêa.2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [8] STAUDT, F. H; COELHO, A. S.; GONÇALVES, M. B. Determinação da capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov. Revista Produção, v. 21, n.4, p. 634-644, 2011.

## ANEXO 1 – TEMPO DAS OPERAÇÕES

Máq.	Item	Operação	Máquina	Tempo estimado (minuto)	Tempo realizado (minuto)
1T	Traseiro	Pregar pala traseira	Ponto corrente 2	1,15	1,38
2T	Traseiro	Unir fundo	Ponto corrente 2	1,05	0,31
MESA	Traseiro	Revisão intermediária	Manual	1	0,85
MESA	Traseiro	Marcar bolso	Manual	0,43	0,63
5T	Traseiro	Pregar o bolso	Reta 2AG	2,25	3,04
MESA	Traseiro	Revisão de bolso	Manual	0,5	0,25
MESA	Traseiro	Preparar frente/trás	Manual	0,25	0,73
8T	Traseiro	Unir frente/trás	Reta 2AG	0,45	1,46
9T	Traseiro	Pespontar	Ponto corrente 2	0,58	0,86
9T	Traseiro	Fechar entrepernas	Interlock	0,95	1
10T	Traseiro	Pregar cós	Ponto corrente	0,85	1,06
11T	Traseiro	Desmanchar o ponto do cós	Manual	0,5	4,3
11T	Traseiro	Ponto de cós	Reta	1,05	2,2
12T	Traseiro	Bainha	Reta	0,95	2
13T	Traseiro	Travete 12	Travet	0,96	1,01
14T	Traseiro	Pregar passantes	Travet	0,9	1,43
15T	Traseiro	Pregar etiqueta	Reta	0,29	0,11
16T	Traseiro	Chulear bolso traseiro	Interlock	0,35	0,38
17T	Traseiro	Fazer bainha (bolso traseiro)	Ponto corrente	0,5	0,75
MESA	Traseiro	Engomar bolso traseiro	Manual	0,6	0,83
1	Frente	Pregar revel e espelho	Galoneira	0,75	0,9
2	Frente	Fechar forro do bolso	Interlock	0,4	0,63
3	Frente	Fixar na frente	Reta	0,62	0,7
4	Frente	Rebater ou Pespontar	Ponto corrente 2	0,58	0,82
5	Frente	Pregar zíper e pertingal	Reta	0,45	1,28
6	Frente	Fazer J	Reta 2AG	0,51	0,75
6	Frente	Unir gancho/frente	Reta 2AG	0,45	0,3
7	Frente	Prender bolso/frente	Reta	0,62	0,91
7	Frente	Pregar etiqueta tamanho	Reta	0,15	0,08
MESA	Frente	Revisar frente	Manual	1	1,02
8	Frente	Chulear bolsinho	Interlock	0,2	0,22
8	Frente	Fazer bainha (bolsinho)	Ponto corrente	0,2	0,52
MESA	Frente	Engomar bolsinho	Manual	0,25	0,15
9	Frente	Pregar bolsinho no revel do bolso da frente	Reta 2AG	0,65	0,8
9	Frente	Fechar bolso da frente	Interlock	0,4	0,45
9	Frente	Desvirar bolsinho frente	Manual	0,35	0,28
MESA	Final	Inspeção final	Manual	1,33	3,27

# Capítulo 6

## *Análise do processo produtivo e propostas de melhoria em uma indústria de beneficiamento de camarão*

*Rafael de Azevedo Palhares*

*Rogério da Fonseca Cavalcante*

*Natália Veloso Caldas de Vasconcelos*

*Paulo Ricardo Fernandes de Lima*

*Daiane de Oliveira Costa*

*Mateus Porfírio de Moura Castro*

**Resumo:** O objetivo desse artigo é analisar o processo produtivo na indústria de beneficiamento de camarão e propor melhorias no tocante às condições de trabalho. Isto é, reduzir aspectos como a fadiga, estresse e cansaço, causados pelo alto grau de repetições dos movimentos, dentre outros fatores que agreguem as boas práticas nas atividades desempenhadas pelos colaboradores da indústria de beneficiamento. Por se tratar de uma indústria de beneficiamento de camarão, um produto tão valioso para alguns consumidores, foi possível identificar a diversidade de suas etapas de processo, desde a chegada da matéria prima da fazenda de criação, até a etapa de saída do produto do beneficiamento, para as prateleiras de grandes redes varejistas de supermercados. Com relação a metodologia caracterizou-se como uma pesquisa aplicada, quanto a abordagem qualitativa, procedimentos pesquisa bibliográfica e estudo de caso, no tocante aos objetivos a pesquisa é exploratória. O resultado da pesquisa foi o mapeamento do processo produtivo e baseado neste mapeamento as propostas de melhoria foram apresentadas no decorrer da pesquisa.

**Palavras chave:** Processo produtivo, Indústria, Beneficiamento de camarão.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as condições edafoclimáticas e disponibilidade de terras favorecem o desenvolvimento da aquicultura tornando-a cada vez mais importante. Uma das atividades oriundas da aquicultura é a criação de camarão em cativeiro. De acordo com a ABCC (2002) em menos de uma década, esta atividade já evidenciou sua viabilidade técnica e econômica, se tornando uma das promissoras atividades do setor primário da economia nacional, gerando emprego, renda e conseqüentemente o desenvolvimento regional e divisas. (ABCC, 2002).

Esta atividade vem se destacando principalmente na região Nordeste, como um essencial segmento da aquicultura no que refere as exportações. Esta importância é refletida nos números de produção, que revelam o impacto econômico no setor. “Nos cinco primeiros meses de 2013, as exportações de camarão atingiram a marca de US\$ 87 milhões, devendo chegar a US\$ 240 milhões em todo o ano.” (MERCADO DA PESCA, 2013).

Como toda indústria, o processo produtivo de beneficiamento de camarão, por se tratar de dimensão e volumes relevantes, tem um grau de atividades bastante repetitivo nas tarefas por parte dos colaboradores que estão sempre realizando as tarefas de forma sistematizada, seguida por um manual de processo.

O objetivo desse artigo é analisar o processo produtivo na indústria de beneficiamento de camarão e propor melhorias no tocante às condições de trabalho. Isto é, reduzir aspectos como a fadiga, estresse e cansaço, causados pelo alto grau repetições dos movimentos, dentre outros fatores que agreguem as boas práticas nas atividades desempenhadas pelos colaboradores da indústria de beneficiamento.

O presente estudo está organizado em seções. Esta primeira introdutória que apresenta uma breve contextualização, objetivo da pesquisa e a estruturação do trabalho. Na segunda são apresentados a definição e tipos de processos, seguido pela metodologia, na seção quatro é apresentado o estudo de caso e resultados sugerindo a aplicação da ferramenta 5W2H, e por fim as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 CONCEITO DE PROCESSO

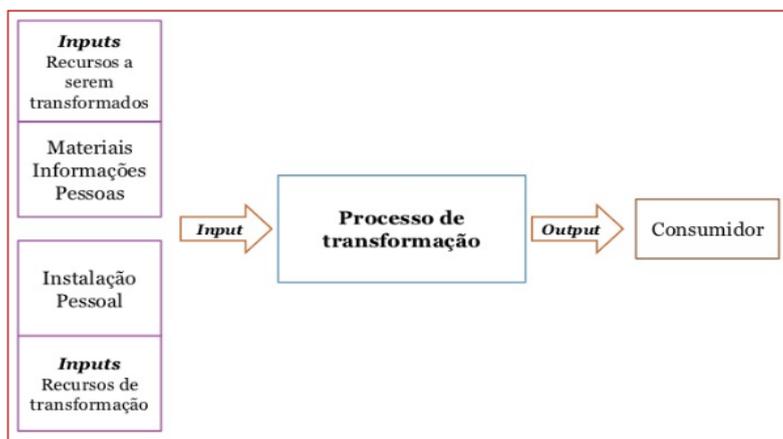
Na literatura existem variadas definições e conceitos de processo. Slack (2009), define que “os processos devem ser projetados de forma que possam produzir todos os produtos e serviços que venham a ser lançados pela operação”. Ao ser projetado um produto ou serviço os mesmos terão impacto sobre os processos que o produz e vice e versa.

Um processo trata de uma esquematização nas atividades de trabalho no tempo e no espaço com um começo, um fim, inputs (entradas) e outputs (saídas) claramente identificados, definindo assim uma estrutura para ação. (DAVENPORT 1994 apud CORRÊA 2005).

Sendo o processo também finalizado como uma ordenação de atividades ligadas e correlacionadas, que fazem uso dos recursos da organização para gerar os resultados definidos, de forma a apoiar os seus objetivos Corrêa (2005).

Processos no âmbito de seu conceito é um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas/inputs) em produtos (saídas/outputs). Processos em uma organização são geralmente planejados e realizados sob condições controladas para agregar valor. As técnicas de gestão de processos se iniciam com a compreensão de que processos possuem entradas/inputs e saídas/outputs. Os insumos (entradas/inputs) para um processo são geralmente produtos (saídas/outputs) de outros processos, conforme Figura 1.

Figura 1 - Modelo de Processo Transformação



Fonte: Slack (2009)

### 3 TIPOS DE PROCESSOS

Existe uma variedade de termos para identificar os tipos de processos, dependendo de serem processos predominantemente de manufatura ou de serviços. Slack (2009) mostra que existem vários tipos de processos: “manufatura” e de “serviços”, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Processo de Manufatura

Tipos de Processos	Descrição
<b>Processo de Projeto</b>	São os que lidam com produtos discricionários, usualmente bastante customizados.
<b>Processo de Jobbing</b>	Também lidam com volume e variedade muito alta.
<b>Processo de Lote (Bateladas)</b>	Frequentemente podem ter características do Jobbing, mas os processos em lotes não possuem o mesmo grau de variedades do de Jobbing.
<b>Processo de Produção em Massa</b>	São os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos do projeto do produto.
<b>Processo Contínuo</b>	Situam-se um passo além dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volume ainda maiores e em geral terem variedade ainda mais baixa.

Fonte: Slack (2009)

Já os processos de serviços podem ser classificados da seguinte forma:

- **Serviços Profissionais** – são definidos como organizações em alto contato, em que os clientes dependem de tempo consideravelmente no processo de serviço;
- **Lojas e Serviços** – são caracterizadas por níveis de contato com cliente, customização, volumes de clientes e liberdade de decisão das pessoas, que as posiciona entre os extremos dos serviços profissionais e de massa;
- **Serviços em Massa** – compreendem muitas transações de clientes, envolvendo tempo de contato limitado e pouca customização;

Tubino (2009) explica que quando o produto é fabricado é algo tangível, podendo ser tocado e visto diz-se que o sistema de produção é uma manufatura de bens. Por outro lado, quando o produto é intangível podendo apenas ser sentido como uma consulta médica diz-se que o sistema de produção é um prestador de serviço.

No tocante aos sistemas produtivos, podem ser organizados em:

- Processo Contínuo: é chamado de contínuo por que não consegue se identificar e separar dentro da produção uma unidade do produto das demais que estão sendo feitas;
- Processo em Massa: é muito semelhante ao sistema contínuo, produção em grande escala de produtos altamente padronizados, os produtos não são possíveis de automatização em processo contínuo, existe uma grande participação da mão de obra especializada na transformação do produto;
- Processo em Lotes: situam-se sobre dois extremos, a produção em massa e a produção sobre projeto e seu o lead time produtivo é maior que o do sistema em massa;
- Processo sob Encomenda: o sistema produtivo se volta para o novo projeto, o produto tem uma data específica e negociada com o cliente para ser fabricado.

### 3.1 HIERARQUIA DO PROCESSO

Fleury (2008) propõe os seguintes níveis hierárquicos para os processos, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Níveis Hierarquia do Processo

Macroprocesso	Um agrupamento coerente de processos que engloba toda a organização e incorpora uma visão estratégica e multidisciplinar;
Processo	É um encadeamento de sub-processos ou atividades executadas por pessoas ou máquinas para alcançar uma ou mais metas; é o trabalho ponta-a-ponta que entrega valor aos clientes;
Sub-processo	Realizado por uma área específica da organização, obtendo resultados parciais. Precisam, portanto, serem complementados por outros sub-processos para a verdadeira criação de valor para o cliente;
Atividade	Realizada por uma célula de trabalho (uma ou mais atores) e necessita de outras atividades para obter um resultado específico. Representa o menor detalhe necessário para um sistema administrativo;
Tarefa	Realizada por uma pessoa com resultado de difícil constatação;
Operação	É o menor nível de divisão e pode ser avaliada em termos de tempo para o dimensionamento de um posto de trabalho.

Fonte: Adaptação FLEURY (2008)

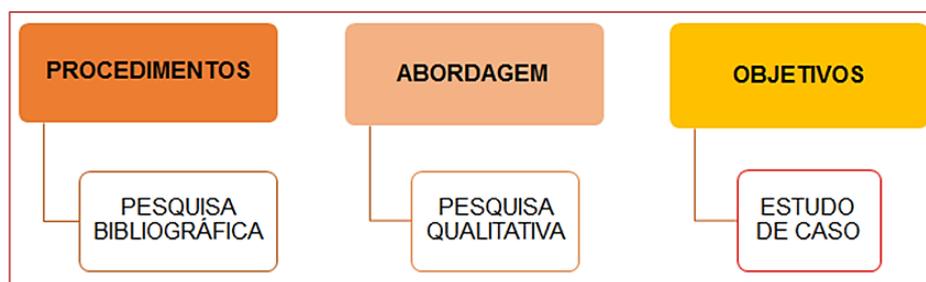
## 4 METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar o processo produtivo do beneficiamento de camarão e propor melhorias no processo optou-se pela utilização da abordagem de pesquisa e análise qualitativa, que foi operacionalizada por meio da realização de estudo de caso na própria organização. Essa escolha metodológica ocorreu em função da necessidade de estudar os fenômenos em seu contexto real, ou seja, para analisar as condições em que as profissionais conseguem realizar suas atividades durante sua jornada de trabalho. Para essa situação Slack (2009), Corrêa (2005) e Tubino (2009) recomendam este tipo de pesquisa.

A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. A pesquisa qualitativa é criticada por seu empirismo, pela subjetividade e pelo envolvimento emocional do pesquisador (GIL, 2007).

O estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador (FONSECA, 2002, p. 33).

Figura 2 – Esquema metodológico



Fez-se a análise de todo o processo produtivo do beneficiamento de camarão de modo que soluções adequadas para o melhor desempenho das atividades durante a jornada de trabalho fossem propostas. Verificou-se o processo produtivo desde o beneficiamento do camarão, até a logística de distribuição do produto final.

## 5 ESTUDO DE CASO

Este estudo se deu em decorrência de um estágio supervisionado na indústria do beneficiamento de camarão, localizada na cidade de Pendências situada na Região Nordeste do Brasil, aonde vêm traçar as etapas do processo através dos Fluxogramas apresentado no estudo, embasado para proposta de melhorias e boas práticas para os setores da indústria de beneficiamento de camarão, levando em consideração alguns pontos que foram evidenciado e identificado de forma inadequada dentro do processo do produtivo industrial.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

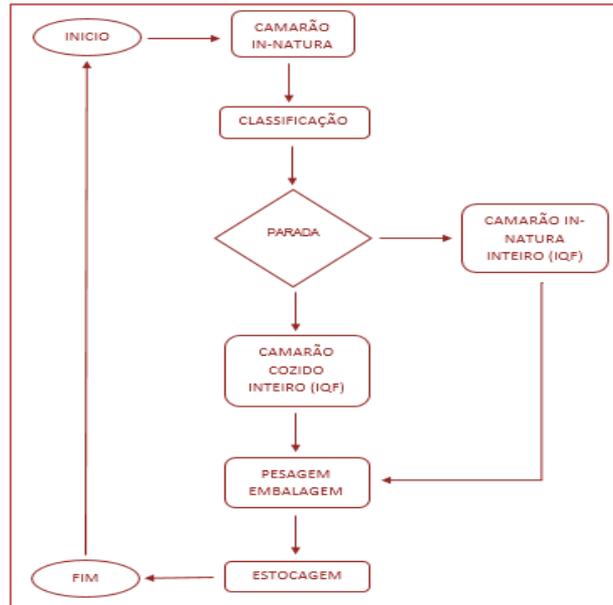
Empresa trabalha no beneficiamento de Camarão in-natura, cru e cozido congelados, no ramo alimentício com distribuição a nível nacional do produto beneficiado. Potiporã é um nome de origem da língua tupi guarani “Camarão Bonito” esse nome existe no mercado a mais de 12 anos por ser uma marca registrada de uma das empresas do grupo Queiroz Galvão Alimentos. No ano de 2016 a Queiroz abriu mão do ramo de atividade de cultivo de camarão e vendeu a marca para o novo grupo Samaria Camarões Ltda. atualmente sendo o maior produtor de camarão na região Nordeste do Brasil. Potiporã – Samária Camarões Ltda. Inscrita no CNPJ: 24.649.946/0002-22 Endereço: ROD. RN-118, Km-45, no Bairro: Conj. Independências, cidade de Pendências/RN – CEP. 59.504-000. Ativa: 13-05-2016. Os setores de Atuação do Campo de Estágio:

- a) Recepção do Produto;
- b) Descabeçamento;
- c) Classificadoras;
- d) Embalagens Blocos;
- e) Congelamento (IQF e GIRO FREEZER)
- f) Logística

### 5.2 FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS

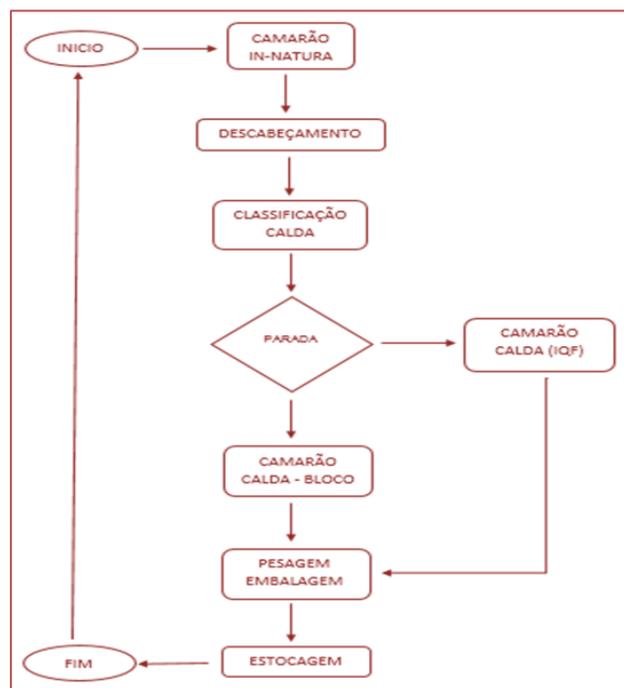
Existem dois tipos de processo da indústria de beneficiamento de camarão, o primeiro processo produtivo apresentado pelo fluxograma tem camarão in-natura inteiro sem grande agregação de valor, um processo mais simples passando pelas etapas Máquina Classificadora, Inteiro IQF, Cozido IQF, Embalagem, Pesagem e Estocagem. O segundo fluxograma apresenta o camarão in-natura segue etapas que passar pelo Descabeçamento, Máquina Classificadora, Blocos Calda, IQF Cozido Calda, Embalagem, Pesagem e Estocagem onde o produto passa por etapas bastante criteriosas agregando ainda mais seu valor para o mercado.

Figura 3 - Fluxograma do processo camarão in-natura



Neste processamento de beneficiamento do produto exposto na Figura 03 acima, o camarão passa primeiro pela Máquina Classificadora para sua gramatura possa ser verificada e tamanho do produto esteja de acordo às normas da tabela de classificação do produto. Em seguida, o camarão aguarda na parada técnica para que seja definido quanto ao seu prosseguimento dentro do processo se seguirá in-natura para IQF (túneis de congelamento através de esteiras), na próxima etapa pesado e estocado, ou se será cozido, para que depois possa seguir para o IQF, para ser embalado, pesado logo em seguida estocado.

Figura 4 - Fluxograma do processo camarão em calda



No processo de beneficiamento do produto conforme exposto na Figura 4, o camarão in-natura passar por uma Máquina de Descabeçamento, onde é retirada sua cabeça sendo agora agregado como camarão calda

que em seguida é passado pela Máquina Classificadora para que possa ser verificados sua gramatura e tamanho em acordo as normas da tabela de classificação do produto. Em seguida segue para parada técnica, onde fica aguarda sua próxima etapa que seguirá para o camarão Calda IQF para que seja embalado, pesado, estocado ou se seguira para os blocos onde será embalado, pesado e estocado nesta etapa de agregação e valor o produto vai para o Tunes de resfriamento sem passar pelo IQF. Existe uma diferença entre o peso das embalagens do IQF que podem variar em gramaturas, já o peso das embalagens em Blocos é de 2.0kg.

### 5.3 PROPOSTA DE MELHORIAS NOS SETORES DE BENEFICIAMENTO DO PRODUTO

Logo em seguida as dicas para boas práticas das atividades realizadas no processo de beneficiamento de camarão, levando em consideração os pontos que foram abordados e observados durante o estágio realizado na indústria. A indústria tem suas etapas a seguir dentro do seu processo produtivo, que muitas vezes são deixadas de lado. E sendo feitos na forma de cada colaborador consideram melhor para sua realização e com isso o manual passar a ser deixado de lado. E as tarefas passam a ser realizadas de forma inadequada pelos colaboradores, tendo em vista problema futura para saúde humana.

Quadro 3– Dicas de melhorias para setores do processo de beneficiamento do Camarão

SETORES	DICAS MELHORIAS
<b>Recepção do Produto</b>	Treinamento de levantamento de peso de forma ergonomicamente correta; Orientações para evitar problemas de lesão muscular ocorrido pelo esforço físico praticado de inadequado; Melhoramento de postura inadequada para realização em algumas atividades diariamente. Alongamento dos membros superior e inferior para realização de algumas atividades no dia-a-dia.
<b>Descabeçamento</b>	Correção de postura corporal na realização das atividades; Realização de atividades laborais de alongamento dos membros superiores e inferiores durante o intervalo de cada 2:00hs por 02 (dois) minutos; Evitando assim: futuras lesões nos braços, anti braços e mãos devido a repetição de movimentos constante da atividade realizada na jornada de trabalho; Correção de postura, na realização das atividades, evitando assim dores nas partes da lombar, coluna, pescoço e no tronco ligando os membros inferiores; Buscar intensificar nas atividades laborais para evitar lesões como: LER e DORT causadas por movimentos constantes.
<b>Classificadoras</b>	Correção de postura na durante o período de realização das atividades; Realizar atividades de ginásticas laboral, alongamento dos membros superior e inferior durante intervalos de 2:00hs, com duração de 2 minutos; Evitando assim: futuras lesões nos membros superiores devidos constantes atividades repetitivas; Buscar intensificar nas atividades laborais para evitar lesões como: LER e DORT causadas por movimentos constantes.
<b>Embalagem Blocos</b>	Realização de atividades laborais de alongamento durante o intervalo de cada 2:00hs (duas) ou em intervalo a cada 400kg de produto pesado pelas equipes.
<b>Congelamento IQF</b>	Orientação as mulheres para evitar esforço físico realizado pelas mesmas; Correção na postura referente levantamento de peso para abastecimento das máquinas; Realizar exercícios laborais com os homens que ficam na parte da masterização do produto devidos o número de esforço físico realizado pelos mesmos.
<b>Logística Retirada dos Tunes; Masterização; Câmaras de Estoque; Pedido de Vendas; e, Embarque de Pedido.</b>	Realização de atividades laborais com os homens que ficam na parte da masterização do produto devido u número de esforço físico realizado pelos mesmos; Correção na postura no levantamento de peso reduzindo assim o esforço físico nas atividades; Atividades repetitivas; Foi evidenciada a falta de identificação nas prateleiras das câmaras de estocagem.

Dando sequencia as propostas de melhoria, uma sugestão seria a aplicação da ferramenta 5W2H. Esta ferramenta é extremamente útil para as empresas, uma vez que elimina por completo qualquer dúvida que possa surgir sobre um processo ou atividade. Basicamente, é composto de um check-list, que

possibilita um diagnóstico de determinadas ocorrências que precisam ser analisadas com o máximo de clareza possível por parte dos colaboradores da empresa.

Ele funciona como um mapeamento destas ocorrências, onde ficará estabelecido um plano de ação para correção: O que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo, em qual área da empresa e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser feita. Em um segundo momento, deverá figurar nesta tabela (sim, você fará isto em uma tabela) como será feita esta atividade e quanto custará aos cofres da empresa tal processo.

Antes de utilizar o 5W2H é preciso que você estabeleça um método para identificar a ocorrência. Para isso pode-se utilizar o brainstorm para se chegar a um ponto comum. Antes de tentar resolver um problema, defina-o, verbalize e documente-o. Antes de tentar controlar um processo, entenda-o. Antes de tentar controlar tudo, identifique o que é mais importante.

Figura 5 – Etapas de Aplicação do Método dos 5W2H

MÉTODO DOS 5W2H			
5W	WHAT	O Que?	Que ação será executada?
	WHO	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	WHERE	Onde?	Onde será executada a ação?
	WHEN	Quando?	Quando a ação será executada?
	WHY	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	HOW	Como?	Como será executada?
	HOW MUCH	Quanto Custa?	Quanto custa para executar a ação?

Em um meio ágil e competitivo como é o ambiente corporativo, a ausência de dúvidas agiliza e muito as atividades a serem desenvolvidas por colaboradores de setores ou áreas diferentes. Afinal, um erro na transmissão de informações pode acarretar diversos prejuízos à sua empresa, por isso é preciso ficar atento a essas questões decisivas, e o 5W2H é excelente neste quesito.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as etapas do processo de dentro da indústria tem um grau de movimentos repetitivo bastante elevado, considerando a dimensão e volume da produção. Com isso fatores como cansaço, fadiga e estresse estão presentes em nível elevado durante a jornada de trabalho realizado pelos colaboradores.

Visando estes pontos o estudo realizado na forma de estágio, nas etapas do processo produtivo foram bastante evidenciados, e assim em parceria com a indústria e com os colaboradores, foram traçados planos para tentar minimizar os impactos de forma que compensasse com paradas de pequenos intervalos para realização de atividade laboral para tentar relaxar o organismo e ao mesmo tempo melhorar de forma significativamente o desempenho dos colaboradores durante sua jornada de trabalho.

Os objetivos da pesquisa em incumbência foram alcançados em virtude dos resultados apresentados em forma de contribuição para as melhorias e boas práticas das atividades desenvolvidas pelos colaboradores da indústria e assim, conseguindo com esta pesquisa contribuir para o melhoramento nas etapas do processo da indústria de beneficiamento do camarão.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). O agronegócio do camarão marinho cultivado. Recife: [s.n.], 2002.
- [2] ALISSON O. da Silva e RORATTO Lucas. Gestão da qualidade: Aplicação da Ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa Disponível em: <[http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao\\_de\\_qualidade.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao_de_qualidade.pdf)>.
- [3] ALVES, S. A. Gestão da qualidade. Disponível em: <<http://www.avm.edu.br/monopdf/9/SUELEN%20DE%20AVELLAR%20FARIA%20DIAS%20ALVES.pdf>>. Acesso em: 26 junho. 2018

- [4] CORRÊA, Karlos E. S; GONÇALVES, Rafael; LIMA, Renato da S; ALMEIDA, Dagoberto A. de. Mapeamento do Processo de Fornecimento em uma Rede de Supermercados. XXV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, RS Nov 2005.
- [5] DAVENPORT, T. Reengenharia de Processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- [6] FLEURY, A. L. Gestão por processos. São Paulo, 2008. Slides da aula 4 da disciplina PRO2713 – Gestão da Qualidade de Produtos e Processos.
- [7] FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- [8] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- [9] GOMES, P. J. P. M. A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufaturados aos serviços de informação. Disponível em: <<http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/10401/1/GomesBAD204.pdf>>. Acesso em: 26 Junho 2018.
- [10] MEIRA, R. C. As ferramentas para a melhoria da qualidade. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.
- [11] MERCADO DA PESCA. CNA instala comissão nacional de carcinicultura. Disponível em: <<http://www.mercadodapesca.com.br>>. Acesso em: 07 Ago. 2013
- [12] SLACK, Nigel. Administração da Produção / Nigel Slack, Stuart Chambers e Robert Johnston; tradução: Maria Teresa Corrêa de Oliveira - 3ª Edição – São Paulo - Atlas (2009).
- [13] TUBINO Dalvio Ferrari – Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática / Dalvio FERari Tubino – 2ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

# Capítulo 7

## *IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE ARRANJO FÍSICO NA ÁREA DE EMBALAGEM MANUAL MEDIANTE PERFORMANCE BASEADA NA METODOLOGIA DE CRONOANÁLISE*

*Bruno Rodrigues de Castro Gonçalves*

*Fábio Bazani Boechat*

*Juliana Cruz da Silva*

*Marcos Paulo Moreira da Cruz*

**Resumo:** Buscando sanar a necessidade da empresa, de reduzir custos por meio da organização, controle e aumento de produtividade, a princípio em uma de suas linhas de produção de exportação com demanda crescente, foi utilizado como ferramenta o estudo de tempos e métodos assim como será definido o melhor arranjo físico a ser aplicado levando em consideração as características dos produtos que passam por este centro de trabalho. Na organização em que ocorreram os estudos, foi identificado grande desbalanceamento, baixa produtividade e centro de trabalho totalmente desorganizado. Os resultados parciais obtidos mostram que a implementação do arranjo físico e do novo magazine permitem o aumento da produtividade e da organização, uma vez que sejam seguidos os conceitos de fluxo único.

## 1. INTRODUÇÃO

Na economia atual brasileira, as organizações enfrentam uma grande crise, onde buscam sobrevivência através da competitividade para se manter no mercado. No entanto, um estudo feito pela World Economic Outlook (WEO) divulgado em janeiro de 2018, trazem expectativas de uma aceleração econômica de 1,9% ainda para 2018 e 2,6% para 2019, que demonstram uma melhora relevante se comparado aos 1,3% de 2017. Ainda pela WEO, um dos fatores responsáveis pela aceleração econômica é a exportação de produtos.

Perante a necessidade de se entregar produtos e serviços com qualidade e baixo custo se faz necessário a aplicação de ferramentas que propiciam tal finalidade.

Dentro deste contexto o arranjo físico (AF) tem certa pertinência, já que esta ferramenta busca elevar a eficiência pela organização de acordo com as características de cada produto. Segundo Graeml e Peinado (2007), algumas das vantagens de se utilizar o correto layout é ter um melhor controle produtivo, melhoria significativa na produtividade e consequentemente obter maiores margens sobre o produto assim como também um aumento na qualidade do produto, entre outras vantagens.

No entanto, deve-se saber escolher bem os tipos de arranjos físicos a serem utilizados. Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 191) descreve: “A importância do fluxo para uma operação dependerá de suas características de volume e variedade”.

Buscando sanar a necessidade da empresa, de reduzir custos por meio da organização, controle e aumento de produtividade, a princípio em uma de suas linhas de produção de exportação com demanda crescente, será utilizado como ferramenta o estudo de tempos e métodos assim como será definido o melhor arranjo físico a ser aplicado levando em consideração as características dos produtos que passam por este centro de trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

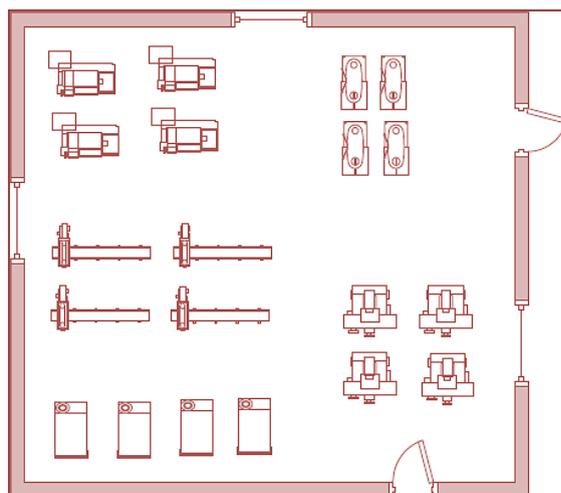
### 2.1 ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL OU POR PROCESSO

No AF funcional os equipamentos e processos de mesmo tipo e função são ordenados em uma mesma área, cada material tende a se deslocar buscando os diferentes processos.

O arranjo funcional é comumente utilizado em prestadores de serviços e organizações comerciais. Um bom exemplo são os serviços de confecção de molde e ferramentarias, onde temos diversos equipamentos (fresas, furadeiras, retíficas e eletro-erosão) agrupados em um só lugar (GRAEML; PEINADO, 2007).

Podemos ver a utilização de melhor forma na figura 1, onde temos as máquinas de mesma função aglutinadas em cinco centros de trabalhos diferentes.

Figura 1 - Arranjo físico funcional empregado em uma planta fabril.



Fonte: Graeml e Peinado (2007)

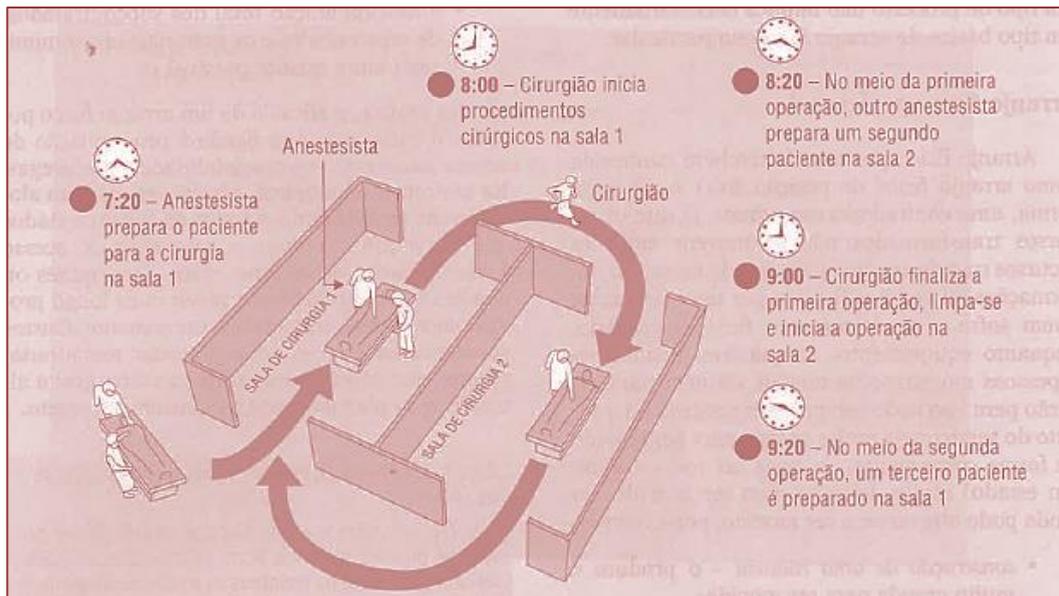
## 2.2 ARRANJO FÍSICO POSICIONAL OU DE POSIÇÃO FIXA

Quando se trata de arranjo posicional, o recurso a ser transformado (produto ou cliente) permanece imóvel, fazendo com que os recursos transformadores (equipamentos, maquinário, instalações e pessoas) se desloquem realizando os processos necessários para se obter o resultado desejado.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) este tipo de arranjo foi desenvolvido especificamente para produtos ou serviços grandes, podendo também estar em um estado delicado ou ainda precário em que seja recomendado não se mover, fazendo com que os recursos transformadores se movam de acordo com o processo.

A figura 2 nos mostra como podemos empregar o AF posicional em um centro cirúrgico.

Figura 2 – Arranjo físico posicional utilizado em um centro cirúrgico.



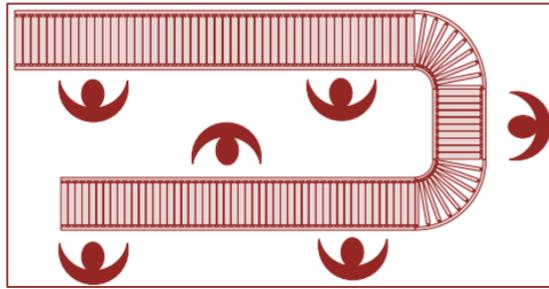
Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

## 2.3 ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO OU LINEAR

O AF linear nos traz um conceito de linearidade, fazendo com que o processo siga em um único fluxo, do início ao fim. Os recursos a serem transformados são realizados em centros de trabalho distintos onde cada um é responsável por sua função seguindo o fluxo de pessoas ou de materiais, geralmente são interligados por um sistema contínuo de movimentação (esteiras). Habitualmente usado onde há a necessidade de uma alta padronização e baixa flexibilidade como acontece em empresas que fabricam latas de alumínio (MOREIRA, 2008).

Quando nos referimos ao AF linear ou em linha não significa que o fluxo será em linha reta, como sugere o nome. Com o objetivo de não estender a linha de processo desnecessariamente, é muito comum vermos linhas de montagem em formato de "U" ou "S" (GRAEML; PEINADO, 2007). A figura 3 mostra o funcionamento de uma linha em "U".

Figura 3 - Linha de montagem em "U".



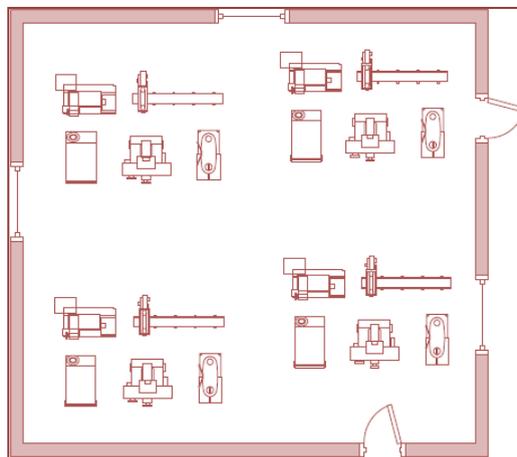
Fonte: Graeml e Peinado (2007)

## 2.4 ARRANJO FÍSICO CELULAR

O layout celular consiste em alocar em apenas um local todas as máquinas necessárias para a fabricação completa de um único produto. Com isso, os insumos deslocam-se dentro da célula buscando a necessidade de cada processo. Por conta da relativa flexibilidade para com os lotes de produtos, este layout permite um alto nível de qualidade e produtividade (LAUGENI; MARTINS, 2015).

O AF celular tenta unir os benefícios do arranjo linear e por processo, buscando os conceitos de se fabricar em célula (processo) e em linha (linear) (GRAEML; PEINADO, 2007). O recurso se desloca dentro da célula sofrendo as transformações necessárias seguindo sempre em linha, porém com uma diferença como mostra a figura 4, as células deste arranjo são organizadas com o propósito de confeccionar do início ao fim um único produto.

Figura 4 - Células de trabalho no modelo de arranjo físico celular.



Fonte: Graeml e Peinado (2007)

## 2.5 ARRANJO FÍSICO MISTO

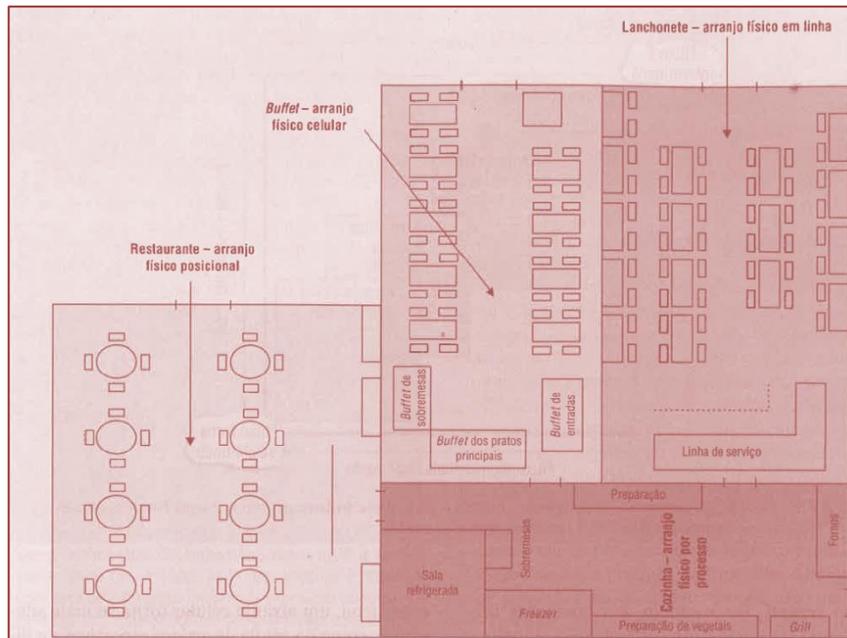
O arranjo misto tem por característica a necessidade que diversos tipos de arranjos sejam usados em conjunto, buscando a vantagem que cada um possui em prol do processo a ser realizado (GRAEML; PEINADO, 2007).

Estes são implantados para que sejam aproveitadas, em determinado processo, as vantagens do layout funcional e da linha de montagem. Pode-se ter uma linha constituída de áreas em sequência com máquinas de mesmo tipo, como no layout funcional, continuando posteriormente com uma linha clássica. (LAUGENI, 2015, p.149).

O modelo de AF misto é utilizado quando se tem a necessidade de combinar alguns ou até todos os tipos de arranjos básicos, podendo utilizar um arquétipo de arranjo em cada setor industrial, buscando maximizar os processos de cada setor individualmente. Podemos observar, por exemplo, na figura 5 o

funcionamento de um restaurante que possui quatro tipos de arranjos físicos, sendo o restaurante por arranjo físico posicional, o buffet por celular, a lanchonete em linha e a cozinha por processo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Figura 5 – Restaurante utilizando arranjo físico misto.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

## 2.6 ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS

Originalmente o estudo de movimentos e de tempos era dividido em duas partes, sendo o estudo de tempos introduzido e desenvolvido por Taylor em 1881 na usina da Midvale Steel Company, e o estudo de movimentos, que foi elaborado pelos Gilbreth, tendo seu primeiro contato em uma empreiteira em 1885, dando início com observações dos métodos utilizados por cada colaborador. Taylor teve sua ênfase apenas em determinar o tempo padrão das operações enquanto os Gilbreth buscavam melhorias nos métodos de trabalho. Mesmo que ambos tenham idealizado seus trabalhos na mesma década, apenas em 1930 ambos os estudos começaram a ser utilizados em conjunto, e rapidamente o termo “estudos de movimentos e tempos” ficou conhecido (BARNES, 1977).

Barnes (1977, p. 1) nos traz também a seguinte definição sobre os objetivos:

O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Graeml e Peinado (2007) citam que embora a concepção da cronometragem, também conhecida como cronoanálise, seja antigo ainda é largamente utilizado no meio industrial, pois permite mensurar o tempo padrão de cada operação dentro do processo, por meios estatísticos e permitindo assim calcular a capacidade da linha produtiva, determinar o valor de mão de obra e por fim o custo direto do produto (CDP). A ferramenta busca, entre outros objetivos, de forma detalhada eliminar os tempos ociosos em cada parte do processo e movimentos desnecessários, determinando assim a melhor e mais eficiente forma de executar tal operação.

O tempo padrão engloba a determinação da velocidade de trabalho do operador e aplica fatores de tolerância para atendimento às necessidades pessoais, alívio de fadiga e tempo de espera. Estes fatores são geralmente encontrados em tabelas na literatura especializada. (GRAEML; PEINADO, 2007, p. 86)

### 2.6.1 DETERMINAÇÃO DAS TOLERÂNCIAS

Partimos do princípio que uma operação normal não contém tolerâncias, mas implica que durante todo o processo vão existir momentos de paradas, podendo ser para necessidades pessoais, descanso e até motivos fora de seu controle. Barnes (1977, p. 313) cita sobre as tolerâncias: "As tolerâncias para essas interrupções da produção podem ser classificadas em (1) tolerância pessoal, (2) tolerância para a fadiga, (3) tolerância de espera."

Habitualmente a primeira tolerância a ser conceituada é a necessidade pessoal, pois todo colaborador deve destinar um tempo para que se possa suprir tais necessidades. A durabilidade desta tolerância pode ser obtida através de levantamentos contínuos ou amostragens de trabalho, todavia, para trabalhos leves onde um operador que trabalha em turnos de até oito horas por dia usará de 2 a 5% por dia, ou seja, 24 minutos (BARNES, 1977).

As tolerâncias voltadas para a fadiga já tiveram maior visibilidade no passado, mas após grandes esforços de uma forma geral, tais fadigas hoje, dependendo do trabalho, não devem ser levadas em consideração, isso se deve, entre vários motivos, ao encurtamento do dia de trabalho, redução das horas de trabalho semanais, automações a cada dia mais tecnológicas, ferramentas e dispositivos que tornam o dia a dia menos exaustivo, e como consequência uma diminuição das fadigas (BARNES, 1977).

A quantidade de trabalhos pesados nas fábricas modernas está gradualmente diminuindo, devido ao maior uso de máquinas e de equipamentos mecanizados de manuseio; conseqüentemente, o problema da tolerância para a fadiga diminui de importância para o analista de estudo de tempos. (BARNES, 1977, p. 315)

A tolerância para espera está ligada a paradas de máquinas, manutenções ou quebras, falta de materiais, abastecimento, entre outras causas. As esperas podem ser evitáveis ou não, podendo ser também intencionalmente feitas pelo operador. Somente leva-se em consideração na determinação do tempo padrão as esperas inevitáveis e aquelas que não foram feitas intencionalmente. Devesse analisar os tipos e a frequência com que ocorrem as paradas mencionadas acima por meio de estudos contínuos ou longas amostragens de trabalhos que permitam a coleta confiável dos dados necessários (BARNES, 1977).

### 2.6.2 DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL E PADRÃO

Segundo Graeml e Peinado (2007), para se definir o tempo normal de operação, se faz necessário ter em mãos duas informações importantes: o tempo cronometrado da operação em questão e o ritmo do operador que será cronometrado. Caso esses dados sejam utilizados para todos os colaboradores, devesse utilizar uma média da produtividade real do setor em busca do valor mais próximo ao encontrado na cronometragem feita do colaborador em questão.

Para se obter o tempo normal de operação basta utilizar da seguinte fórmula:

$$TN = TC \times v$$

Onde temos: *TN* = Tempo normal; *TC* = Tempo cronometrado; *v* = Velocidade do operador (ritmo).

Uma vez calculado o tempo normal de operação, podemos dar seguimento para o tempo padrão de operação. O cálculo para este tempo leva em consideração todas as tolerâncias citadas anteriormente, desta forma temos a seguinte fórmula:

$$TP = TN \times FT$$

Onde: *TP* = Tempo Padrão; *TN* = Tempo Normal; *FT* = Fator de Tolerância.

O tempo padrão de operação ou tempo padrão por ciclo, diz respeito ao ciclo que o operador irá desenvolver no dia a dia, ou seja, caso o colaborador faça diversas operações em apenas um produto, basta somar todos os ciclos medidos para se obter o ciclo total que este colaborador precisará para manufaturar uma peça ou serviço. Em posse do tempo padrão, pode-se determinar a capacidade produtiva da organização, determinar o custo direto do produto (CDP), balancear as linhas de produção e ter maior controle sobre a mesma (BARNES, 1977).

### 3. METODOLOGIA

O presente artigo foi realizado em uma empresa de médio porte com 272 funcionários, sendo 142 de custo direto e 130 de custo indireto, localizada em Campo Grande, Rio de Janeiro, e seus processos estão voltados para produtos “Baby Care” ou puericultura leve, que são produtos voltados para recém-nascidos e crianças até certa idade, que tem por objetivo o conforto e desenvolvimento humano nos primeiros anos de vida. A empresa conta com uma grande variedade de produtos como mamadeiras, chupetas, copo, assim como linhas de cosméticos e lingerie para as gestantes. Encontra-se atuando no mercado desde 1970.

O método empregado neste estudo foi pesquisa ação, de acordo com Thiourent (2011), trata-se de uma ação no qual os principais participantes são os membros da situação ou da organização sob observação. Ainda segundo Thiourent (2011), a pesquisa ação corresponde ao que precisa ser feito para solucionar um problema observado. Essas ações realizadas devem ser explicitadas e avaliadas em termos realistas.

Para se estabelecer um fluxo correto das informações e tomadas de decisões, foram definidas quatro etapas para o desenvolvimento da pesquisa. Sendo assim, na primeira etapa deve ocorrer uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de solidificar o conhecimento obtido e nos auxiliar, quando necessário, nas tomadas de decisões posteriores.

Após existir embasamento teórico suficiente, na segunda etapa deve-se realizar uma pesquisa de campo, onde ocorre a coleta de dados, que no artigo presente será feito através do estudo de tempos e métodos, conhecendo assim todos os processos envolvidos no presente estudo assim como o tempo de cada operação. Também se faz necessário informações obtidas através da organização em questão, como demanda de produtos (necessidades mensais) e a cadeia de produtos que passam pelo centro de trabalho a ser estudado. As ferramentas utilizadas para coleta de dados dos tempos foram uma prancheta e um cronometro centesimal.

Após o termino da coleta de dados, será feita a terceira etapa que se dá por realizar uma análise cuidadosa, relacionando a demanda informada com os tempos cronometrados, a fim de determinar o quadro de funcionários necessários para atender os valores das necessidades fornecidos pela organização. Tais referenciais também foram usados para determinar o AF mais adequado a ser utilizado.

A quarta etapa se dá pela aplicação de melhorias, que tem o papel de realizar o rearranjo do centro de trabalho, e posterior a aplicação devesse fazer uma nova coleta de dados para comparação das melhorias.

Para classificarmos a nossa pesquisa quanto aos seus objetivos, levamos em consideração os três grupos existentes: o grupo exploratório, o descritivo e o explicativo.

Quando se trata do grupo explicativo, segundo Gil (2007), este tipo de pesquisa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Isto é, identificar os resultados obtidos para explicar os motivos dos acontecimentos.

Outra definição de Gil (2007) é que, uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.

Quanto a classificação da natureza de nossa pesquisa, existem duas categorias, qualitativa e quantitativa, foi observado que nos encaixávamos em ambas definições.

A pesquisa qualitativa é uma pesquisa que não visa se preocupar com as expressões numéricas, porém, costuma examinar minuciosamente o abraçamento de uma empresa, organização, indústria, etc. Ao se utilizar o conceito de qualitativo busca-se entender e explicar o conceito das coisas, mediante a isso ao aplicarmos uma pesquisa, nos tornamos o sujeito e objeto da mesma. Cada pesquisa tem o objetivo de coletar amostras com finalidade de produzir informações mais aprofundadas sobre o assunto. Como diz Deslauries (1991), o objetivo de amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações.

Já a pesquisa quantitativa se origina dos pensamentos lógicos, e costumam enfatizar a capacidade dedutiva, os fundamentos lógicos e as características da experiência humana. A pesquisa costuma destacar alguns fatores dinâmicos, abrangentes e de características pessoais de cada ser humano.

Fonseca (2002, p.20) elucida que:

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade, influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre a linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Desta forma, como esclarecido, a pesquisa quantitativa é baseada em pesquisa realizadas com um número específico de pessoas com o intuito de levantar dados estatísticos para quantificar opiniões sobre um assunto determinado. Tem a finalidade de entender e mensurar o comportamento humano.

#### 4. SITUAÇÃO PROBLEMA

A fábrica onde será realizada a pesquisa-ação se encontra em um momento delicado, onde sua demanda mensal tem demonstrado uma queda progressiva. Todavia, dentro de seu portfolio existem alguns produtos que estão indo contra as expectativas em frente à crise, apresentando um aumento gradativo no volume mensal. Tais produtos são exclusivos para exportação e apresentam uma característica que o diferencia de todos os outros produtos, pois todos os produtos exportados são embalados manualmente, onde todos os outros produtos são feitos por máquinas específicas e automáticas.

O layout atual divide espaço com caixas de papelão e sobras de materiais, assim como fica em um local pouco iluminado e arejado. Como resultado o centro de trabalho não consegue atender a demanda mensal de produtos, assim como não se tem conhecimento do fluxo de trabalho e produtividade, não podendo nem sequer obter uma previsão do quanto será atendido ao final de cada mês. Na figura 6 podemos ver o atual layout do centro de trabalho.

Figura 6 - Centro de Trabalho de Produtos Manuais

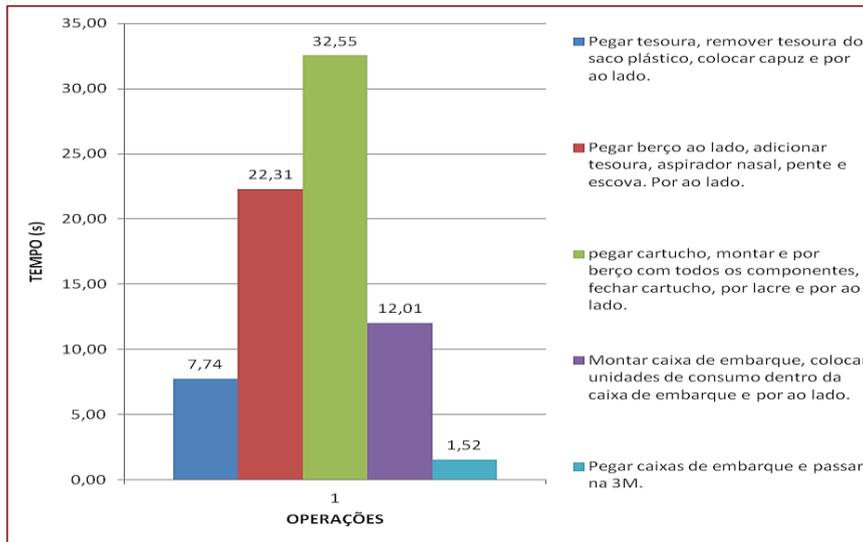


Fonte: Fotografia Capturada Pela Coordenação de Pesquisa

O centro de trabalho mostrado ainda na figura 6 é responsável apenas pelos processos de montagem e embalagem dos produtos.

Após análise feita em cima dos tempos padrões foi evidenciado que existem grandes desbalanceamentos entre as operações, permitindo que se crie muitos tempos ociosos entre cada etapa do processo. Na figura 7 podemos ver claramente o desbalanceamento e o tempo de cada operação.

Figura 7 - Gráfico de Balanceamento do Kit Recém-Nascido

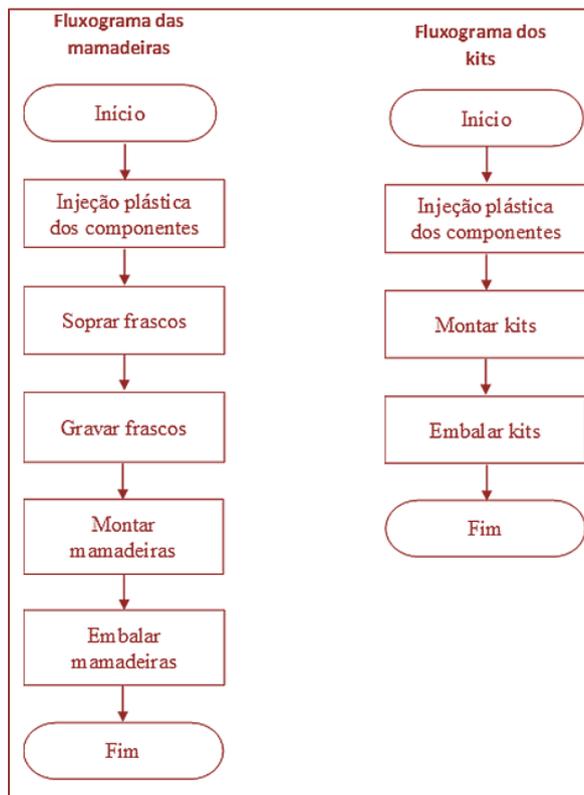


Fonte: Elaboração Própria

A lista de produtos conta com uma grande diversidade, tendo mamadeiras 120ml, 240ml, 300ml e ainda os kits. Existe uma pequena diferença nos processos das mamadeiras e alguns kits, isso por que em certos kits os itens não possuem gravações e passam apenas pelo processo de injeção, tornando o processo menor e mais direto. Veja nas figuras 8 e 9 as diferenças existentes entre os processos de montagem e embalagem das mamadeiras e dos kits.

Figura 8 - Processo das mamadeiras

Figura 9 - Processo dos kits



Fonte: Elaboração Própria

## 5. PROPOSTA DE ARRANJO FÍSICO

Para determinar a nova proposta de arranjo físico, foram cronometrados todos os itens que passam pelo centro de trabalho manual, com o intuito de estabelecer a quantidade necessária de pessoas em função do tempo padrão necessário para realizar cada operação. Para calcular o número de pessoas necessárias será dividida a previsão de demanda de três meses pelo tempo padrão de cada item. Podemos ver a demanda mensal para três meses na tabela 1.

Com o intuito de otimizar o espaço no presente artigo, será utilizado o conceito de famílias, tendo as famílias das Mamadeiras 120ml, Mamadeiras 240ml e Mamadeiras 300ml, não sendo os demais itens uma família, mas o próprio item.

**Tabela 1** – Demanda dos itens manuais em três meses

ITENS	JUN/ UN	JUL/ UN	AGO/ UN	Soma das Demandas
Mamadeira 120ml	18.504	18.510	17.850	54.864
Mamadeira 240ml	24.162	20.596	17.724	62.482
Mamadeira 300ml	9.000	10.476	10.800	30.276
Kit Recém Nascido	4.500	5.076	4.800	14.376
Kit Design Fashion	7.260	4.836	6.300	18.396
Tira-Leite	7.560	12.360	10.272	30.192

**Fonte:** Elaboração Própria

Na tabela 2 vemos os tempos padrões de cada operação e o cálculo utilizado para determinar o número de pessoas necessárias. O valor obtido já será para os três meses de demanda.

Para base de cálculo seguimos o seguinte raciocínio: a partir do tempo padrão descobrimos a capacidade diária para uma pessoa ( $3600/\text{tempo padrão}$ )\*8,71), sendo 8,71 as horas trabalhadas por dia. Em seguida, dividimos a soma da demanda pelas peças diárias, o valor obtido representa os dias totais necessários para atender a demanda de três meses. Obviamente o valor irá ultrapassar os dias úteis possíveis dentro dos meses utilizados como objeto de estudo (79 dias), porém estamos considerando uma pessoa apenas. O valor obtido na coluna “pessoas necessárias” nada mais é do que um percentual obtido a partir da divisão, a grosso modo, da soma de dias necessários dividido pelos dias disponíveis nos meses de junho, julho e agosto, ficando no total  $196,84/79$ .

**Tabela 2** – Tempo padrão e cálculo para demanda de operador

ITENS	Tempo Padrão (s)	Unidades por dia	Soma das Demandas	Dias necessário	Pessoas necessárias
Mamadeira 120ml	18,09	1.733	54.864	31,65	0,401
Mamadeira 240ml	18,09	1.733	62.482	36,05	0,456
Mamadeira 300ml	20,67	1.517	30.276	19,96	0,253
Kit Recém Nascido	76,13	411,9	14.376	34,90	0,442
Kit Design Fashion	86,98	360,5	18.396	51,03	0,646
Tira-Leite	24,15	1.298	30.192	23,25	0,294
			Total	196,84	2,49

**Fonte:** Elaboração Própria

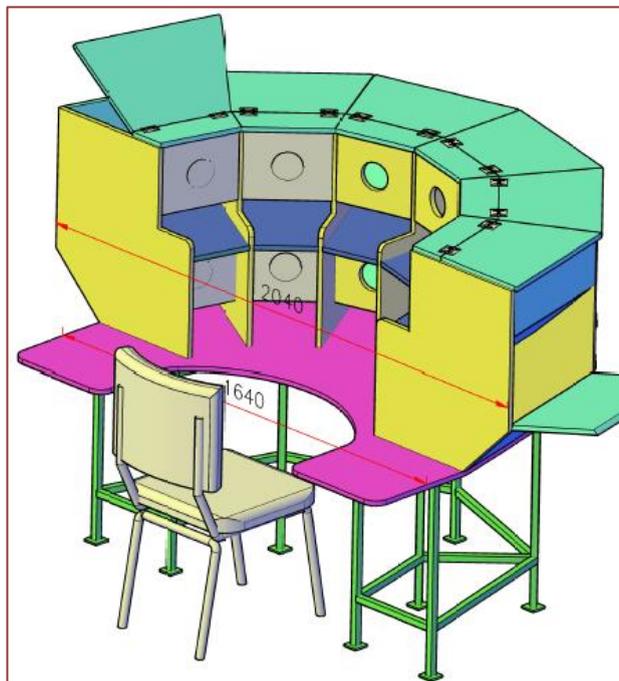
De acordo com a análise, para atender a demanda dos três meses serão necessárias 2,5 pessoas, ou seja, por 16 dias será preciso trabalhar com três pessoas, e os outros 63 dias apenas com 2 pessoas.

## 6. NOVO POSTO DE TRABALHO

Com a necessidade de adequar o posto de trabalho, ou seja, não utilizar as mesas já sucateadas para manufatura do produto, e levando em consideração a grande variedade de produtos e de peças pequenas usadas para a montagem dos itens, será proposto a utilização de magazines que tenham capacidade para a quantidade de peças.

O pior caso encontrado é o kit recém-nascido, que contém 7 itens, sendo eles o cartucho, berço, aspirador nasal, tesoura, pente, escova e lacre. Todavia, prevendo que novos produtos podem ultrapassar esses valores, foi desenvolvido um magazine com 12 cavidades, que visa atender a todos os produtos existentes. Na figura 10 podemos ver os aspectos do novo posto de trabalho.

Figura 10 – Novo posto de trabalho para a linha manual



Fonte: Elaboração Própria

Após todas as análises, foi recomendado utilizar o arranjo físico celular, com o objetivo de aumentar sua produtividade por meio da organização. O AF celular busca utilizar em conjunto as vantagens de se trabalhar em célula e em linha, devendo também ser realizado em fluxo único de trabalho a fim de eliminar os tempos ociosos entre as etapas da operação. O novo centro de trabalho já está no conceito de fluxo único, uma vez que apenas uma pessoa é capaz de realizar todas as etapas sozinhas.

## 7. CONCLUSÃO

O arranjo físico por meio da cronoanálise tem por objetivo maximizar a eficiência, levando em conta as análises do tempo padrão e centro de trabalho adequado para a realização do processo. As ferramentas quando aplicadas juntas, proporcionam uma incrível dinâmica entre a maximização do ambiente e do controle estatístico.

Na organização em que ocorreram os estudos, foi identificado grande desbalanceamento, baixa produtividade e centro de trabalho totalmente desorganizado. Os resultados parciais obtidos mostram que a implementação do arranjo físico e do novo magazine permitem o aumento da produtividade e da organização, uma vez que sejam seguidos os conceitos de fluxo único.

Quando da aplicação do fluxo único, o tempo padrão deverá diminuir em até 50% em função do balanceamento pelo novo posto de trabalho, assim como terá um acréscimo na produtividade de 30% após organização do centro de trabalho.

Após o estudo, constata-se que as ferramentas aplicadas devem não só corrigir o balanceamento e manter a organização, mas também reduzir os custos da não qualidade, melhorar o bem-estar dos colaboradores e ter um melhor aspecto visual.

## REFERÊNCIAS

- [01] BARNES, Ralph Mosser. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho, 6 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1977.
- [02] DESLAURIERS, Jean-Pierre. Recherche Qualitative. Montreal: McGraw Hill, 7 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes Ltda, 2008.
- [03] FONSECA, João José Saraiva. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.
- [04] FUND, International Monetary. Disponível em < [www.imf.org](http://www.imf.org) > Acesso em: 20/05/2018
- [05] GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa, 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.
- [06] GRAEML, Alexandre Reais; PEINADO, Jurandir. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços), 1 ed. Curitiba: Editora UnicenP, 2007.
- [07] HUBERMAN, Leo. História da Riqueza do Homem , 16 ed. Rio de Janeiro: Editora Zahar Editores, 1936.
- [08] LAUGENI, Fernando P.; MARTINS, Petrônio Garcia. Administração da Produção, 3 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.
- [09] MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações, 2 ed. São Paulo: Editora Cengage Learning Edições Ltda, 2008.
- [10] SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção, 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- [11] THIOLENT, Michel. Metodologia da Pesquisa-Ação, 18 ed. São Paulo: Editora Cortez Editora, 2011.

# Capítulo 8

## *Elaboração de Modelo Conceitual Fabricação de Sorvetes*

*Ana Rita Silvestre Caetano  
Silvane Aguiar Pará Batista*

**Resumo:** O sorvete é um produto obtido através de ingredientes lácteos misturados a gorduras, açúcares, emulsificantes, estabilizantes e flavor (cor e sabor) que, através de um processo de congelamento e batimento formam uma massa aerada bastante apreciada pelo homem, comercializada e consumida congelada. Indícios de sua invenção datam de 250 a.C. na China, onde criou-se uma bebida a base de mistura de gelo, mel e suco de frutas. Os italianos foram os primeiros europeus a desenvolverem receitas de sorvetes e aparentemente a partir de 1500 o produto começou a ser difundido por toda a Europa. A partir daí, novas técnicas e equipamentos foram surgindo e o processo de fabricação de sorvetes em escala industrial gerando empregos por todo o mundo. Na última década a legislação brasileira criou classificações para o produto denominado de Gelado Comestível, onde o produto é dividido em classes de acordo com as matérias prima adicionadas. O objetivo deste trabalho é identificar, durante o processo de fabricação de sorvete, a implantação de um modelo conceitual que é uma descrição de banco de dados independentes de implantação no sistema de gerenciamento e é onde o cliente deverá ser envolvido para obtenção de informações, análise competitiva.

**Palavras-chave:** Processos; Fabricação de sorvetes; Modelo conceitual.

## 1 INTRODUÇÃO

O sorvete é um dos produtos mais consumidos e apreciados no mundo e com inúmeras variações, há indícios que seu surgimento foi na China 250 a. C., quando misturavam suco de frutas com neve e serviam para os imperadores e os chineses repassaram essa técnica aos árabes, outros relatam que Nero imperador de Roma apreciava essa mistura de vinho, sucos e mel misturados com neve, que seus escravos traziam das montanhas. Mas a grande difusão do sorvete se deu na Itália no Século XIII quando o mercador Marco Polo trouxe do oriente uma receita com preparo de sorvetes, os italianos foram os primeiros europeus a desenvolverem receitas de sorvetes e aparentemente a partir de 1500 o produto começou a ser difundido por toda a Europa. No Brasil, a primeira indústria de sorvetes foi inaugurada em 1941 no Rio de Janeiro com o nome de US Harkson, que tempos depois passou a ser chamada de Kibon.

Os ingredientes básicos do sorvete são: o leite, as gorduras, os açúcares, os emulsificantes e estabilizantes. Estes ingredientes depois de misturados são levados para pasteurização, ou seja, um tratamento térmico para diminuição de sua carga microbiana, homogeneização para quebra das partículas de gorduras e melhor estabilidade da mistura, maturação para absorção das partículas emulsificantes, batimento e congelamento para incorporação de ar à mistura. A gordura é um ingrediente primordial na produção de sorvetes, seja por questões legais de classificação do produto, seja por sua qualidade final, os produtos com maior teor de gordura são mais macios.

O sorvete é um sistema complexo de partículas coloidais constituído de glóbulos de gordura, bolhas de ar e cristais de gelo dispersos em uma fase não congelada. Durante o processo de preparo da mistura para sorvete as proteínas do leite e os glóbulos de gordura são absorvidos entre si, através da atuação dos emulsificantes, formando assim uma emulsão coloidal. Durante a batida da mistura, para o processo de congelamento do sorvete, uma parte dos glóbulos de gordura que não absorveram as proteínas do leite formando uma massa sólida e outra parte destes glóbulos aglomera-se pelo fenômeno de coalescência (COSTA, 2008).

O modelo conceitual é a base de qualquer sistema de informação, seja um programa em uma linguagem orientada a objetos ou em uma linguagem estruturada. O modelo deve estar apto a gerenciar as informações do mundo real, de modo que possa responder perguntas ou recuperar informações rapidamente.

## 2 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Segundo LAW e KELTON (1991), os estudos de sistemas podem ser realizados sob as diferentes formas de abordagem; no que se refere à modelagem, pode-se citar as possibilidades de encontrar sistema físico, mental ou simbólico, no entanto no presente artigo o estudo de caso se dá por meio de um sistema físico.

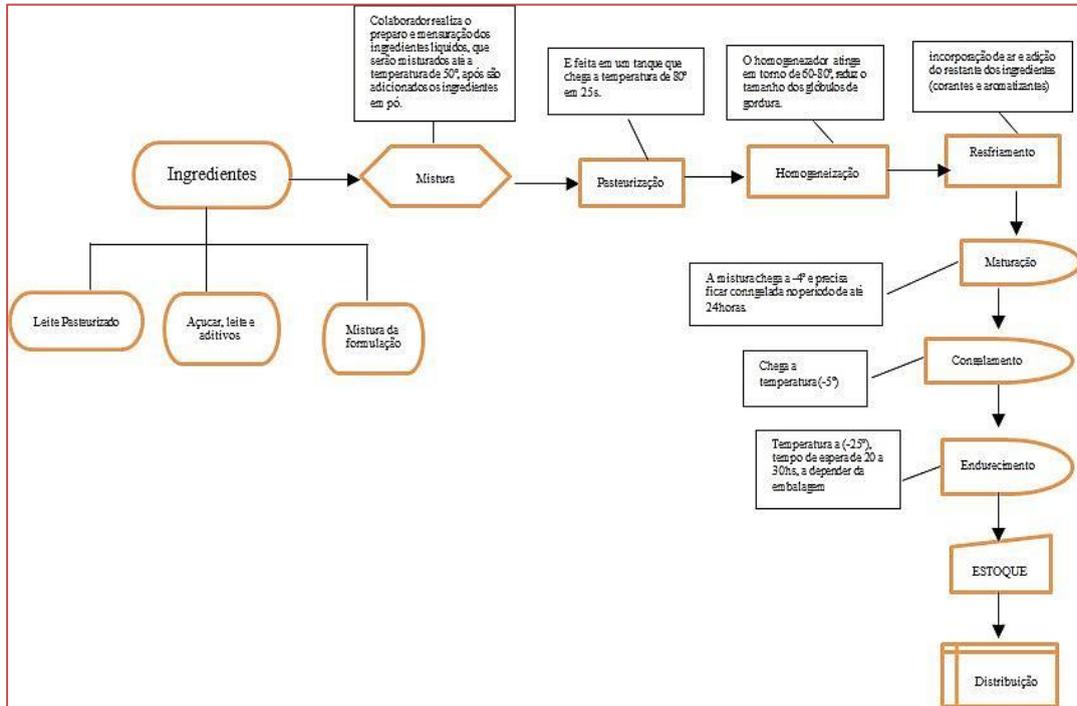
Dessa forma, o desenvolvimento de um modelo segue os seguintes passos (MENNER, 1995; MARIA, 1997; RIVERA 1997).

- as características dos elementos do sistema;
- as variáveis de entrada;
- as medidas de desempenho do sistema;
- a relação funcional dos elementos dos sistemas e do sistema com o meio externo.

## 3 OBJETO DE ESTUDOS E OBJETIVOS

A fabricação de sorvetes, empresa alimentícia e o objetivo de estudo, iniciam-se por meio de proposta do melhoramento do conhecimento dos alunos que cursam a disciplina de Modelagem e Simulação. Com esse objetivo será explanado a identificação do processo de fabricação do sorvete, conjuntamente com suas etapas de fabricação, identificação de maquinário, tecnologias usadas e um modelo conceitual, criado manualmente e plotado no artigo.

Fluxograma do Processo de Fabricação

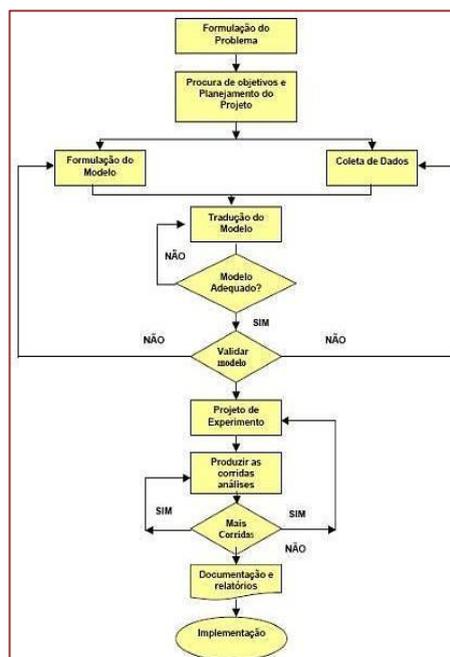


Fonte: Autores (2018)

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

É imprescindível a necessidade da verificação, especialmente através da experimentação. Pois, não se pode utilizar um modelo sem conhecer a sua precisão na representação do sistema físico real. Para minimizar estes problemas, o conhecimento técnico e a experiência do profissional são muito importantes, visto que se consegue com propriedade desenvolver ou escolher modelos que representem cada vez mais exatos e adequados aos sistemas. Na figura 1 está ilustrada a sistematização das rotinas de uma simulação:

Figura 1 – Rotinas de uma modelagem e simulação (Banks et al., 1996).



Por meio do fluxo de rotinas contidas na respectiva figura 1 é possível analisar cada etapa essencial até a completa implementação de um modelo físico real planejado pelo método da modelagem e simulação.

A seguir é descrito a definição dos 10 passos fundamentais que envolvem a sistematização de uma modelagem e simulação, segundo Lobão (2000):

**Passo 1 – Definição do problema e dos objetivos do estudo:**

É de fundamental importância conhecer os reais motivos que levaram a construção do modelo, bem como estabelecer seus objetivos de forma clara e consistente. Sem este conhecimento, todo o esforço dispensado terá sido em vão e tudo terá que ser refeito.

**Passo 2 – Elaboração de um primeiro modelo para estudo do fluxo de dados:**

É um estudo para realizar o que virá a ser o modelo. Abrangendo arranjo físico de componentes, fluxo de informações dentro do sistema e hierarquia de seus módulos é considerado nesta etapa. Na realidade é um esboço do modelo.

**Passo 3 – Aquisição de dados:**

Estes dados a serem recolhidos dependem da situação que se tem do modelo criado no passo anterior. Para sistemas existentes, dados históricos são recomendados. No caso de sistemas inexistentes são obtidos dados de catálogos de fabricantes, sistemas similares, consulta a pessoas pertinentes a área a qual o estudo é focado.

**Passo 4 – Validação e verificação dos dados:**

Para validar os dados, testes podem ser aplicados no modelo formulado anteriormente. Podem-se projetar os testes a serem realizados.

**Passo 5 – Construção de um modelo para realização do estudo de simulação:**

O modelo propriamente dito será construído nesta etapa neste passo. O software de simulação será escolhido neste passo também.

**Passo 6 – Verificação e validação do modelo:**

Neste passo se faz a relação de fidelidade dos resultados obtidos com o modelo construído e o sistema real.

**Passo 7 – Projetar o experimento:**

Fase composta da realização dos testes para analisar e comparar as diversas alternativas possíveis na solução do problema construído.

**Passo 8 – Executar o experimento e analisar os resultados:**

Aqui se faz a execução da simulação. É importante que se faça uma documentação dos resultados obtidos, para cada alternativa avaliada.

**Passo 7 - Projetar o experimento:**

Fase composta da realização dos testes para analisar e comparar as diversas alternativas possíveis na solução do problema construído.

**Passo 9 – Refinar o projeto do experimento:**

Se os resultados não forem satisfatórios deve-se repetir os procedimentos a partir do

**Passo 10 – Análise final dos resultados e documentação do processo:**

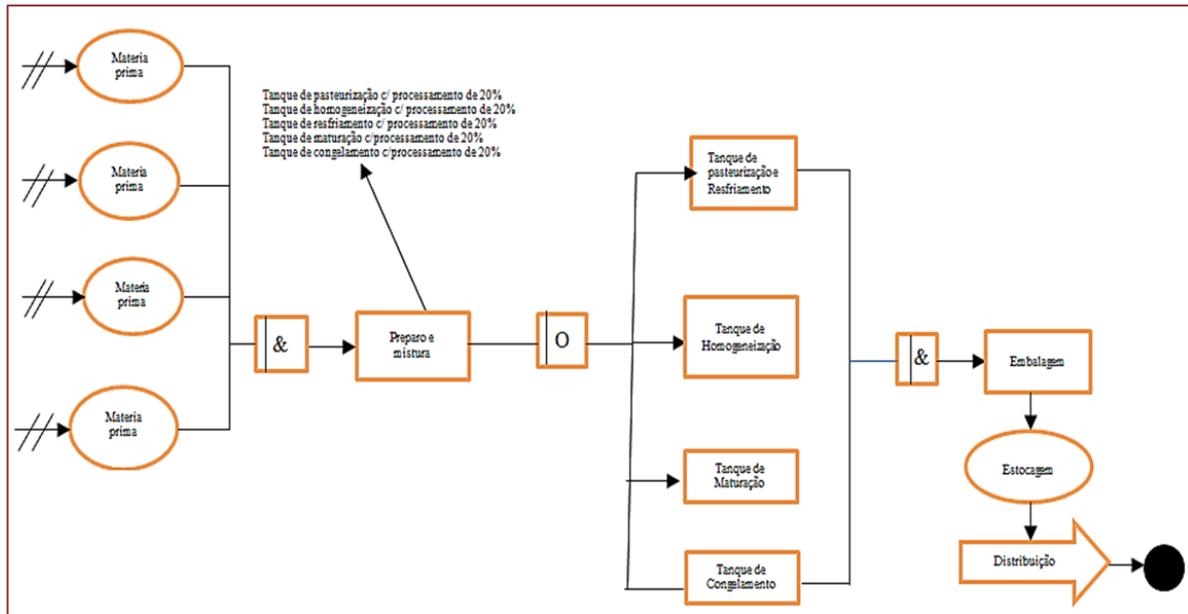
Por fim, com uma confiabilidade adequada dos dados e uma consistência dos resultados, é realizada a documentação final. Nesta etapa de análise dos resultados é importante adicionar valores referentes ao estudo realizado, sendo possível, mensurar os ganhos do trabalho.

#### 4.1 MODELO CONCEITUAL

Através de estudos realizados em sala de aula e de longas pesquisas, foi escolhido projeto piloto do modelo conceitual, feito manualmente na ferramenta do pacote Office da Microsoft, o world foi adotado, por se tratar de uma ferramenta de fácil conhecimento de todos os envolvidos, na construção desse artigo.

A construção de um modelo conceitual é de fundamental importância, e se vê necessária uma vez que a maioria das informações utilizadas para suas concepções são essenciais para a modelagem do sistema computacional (MONTEVECH et.al., 2010).

Figura 2- Produção do sorvete, inserida no modelo conceitual



Na produção do sorvete de creme os dados de entrada são a disponibilidade das matérias-primas, na sequência, todos os ingredientes são misturados para uma completa dissolução e hidratação, e, após, seguem para a pasteurização onde é feita em um tanque que chega a temperatura de 80° em 25s, a homogeneização é importante para melhorar a distribuição da gordura, a próxima etapa é a de congelamento, na qual a estrutura do sorvete é formada adquirindo a consistência cremosa, em seguida o produto é envasado em embalagens de polipropileno de vários tamanhos, os pacotes são estocados em câmara fria a temperatura média de -25°C por um período mínimo de 24 a 30 horas. Tempo em que o produto leva para proceder ao seu congelamento total dependendo da embalagem e por fim o produto vai para a distribuição transportada em caminhões dispostos e equipamentos de refrigeração, mantendo a temperatura máxima até o seu ponto de venda.

## 5 TECNOLOGIAS

Todas as matérias-primas são pesadas no próprio local de preparação de misturas.

### Misturador

A água e o xarope de glicose são bombeados de seus reservatórios na área externa até a cuba graduada já na área de preparação de misturas. A gordura vegetal e o xarope de glicose são aquecidos até a fusão completa em tanque separado e posteriormente bombeada até o tanque de preparação, onde ocorre a mistura com água e os demais ingredientes (leite e soro em pó, açúcar cristal e estabilizantes).

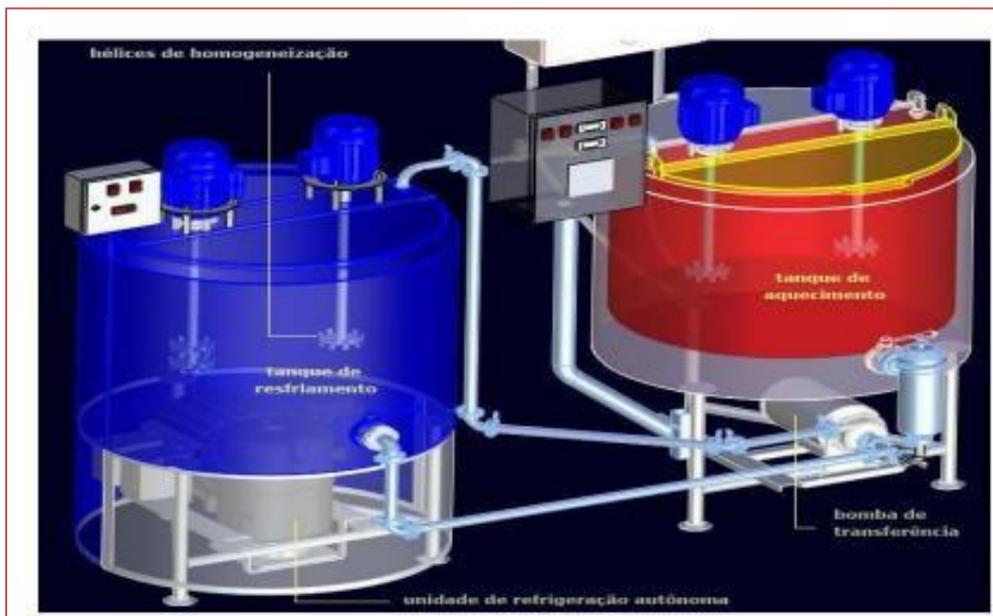
Figura 3 e 4 – tanque misturador.



### Pasteurização e homogeneização

A pasteurização é o tratamento térmico utilizado para destruição dos microrganismos patogênicos presentes na mistura base, além de melhorar o corpo, a textura e o sabor do produto, o sucesso desta operação depende da combinação perfeita dos fatores Tempo X Temperatura. O processo de pasteurização do sorvete, em estudo é realizado por batelada. Normalmente a pasteurização pode ser lenta (68°C por 30 minutos), rápida (80°C por 25 segundos), vacreação (90°C por 1 a 3 segundos) ou ultrarrápida (138°C por 4 segundos).

Figura 5 - Sistema de Pasteurização e Resfriamento



### Homogeneização

Esta etapa tem a finalidade de diminuir o tamanho das partículas da mistura, melhorando a etapa de Batimento/Congelamento, o que permite produzir um gelado comestível homogêneo e de textura macia. A temperatura de homogeneização varia entre 68- 77°C e a pressão de homogeneização pode variar entre 140 a 210 kg/ cm<sup>2</sup>, conforme o teor de gordura, a viscosidade desejada. A variação do tamanho dos glóbulos de gordura obtido pela homogeneização se deve a velocidade desenvolvida durante a passagem pelo homogeneizador.

Figura 6 – homogeneizador



### Refrigeração

Finalizando o processo de pasteurização a mistura é resfriada passando por um trocador de calor de placas a temperatura máxima de 4°C sendo armazenada nos tanques para maturação.

### Maturação

A mistura base já pasteurizada e homogeneizada é armazenada a temperatura máxima de 4°C em tanques resfriadores dispostos de agitação por um tempo mínimo de 2 horas e máximo de 24 horas para promover a hidratação dos estabilizantes e redução da separação de água, o que poderia acarretar em formação de cristais de gelo durante o seu congelamento, aspecto indesejável para a fabricação de gelados comestíveis. Durante a maturação é completada a adição dos ingredientes que são sensíveis ao tratamento térmico, nesta etapa são adicionados os corantes e aromas que darão características ao sabor para o produto em estudo.

Figura 7 – tanque de maturação.



### Congelamento.

O congelamento se realiza em duas fases: a primeira consiste em congelar rapidamente a mistura de sorvete sob contínua agitação. Na segunda, tem sequência o endurecimento do sorvete para facilitar o seu armazenamento. O congelamento rápido é necessário à formação de pequenos cristais de gelo. Quanto menor o cristal, mais suave se torna o sorvete final. O ponto de congelamento da mistura situa-se entre -2 a -5°C devido, principalmente, à presença de lactose e de outros açúcares.

## Embalagem

A massa sai da máquina produtora com consistência semissólida e com temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  com mais da metade da água presente congelada. O Produto é envasado em potes polipropileno de tamanhos variados.

Figuras 8 e 9 - Acondicionamentos do Sorvete nas embalagens automaticamente

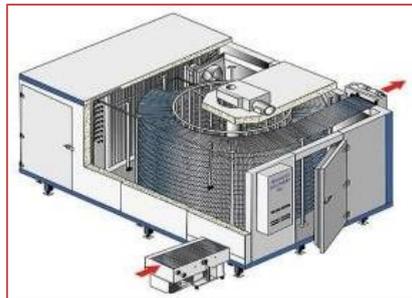


## Endurecimento do sorvete

O sorvete no momento de seu acondicionamento nas embalagens deve estar parcialmente fluído, para adquirir o formato da embalagem, antes de ser completamente congelado a uma temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$ , evitando-se, assim, a formação de grandes cristais de gelo. O tempo de endurecimento vai depender do tamanho e formato da embalagem da composição da mistura e do overrun (quantidade de ar incorporado), este tempo normalmente varia entre 24 a 30 horas e, aproximadamente 80% de água do produto é congelada. A câmara de endurecimento deve operar em torno de  $-30^{\circ}\text{C}$ , temperatura que deve ser mantida em todos os pontos através de circulação forçada de ar.

## Estoque

Figura 10 - Congelador Espiral para endurecimento do Sorvete



Os pacotes são estocados em câmara fria a temperatura média de  $-24^{\circ}\text{C}$  por um período mínimo de 48 horas. Tempo em que o produto leva para proceder ao seu congelamento total.

Figura11 – câmara fria



## Distribuição

O produto é transportado em caminhões dispostos e equipamentos de refrigeração, mantendo a temperatura máxima de  $-18^{\circ}\text{C}$  até o seu ponto de venda.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente artigo foi apresentado o processo de fabricação do sorvete, como proposta de desenvolvimento dos discentes, para melhor conhecimento de aplicações de modelo conceitual.

Logo, realizou-se a identificação dos processos e etapas da fabricação do sorvete como um todo, de modo simples e eficaz, pois não se adentrou a especificidade de tipos de sorvetes; no mesmo artigo foram feitas as identificações de maquinário, equipamentos e tecnologias mais usadas no processo de fabricação do sorvete e montado manualmente um modelo conceitual, seguindo os preceitos e simbologias de artigo conforme solicitado pelo docente orientador do mesmo, publicado na ENEGEP no ano de 2017, onde foi abordado o seguinte tema “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0; manufatura aditiva; e outras abordagens avançadas de produção”.

Entretanto, identificou-se a necessidade da ferramenta/software Flex-sim, para facilitar o entendimento do modelo conceitual em si, e suas possíveis modelagens estatísticas, no intuito de visualizarmos como é feita a programação e fazermos teste piloto no âmbito fabril.

## REFERÊNCIAS

- [1] BOSIL, J., GIAGLIS, G. & HLUPIC, V. IDEF diagrams and Petri Nets for Business Process Modelling. In: Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, 2000.
- [2] CHWIF, L. Redução de modelos de simulação de eventos discretos na sua concepção: uma abordagem causal. Tese de doutorado. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Mecânica, 1999.
- [3] CHWIF, L.; MEDINA, A.C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações. São Paulo, Ed. Dos Autores, 2006.
- [4] FEDERAL INFORMATION PROCESSING STANDARDS PUBLICATIONS (FIPS PUBS). Integration
- [5] Definition for Function Modeling (IDEF0), n. 183. Disponível em [www.idef.com](http://www.idef.com), 1993.
- [6] GREASLEY, A. Using process mapping and business process simulation to support a process-based approach to change in a public sector organization. Technovation, n. 26, p.95-103, 2006.
- [7] HERNANDEZ-MATIAS, J.C.; VIZAN, A.; PEREZ-GARCIA, J. & RIOS, J. An integrated modelling
- [8] framework to support manufacturing system diagnosis for continuous improvement. Robotics and Computer- Integrated Manufacturing, artigo aceito em 2006 para publicação, aguarda impressão.
- [9] JEONG, K.Y. Conceptual frame for development of optimized simulation based scheduling systems. Expert Systems with Applications, v.18, n.4, p. 299–306, 2000.
- [10] KETTINGER, W.J.; TENG, J.T.C. & GUHA, S. Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools. Management Information Systems Research Center (MIS) Quarterly 21, n.1, p. 55–80, 1997.
- [11] KIM, C.; WESTON, R.; HODGSON, A. & LEE, K. The complementary use of IDEF and UML modelling approaches. Computers in Industry, v. 50, p. 35–56, 2003.
- [12] (PDF) Elaboração de modelos conceituais em simulação computacional através de adaptações na técnica ideo: uma aplicação prática. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/228782064\\_Elaboracao\\_de\\_modelos\\_conceituais\\_em\\_simulacao\\_computacional\\_atraves\\_de\\_adaptacoes\\_na\\_tecnica\\_ideo\\_uma\\_aplicacao\\_pratica](https://www.researchgate.net/publication/228782064_Elaboracao_de_modelos_conceituais_em_simulacao_computacional_atraves_de_adaptacoes_na_tecnica_ideo_uma_aplicacao_pratica) [accessed Oct 05 2018].
- [13] <http://www.blrdata.com.br/single-post/2016/03/19/Modelo-Conceitual-de-Dados-Aprenda-a-utilizar-os-principais-mecanismos-de-abstracao>, acessado dia 19/9/2018 às 15h52min.
- [14] <http://docente.ifrn.edu.br/abrahaolopes/semestre-2012.1/4.401.1m-banco-de-dados/slides-modelo-conceitual-fisico-logico-er>, acessado dia 19/9/2018 às 15h55min.
- [15] <https://polosulsc.com.br/conheca-as-etapas-da-fabricacao-do-sorvete-de-massa/>, acessado dia 19/9/2018 às 16h05min.
- [16] <https://sorveteslips.com.br/blog/fabrica-de-sorvetes/como-funciona-uma-fabrica-de-sorvete/>, acessado dia 16h18min.

# Capítulo 9

## *Implantação de manutenção preventiva periódica em uma média empresa têxtil do sudoeste mineiro*

*Thales Volpe Rodrigues*

*Lucas Marcos Silva Queiroz*

*Lo-Ruana Karen Amorim Freire Sanjulião*

*Carlos Henrique Fernandes*

*Adna Amorim dos Santos*

*Maria José Reis*

**Resumo:** Este trabalho busca alcançar um método de alcançar a redução de paradas não programadas implementando a manutenção preventiva em uma empresa têxtil de médio porte. Foi utilizado como referência para o estudo publicações sobre os métodos de manutenção, técnicas de análise de comportamento dos equipamentos, detecção de falhas ou tendência à ocorrência de falhas, modelos de gestão da manutenção com foco na engenharia de manutenção para evitar ou minimizar a ocorrência de falhas e paradas do processo produtivo, em busca de antecipar-se às falhas evitando suas consequências. A utilização da manutenção preventiva permitiu detecção de diversas falhas nos equipamentos, ocasionados tanto pela operação fora das condições ideais estipuladas pelo fabricante e das condições ideais requeridas pelos produtos, bem como falhas nas manutenções realizadas nos equipamentos, com foco no treinamento da equipe de manutenção, para ter continuidade no trabalho implantado.

**Palavras chave:** Competitividade; paradas não programadas; manutenção preventiva.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento constante da concorrência, o ambiente empresarial tem sofrido transformações no sistema produtivo, somado com a crescente evolução tecnológica, a inflexível globalização e o seu largo incentivo à competitividade das organizações. É assim instaurado o quadro de mudanças que a sociedade industrial atualmente vivencia.

Nesse contexto, a perspectiva e a exigência dos clientes em relação a tempo de entrega e qualidade dos produtos tornam-se cada vez maiores. Segundo Pinto e Xavier (1998) dentre outros autores, comenta que as exigências atuais demandam uma mudança nas posturas e na cultura do trabalho, especialmente por parte dos gerentes.

O aumento progressivo do uso de novas tecnologias, a modernização dos equipamentos, a automação de sistemas e processos, crescentemente implantados nas instalações industriais podem auxiliar no aumento de ocorrências de falhas. Mobley e Castro (1999) concordam com esse posicionamento, quando observam que um desempenho eficaz e efetivo de todos os processos produtivos depende de sistemas confiáveis, que operem no seu melhor nível de desempenho projetado.

Sendo assim nos períodos de paradas dos equipamentos a capacidade produtiva é afetada, aumentando os custos operacionais, interferindo na qualidade do produto final, no atendimento e entrega aos clientes, podendo gerar uma imagem negativa da empresa.

A gestão da manutenção deve ser eficaz e controlada, visto que possui responsabilidade direta pela disponibilidade dos ativos e tem importância capital nos resultados da empresa. Segundo dados estatísticos da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) (2003), o Brasil tem custo de manutenção por faturamento bruto de 4,3% do PIB (Produto Interno Bruto) contra a média mundial de 4,1%, isso significa para um PIB FGV (Fundação Getúlio Vargas) de US\$ 451 bilhões - representam 19 bilhões em gastos em manutenção. Devido a tais dados as organizações devem procurar aperfeiçoar sua gestão da manutenção, buscando incessantemente conhecimentos inovadores e aplicações das melhores práticas da manutenção.

Para Santos, Colosimo e Motta (2007) a manutenção, antes vista como um “mal necessário”, passou a ser considerada uma atividade estratégica indispensável à produção, além de ser uma das bases de toda atividade industrial. A construção do modelo tratado neste artigo foi impulsionada pela necessidade de se implantar a cultura de manutenção preventiva, devido aos altos tempos de falha de equipamentos da empresa em questão.

Desta forma, ao se adotar uma política de manutenção preventiva (MP), é fundamental encontrar o tempo ótimo entre MPs que garanta a maior disponibilidade dos ativos da empresa. Atualmente, o maior desafio dos envolvidos no planejamento da manutenção é definir quando e que tipo de intervenção deve ser feita em um equipamento.

Gilardoni e Colosimo (2007) exibem uma proposta para estabelecer o tempo ótimo sob uma política de manutenção preventiva periódica (MPP), sendo os custos de manutenções preventivas sistemáticas e de manutenções corretivas considerados de um tipo de evento aleatório. Porém para uma melhor precisão nos estudos os eventos aleatórios foram classificados pelas suas causas, para ser mais fácil detecção das falhas e podem ser tratadas por meio de manutenções preventivas baseadas na condição do equipamento. Neste caso, um reparo ou troca de componente só é realizado se for necessária ou considerado uma inconformidade.

Considerando a implantação da manutenção, a longo prazo, o custo da MPP (baseada no tempo) é menor que o custo de reparos realizados após a falha do equipamento. Tal suposição baseia-se tanto em premissas lógicas como na experiência prática dos profissionais de manutenção de equipamentos e instalações. Portanto devido a diferença significativa nos custos, a implantação da MPP deve ser considerada.

De acordo com Xavier (2003) o segredo de uma boa preventiva está no planejamento dos intervalos de tempo. Porém, como existe a tendência dos envolvidos pela manutenção serem mais conservadores, os intervalos tendem a ser menores que o necessário, gerando paradas e troca de peças desnecessárias.

A empresa analisada funciona atualmente com máquinas antigas, porém em bom estado para uso, por não possuir um controle de manutenção preventiva, problemas de paradas não planejadas são constantes, sendo que algumas falhas poderiam ser evitadas com a troca de óleo, filtros de óleo, botões de acionamento e emergência, mangueiras de ar, entre outros itens indispensáveis para o funcionamento das máquinas. Os responsáveis pela manutenção não atendem as especificações dos fabricantes para a vida

útil dos itens substituídos e aguardam a parada para que a manutenção ou troca do mesmo seja realizada, gerando parada na produção.

O trabalho foi dividido em quatro partes: (1) coleta de dados, (2) planejamento e elaboração, (3) implantação e (4) continuidade.

## 2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Brasão Sistemas (2016) nas últimas décadas, a prática de manutenção preventiva conquistou um vasto espaço em todo o mundo, mostrando-se eficaz e garantindo a disponibilidade de máquinas e equipamentos. Primeiramente, é importante saber que o custo da manutenção preventiva é inferior comparado às intervenções corretivas.

Além de ser uma prática mais acessível, a manutenção preventiva evita as quebras e minimiza defeitos, com isso, aumenta a disponibilidade dos equipamentos acrescentando a produtividade, pois máquinas indisponíveis afetam a produção de qualquer empresa, resultando em maiores gastos e redução nos lucros.

Outra vantagem da manutenção preventiva se deve ao fato de ser programada. Dessa forma, é possível prever os gastos com peças e mão de obra, evitando surpresas. Ainda, ao conhecer melhor as despesas, é possível montar um orçamento mais apropriado. A empresa em questão batalha para continuar concorrendo no mercado consumidor, buscando reduzir os custos de operação e manutenção, desta forma uma das ações para alcançar a redução dos custos seria a implantação da manutenção preventiva.

Estima-se uma diminuição de 70% na manutenção corretiva, quando a utilizada a manutenção preventiva, além de consequente redução de custos e otimização do tempo de vida útil dos equipamentos (CLARITY SISTEMAS, 2015). Manutenção a alguns anos deixou de ser uma área de segundo plano para se transformar em uma área de estratégia nas indústrias, pois somente através do excelente funcionamento das máquinas é possível obter um produto final com extrema qualidade.

## 3 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar os benefícios da manutenção preventiva para a empresa têxtil de médio porte do sudoeste mineiro, com intuito de minimizar ou eliminar a perda de tempo com paradas não programadas, reduzindo assim os custos e diretamente o prazo de entrega aos clientes.

Segundo Martins e Laugeni (2015) o objetivo básico da manutenção é disponibilizar os equipamentos sempre em condições de operações para quais foram projetadas, e ainda, retornarem ao funcionamento caso cessado.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A evolução da manutenção anda em conjunto à evolução humana, inicialmente na luta de substituir objetos em suas condições de trabalho até seu melhoramento. Mesmo com o avanço tecnológico os equipamentos possuem uma vida útil limitada, que pode ser prolongada ou minimizada de acordo com seu uso e conservação, e certamente irão falhar em algum momento, dado isso se dá a importância da manutenção para manter ou restaurar sua funcionalidade. A manutenção envolve atividades ligadas à correção, prevenção ou predição de falhas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994) define Manutenção como o conjunto de práticas, incluído supervisão, para manter e realocar um equipamento em estado em que possa desempenhar uma função requerida. (NBR 5462, 1994).

Ainda conforme a NBR 5462 (1994), existem alguns conceitos bastantes comuns na manutenção preventiva, onde serão apresentados abaixo:

a) Falha: Impossibilidade do equipamento ou item de desempenhar a função desejada. Tornando o item indisponível para utilização até seu reparo ou substituição;

b) Defeito: Alteração ou imperfeição do estado de um item ou instalação, podendo não afetar a interrupção de trabalho requerido, já que o item pode operar com restrições. Neste caso, programa-se a realização de uma manutenção preventiva, denominada “manutenção preventiva não sistemática”, para evitar que o equipamento chegue a falhar;

c) Manutenção Preventiva (MP): São tarefas efetuadas de acordo com o planejamento previamente elaborado. Sua função é manter um item em condições para operação satisfatória, através de inspeções sistemáticas, detecção e prevenção de falhas incipientes. Pode ser baseada no tempo ou na condição. Por tempo será observado a vida útil do item/equipamento estabelecida pelo fornecedor e em sua capacidade funcional. Será baseada na condição, quando as tarefas forem programadas devido a anormalidades (defeitos) detectados nos equipamentos em operação. Neste caso, ela é conhecida como manutenção preventiva não sistemática;

d) Manutenção Perfeita: É quando ao realizar a manutenção programada já se observa os potenciais de falhas, sendo reparados ou substituídos.

Segundo Wang (2002) as técnicas para antecipar as ações de manutenção, para evitar os problemas e paradas são classificadas em:

a) Idade do equipamento: considerado o mais comum na política de manutenção preventiva. Quando o equipamento ou item atinge a vida útil ou quando ocorre a primeira falha o mesmo é substituído;

b) MPP: o equipamento é substituído ou reparado de acordo com um intervalo fixo de tempo, independentemente de seu histórico de falhas;

c) Manutenção preventiva por limite de falhas: por monitoramento as ações de preventivas são realizadas após atingir o índice de confiabilidade;

d) Manutenção preventiva sequencial: de acordo com a idade do equipamento as ações preventivas diminuem progressivamente, de acordo com a utilização do mesmo.

Para Martins e Laugeni (2015) manutenção preventiva consiste em ações realizadas (trocar óleo, peças, entre outros) de acordo com um planejamento definido. Normalmente os manuais dos itens instalados em máquinas e equipamentos possuem as instruções adequadas para manuseio e manutenção, indicando a periodicidade com que determinados trabalhos devem ser efetuados. A preventiva exige aos envolvidos muita disciplina.

A manutenção preventiva possui vantagens como o aumento de vida útil dos equipamentos, redução de custo desde curto a longo prazo, diminui a interrupção da produção, criação de mentalidade preventiva na organização, flexibilidade na programação de horários, e também mantém dos equipamentos em boas condições.

## 4.2 AS SEIS GRANDES PERDAS

Segundo Accadrolí, Tersi e Ivan (2010), OEE é um indicador de desempenho global de equipamentos, vem do inglês “Overall Equipment Effectiveness” e traduzido significa Eficiência Global de Equipamento.

Este indicador foi definido por Cardoso (2013) em três fatores, sendo eles:

a) Disponibilidade: Tempo disponível dos equipamentos para utilização;

b) Performance: Produção do equipamento;

c) Qualidade: É a razão entre o total de peças boas pelo total de peças produzidas.

Como também indica quais as perdas que estão afetando seu valor. As principais perdas de produção que afetam o OEE podem ser vistas na Tabela 1 a seguir.

TABELA 1 – Indicador OEE

Tempo Programado			
<b>Boas</b>	Perdas da Qualidade: - Refugos da Partida - Refugos de Produção	Perdas de Performance: - Velocidade reduzida - Pequenas paradas	Perdas de Disponibilidade: - Quebra de Máquina - Ociosidade - Setup

Para Martins e Laugeni (2015) deve-se atacar as seis grandes perdas para um aumento na produtividade dos equipamentos, são elas:

- Quebras: quantidade de itens que deixa de ser produtiva, devido à quebra, é mais fácil de ser calculada, e necessita de uma manutenção preventiva eficaz;
- Ajustes (setup): a quantidade de produtos não produzidos, pois a máquina ou equipamento, estava sendo preparado para manufaturar outro produto. Utiliza-se a técnica de trocas rápidas;
- Tempo ocioso: quantidade de tempo desperdiçado com pequenos ajustes, pequenas paradas ou por ociosidade variada, como bate-papo dos operadores;
- Baixa velocidade: quantidade de equipamentos que deixam de produzir em sua capacidade máxima, por decorrência de operar em velocidade inferior ao esperado;
- Qualidade insatisfatória: quantidades de itens que é perdida (como se não tivesse produzido), por inconformidades, quando o processo já entrou em regime;
- Perdas com Start-up: quantidades de itens que é perdida (como se não tivesse produzido), por inconformidades, quando o processo ainda não entrou em regime, estima-se que o índice de perda é maior.

É importante saber quanto tempo o equipamento permaneceu quebrado para reduzir as perdas de produção devido quebras e o motivo de cada parada. Também analisar a causa raiz que levou a máquina a parar, após as causas identificadas deve-se partir para eliminação das mesmas.

Existem ações que podem ser tomadas objetivando a redução das perdas de produção, como a realização de limpeza dos equipamentos, manutenção autônoma, manutenção preventiva, lubrificação periódica, e inspeção por ultrassom.

Algumas técnicas podem ajudar a identificar tais perdas como a medição automática do tempo de máquina parada e seu motivo, utilização de um gráfico hora a hora da produção e gestão de paradas devido ociosidade.

#### 4.3 AÇÕES PREVENTIVAS

De acordo com Silva (2004) manutenção preventiva consiste em atuar de forma a minimizar ou evitar falhas no desempenho, seguindo um planejamento prévio baseando-se em intervalos definidos de tempo.

Abaixo será apresentado alguns conceitos de ações preventivas que fazem parte da execução de uma manutenção preventiva.

a) Inspeção – uma forma simples de se aplicar a manutenção preventiva, pode ser realizada tanto pelo pessoal envolvido na manutenção quanto pelo próprio operador da máquina. É uma importante parte, que utiliza os sentidos humanos – visão, tato, olfato e audição, obtendo resultados rápidos e eficazes, afirma Xenos (1998);

b) Baseada no Tempo – segundo Xenos (1998), tem como objetivo trocar ou reparar, itens e componentes que tendem a falhar à medida que envelhecem, de acordo com o tempo planejado. Essas ações são executadas independentes do estado que a peça se encontre na data prevista para troca. Lembrando que essas ações só serão eficazes quando a relação entre a idade do componente ou peça e sua probabilidade de falha sejam existentes;

c) Baseada na Condição – de acordo com as inspeções periódicas, avalia-se as condições dos itens ou equipamentos, só assim, estas ações preventivas são tomadas. Assim, as falhas podem ser monitoradas, permitindo agir antes que elas aconteçam (XENOS 1998).

#### 4.4 POLÍTICA DE MANUTENÇÃO

Uma empresa pode definir política de manutenção com ênfase em diversos aspectos:

a) Postura preventiva: implantação da manutenção preventiva em todos os níveis. Possuindo o controle adequado, tem-se condições de gerir com precisão os eventos como, troca de peças, limpeza, entre outros;

b) Maior número de máquinas com menos utilização: não sobrecarrega equipamentos, aumenta a confiabilidade e reduz as quebras;

Treinamento de operadores: para que efetuem a manutenção de rotina;

c) Projeto robusto: equipamentos com capacidade de receber sobrecarga de trabalho sem apresentar defeitos;

d) Manutenibilidade: optar por equipamentos com maior facilidade de manutenção;

e) Tamanho das equipes de manutenção: trabalham com folga de mão de obra em manutenção para evitar problemas com ocorrências simultâneas;

f) Maior estoque de peças sobressalentes: maior segurança no atendimento da demanda;

g) Redundância de equipamentos: Obtém um equipamento extra, principalmente para os mais críticos (MARTINS e LAUGENI 2015).

#### 5 MÉTODO DE PESQUISA

O projeto em questão se consiste em um estudo de caso, realizado no método de pesquisa descritiva, onde foi possível realizar as atividades e descrevê-las conforme a realização de cada etapa. A duração total do projeto ocorreu dentro de um período de 8 meses.

Os dados qualitativos foram obtidos através de verificação e observação dos equipamentos, já os dados quantitativos foram feitos levantamentos dos dados nos históricos de troca de peças e manutenções anteriores. Os dados foram analisados de uma perspectiva técnica com o auxílio do mecânico mantenedor responsável da empresa.

Após a implantação da manutenção, observou-se que em um curto prazo a manutenção preventiva surtiu efeito. As paradas não planejadas diminuíram significativamente, as ações corretivas se aproximaram de zero, com auxílio e treinamento dos operadores das máquinas realizando a manutenção básica diária evitando defeitos e falhas, a compra de peças desnecessárias e o excesso de trabalho dos colaboradores da manutenção foram praticamente dizimados, reduzindo os custos com manutenção e terceirização de mão de obra.

Para a implantação de manutenção preventiva na empresa em questão, foi dividido em quatro etapas, sendo elas:

##### 5.1 COLETA DE DADOS

Inicialmente foi verificada todas as máquinas que estavam funcionando, o histórico de troca de peças e a quantidade de ações que já foram feitas (corretiva). Para levantar o estado de cada equipamento e definir as prioridades dos chamados técnicos e onde avaliar os possíveis problemas, utilizou-se informações dos últimos 12 meses definindo assim então as máquinas que receberão os primeiros atendimentos.

Os dados relacionados ao custo foram levantados de acordo com todos os gastos que seriam necessários para execução do projeto. Inicialmente a estrutura de custos da equipe de manutenção preventiva foi feita seguindo a seguinte ordem:

a) Equipe necessária para execução das ações requeridas;

b) Materiais necessários para reparo de máquinas;

- c) Encargos trabalhistas;
- d) Placas para identificação.

## 5.2 PLANEJAMENTO E ELABORAÇÃO

Após a coleta de dados foi elaborado a ficha de manutenção por máquina, onde consta as informações do equipamento e ações preventivas básicas com o período em que as ações preventivas devem ser realizadas e datas em que as peças foram substituídas ou reparadas. Foi projetado também um quadro constando as informações básicas das máquinas e as datas das próximas manutenções preventivas. Utilizou-se cores para facilitar a visualização:

- a) Verde – máquina em perfeito estado para uso;
- b) Amarelo – máquina com defeito, funcionando em condições de atenção;
- c) Vermelho – máquina com falha, parada não programada;
- d) Azul – Parada programada, manutenção preventiva.

Posteriormente elaborou-se uma cartilha explicativa juntamente com um check list para os operadores realizarem a manutenção diária, como:

- a) Observar nível de óleo;
- b) Conferir mangueira de ar;
- c) Conferir botões de acionamento e de emergência;

As datas para a manutenção preventiva foram planejadas de acordo com a situação em que as peças do equipamento se encontravam.

Para a consolidação do planejamento, palestras e treinamentos foram formulados para posteriormente serem ministradas aos envolvidos no processo de manutenção.

## 5.3 IMPLANTAÇÃO

Inicialmente todas as máquinas foram avaliadas e preparadas para funcionar com eficiência total, assim que todos os equipamentos estavam em conformidade as fichas de dados foram fixadas em suas respectivas máquinas, os quadros de indicação foram colocados em seus devidos setores, cartilhas foram distribuídas aos colaboradores e uma equipe responsável pelo treinamento passou as informações necessárias para preenche-las, o treinamento foi realizado para todos os envolvidos.

Quando as datas se aproximam o responsável pelo controle da manutenção, adiciona um imã azul no quadro indicando a máquina em que a manutenção deve ser realizada, contendo neste a data, a hora e operador da manutenção. Uma ordem de manutenção (OM) é emitida e fixada no quadro da oficina com no mínimo 3 dias de antecedência, contendo as mesmas informações do quadro de manutenção e também as peças que possivelmente serão utilizadas e ferramentas para as ações preventivas. Após efetuadas as ações preventivas o mecânico anota as ocorrências na ficha do equipamento e recoloca no devido local, caso haja alguma ocorrência que não esteja programada o responsável deve informar no campo observações.

Quando ocorrer alguma falha ou defeito o responsável pelo setor fixa um imã vermelho (se a máquina parar) ou amarelo (máquina com funcionalidade parcial), e emite uma OM para os mecânicos, quando o equipamento retorna a suas atividades normais, o mecânico retira o imã vermelho, amarelo ou azul (manutenção preventiva) e fixa um verde, indicando que o equipamento está em perfeitas condições de uso.

## 5.4 CONTINUIDADE

Os gestores e responsáveis de setores participaram de um curso para estarem capacitados a continuar o projeto. Planilhas de controle utilizando Excel e MS Project foram elaboradas para facilitar o andamento do trabalho implantado.

Ressaltando a importância de manter a rentabilidade do projeto para que o processo seja lucrativo e eficiente, um dos principais pontos de custo são os colaboradores. Essas pessoas precisam estar treinadas e comprometidas para que a operação seja saudável.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo e a execução do projeto, foi observado que a manutenção preventiva é de grande auxílio para a qualidade do produto e prazos de entrega, devido à redução de desperdício do tempo.

Houve algumas resistências dos colaboradores envolvidos ao projeto, porém após obterem uma participação mais assídua das atividades e as dúvidas terem sido sanadas, observaram os benefícios e aceitaram melhor a implantação do projeto.

Na empresa, antes do início do desenvolvimento desse projeto, não havia um controle eficaz de manutenção preventiva o método que prevalecia era a “Corretiva não Planejada”, que acarretava maior quantidade de paradas de máquinas.

Assim, optou-se pela política de manutenção planejada, por ser simples, ter baixo custo e suprir a maioria das necessidades de manutenções e enquadrar-se na empresa escolhida.

Após a implantação da manutenção, observou-se que em um curto prazo a manutenção preventiva surtiu efeito. As paradas não planejadas diminuíram significativamente, as ações corretivas se aproximaram a zero, com auxílio e treinamento dos operadores das máquinas realizando a manutenção básica diária evitando defeitos e falhas, a compra de peças desnecessárias e o excesso de trabalho dos colaboradores da manutenção foram praticamente dizimados, reduzindo os custos com manutenção e terceirização de mão de obra.

Houve um pequeno aumento na produtividade e melhora nas datas de entrega devido a diminuição do setup, e redução de interrupções da produção por falhas.

## REFERÊNCIAS

- [1] ACCADROLI, B; TERSI, L; IVAN, L. Eficiência Global de Equipamento. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA6pgAB/oe-e-eficiencia-global-equipamento>>. Acesso em: janeiro de 2018.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462. Rio de Janeiro, 1994.
- [3] BRASÃO SISTEMAS. Objetivo e importância da manutenção preventiva de equipamentos. Em. <http://brasaosistemas.com.br/blog/objetivo-e-importancia-da-manutencao-preventiva-de-equipamentos/>. Acesso. 05/01/2018, 19:42.
- [4] CARDOSO, C. (2013). O que é o índice OEE e para que serve? Disponível em: <<http://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-o-indice-oe-e-para-que-serve/>>. Acesso em: janeiro de 2018.
- [5] CLARITY SISTEMAS. Manutenção. Em. <http://www.claritysistemas.com.br/site/index.php/servicos/manutencao.html>. Acesso. 06/01/2018, 10:20.
- [6] CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 18º, 2003, Porto Alegre. A situação da manutenção no Brasil: ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção, 2003.
- [7] COSTA, H. G. Estruturas de suporte à decisão. Universidade Federal Fluminense – Centro Tecnológico Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção. RJ. 2005.
- [8] FERREIRA, A. B. H. Novo Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984. 1499 p.
- [9] GILARDONI, G.; COLOSIMO, E. A. Optimal Maintenance Time for Repairable Systems. Journal of Quality and Technology, v. 39, n. 1, p. 48-54, 2007.
- [10] HIDROCONSULTORIA. Plano de Manutenção. Em. [http://www.hidroconsultoria.com.br/plano-de-manutencao/?gclid=EAIaIQobChMIp4LJ1-nB2AIVxoGRCh0cjw\\_eEAAyAIAAEgLcGvD\\_BwE](http://www.hidroconsultoria.com.br/plano-de-manutencao/?gclid=EAIaIQobChMIp4LJ1-nB2AIVxoGRCh0cjw_eEAAyAIAAEgLcGvD_BwE). Acesso. 05/01/2018, 22:02
- [11] KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Choice, Values and Frames. Cambridge, University Press, Cambridge, 2000.
- [12] MARTINS, P.G.; LAUGENI F.P. Administração da Produção: 3. Ed. São Paulo: Saraiva 2015 p.468-473.
- [13] MOBLEY, K.; CASTRO, D. de. Análise da dinâmica operacional. Revista Manutenção- ABRAMAN, Rio de Janeiro, n.71, p.17-19, mar./abr. 1999.

- [14] OEE.COM.BR. As grandes Perdas da produção. Em: [www.oeec.com.br/oeec-grandes-perdas/](http://www.oeec.com.br/oeec-grandes-perdas/). Acesso: 05/01/2018, 15:47.
- [15] PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Quality Mark, 1998.
- [16] SANTOS, COLOSIMO E MOTTA. Tempo ótimo entre manutenções preventivas para sistemas sujeitos a mais de um tipo de evento aleatório; Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 1, p. 193-202, Jan.-abr. 2007
- [17] XAVIER, J. N. Manutenção Preditiva Caminho para a excelência. Disponível em: <[http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaopreditiva\\_Nascif.zip](http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaopreditiva_Nascif.zip)>. Acesso em 06/01/2018. 16:27.
- [18] XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Produtiva, Belo Horizonte: editora de desenvolvimento gerencia, 1998.
- [19] WANG H., A survey of maintenance policies of deteriorating systems, European Journal of Operation Research. Vol 139. Pag. 469-489. 2002

# Capítulo 10

## *A estratégia de produção como ferramenta para o alcance de diferencial competitivo em um comércio de pesca na cidade de Dourados*

*Leticia França Palata*

*Liliana Tieri Kimura Toda*

*João Lucas Tanaka*

*Larissa Tiemi de Souza Tsukagoshi*

*Fabiana Raupp*

**Resumo:** A Estratégia de Produção desempenha um papel muito relevante no âmbito empresarial no alcance dos objetivos almejados. A presente pesquisa tem como objetivo diagnosticar a gestão estratégica de um comércio de artigos de pesca, partindo de questões como a análise do ambiente interno e externo, bem como, o diagnóstico das operações envolvidas na empresa comercial Tomodaty pesca são pertinentes a este trabalho, visando, ao final, compreender a importância da estratégia de produção para o alcance da eficácia organizacional. Sua classificação metodológica a coloca como sendo uma pesquisa descritiva de natureza aplicada, sua abordagem do problema é qualitativa e se classifica como um estudo de caso. Ao final da pesquisa, foi possível identificar a carência administrativa da empresa e a ausência da gestão estratégica. Mediante a efetivação de uma análise criteriosa que tangenciava o ambiente organizacional do negócio foi proposto planos de ações pertinentes aos seus gargalos, a fim de maximizar suas operações e lucratividade, alcançando diferencial competitivo frente aos seus concorrentes.

**Palavras-chave:** estratégia de produção; planos de ação; diferencial competitivo; objetivos.

## 1. INTRODUÇÃO

Fazendo uma análise do termo “estratégia”, pode-se dizer que está originalmente relacionado a assuntos da prática militar que envolvem a implementação de planos e o estabelecimento de objetivos. Partindo disto, o mesmo termo foi adaptado a outros contextos, sendo eles econômico, empresarial ou político que são descritos de forma similar (SLACK et al., 2018).

Com o decorrer do tempo, diversos autores definiram o termo Estratégia de Produção com suas respectivas linhas de pensamento. Para Hayes, “[...] é um conjunto de metas, políticas e restrições auto impostas que descrevem como a organização planeja dirigir e desenvolver todos os recursos investidos na produção para melhor cumprir sua missão” (HAYES et al., 2008, p. 57).

Tendo em vista a relevância da aplicação da estratégia de produção no setor empresarial, avaliou-se as áreas funcionais da empresa comercial “Tomodaty Pesca” na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul. Onde teve-se como objetivo estudar o funcionamento da empresa, analisar o ambiente interno e externo de modo que seus erros e falhas fossem identificados e que soluções elaboradas.

Justifica-se a elaboração deste trabalho a importância que a gestão estratégica pode trazer para a empresa, sendo um diferencial competitivo, fazendo com que a empresa se destaque entre os seus concorrentes.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O advento da globalização trouxe novos avanços à competitividade entre as empresas. Na década de 70, o diferencial competitivo estava associado ao preço, uma vez que, níveis de defeitos, prazo de entrega e inovação eram considerados critérios neutros. Isso mudou nos anos 80, quando as empresas japonesas passaram a pressionar as norte-americanas com produtos de alto desempenho e designs sofisticados. Com isso, a qualidade passou a ser um critério indispensável na busca para equiparação com os concorrentes (HAYES et al., 2008). Já a partir de 1990, outro fator passou a ser considerado decisivo no campo da tomada de decisões estratégicas. As competências da empresa, que está associada à percepção do cliente combinada com as competências dos processos, somaram-se aos demais critérios mencionados (PAIVA et al apud JUNIOR; KLIPPEL, 2006).

Ao passo da evolução das informações do âmbito da administração da produção, conclui-se que, uma empresa obtém vantagem competitiva quando adota uma estratégia particular, ou seja, que não é utilizada ou facilmente copiada por nenhuma outra organização. Para isso, ela precisa desenvolver sua competitividade estratégica, mediante exploração das suas competências essenciais, de modo a gerar valor aos seus produtos ou serviços (HITT; IRELAND; HOSKISSON, 2011).

Para uma empresa estar apta a competir através de sua produção com abordagem em suas competências essenciais, é preciso que a mesma se adeque, alinhando seus critérios competitivos com suas metas e prioridades. Somente assim haverá coerência entre suas ações e objetivos estratégicos (HAYES et al., 2008). Desta forma é possível associar o diferencial competitivo, como sendo parte da derivação da estratégia (HAYES et al., 2008; BARNEY; HESTERLY apud COLLA; CUCO, 2015).

O segundo ponto após o alinhamento é o estudo do ambiente interno e externo no qual a empresa está inserida. Desta forma, é possível ter uma visão sobre seus concorrentes e peculiaridades do seu setor e mercado, bem como dos seus pontos fortes e fracos (HITT; IRELAND; HOSKISSON, 2011). Desta forma, busca-se desenvolver uma estratégia que seja capaz de confrontar pontos falhos e ameaças do mercado, com possibilidades e pontos relevantes do negócio. A fim de reduzir as imperfeições e maximizar as possibilidades (OLIVEIRA apud SILVA; SANTOS, 2005).

Uma ferramenta que possibilita o estudo do ambiente interno e externo de uma organização é a Análise Swot. Ela permite que gestores e responsáveis, possam definir quais são os pontos a serem trabalhados e estabelecer prioridades (ANDION; FAVA, 2003). Tem como foco quatro fatores: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças.

Ao que diz respeito as forças são consideradas as variáveis que diferenciam a empresa das demais, garantindo a vantagem operacional da mesma. Em fraquezas, analisam-se as situações inadequadas que atrapalham as operações. As oportunidades são elementos que podem trazer benefícios se estudadas e bem aplicadas. Por fim, as ameaças são forças incontroláveis pela empresa que geram obstáculos, mas que podem ser evitadas se reconhecidas a tempo (OLIVEIRA, 2007).

### 3. METODOLOGIA

Tendo em vista o presente trabalho, realizou-se um estudo detalhado a partir da coleta de dados e interpretação dos mesmos. Após sua análise foram propostas soluções aos problemas identificados. Logo, o trabalho é classificado como uma pesquisa descritiva de natureza aplicada (GANGA, 2012). A abordagem do problema é qualitativa, pois os dados foram analisados indutivamente a partir da observação, definição e caracterização do cenário da empresa (SILVA; MENEZES, 2005).

A metodologia utilizada no procedimento técnico, parte de uma pesquisa bibliográfica, pois utilizou-se livros, artigos e sites da internet para sua elaboração. Ademais, foi realizado um estudo de caso a fim de obter informações relacionadas ao estabelecimento, bem como os clientes, fornecedores e produtos ofertados, além de uma pesquisa de mercado (GANGA, 2012; MIGUEL et al., 2010). Para isso, entrevistou-se os funcionários e a proprietária da empresa para determinar sua estrutura organizacional, sintetizando o seu diagnóstico estratégico, sua missão, visão e objetivos da empresa.

### 4. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DA EMPRESA TOMODATY PESCA

#### 4.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA, PRODUTOS E CLIENTES

A empresa Tomodaty Pesca está localizada na cidade de Dourados - MS, na Avenida Marcelino Pires. É uma empresa familiar que está ativa no mercado há aproximadamente 23 anos que atua no mercado de artigos de pesca, fogos de artifício e conveniência. Mas para efeito do desenvolvimento deste trabalho, teremos como foco os produtos voltados à pesca, uma vez que estes representam aproximadamente 80% da participação no faturamento. Desta forma, buscou-se dividir os produtos que representassem a maior rotatividade no estoque, como também a maior rentabilidade para empresa em grupos de famílias. Assim, os produtos em análise foram caracterizados entre: vara, anzol, isca, molinete e entre outros (que se referem aos produtos de conveniência).

Confrontando os produtos caracterizados, com os segmentos de mercado no qual ele atinge, observou-se que o estabelecimento possui um cliente focado. Os clientes classificados como “adultos”, no qual se refere a pessoas com idade entre 19 a 60 anos representavam aproximadamente 55% do total de clientes, quase se equiparando aos da “terceira idade” (60 anos ou mais), que equivalem a uma estimativa aproximada de 40%. Contudo, quando comparado a participação no faturamento, os clientes “adultos” possuem uma diferença significativa, com 65% do total.

Como as atividades da empresa baseiam-se apenas na revenda dos produtos, suas áreas funcionais consistem apenas na relação empresa-fornecedores. Tratando-se de uma empresa muito tradicional, as operações são simples. Tanto os colaboradores como a proprietária, não possuem qualquer tipo de treinamento sejam eles de gestão de vendas, pessoas ou finanças.

#### 4.2. ANÁLISE DO AMBIENTE EXTERNO

Mediante uma rigorosa análise do mercado, atrelada à empresa estudada, foi possível notar alguns pontos externos que favorecem sua atuação no mercado, como é o caso da demanda dos consumidores por produtos de alta qualidade, mas que ao mesmo tempo tivesse um preço acessível e justo ao que estão dispostos pagar. Esse quesito acaba se enquadrando em uma grande oportunidade, uma vez que a loja possui os preços mais baixos comparados aos concorrentes da cidade de Dourados, tendo esse quesito reconhecido tanto pelos clientes, como também pelas demais empresas do setor.

O mercado de vendas on-line tem crescido nos últimos anos, contudo o método de gestão utilizado não se adequa a estas novas tecnologias, pois a empresa não possui nenhum tipo de mídia social para contato direto com os clientes, o que resulta na perda de possíveis vendas. Mas, existem infinitas possibilidades que podem contribuir para o progresso da empresa, uma delas é o mercado digital, que oferece oportunidades para o negócio prosperar na era tecnológica, tanto no âmbito administrativo como na promoção e publicidade da empresa. O uso de softwares e planilhas pode facilitar a administração do fluxo de caixa e estoque, por exemplo. Outra possibilidade são as ferramentas do marketing digital, que contribuem na expansão do alcance da empresa a clientes potenciais, ou ainda, no favorecimento da aproximação entre empresa e consumidor.

Há também outro grave problema no qual a empresa está exposta. Entre os meses de novembro e fevereiro, os peixes encontram-se em seu período de reprodução, fenômeno conhecido como Piracema. Nesta época do ano, a pesca é proibida por lei e pode ocasionar em multas e apreensão dos materiais de

pesca. Logo, o número de vendas e consequentemente o faturamento da empresa é drasticamente reduzido. Como forma de contornar a Piracema, a empresa Tomodaty Pesca também oferece fogos de artifício. Visto que a procura por este produto ocorre com maior frequência durante as festas de fim de ano, pode-se dizer que é uma interessante forma da empresa não estagnar as vendas e /ou parar suas atividades.

Analisando as possíveis ameaças do macro ambiente, concluiu-se ainda que crise econômica da qual o país tenta superar representa um grande perigo para o comércio, uma vez que essa situação tem afetado todos os setores do mercado brasileiro. Como a inflação tende a desvalorizar o poder de compra das pessoas, há uma redução da procura por produtos (especialmente produtos supérfluos, como os relacionados ao lazer). A empresa por sua vez passa a adquirir produtos com um custo maior dos seus fornecedores, por fim, essa relação acaba reduzindo a lucratividade da empresa.

Sobre outra perspectiva, estudando o setor do comércio analisado, foi selecionado como um fator potencial o aumento do turismo de pesca na região pantaneira do Mato Grosso do Sul. Segundo uma notícia do G1, a procura pela pesca aumentou significativamente no ano de 2018 com o fim da piracema. Mas, em contrapartida a essa oportunidade, existe uma ameaça futura atrelada ao pressuposto de que as próximas gerações tendem a perder gradativamente o interesse por esse tipo de lazer, uma vez que a era tecnológica tem mudado drasticamente os hábitos das pessoas, tornando-as cada vez mais dependentes da tecnologia. Ficar longe de um aparelho tecnológico, ou um lugar sem sinal de internet representa momentos entediantes para as novas gerações. Com essa mudança de interesses, o mercado de produtos de pesca se encontra extremamente ameaçado.

#### 4.3. ANÁLISE DO AMBIENTE INTERNO

A empresa Tomodaty Pesca possui muita experiência no setor, já que atua há mais de 23 anos nesse mercado, são excelência no atendimento e fidelização de clientes. Devido sua longa história, possuem alto reconhecimento entre os moradores da região no qual está instalada. São referências também pela variedade de marcas e produtos ofertados a um preço inferior aos demais concorrentes da cidade.

Possui vínculos fiéis não só com seus clientes externos, mas também com os clientes internos, isso justifica a baixa rotatividade dos seus funcionários. Devido ao tempo de serviço dos seus colaboradores, possuem uma equipe muito bem preparada e com grande experiência no atendimento ao público e no conhecimento dos produtos ofertados.

Outro ponto relevante é a localidade da sua instalação. A empresa fica localizada na principal avenida da cidade, perto de vários comércios de grande ascendência, como o Shopping Avenida Center, Hipermercado Extra e Lojas Havan. Isso favorece o fluxo contínuo de carros e pedestres em frente à loja, resultando em grande visibilidade.

A tradicionalidade que o comércio apresenta, permite com que muitas pessoas com hábitos tipicamente convencionais a tenham como preferência de compra. Em contrapartida, essa cultura clássica de gestão representa sérias precariedades e atualmente se mostra obsoleta e ineficiente. Como não utilizam nenhum sistema, software ou planilha, não possuem controle de todos os fluxos de compra e venda (entrada e saída), sem contar na ausência de gestão de estoque, uma vez que não realizam nenhum tipo de cadastro de produtos. Atualmente, a administração gira em torno do conhecido caderno de anotações.

Outro ponto falho é a visão avessa a novas possibilidades e a ausência de perspectiva de crescimento ou interesse por métodos de administração mais eficazes. Em consequência acabam estagnado e, portanto, perdem mercado. De forma geral, são enraizados no senso comum. Devido isso, acabam tornando a baixa rotatividade dos funcionários em um ponto fraco de sua gestão, porque, como não possuem qualquer tipo de gestão do conhecimento, ficam submissos aos seus colaboradores. Caso estes queiram se desvincular da empresa, levam consigo todo conhecimento, técnicas e experiências que são de grande valia para o dia a dia da organização. E essa dependência dos funcionários tem trazido sérios problemas. Como reconhecem sua importância para empresa, estão se tornando cômodos e desinteressados pelo trabalho.

Ainda sobre os clientes internos, apesar da rotatividade ser enxuta, o comércio possui fraquezas no quesito motivacional. Pois, como insistem no método arcaico de gestão, não se preocupam em adotar estratégias de incentivo, porque não reconhecem que a satisfação dos funcionários tem influência direta na produtividade da empresa. Como resultado, possuem colaboradores bem preparados e com grande experiência no cargo, mas que estão com grande carência motivacional.

Mediante o estudo minucioso do ambiente externo e interno da empresa, ficou estabelecido a seguinte Análise Swot:

TABELA 1 – Análise Swot da empresa Tomodaty Pesca

<p><b>Forças</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa rotatividade de funcionários</li> <li>• Localização de alto tráfego de carros e pessoas, próximo a grandes comércios.</li> <li>• Fidelização de clientes</li> <li>• Variedade de marcas e produtos</li> <li>• Tradicionalidade</li> </ul>	<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda por produtos de qualidade, a um baixo preço.</li> <li>• Grande possibilidade de aliança com o mercado digital.</li> <li>• Expansão do turismo de pesca na região Pantaneira</li> </ul>
<p><b>Fraquezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de gestão de conhecimento</li> <li>• Método de gestão arcaico</li> <li>• Visão avessa ao crescimento e a novas possibilidades</li> <li>• Carência motivacional dos colaboradores</li> </ul>	<p><b>Ameaças</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração dos hábitos de lazer das novas gerações.</li> <li>• Proibição da pesca no período da Piracema.</li> <li>• Instabilidade política</li> <li>• Facilidade de compra no Paraguai e concorrentes.</li> </ul>

Confrontando os pontos fortes e fracos com as oportunidades e ameaças, fica evidente a relevância do preço baixo, da qualidade e da variedade dos produtos para a loja. Pois há uma grande demanda por essas características de produto na cidade.

#### 4.4. ANÁLISE DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

Afim de analisar e propor um diagnóstico das operações atuais da empresa foram definidos alguns critérios de desempenho. Embasados nos critérios genéricos, como qualidade, rapidez, flexibilidade, confiabilidade, custo e empatia, ficou definido que os critérios específicos seriam: qualidade dos produtos, atendimento e localização, variedade dos produtos e flexibilidade no horário, disponibilidade de produtos, preço baixo, e qualidade no atendimento.

Com esses critérios estabelecidos, os mesmos foram confrontados para serem identificados possíveis trade-offs. Conclui-se que havia relação de conflito entre o critério preço baixo com outros três, sendo eles, qualidade, variedade e disponibilidade de produtos, bem como a flexibilidade do horário de funcionamento. Logo, o preço baixo é o critério de desempenho que representa maior dificuldade para efetivação dos demais.

Além disso, realizou-se uma análise dos perfis de desempenho de cada um dos critérios específicos estabelecidos, comparando as exigências do mercado com o desempenho atual da empresa. Isso possibilitou a visualização de possíveis lacunas, que se referiam à qualidade e a disponibilidade dos produtos oferecidos. Isso refletiu a uma perspectiva diferente daquela estabelecida a-priori, junto à proprietária, já que segundo ela, um dos pontos fortes do seu negócio era associado à estes quesitos.

Para solidificar ainda mais esta análise, quantificou-se a importância de cada um dos critérios para o público alvo da empresa e em contrapartida o desempenho que a mesma estava tendo em cada um desses critérios. Essa observação comprovou que a qualidade e a disponibilidade de produtos estavam abaixo das expectativas dos seus clientes, por conseguinte precisavam ser aprimorados.

Para facilitar a identificação dos gargalos e das causas raízes dos efeitos identificados, foram listadas possíveis áreas de decisão. Com isso, reconheceu-se que havia uma relação forte entre os critérios referentes a disponibilidade de produtos oferecidos com o planejamento e controle das vendas. Algo que, como já mencionado, é ausente na empresa, visto que a mesma não apresenta controle eficiente dos estoques e vendas realizadas.

#### 4.5. ANÁLISE DOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E PLANOS DE AÇÃO

Em relação aos objetivos estratégicos da empresa, com o intuito de caminhar para mais perto de sua visão que prioriza ser referência e líder no segmento de atuação, foram estabelecidos quatro tópicos, sendo eles: excelência na qualidade dos produtos, gestão de conhecimento, inclusão digital da gerência e marketing. Para cada item, foram elaborados planos de ação.

Relacionado à excelência na qualidade dos produtos, seria necessária uma busca por melhores fornecedores e mercadorias. Sendo responsabilidade da alta gerência, a decisão deve ser tomada em no máximo 2 meses.

Sobre a ausência da gestão de conhecimento, devido à baixa rotatividade, a empresa se encontra dependente dos seus funcionários. Por isso é preciso apoiar a criação, transferência e aplicação do conhecimento do qual eles detêm, a partir do mapeamento do conhecimento produzido, benchmarking e gestão de competências. Tendo como responsáveis a alta e baixa gerência deve ser realizada no prazo de 4 meses.

Tendo em vista a gestão tradicional da empresa, é interessante a inclusão digital na gerência, com a implantação de softwares em consonância com a capacitação dos funcionários. Por esse motivo, a alta e baixa gerência são responsáveis pela ação. O prazo inicialmente previsto para sua realização é de 7 meses. O mesmo plano de ação poderia abranger outro problema relacionado a disponibilidade de produtos. Pois acarretaria no melhor planejamento e controle de vendas e estoques, contribuindo para a eficiência da empresa.

Como forma de contribuir com a publicidade da empresa para a expansão da quantidade de clientes potenciais, o marketing precisa ser aprimorado. A criação de páginas em redes sociais, desenvolvimento de sites e publicidade são planos de ação que podem ser postos em prática. Além de estarem incluídos a alta e baixa gerência, este processo envolve um terceiro que seria responsável pelas artes e criação do site, que devem ser elaborados em 2 meses.

Todos os planos de ação têm como recursos os custos e horas dedicadas. A fim de acompanhar o desempenho destes planos de ação, foram estabelecidos alguns indicadores para garantir a efetivação dos mesmos. Tem-se como indicadores a proporção de devolução de produtos, quantidade de contribuição válida à memória organizacional, proporção de consumidores que compram por mídias sociais além da fluidez no trabalho e otimização de tempo no gerenciamento da venda.

Como forma de combater as ameaças da análise Swot, foram estabelecidas propostas de soluções para os possíveis problemas.

Em relação à queda futura da demanda, seria interessante mudar parcialmente o foco de vendas da empresa, deixando de ofertar apenas artigos individuais como anzóis, molinetes e varas. Substituindo-os por ração e redes, que teriam como público alvo os produtores de peixe. Outra grande ameaça à empresa é sazonalidade causada pela Piracema. Com a proibição da pesca, as vendas dos artigos caem exponencialmente. Uma solução, já adotada pelo comércio é aproveitar as épocas festivas de final do ano para ofertar fogos de artifícios.

E para solucionar o comodismo e a carência de motivação, devem ser adotadas estratégias de incentivo. Uma forma de incentivá-los é oferecer pequenos desafios mensais, como metas de vendas, e com isso recompensá-los com uma porcentagem proporcional a quantidade vendida sobre o seu salário fixo. São políticas simples, mas que tornam a equipe motivada e com altos índices de produtividade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa possibilitou a construção de uma visão crítica sobre a realidade da empresa estudada. Era perceptível que apesar da sua gestão arcaica e da postura avessa ao desenvolvimento, a mesma possuía bases sólidas, resultados de anos de experiência de seus gestores, que guiavam a empresa a mais de duas décadas, com conhecimentos que foram passados entre gerações.

Apesar disso, notou-se a necessidade da elaboração de estratégias que fossem capazes de sanar as carências administrativas, para que dessa forma a empresa fosse capaz de adquirir vantagem competitiva, a fim de se tornar referência no setor de artigos de pesca na cidade de Dourados. Baseados nos objetivos estratégicos, instaurados ao final do diagnóstico das operações, elaboraram-se planos de ações focados nos pontos que necessitavam de operações mais urgentes.

Mediante uma deliberação de critérios, bem como a análise dos seus desempenhos, observou-se lacunas quanto à importância da qualidade dos produtos para o cliente e o desempenho da empresa quanto ao mesmo. Portanto, um dos planos de ações propostos era referente à excelência na qualidade dos produtos oferecidos.

Para substancializar ainda mais a estrutura organizacional do comércio, propôs-se outro plano de ação voltado à fidelização dos clientes. Uma vez que, a sustentação de qualquer empresa se dá através dos seus

consumidores. A forma de gerenciamento também precisava ser aperfeiçoada, por esse motivo, os demais planos de ações tiveram como foco o marketing e a inclusão digital. Adequando, portanto, a empresa as novas ferramentas facilitadoras de gerenciamento.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANDION, M. C.; FAVA, R. Gestão empresarial. Fae School. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Bom Jesus, 2002.
- [2] COLLA, J.E; CUCO, C. O papel da produção na efetivação da estratégia competitiva em uma empresa de confecções do Paraná . Paraná: Revista de Administração IMED, 2015. 84 p. Disponível em: <[http://file:///C:/Users/Downloads/Dialnet-OPapelDaProducaoNaEfetivacaoDaEstrategiaCompetitiv-5378007%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/Downloads/Dialnet-OPapelDaProducaoNaEfetivacaoDaEstrategiaCompetitiv-5378007%20(1).pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- [3] GANGA, G. M. D. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de forma e conteúdo. São Paulo: Atlas, 2012.
- [4] HAYES, R. Produção, estratégia e tecnologia em busca da vantagem competitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [5] HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. Administração estratégica: competitividade e globalização. 2.ed. São Paulo.
- [6] JÚNIOR, J.A; KLIPPEL, M. Estratégia de produção: conceituação, critérios competitivos e categorias de decisão. Porto Alegre: III SEGeT ? Simpósio de Excelência Em Gestão e Tecnologia, 2006. 6 p. Disponível em: <[http://www.inf.aedb.br/seget/artigos06/687\\_Seget%202006%20%20Estrategia%20Producao%20Final.pdf](http://www.inf.aedb.br/seget/artigos06/687_Seget%202006%20%20Estrategia%20Producao%20Final.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- [7] MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; et al. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier 2010.
- [8] OLIVEIRA, D. P. R. Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas. São Paulo: Atlas, 2007.
- [9] OLIVEIRA, D.P.R. Estratégia empresarial: uma abordagem empreendedora. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- [10] PAIVA, E.L.; CARVALHO JUNIOR, J.M.; FENSTERSEIFER, J.E. Estratégia de Produção e de Operações: Conceitos, Melhores Práticas e Visão de Futuro. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [11] SILVA, E.L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4 ed. Florianópolis, 2005.
- [12] SILVA, E.M; SANTOS, F.C.A. Análise do alinhamento da estratégia de produção com a estratégia competitiva na indústria moveleira . São Carlos SP: Revista Produção, 2005. 287 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/prod/v15n2/v15n2a11.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- [13] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

# Capítulo 11

## *Revisão de literatura: RFID e suas aplicações na cadeia de suprimento hospitalar*

*Felix Amancio de Sousa Junior*

*Amarildo Pereira dos Santos*

*Flávio Alves de Moura Junior*

*Gerson Fernandes Rocha*

**Resumo:** Diante da complexidade do mercado e intensa concorrência, principalmente no setor da saúde, tem sido necessário a adoção de novas tecnologias capazes de oferecer suporte aos processos e auxiliar na gestão do desempenho das organizações. Nesse âmbito surgiu a tecnologia Radio Frequency Identification – RFID, tecnologia que permite o uso de ondas de rádio frequência para identificar objetos com maior precisão e velocidade. No estudo em questão o foco está voltado para o setor da saúde. Em busca de embasamento para corroborar com este estudo, é apresentada uma revisão de literatura, onde foi selecionado 22 artigos de diferentes periódicos divulgados entre os anos de 2009 e 2016. Como resultado, os benefícios da tecnologia RFID foram amplamente discutidos, e notada uma crescente tendência de estudos sobre a sua aplicação no setor hospitalar. Concluiu-se que a tecnologia RFID tem grandes benefícios para a área da saúde, mas que ainda precisa ser melhor estudada e discutida, o custo da tecnologia é outro ponto que precisa ser discutido e buscar formas de torná-la mais acessível.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor hospitalar como uma das maiores indústrias do mundo enfrenta muitos desafios e por estar inserido em um ambiente globalizado vem crescendo constantemente. Por exemplo, em 2012, as despesas de saúde representaram 17,9% do PIB nos Estados Unidos, 9,4% no Reino Unido, 10,9% no Canadá e 11,7% na França. Nos Estados Unidos estima-se que, se permanecer nesse ritmo excederá 20 a 25% até 2020 (COUSTASSE; KIMBLE, 2016). Com isso, a setor da saúde tem feito mudanças em sua tecnologia da informação (TI) para ter maior valor comercial, melhorar a qualidade de atendimento e diminuir os custos envolvidos (NGAI et al, 2009).

Dentro das inovações da TI a Identificação por Rádio Frequência do inglês Radio Frequency Identification (RFID) vem sendo utilizada por indústrias como a logística, transporte, segurança de alimentos, fabricação em geral e passou a ser adotada também pelo setor da saúde (KUMAR; SWANSON; TRAN, 2011). Para Wamba, Anand e Carter (2013) e Wamba e Ngai (2015), a RFID é considerada uma das 10 novas e emergentes tecnologias que podem gerar importantes valores comerciais operacionais e estratégicos para questões chaves a nível mundial, como gestão de grandes cidades, meio ambiente, gestão de desastre, segurança, energia e saúde.

De acordo com Ngai et al, (2009) o RFID pode ser considerado uma evolução do código de barra, uma tecnologia sem fio que é cada vez mais implantada para etiquetar produtos em toda a cadeia de suprimentos utilizado para rastreabilidade de ativos em diferentes setores. Para Wamba, Anand e Carter (2013) e Chong et al, (2015) o RFID pode ajudar os hospitais e clínicas a reduzir erros médicos, aumentar a precisão de dados o que diminui tempo em processo e melhora a comunicação entre pacientes e médicos, e também podem desenvolver operações totalmente automatizadas para a entrega de informações, o que ajuda a reduzir os erros humanos e melhorar a eficiência hospitalar.

A eficiência do RFID é visível, mas a implantação desta ferramenta precisa ter uma análise econômica para que justifique o investimento, o que faz alguns estudos aplicarem o RFID apenas em produto de alto valor, como o realizado por Bendavid, Boeck e Philippe (2012), tendo como resultado do estudo uma melhora nos controles financeiros e redução do nível de inventário, outros benefícios observados foram o tempo economizado de atividades que não agregam valores.

Apesar da crescente implementação da tecnologia RFID na área da saúde, poucos estudos empíricos foram encontrados abordando a sua utilização no setor hospitalar se comparado com setores industriais. Assim, o objetivo deste artigo é levantar uma revisão de literatura acerca da utilização do RFID em cadeia de suprimentos e gestão hospitalar, e fornecer uma discussão das tendências atuais da utilização do RFID na saúde e os setores mais abordados pelas referências.

## 2. IDENTIFICADOR POR RÁDIO FREQUÊNCIA – RFID

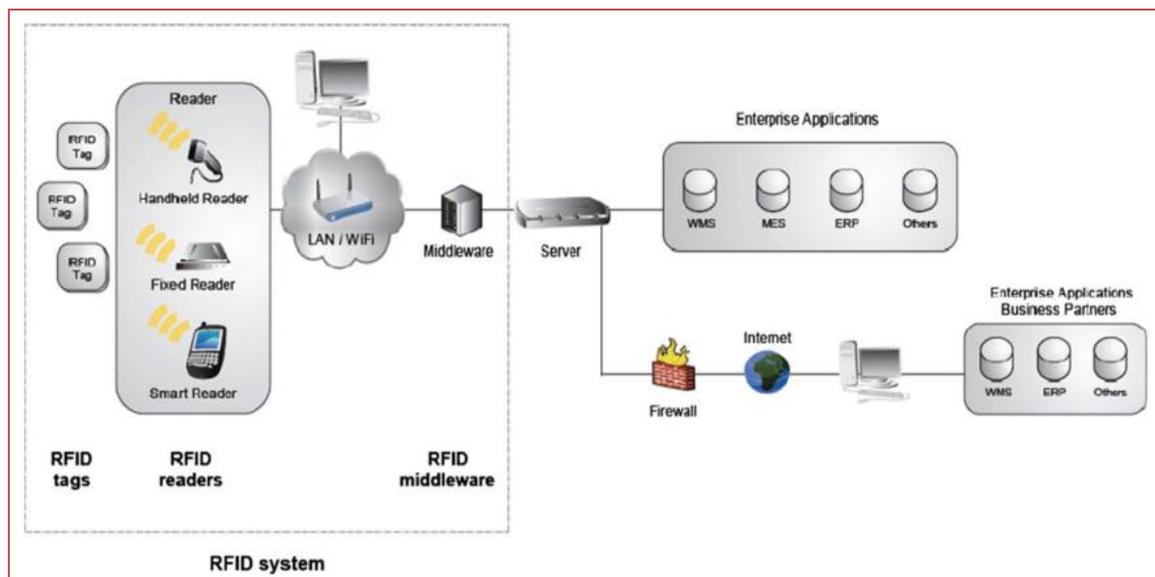
De acordo com Coustasse e Kimble (2016) a tecnologia RFID foi desenvolvida na década em 1948, mas somente na década de 90 teve início a sua aplicação. Nos anos 2000 até 2010 a RFID teve uma grande expansão principalmente nas empresas de varejo, em 2003, a Wal-Mart iniciou a implementação de um plano para que todos os fornecedores utilizassem a RFID em produtos distribuídos até 2006, essa aplicação teve inicialmente resistências por parte dos fornecedores, mas como um dos resultados teve uma redução de 16% nos itens fora de estoque e serviu de exemplo para outras empresas que desejavam implementar a tecnologia (COUSTASSE; KIMBLE, 2016).

A RFID é uma tecnologia sem fio que usa sinais de rádio para identificar, rastrear e gerenciar entidades físicas, ou seja, objetos, animais ou indivíduos. Ao contrário da tecnologia de código de barras, a RFID permite a comunicação sem intervenção humana e sem contato, pois não requer uma linha de visão direta. A RFID tem a capacidade de identificar entidades (etiquetas) físicas individuais ou várias entidades simultaneamente, capaz de armazenar, ler e gravar dados em seus receptores de forma rápida e sem contato com o mesmo (CAREDDA et al, 2016).

O sistema RFID é composto por três componentes: as etiquetas RFID (tags), os leitores RFID (readers) e o middleware RFID. Como ilustra a FIGURA 1. A etiqueta RFID é composta por um microchip e uma antena baseada em rádio frequência que identifica de forma exclusiva o objeto ao qual está anexado, as etiquetas são classificadas de acordo com sua fonte de energia (ativas ou passivas) e sua memória (somente leitura ou leitura e gravação). As etiquetas ativas possuem bateria interna para suportar a comunicação com o leitor, enquanto as etiquetas passivas não possuem uma fonte de energia interna e requerem ativação por uma fonte de energia externa. As etiquetas ativas possuem um maior alcance de 30 metros ou mais,

enquanto o alcance das etiquetas passivas é relativamente curto, cerca de 10 metros, o que torna seu preço mais barato em comparação com as etiquetas ativas (CASTRO; LEFEBVRE; LEFEBVRE, 2013).

FIGURA 1- Infraestrutura do sistema RFID.



Fonte: Castro, Lefebvre e Lefebvre (2013).

Com relação a memória, as etiquetas somente leitura apenas transmitem dados armazenados para o banco de dados através dos leitores, enquanto as etiquetas que permitem leitura e gravação, possibilitam um fluxo de duplo sentido, as informações armazenadas são transferidas para o banco de dados e os dados do servidor podem ser enviados para atualizar as informações da etiqueta, permitindo um uso mais dinâmico e amplo, particularmente no setor hospitalar (REVERE; BLACK; ZALILA, 2010; KUMAR; SWANSON; TRAN, 2011; CASTRO; LEFEBVRE; LEFEBVRE, 2013; COUSTASSE; KIMBLE, 2016).

Os leitores RFID (readers como mostra a FIGURA 1) são responsáveis por capturar e transferir as informações das etiquetas para o middleware RFID. Os leitores podem ser fixos ou portáteis e permitem a leitura de entidades individuais ou em múltiplos itens. O middleware RFID recebe as informações coletadas pelos leitores RFID e filtra, processa e gerencia esses dados, em seguida, encaminha para aplicativos corporativos dentro de uma organização ou entre seus parceiros de negócios (WAMBA; ANAND; CARTER, 2013; CASTRO; LEFEBVRE; LEFEBVRE, 2013).

## 2.1. RFID NO SETOR HOSPITALAR

Cheng e Kuo (2016), acreditam que o setor hospitalar seja a próxima indústria a aderir em grande escala ao sistema RFID devido ao grande potencial desta tecnologia em melhorar a qualidade dos serviços. Kumar e Rahman (2014) acrescenta que a RFID é capaz de reduzir erros médicos, melhorar a segurança do paciente, identificar equipamentos médicos, gerenciar melhor os estoques de suprimentos e otimizar processos de negócios.

Conforme Bevilacqua e Ciarapica (2013), os erros médicos é o terceiro causador de mortes nos hospitais dos Estados Unidos. E para evitar erros de medicação, cinco “Cs” foram historicamente avaliados antes da manipulação de medicamentos, que inclui medicação Correta, para o paciente Correto, no tempo Correto, na dosagem Correta e na rota Correta. Diante disso, a implementação de RFID diminui o risco de erros de medicação, garantindo quatro dos cinco “Cs” (COUSTASSE; KIMBLE, 2016).

Todas essas projeções a respeito do RFID no setor de saúde são impulsionadas pelo seu alto potencial em reduzir custos e melhorar os resultados nos serviços prestados. Por exemplo, utilizar da RFID para rastrear medicamentos na cadeia suprimento e ter conhecimento de sua origem e composição, assim, combater medicamentos falsificados que representam uma ameaça a segurança do paciente e uma perda financeira significativa para a indústria farmacêutica (CHIRCU; SULTANOW; PRAKASH, 2014). Cerca de

10% de todo medicamento vendido no mundo são considerados falsificados, uma perda de quase 75 bilhões de dólares (WAMBA; NGAI, 2015).

Outra aplicação da RFID realizada no Texas Health Presbyterian Hospital, utilizou a tecnologia para rastrear mais de 7000 itens (cadeira de rodas, leitos hospitalares, etc.). Como resultado teve um ganho de 15% no tempo dos enfermeiros na busca de ativos e uma economia de aproximadamente 30.000 dólares mensal de aluguel de equipamentos (JONES; GUPTA; BALASUBRAMANIAN, 2015).

Em 2006, o Hospital Norueguês St. Olav, também utilizou a RFID para rastrear e facilitar a coleta para lavagem dos itens hospitalares (uniforme, lenços, cobertor de cama, etc.), mais de 130 mil itens de operações diárias. Com a ajuda da RFID foi possível ver e atualizar o nível de estoque, e na lavagem dos itens poder identificar qual a enfermidade do paciente que utilizou item em específico e realizar uma lavagem diferenciada se for o caso. Como resultado, teve uma redução no inventário e da mão-de-obra necessário para realizar essa atividade (CHAN; CHOI; HUI, 2012).

Mesmo em estágio inicial no setor de saúde, os líderes da saúde nos EUA parecem reconhecer o potencial da RFID, pesquisa nos Estados Unidos com mais de 300 organizações, mostrou que 70% obtiveram melhorias na segurança do paciente como principal benefício da RFID, e em segundo lugar ficaram melhoria no fluxo de paciente e produtividade geral, cada um citado por 48% dos entrevistados (REVERE; BLACK; ZALILA, 2010). Apesar de todo o benefício da RFID, os altos custos de implementação da tecnologia continuam a ser um inibidor importante por sua adoção e uso generalizado (WAMBA; ANAND; CARTER, 2013).

### 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhido o método de revisão da literatura, em seguida selecionados strings de busca para a pesquisa através de fontes primárias, os strings de busca escolhidos foram: “RFID”, “Healthcare” e “Supply Chain”. Seguindo, foram selecionadas as bases de dados para a pesquisa, sendo elas: Web of Science, Scopus e Science Direct, como mostra a TABELA 1, todas as etapas da metodologia de seleção dos artigos. O filtro inserido nas pesquisas nas bases de dados foi apenas de os Strings de busca estarem presente no título, palavras-chave ou resumo do artigo. Assim, não foi estipulado período de busca, pois o artigo tem o objetivo de observar a abrangência do caso na literatura disponível.

TABELA 1 - Metodologia de seleção dos artigos

Etapa	Filtros	Resultado	
1	Escolha dos strings de busca	“RFID”, “Healthcare” e “Supply Chain”.	
2	Escolha das bases de dados	Web of Science, Scopus e Science Direct	
3	Pesquisa nas bases de dados com os strings de busca	Web of Science	46
		Scopus	46
		Science Direct	6
4	Exclusão dos artigos duplicados e indisponíveis nas bases	Web of Science, Scopus e Science Direct	61
5	Filtro 1	Leitura do título e resumo	42
6	Filtro 2	Leitura da introdução e conclusão	22

Fonte: elaboração própria (2017).

As análises resultaram um total de 46, 46 e 6 artigos no Web of Science, Scopus e Science Direct, respectivamente. Em seguida, os artigos passaram por filtros, primeiramente, artigos duplicados e não disponíveis na plataforma foram excluídos, posteriormente, outros dois filtros foram aplicados, conforme Conforto, Amaral e Silva (2011), que relatavam como parte de sua revisão de literatura dois importantes filtros, o primeiro é a leitura do título, resumo e palavras-chave dos artigos, e em seguida, dos artigos selecionados a leitura da introdução e conclusão. Como resultado dessa análise restou 22 artigos que relatam a aplicação do RFID na cadeia de suprimento com foco no setor hospitalar. Toda a pesquisa foi

realizada no mês de novembro de 2017 e atualizada em janeiro do ano seguinte, as etapas de busca estão descritas na TABELA 1.

Os artigos escolhidos foram exportados para a ferramenta Mendeley, para que fosse possível fazer a leitura e análises mais detalhadas de cada literatura.

#### 4. RESULTADOS

Com resultado desta revisão de literatura sobre a aplicação de tecnologia RFID na cadeia de suprimentos hospitalar, obteve-se inicialmente um breve sumário sobre os dados gerais da pesquisa, como número de autores, periódicos e citações. Em seguida, analisou-se autores e artigos e periódicos mais relevantes para o estudo, e por fim, descreveu-se a abordagem de cada artigo selecionado.

##### 4.1 DADOS GLOBAIS

Das 92 obras inicialmente mapeadas foram escolhidas 22, escritas por 54 autores de diferentes países, as obras estão distribuídas em 16 periódicos com um total de 317 citações em outras obras.

TABELA 2 - Sumário dos resultados gerais

Critério	Quantidade
Artigos	22
Autores	54
Periódicos	16
Citações	317

Fonte: Elaboração própria (2017).

Observou-se uma carência em estudos sobre a aplicação do RFID na gestão da cadeia de suprimento hospitalar, pelo baixo número de artigos encontrados para esta pesquisa, os artigos pré-selecionados e os selecionados são considerados novos sendo o mais antigo do ano de 2006, e uma ênfase nos anos de 2014 e 2015 pelo maior número de publicações, representando aproximadamente 30% das obras.

##### 4.2 AUTORES E ARTIGOS MAIS RELEVANTES

Com relação aos autores, a grande maioria dos 54 possuem apenas uma publicação dentro das selecionadas para a pesquisa, e somente 10 autores apresentam mais de 1 publicação, como mostra a TABELA 3.

TABELA 3 - Quantidade de artigos por autor

Quantidades de autores	Quantidade de artigos
44	1
8	2
2	3

Fonte: Elaboração própria (2017).

Quanto à relevância dos artigos, dos 22 artigos selecionados a TABELA 4 apresenta os dez primeiros colocados em relação a número de citações vinculadas a cada artigo.

TABELA 4 - Ranking dos artigos com mais citações

Ranking	Autores	Título	Ano	Citações
1	Kumar, S.; Swanson, E.; Tran, T.	RFID in the healthcare supply chain: usage and application	2011	46
2	Bendavid, Y.; Boeck, H.; Philippe, R.	Redesigning the replenishment process of medical supplies in hospitals with RFID	2010	41
3	Ngai, E. et al.	Design of an RFID-based Healthcare Management System using an Information System Design Theory	2009	34
4	Wamba, S. F.; Anand, A.; Carter, L.	A literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues	2013	31
5	Chan, H.; Choi, T.; Hui, C.	RFID versus bar-coding systems: Transactions errors in health care apparel inventory control	2012	25
6	Catarinucci, L. et al.	Enhanced UHF RFID Tags for Drug Tracing	2012	24
7	Chong, A. Y. et al.	Predicting RFID adoption in healthcare supply chain from the perspectives of users	2015	24
8	Revere, L.; Black, K.; Zalila, F.	RFIDs Can Improve the Patient	2010	19
9	Kumar, A.; Rahmam, S.	RFID-enabled process reengineering of closed-loop supply chains in the healthcare industry of Singapore	2014	14
10	Bendavid, Y.; Boeck, H.; Philippe, R.	RFID-Enabled Traceability System for Consignment and High Value Products: A Case Study in the Healthcare Sector	2012	11

Fonte: Elaboração própria (2017).

Analisando a TABELA 4, é possível observar que os autores mais citados são Kumar, S., Swanson, E. e Tran, T. (2011), com o artigo RFID in the healthcare supply chain: usage and application. Este artigo tem como objetivo determinar as melhores áreas de implementação do RFID dentro dos hospitais analisando o custo / benefícios para cada área interna, como resultado, os melhores setores foram os de produtos farmacêuticos (gestão de medicamentos), equipamentos portáteis e rastreamento limitado de pacientes. Por fim, os autores foram otimistas ao afirmar que futuramente a tecnologia FRID se tornará mais barata e passível de implantação em outras áreas e outras cadeias de suprimentos.

Ainda conforme a TABELA 4, o segundo e décimo lugares ficaram com os mesmos autores Bendavid, Y., Boeck, H. e Philippe, R. (2010) e (2012), com as obras Redesigning the replenishment process of medical supplies in hospitals with RFID, e RFID-Enabled Traceability System for Consignment and High Value Products: A Case Study in the Healthcare Sector, respectivamente. A primeira apresenta um estudo de caso que busca analisar uma unidade hospitalar que possui um sistema de reposição com base na tecnologia RFID. E o décimo artigo do ranking, também é um estudo de caso que avaliou o sistema de rastreabilidade por RFID para gestão de produtos de alto valor, os resultados foram favoráveis, melhorando a rastreabilidade dos itens, o controle financeiro, o nível de serviço e reduzindo o estoque.

Importante destacar que as obras que ficaram em terceiro e quarto lugar do ranking da TABELA 4, têm dentre seus autores os dois que mais possuem publicações na pesquisa, como indica a TABELA 3, eles são Eric W. T. Ngai (Ngai, E.) e Samuel Fosso Wamba (Wamba, S.). O que indica que além de possuírem um número significativo de publicações, suas obras têm impacto na literatura e são constantemente referenciadas por pesquisadores de diferentes áreas.

### 4.3 JOURNALS MAIS RELEVANTES

Os 22 artigos selecionados estão distribuídos em 16 periódicos distintos, isso mostra que o tema abordado não está concentrado em apenas uma área do conhecimento, é possível observar periódicos da área da saúde, da tecnologia, da gestão de cadeia de suprimentos, de gestão de processo, etc.

TABELA 5 - Ranking dos periódicos com mais publicações

Revista	Publicações
Journal of Medical Systems	3
Information Systems Frontiers	2
International Journal of RF Technologies	2
international journal of Supply Chain Management	2
Business Process Management Journal	1
Decision Support Systems	1
Flexible Services and Manufacturing Journal	1
Hospital Topics	1
IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems	1
Intern. Journal of Production Economics	1
International Journal of Biomedical Engineering and Technology	1
International Journal of Health Care Quality Assurance	1
International Journal of Information Management	1
Journal of Applied Business Research	1
Journal of Cleaner Production	1
Perspectives in health information management	1
Production Planning & Control	1

Fonte: Elaboração própria (2017).

Apenas 5 das 16 revistas possuem mais de 1 publicação, e representa 41% das publicações selecionadas para a pesquisa. Das 9 publicações presentes nessas 5 principais revistas, 8 artigos foram publicados nos últimos 6 anos, o que mostra o aumento do interesse dos pesquisadores sobre o tema e a busca por mais conhecimento e seus benefícios.

### 4.3 ABORDAGEM DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Os artigos selecionados foram divididos em áreas, como mostra a TABELA 6, para que fosse possível a melhor visualização da abordagem principal de cada literatura. Os temas mais debatidos dentre os autores foram a utilização do RFID para o rastreamento de ativos, em alguns casos apenas ativos de alto valores agregados, no qual possa compensar o custo/benefício da tecnologia, como abordagem por Bendavid, Y., Boeck, H. e Philippe, R. (2012); Castro, L., Lefebvre, E. e Lefebvre, L. (2013) e Wamba, S. e Ngai, E. (2015) e (2016).

TABELA 6 - Abordagem dos artigos selecionados

Abordagem	Artigo
Gerenciamento de ativos/ativos de alto valor.	Bendavid, Y., Boeck, H. e Philippe, R. (2012); Castro, L., Lefebvre, E. e Lefebvre, L. (2013); Wamba, S. e Ngai, E. (2015) e (2016).
Farmácia; rastrear dispositivos; cuidado com paciente e gerenciamento de estoque.	Jones; Gupta e Taylor, (2015); Jones, E., Gupta, S. e Balasubramanian, S. (2015); Chong, A. et al. (2015).
Controle e gerenciamento de estoque.	Bendavid, Y., Boeck, H. e Philippe, R. (2010); Catarinucci, L. et al. (2012); Chan, H. et al. (2015).
Comunicação e transmissão de dados.	Chircu, A. Sultanow, E. e Prakash, S. (2014); Caredda, V. et al. (2016).
Saúde sustentável no setor de divisão de lençóis.	Kumar, A. e Rahman, S. (2014).
Rastreamento de bolsas de sangue.	Caredda, V. et al. (2016).
Gerenciamento de enfermaria.	Cheng, C. e Kuo, Y. (2016).
Custo/benefícios do RFID no setor hospitalar.	Revere, T., Black, K. e Zalila, F. (2010); Kumar, S., Swanson, E. e Tran, T. (2011); Bevilacqua e Ciarapica, (2013); Coustasse, A. e Kimble, C. (2016).
Comparação do RFID e código de barras.	Chan, H., Choi T. e Hui, C. (2012).
Novos designs e implementação do RFID no setor da saúde.	Ngai, E. et al. (2009); Cheung, B., Ting, S. e Tsang, A. (2014).
Revisão de literatura.	Wamba, S., Anand, A. e Carter, L. (2013).

Fonte: Elaboração própria (2017).

Outros pontos enfatizados na pesquisa foram os benefícios que a RFID traz para os cuidados com pacientes e gerenciamento de estoques, tendo como resultados, melhoria da qualidade no serviço prestado, maior segurança dos pacientes, diminuição de inventário e melhorias no setor financeiro (JONES; GUPTA; TAYLOR, 2015; JONES, E.; GUPTA, S.; BALASUBRAMANIAN, S. 2015; CHONG, A. et al. 2015). Outros autores abordaram mais especificamente o gerenciamento de estoques (BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. 2010; CATARINUCCI, L. et al. 2012; CHAN, H. et al. 2015).

Mas a tecnologia RFID também é citada para melhorar a comunicação e transmissão de dados interno e externamente a organização, com maior velocidade e precisão na movimentação e análise dos dados (CHIRCU, A.; SULTANOW, E.; PRAKASH, S. 2014; CAREDDA, V. et al. 2016). Na pesquisa Cheng, C. e Kuo, Y. (2016), a aplicação da RFID foi no setor de enfermaria, onde foi observado uma melhora no tratamento dos pacientes, os mesmos se sentindo mais seguros com a tecnologia.

Dentre os artigos selecionados, a pesquisa de Kumar, A. e Rahman, S. (2014), foi a única que utilizou da RFID para o caminho da sustentabilidade, buscou aplicar a tecnologia em lençóis hospitalares para facilitar o rastreamento e assim otimizar a limpeza dos mesmos, economizando suprimentos, tempo e melhorando a distribuição dos mesmo após a lavagem.

Outra pesquisa que chamou a atenção foi a de Caredda, V. et al. (2016), a qual implantou a RFID no rastreamento de bolsas de sangue, ajudando na divulgação de várias informações no decorrer da cadeia, como origem, doador e tipo de sangue, e assim, facilitando a recepção da bolsa ao final da cadeia, sendo possível avaliar se o paciente que irá receber a bolsa é compatível.

Outros estudos relatam aplicações da ferramenta RFID e traz os vários benefícios que a tecnologia pode proporcionar no setor da saúde, desde a segurança do paciente até grandes economias financeira com a aplicação da tecnologia RFID (REVERE, T.; BLACK, K.; ZALILA, F. 2010; KUMAR, S.; SWANSON, E.; TRAN, T. 2011; BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F. E. 2013; COUSTASSE, A.; KIMBLE, C. 2016). Na pesquisa de Chan, H., Choi T. e Hui, C. (2012), foi comparada as tecnologias RFID e o código de barra em termos de redução

da quantidade de estoque de segurança, e chegou à conclusão que independente da mudança, a utilização do RFID no setor hospitalar beneficiará exclusivamente a unidades de saúde, já os fornecedores sofrerão com a implantação, visto que a tecnologia ainda é cara e pouco difundida.

Ngai, E. et al. (2009); Cheung, B., Ting, S. e Tsang, A. (2014), trouxeram novas formas de implantação da tecnologia RFID no setor hospitalar, o primeiro descreve o design e o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de saúde. O segundo, procura desenvolver uma metodologia genérica para otimizar a configuração e implantação da RFID para fornecer dados sobre o desempenho de captura de dados de leitores RFID. Por fim, Wamba, S., Anand, A. e Carter, L. (2013), através de uma revisão de literatura descreve o tema em obras até o ano de 2013.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo trazer o estado da arte sobre a utilização da tecnologia RFID na cadeia de suprimentos hospitalar. Assim, descrevemos os autores, artigos e jornais mais relevantes e a abordagem de cada pesquisa.

Com a revisão da literatura, foi possível identificar uma tendência crescente de publicações relacionadas ao tema, o que mostra a importância da RFID e seus benefícios para diferentes setores e cadeia de suprimentos, desde redução de estoque, rastreabilidade de ativos, pessoas, medicamentos, rápida movimentação de dados e economia de capital. As publicações também mostraram que a tecnologia é discutida por diferentes áreas, desde periódicos de tecnologias, saúde, gestão de processos e engenharia.

Por fim, conclui-se que a aplicação da tecnologia RFID ainda está em fase de crescimento, principalmente no setor da saúde e que o tema ainda será bastante abordado por futuras pesquisas. Outro ponto a ser observado é o custo da tecnologia, a qual pode ser o principal empecilho da sua ampla disseminação e que a longo prazo essa fronteira possa ser superada.

## REFERÊNCIAS

- [1] BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. Redesigning the replenishment process of medical supplies in hospitals with RFID. *Business Process Management Journal*, v. 16, n. 6, p. 991–1013, 2010.
- [2] BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. RFID-Enabled Traceability System for Consignment and High Value Products: A Case Study in the Healthcare Sector. *Journal of medical systems*, v. 36, n. 6, p. 3473–3489, 2012.
- [3] BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F. E. The impact of RFID technology in hospital drug management: An economic and qualitative assessment. *International Journal of RF Technologies Research and Applications*, v. 4, p. 181–208, 2013.
- [4] CAREDDA, V. et al. RFID technology for blood tracking: An experimental approach for benchmarking different devices. *International Journal of RF Technologies*, v. 7, n. 4, p. 209–228, 13 set. 2016.
- [5] CASTRO, L.; LEFEBVRE, E.; LEFEBVRE, L. A. Adding Intelligence to Mobile Asset Management in Hospitals: The True Value of RFID. *JOURNAL OF MEDICAL SYSTEMS*, v. 37, n. 5, 2013.
- [6] CATARINUCCI, L. et al. Enhanced UHF RFID Tags for Drug Tracing. *JOURNAL OF MEDICAL SYSTEMS*, v. 36, n. 6, p. 3451–3462, 2012.
- [7] CHAN, H. et al. Quick Response Healthcare Apparel Supply Chains: Value of RFID and Coordination. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, v. 45, n. 6, p. 887–900, 2015.
- [8] CHAN, H.; CHOI, T.; HUI, C. RFID versus bar-coding systems: Transactions errors in health care apparel inventory control. *Decision Support Systems*, v. 54, n. 1, p. 803–811, 2012.
- [9] CHENG, C.; KUO, Y. RFID analytics for hospital ward management. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, v. 28, n. 4, p. 593–616, 2016.
- [10] CHEUNG, B. C. F.; TING, S. L.; TSANG, A. H. C. A methodological approach to optimizing RFID deployment. *Information Systems Frontiers*, v. 16, n. 5, p. 923–937, 2014.
- [11] CHIRCU, A.; SULTANOW, E.; PRAKASH, S. Healthcare RFID In Germany: An Integrated Pharmaceutical Supply Chain Perspective. *Journal of Applied Business Research*, v. 30, n. 3, p. 737–752, 2014.
- [12] CHONG, A. Y. et al. Predicting RFID adoption in healthcare supply chain from the perspectives of users. *Intern. Journal of Production Economics*, v. 159, p. 66–75, 2015.

- [13] CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, v. 8, n. 1998, p. 1–12, 2011.
- [14] COUSTASSE, A.; KIMBLE, C. A. Could the Pharmaceutical Industry Benefit from Full-Scale Adoption of Radio-Frequency Identification (RFID) Technology with New Regulations? Perspectives in health information management, v. 13, n. 1, p. 1b, 2016.
- [15] JONES, E. C.; GUPTA, S.; BALASUBRAMANIAN, S. Hospital Supply Chain Management by Implementing RFID. International journal of Supply Chain Management, v. 4, n. 3, p. 1–6, 2015.
- [16] JONES, E. C.; GUPTA, S.; TAYLOR, L. RFID Implementation and Enterprise Management in the Healthcare Sector. International journal of Supply Chain Management, v. 4, n. 3, p. 32–38, 2015.
- [17] KUMAR, A.; RAHMAN, S. RFID-enabled process reengineering of closed-loop supply chains in the healthcare industry of Singapore. Journal of Cleaner Production, v. 85, p. 382–394, 2014.
- [18] KUMAR, S.; SWANSON, E.; TRAN, T. RFID in the healthcare supply chain: usage and application. International Journal of Health Care Quality Assurance, v. 22, n. 1, p. 67–81, 2011.
- [19] NGAI, E. W. T. et al. Design of an RFID-based Healthcare Management System using an Information System Design Theory. Information Systems Frontiers, v. 11, n. 4, p. 405–417, 2009.
- [20] REVERE, L.; BLACK, K.; ZALILA, F. RFIDs Can Improve the Patient. Hospital Topics, v. 88, n. 1, p. 26–31, 2010.
- [21] WAMBA, S. F.; ANAND, A.; CARTER, L. A literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues. International Journal of Information Management, v. 33, n. 5, p. 875–891, 2013.
- [22] WAMBA, S. F.; NGAI, E. W. T. Importance of issues related to RFID-enabled healthcare transformation projects: results from a Delphi study. Production Planning & Control, v. 26, n. 1, p. 19–33, 2015.
- [23] WAMBA, S. F.; NGAI, E. W. T. Internet of Things in healthcare: the case of RFID-enabled asset management RFID-enabled asset management. International Journal of Biomedical Engineering and Technology, v. 11, n. 3, p. 318–335, 2016.

# Capítulo 12

## *Impactos da Manufatura Aditiva na Cadeia de Suprimentos*

*Andrey Sartori*

*Ricardo Augusto Cassel*

**Resumo:** A manufatura aditiva se destaca como uma tecnologia disruptiva da manufatura avançada, com a intenção de reposicionar a produção e com isso atender as demandas principalmente de baixa escala do mercado de maneira rápida. Pesquisas com diversos tipos de matérias primas utilizadas para produção de peças indicam uma tendência de que a tecnologia de impressão 3D está melhorando de forma gradativa e significativa os processos produtivos industriais e redesenhando a cadeia de suprimentos tradicional. O objetivo do artigo é investigar quais impactos a tecnologia de impressão 3D pode causar nos principais elos da cadeia de suprimento. Quais impactos a tecnologia aditiva pode gerar na gestão dos processos produtivos e com isso beneficiar a cadeia de suprimentos? Essas questões são abordadas e respondidas por especialistas nas áreas de manufatura e logística, através de uma pesquisa utilizando o método Delphi. O resultado mostrou que existem organizações com interesse real sobre as possibilidades do uso da manufatura aditiva para agregar valor em seus processos de produção como diferencial competitivo, para atender pequenos lotes de demanda, produzir peças de reposição, reduzir estoques e melhorar a distribuição de produtos, auxiliando na redução de custos e desperdícios.

**Palavras chave:** impactos, impressão 3D, cadeia de suprimentos.

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação da concorrência e o aumento da complexidade na fabricação e distribuição de produtos exigem que as organizações estabeleçam processos contínuos de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação para melhoria da produtividade. Observa-se com tudo, o surgimento de novas tecnologias e novos processos orientados pela manufatura avançada, com intuito de atender as necessidades do mercado consumidor. Aderir a essas tecnologias tem sido um diferencial competitivo e estratégico para que as empresas permaneçam em atividade nos diversos setores da economia.

A manufatura aditiva se apresenta como uma tecnologia facilitadora no desenvolvimento de novos produtos ou uma nova maneira de produzi-los. Esses novos processos de fabricação reduzem o tempo de espera por uma peça ou equipamento de maneira considerável, ao se comparar com os modelos tradicionais. O desempenho da impressão 3D também está ligado às estruturas das cadeias de suprimentos e possui um potencial de ajudar na redução de estoques e estreitar o lead time de entrega para os consumidores, agregando valor nos processos de armazenamento, produção e distribuição de produtos (VOLPATO, 2007; CUNICO, 2014; SCHWAB, 2017).

Para Corrêa (2013), o consumidor é um agente importante para estabelecer as estratégias organizacionais. Com as novas necessidades dos clientes, os sistemas que antes eram orientados para a indústria, agora estão direcionados para o mercado consumidor. A gestão da cadeia de suprimentos é responsável por manter a eficiência produtiva e satisfazer as necessidades dos consumidores finais. A fim de melhorar suas atividades, os gestores de cadeias de suprimentos estão sempre em busca de tecnologias que possam aumentar a integração entre seus agentes e assim, obter vantagens competitivas.

Alguns estudos com a impressão 3D e a fabricação de peças nas áreas aeronáutica e aeroespacial, já demonstram resultados promissores (SCHWAB, et. al., 2017). Assim como a indústria automotiva e biomédica, arquitetura e educação, também estão usufruindo dos benefícios da impressão 3D (VOLPATO, 2007; RAULINO, 2011). Apesar de ser uma tecnologia onde seus defensores sinalizam mais impactos positivos do que negativos, e por existirem estudos mais exploratórios do que práticos, as aplicações e implicações do seu uso, ainda são de natureza investigativa. Uma dessas lacunas de pesquisa que necessitam ser preenchidas está voltada para cadeia de suprimentos.

Cunico (2017) afirma que 20% da produção mundial deverá envolver processos de impressão 3D até 2025, os investimentos de grandes corporações nessa tecnologia apontam que essa previsão pode estar correta.

Esse artigo tem como objetivo avaliar as influências da manufatura aditiva na gestão da cadeia de suprimentos, considerando um período de médio e longo prazo, através de uma pesquisa Delphi. Busca-se identificar como a tecnologia de manufatura aditiva pode gerar vantagens ou desvantagens aos elos da cadeia de suprimentos. Após a análise dos materiais foram selecionados 11 construtos relacionados à manufatura aditiva e a cadeia de suprimentos e validados com especialistas dessas áreas. A coleta das respostas foi realizada com 37 especialistas, usando um questionário como instrumento para a interpretação das informações dos construtos respondidos pelos entrevistados.

A análise dos resultados demonstra que é possível encontrar organizações que demonstram um interesse sério sobre as possibilidades do uso da manufatura aditiva como diferencial competitivo em seus processos de produção e assim, acelerar as entregas das demandas, mesmo que seu uso como ferramental de produção esteja limitado à velocidade de impressão e ao alto custo de aquisição das impressoras. Na opinião dos entrevistados é possível gerar um diferencial estratégico e competitivo para as empresas que investirem na melhoria dos seus processos com uso da impressão 3D, uma vez que as barreiras limitadoras estão sendo rompidas pelo avanço da tecnologia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

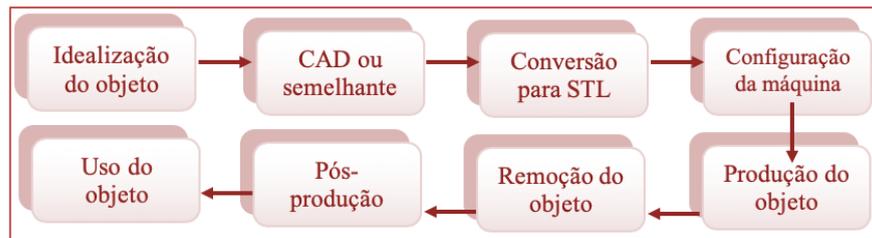
### 2.1 MANUFATURA ADITIVA

Segundo Beaman (1997), o uso da construção de objetos físicos por camada, remonta as técnicas antigas de topografia e fotoescultura. O uso da topografia aconteceu por volta de 1890, quando Blather (1890) para facilitar a visualização de mapas de relevo topográfico, criou moldes com diversos discos de cera sobre postos e criando uma superfície tridimensional.

Para Gibson, et. al., (2009), a Manufatura Aditiva (MA), também conhecida como prototipagem rápida ou impressão 3D, é um processo de fabricação baseado na adição de material único ou diverso camada por

camada, isto é, estratificação e sobreposição de camadas para produzir produtos simples ou complexos ou para fazer prototipagem de forma econômica. Ainda conforme os autores, parte dos processos de manufatura aditiva seguem as seguintes etapas da Figura 1:

Figura 1- Processo de uso da impressão 3D



Fonte: Adaptado de Gibson; Rosen e Stucker, 2009

O formato do arquivo em STL foi desenvolvido em 1988, pela Albert Consulting Group para empresa 3D Systems (EUA). A sigla STL foi criada para as máquinas de impressão 3D em estereolitografia. A principal característica desse formato é representar modelos tridimensionais através de uma lista de triângulos irregulares que formam uma malha, recobrando as superfícies de um objeto. É hoje o formato padrão para a indústria de manufatura aditiva e disponível nos sistemas CAD (Computer Aided Design) ou sistemas similares. Esse sistema e formato realiza a representação numérica e cartesiana dos eixos (x, y, z) nos vértices de um triângulo (VOLPATO, 2007).

Schwab (2017) apresenta a manufatura aditiva como uma vantagem do deslocamento dos meios de produção, que antes eram exclusivamente da indústria, para mais próximo do cliente final, ou pelo menos, melhor distribuído pela cadeia de suprimentos. O uso da impressão 3D é sentido em diversas áreas, com o melhor aproveitamento da matéria prima, peças mais leves, construção de objetos complexos, velocidade de produção de baixa escala a um custo acessível e a produção próximo do cliente final, reduzindo os custos de distribuição, transporte e armazenagem (VOLPATO, 2007; CUNICO, 2017).

## 2.2 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

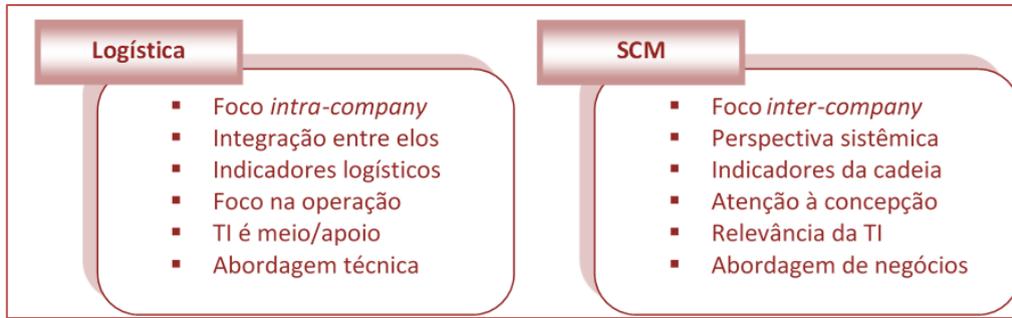
O Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) ou Conselho de Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos referencia à logística como uma parte importante da gestão da cadeia de suprimentos. Sendo a gestão da cadeia de suprimentos, agora responsável por planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenagem eficiente e econômica de matérias-primas, materiais semiacabados e produtos acabados e pela gestão das informações e do fluxo financeiro, desde da origem no fornecedor até o cliente final.

Conforme Lambert et. al., (1998), as diferentes definições encontradas sobre a gestão da cadeia de suprimentos surgiram em um período de 20 anos, onde afirmavam que a gestão da cadeia de suprimentos se restringia, a um processo integrado da produção de diversos agentes (outras empresas). Conforme as pesquisas na área foram avançando, o conceito de gestão da cadeia de suprimentos foi ganhando robustez e o assunto se tornou conhecido e amplo até as recentes definições dadas pelo Conselho de Profissionais de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.

Supply Chain Management System: “é a integração dos principais processos de negócios de uma rede de empresas, desde o usuário final até os fornecedores originais; estes oferecem produtos, serviços e informações que agregam valor para os clientes e outras partes interessadas” (LAMBERT; COOPER, 1998).

Ballou (2006) defende que o termo SCM surgiu como um novo nome. O autor passa uma visão unionista do conceito de logística e de gestão da cadeia de suprimentos (Figura 2). Para Ballou o conceito de Logística e distribuição física se aproxima do conceito de SCM, porém isso não significa que sejam iguais. O autor destaca ainda, que é possível encontrar com facilidade outros autores afirmando ser a SCM um conceito novo e ousado. Para o autor, as principais diferenças são:

Figura 2 - Logística versus gestão da cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptado de Ballou (2012)

Os Unionistas aplicam o conceito de que a cadeia de suprimentos é uma evolução da logística, no entanto, a logística não deixa de existir e passa a executar processos apenas de movimentação dentro da cadeia de suprimentos, essa, no entanto, torna-se maior que as atividades logísticas (BALLOU, 2012).

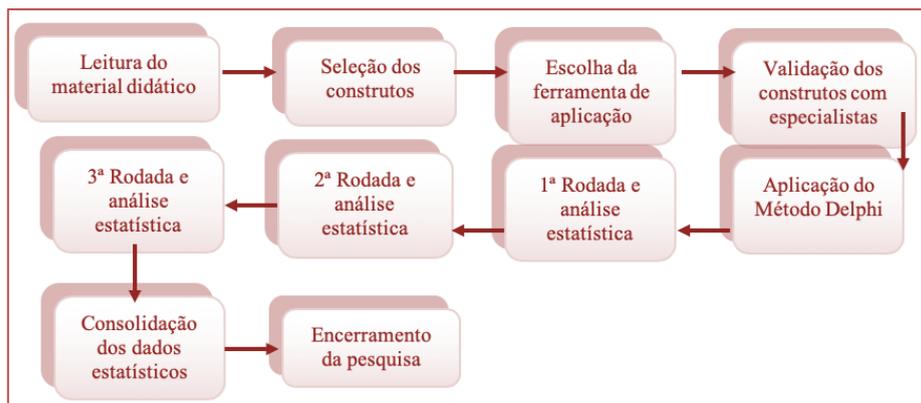
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A técnica adotada para realização da coleta de dados foi composta por uma pesquisa de campo, utilizando-se do Método Delphi. O projeto Delphi foi desenvolvido pela Rand Corporation nos Estados Unidos na década de 50 pelos pesquisadores Olaf Helmer e Norman Dalker com apoio da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) (Wright e Giovinazzo, 2000).

Um método de previsão sistemática que envolve a interação estruturada entre um grupo de peritos sobre um assunto. A Técnica Delphi geralmente inclui, nos procedimentos, pelo menos duas rodadas com o grupo de especialistas respondendo perguntas e dando justificativa para suas respostas. O pesquisador tem a oportunidade entre as rodadas para alterações e revisões das perguntas. Após atender ao critério previamente definido pelo pesquisador para encerrar as rodadas, é possível que o grupo de especialistas forneça uma previsão sobre o tema investigado através do consenso do grupo (BUSINESS DICTIONARY, 2015).

Para o recrutamento dos especialistas utilizou-se a rede social profissional linkedin. Foram enviados 799 convites para os profissionais via mensagem acompanhado de um vídeo explicativo sobre a pesquisa. Houve retorno positivo de 54 especialistas (cerca de 7%) interessados em participar da pesquisa. Para o método de seleção foi realizado uma análise do currículo de cada interessado, resultando em 37 especialistas para primeira rodada, 33 especialistas na segunda rodada e 28 especialistas na terceira rodada. Sendo assim, a seleção dos respondentes dessa pesquisa foi definida de maneira não-probabilística e do tipo intencional (Wright e Giovinazzo, 2000). O método seguiu o fluxo apresentado na figura 3.

Figura 3 – Fluxo da pesquisa



Fonte: autor, 2018

Todos os 11 construtos foram analisados em no mínimo duas rodadas. Três construtos foram enviados para uma terceira rodada, por não terem atingido o percentual máximo (15%) de consenso no Coeficiente de Variação (CV).

A ferramenta para coletar os dados das respostas foi um questionário aplicado contendo 11 construtos escolhidos e validados por cinco especialistas. Para determinar o consenso nas respostas optou-se pelo método de análise do Coeficiente de Variação (CV) e também conhecido como desvio padrão relativo (DPR), é uma medida de dispersão relativa empregada para estimar a precisão dos experimentos e representa o desvio-padrão expresso em porcentagem em relação à média. Existem três classificações para análise dos resultados utilizando o método de Coeficiente de Variação:

Se for < 15% - baixa dispersão nos resultados, os dados são homogêneos.

Se for >15% e < 30% - média dispersão nos resultados, podem ser homogêneos.

Se for > 30% alta dispersão, não são homogêneos.

O cálculo é feito através da seguinte formula:

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

Onde, o desvio padrão (S) é dividido pela média dos dados ( $\bar{x}$ ) que resulta no Coeficiente de variação (CV). Quanto menor for o percentual do coeficiente, mais homogêneos serão os dados (Pimentel Gomes, 1985; FERREIRA, 1991).

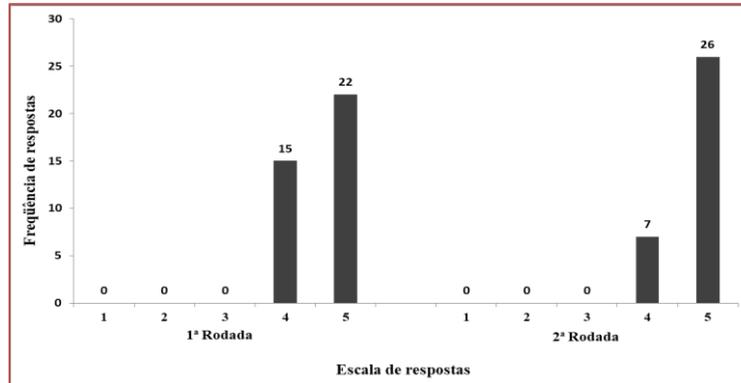
A disponibilização do instrumento de pesquisa foi pelo Google formulário utilizando uma escala Likert de 5 pontos distribuídos entre: não concordo totalmente (1), não concordo parcialmente (2), não concordo, nem discordo (3), concordo parcialmente (4), concordo totalmente (5), nas três rodadas realizadas da pesquisa.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são apresentados individualmente utilizando a ferramenta histograma que mostra a concentração das respostas sobre cada construto, oito construtos tiveram seu consenso firmado na segunda rodada e três construtos necessitaram de uma terceira rodada. O objetivo das análises é remeter a uma reflexão sobre cada construto investigado e respondido pelos especialistas.

A seguir os construtos, gráficos e análise das respostas dadas pelos especialistas:

1) Com a impressão 3D é possível prever uma redução nos custos de armazenagem de peças sobressalentes no almoxarifado?

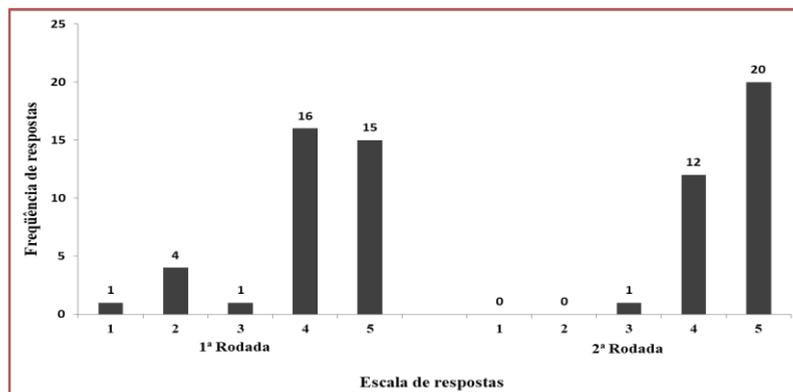


1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Com o avanço da tecnologia e a difusão das impressoras 3D nas organizações, o volume de peças em estoque para atender as necessidades de produção pode reduzir em médio e longo prazo. Nesse construto, os custos de redução de estoques e armazenamento de peças sobressalentes (MRO - manutenção, reparo e operações) nos almoxarifados já estão se tornando uma realidade nas empresas que utilizam a tecnologia de impressão 3D?

As respostas dos especialistas se concentraram entre concordo parcialmente (4) e concordo totalmente (5) nas duas rodadas. O coeficiente de variação ficou em 10% na primeira rodada e 9% na segunda rodada. A colocação de impressoras 3D em grandes empresas norte americanas, europeias e asiáticas busca reduzir o acúmulo de peças estocadas nos seus depósitos. A Marinha dos EUA já realiza testes para produção de peças para seus navios em alto mar. A NASA já possui uma impressora 3D na Estação Espacial Internacional (ISS) para produção de pequenas peças de substituição ou ferramentas para reparos e considera imprescindível o envio de uma impressora 3D para missões espaciais de longa distância como para Marte.

2) Com a impressão 3D é possível que haja uma redução nos custos de estoques de produtos acabados para revenda?



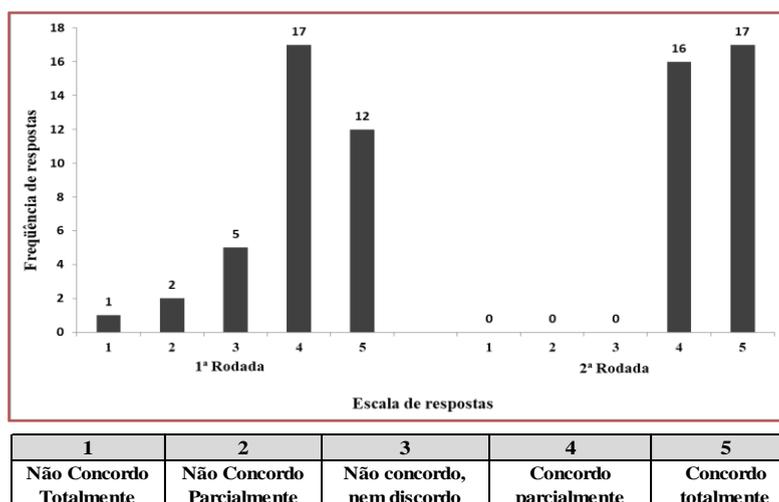
1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Uma vez que o construto 1 apresentou as possibilidades de redução de peças de MRO com a impressão 3D, o construto 2 investiga as consequências com os custos de armazenamento com produtos acabados para revenda. A Mercedes-Benz Trucks, já possui um modelo de loja nos EUA e Europa onde algumas peças sobressalentes de seus veículos são fabricadas por impressoras 3D, dentro das suas concessionárias e oficinas.

Os entrevistados chegaram a um consenso na segunda rodada sobre esse construto, onde seu coeficiente de variação ficou em 19% na primeira rodada, contra 12% apresentado na segunda rodada. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas. Ainda é difícil de mensurar de forma quantitativa qual o percentual de redução desses custos e em quais áreas especificamente isso deve ocorrer.

Algumas empresas estão desenvolvendo pesquisas, testes e implementando a tecnologia em seus processos, no entanto, as possibilidades de uso da impressão 3D são grandes, possibilitando a redução em diversas áreas. Pesquisas internacionais afirmam que até 2025, cerca de 20% da demanda mundial poderá envolver manufatura aditiva.

3) É possível que exista uma redução no volume de mercadorias transportadas com uso e popularização da impressão 3D?

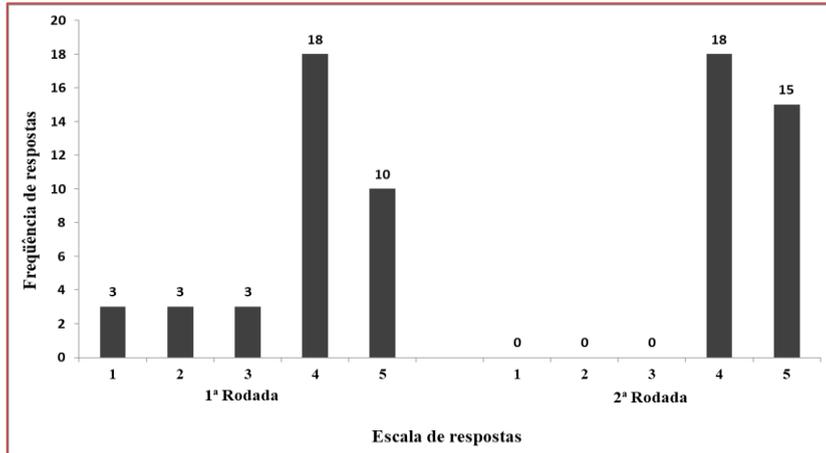


1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

No construto 3 sugere-se que a difusão da manufatura aditiva pode influenciar os transportes de mercadorias. A investigação desse construto mostra que na opinião dos especialistas isso deve acontecer. Porém, ainda não de forma impactante no Brasil conforme justificam alguns especialistas, uma vez que, as transportadoras possuem capacidade e demanda para outros produtos transportados.

A demanda por transporte de produtos no Brasil é grande e essa característica não deve mudar a médio ou longo prazo. O coeficiente e variação para esse construto na primeira rodada foi de 23% e de 11% na segunda rodada, a maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas. Na opinião dos entrevistados, existirá uma redução no volume de mercadorias transportadas, estima-se que cerca de 10% dos produtos transportados hoje pelas cadeias de distribuição normais serão fabricados por impressoras 3D. Reduzindo o lead time de entregas para os clientes.

4) A impressão 3D pode proporcionar um deslocamento da produção de produtos para próximo do cliente final?

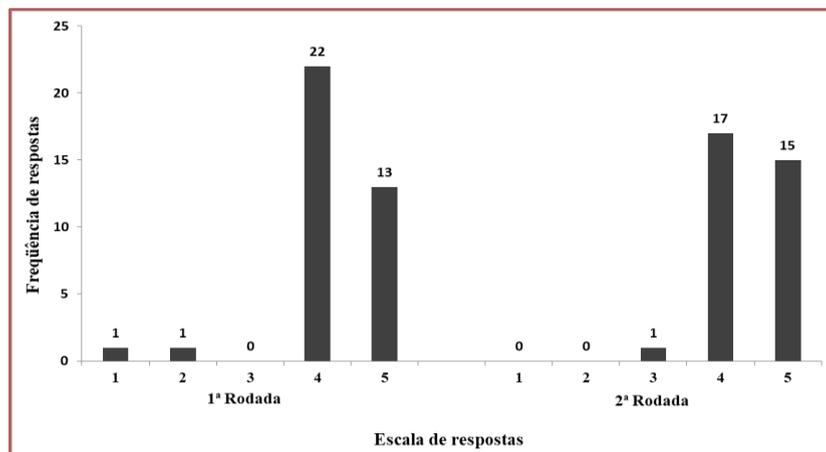


1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

O objetivo do construto 4 é investigar se o deslocamento da produção de produtos para próximo do cliente final pode ocorrer com a difusão da manufatura aditiva conforme preconiza os autores. Na opinião dos entrevistados isso acontecerá de forma gradual, o consenso sobre o assunto foi atingido com 15% na segunda rodada, contra 29% na primeira rodada, a maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas.

Esse fato já tem acontecido de forma comercial, existem lojas de impressão 3D para venda de produtos personalizados em shoppings e lojas de rua. Esses produtos por tanto, não respondem mais a uma cadeia normal de produção, uma vez que são fabricados diretamente no varejo. O deslocamento da produção de produtos para próximo do consumidor final será uma realidade, mas de forma não muito significativa, pois ainda existe uma demanda muito grande por produtos fabricados em massa e segundo alguns especialistas essa ainda é uma responsabilidade das linhas de produção.

5) É possível que exista uma simplificação da Cadeia de Suprimentos de produtos produzidos por impressão 3D?



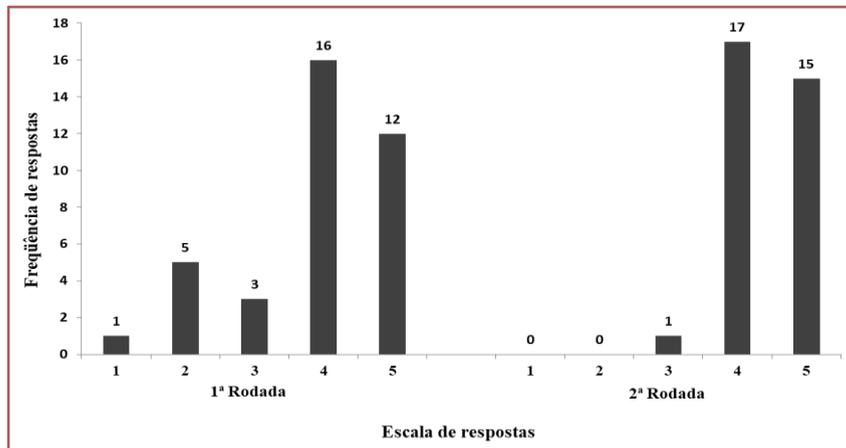
1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

A investigação do construto anterior (4) mostrou que o processo de deslocamento da produção de alguns produtos já vem acontecendo. Sendo assim, no construto 5 busca-se saber se esse deslocamento realmente gera uma simplificação da cadeia de suprimentos para esses produtos e por tanto, novos conceitos sobre a gestão da cadeia de suprimentos podem surgir.

Nesse construto o coeficiente de variação ficou em 20% na primeira rodada e em 13% na segunda rodada, demonstrando na opinião dos especialistas que ele deve ocorrer juntamente com o avanço da tecnologia de impressão 3D e sua difusão no mercado e nas organizações. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas.

As empresas terão que repensar suas estratégias logísticas com a impressão 3D, o surgimento de novos negócios envolvendo a tecnologia aditiva deve modificar as cadeias de suprimentos de produtos, peças e equipamentos. O uso das impressoras 3D para impressão de pequenos objetos de diversos tipos de materiais, sendo mais comum em ABS ou PLA, inclusive de geometrias complexas, já demonstra um diferencial competitivo para atrair clientes.

6) É possível que haja uma redução de Lead Time de entrega de produtos fabricados por impressão 3D?



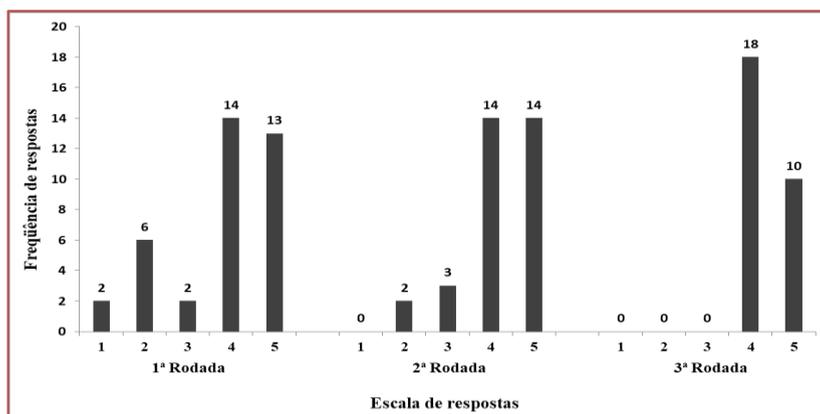
1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Acompanhando os construtos 4 e 5, o construto 6 sugere que existirá uma redução do Lead time de entrega de produtos fabricados por impressão 3D. Isso deve ocorrer não somente no varejo, mas em todos os elos da cadeia de suprimentos. Conforme a opinião dos especialistas o coeficiente de variação ficou em 23% na primeira rodada e 15% na segunda rodada, atingindo o consenso. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas.

A fabricação de peças e equipamentos de uso industrial pelo processo de manufatura aditiva, já vem sendo usada por empresas de grande porte. Além disso, empresas do ramo aeroespacial são as maiores interessadas nesse processo, tendo em vista que a agilidade de entrega de peças na aviação e a diminuição de peso dessas peças são de total interesse aeronáutico. A Alemanha concentra uma das maiores unidades de pesquisa sobre manufatura aditiva com foco principal em peças para aviões o recém-inaugurado Centro Tecnológico de Manufatura Aditiva da Thyssenkrupp, situado em Mülheim an der Ruhr, na Alemanha.

As Indústrias, Centros de Pesquisa e Universidades Europeias, Asiáticas e dos EUA como The Association for Manufacturing Technology (AMT), também estão fazendo uso desse artifício para agilizar o conceito final de algumas peças em seus projetos com a Airbus, Mercedes-Benz, Volvo, Audi, General Electric e outras empresas. Seria possível tanto produzir a peça desejada, quanto reparar peças e ferramentas desgastadas por meio da recomposição, camada por camada do material.

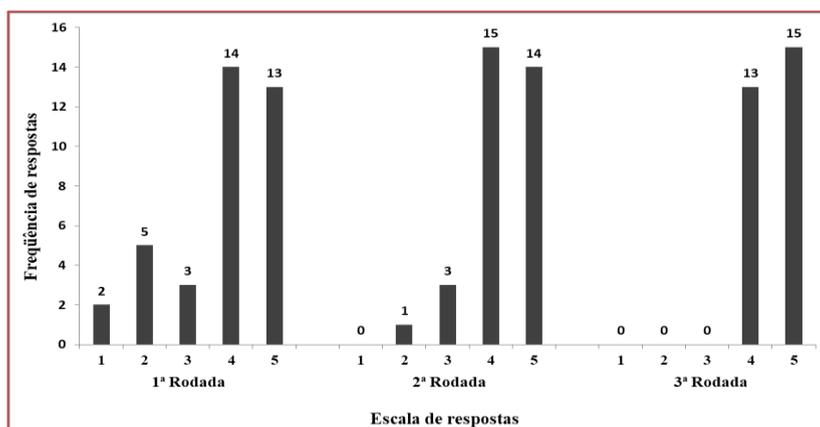
7) A impressão 3D proporcionando um redesenho da cadeia de suprimentos de alguns produtos pode influenciar a redução no consumo de combustíveis e na emissão de poluentes?



1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

O construto 7 investiga se ocorrerá uma diminuição no consumo de combustível e conseqüentemente na emissão de poluentes com a difusão da impressão 3D. Nesse caso, o construto não aborda somente as transportadoras terrestres, mas principalmente as empresas de transporte aéreo, onde o peso das aeronaves é um fator importante no consumo de combustível. Na primeira rodada o construto apresentou 25% de coeficiente de variação. Na segunda rodada com os especialistas não houve consenso mínimo necessário sobre o tema, sendo que o coeficiente de variação ficou em 16%. Esse percentual levou o construto para terceira rodada, onde o consenso foi atingido com um coeficiente de variação de 13%, tendo as respostas se concentrado em concordo parcialmente (4) e concordo totalmente (5).

8) A impressão 3D pode gerar uma redução no lucro das transportadoras com aumento de produtos produzidos por impressão 3D?



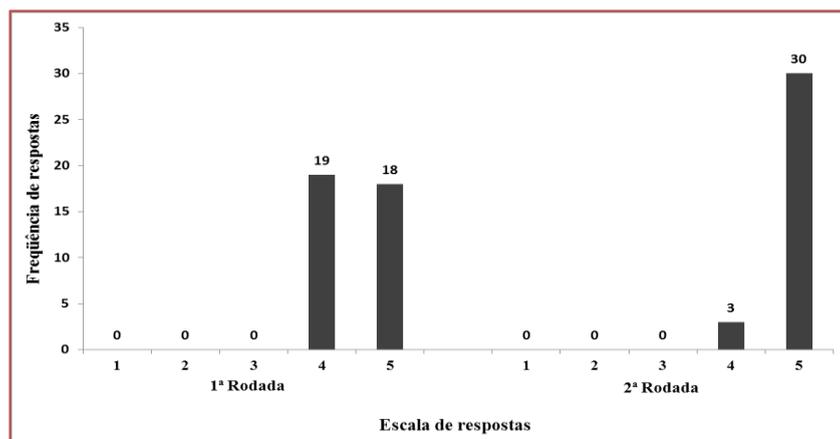
1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

O construto 8 investiga se a difusão da manufatura aditiva alinhada com a produção de produtos mais próximos do cliente final pode causar uma redução no lucro das transportadoras. Na primeira rodada o

construto ficou com 29% de coeficiente de variação. Na segunda rodada o coeficiente de variação atingiu 18% não chegando ao consenso. O construto então foi colocado na terceira rodada e o consenso entre os entrevistados foi atingido com 10% de coeficiente. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas três rodadas.

De acordo com a Jones Land LaSalle EMEA Research (2011), a impressão 3D tem o potencial de transformar totalmente as cadeias de manufatura e de suprimento - como as conhecemos. Diz o pesquisador: “Nos próximos anos, a fabricação de aditivos criará uma demanda por ambientes de manufatura menores e localizados, capazes de produção customizada, encurtamento de lead time e cortes nos custos de transporte”. A maioria dos entrevistados comentou que isso deve ocorrer mais em longo do que a médio prazo.

9) O uso em maior escala da impressão 3D pode proporcionar novas estratégias e um novo modelo para gestão da cadeia de suprimentos?



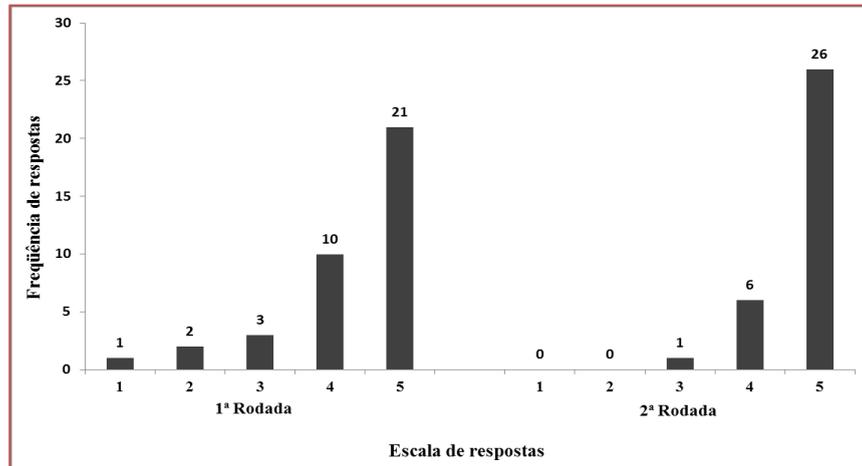
1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

O construto 9 investiga se pode surgir uma simplificação da gestão da cadeia de suprimentos, inclusive novos conceitos de distribuição de produtos. O consenso desse construto foi atingido na primeira rodada com 11% de coeficiente de variação e na segunda rodada reduziu para 6% de coeficiente. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas.

Um novo relatório sobre impressão 3D lançado em 2016, pelo provedor de logística global DHL, sugere que a indústria tem o potencial de redefinir estratégias de fabricação e da gestão da cadeia de suprimentos. O relatório: Impressão 3D e o Futuro das Cadeias Produtivas diz que a tecnologia precisa se tornar mais rápida, mais ágil e mais avançada antes de se tornar uma tecnologia de produção de núcleo.

No entanto, o Instituto continua a reconhecer a impressão 3D como uma tecnologia potencialmente transformadora tendo como uma das principais tendências perturbadoras a impactar o setor de logística em um futuro próximo. Novas estratégias empresariais utilizando a manufatura aditiva e um novo modelo de gestão de cadeia de suprimentos deve surgir para atender as demandas dos clientes.

10) A impressão 3D pode ser usada para produção de peças obsoletas, que não são mais fabricadas pelas indústrias?

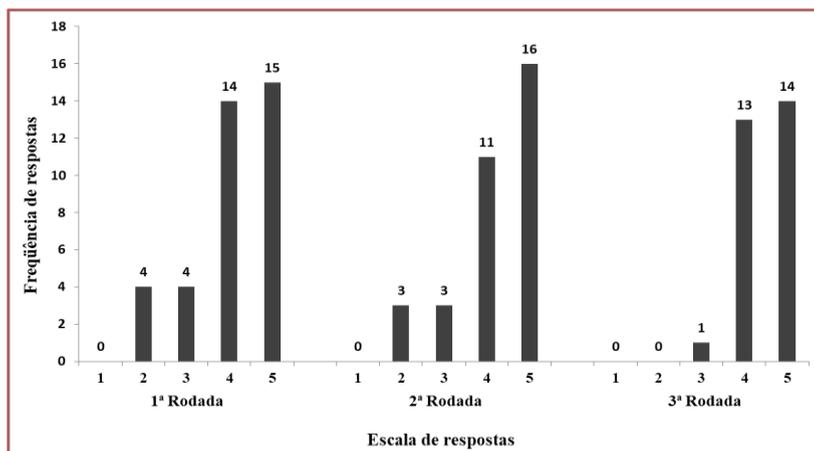


1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

O construto 10 questiona se é possível que surja um mercado que possa se beneficiar com essa tecnologia para produzir peças específicas, e que não são mais produzidas comercialmente. A impressão 3D pode fabricar peças antigas para máquinas ou veículos antigos e que não são mais encontradas nas oficinas ou lojas de peças?

Na opinião dos especialistas é possível que a impressão 3D seja uma alternativa viável e até barata para repor peças que não são mais fabricadas pela indústria, por estarem obsoletas ou por não apresentarem uma demanda justificável para produção em massa. Esse construto chegou a um consenso com 11% de coeficiente de variação na segunda rodada contra 18% de coeficiente na primeira rodada. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas duas rodadas.

11) A impressão 3D pode gerar melhorias na rastreabilidade de produtos?



1	2	3	4	5
Não Concordo Totalmente	Não Concordo Parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Experiências mostram que a tecnologia de rastreabilidade aliada à impressão 3D consegue obter informações que antes não era possível, permitindo uma gestão de conhecimentos e indicadores, para melhorar tanto os processos, quanto os produtos, ajudando a diminuir custos, desperdícios e as falhas.

Na primeira rodada o construto apresentou um coeficiente de variação máximo de 20% não entrando em consenso, na segunda rodada o construto ficou com um coeficiente de variação de 21%, sendo necessário enviar para mais uma rodada. Na terceira rodada o construto chegou a um consenso e seu coeficiente de variação atingiu 12%. A maioria das especialistas concorda parcialmente (4) ou totalmente (5) com o construto nas três rodadas.

Cientistas da Universidade de Washington realizam estudos com objetos impressos em 3D que podem se comunicar com outros dispositivos inteligentes via WiFi. A rastreabilidade de produtos deve dar um salto tecnológico em médio prazo, já que a manufatura aditiva pode imprimir Nano chips criando um tipo de DNA do produto, permitindo uma gestão de conhecimentos e indicadores, como de estoques, por exemplo, servindo para melhorar tanto os processos logísticos, quanto os produtos, reduzindo os desperdícios e falhas nos centros de distribuição e/ou depósitos empresariais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa mostra que é possível encontrar organizações que demonstram um interesse sério sobre as possibilidades do uso da manufatura aditiva em seus processos de produção, armazenamento e distribuição de produtos como diferencial competitivo. O uso da manufatura aditiva é perfeito para atender pequenos lotes de demanda, produzir peças de reposição, reduzir estoques ou lead time de entrega de alguns produtos. Foi possível ainda verificar que diversos autores defendem o uso da manufatura aditiva como mecanismo de redução de custos e de desperdícios, aumentando a agilidade na confecção de peças protótipos para projetos e de peças com designs complexos, até chegar ao ponto de produzir peças para pronta entrega ao cliente final. Os impactos na cadeia de suprimentos e na sua gestão com a popularização e avanço da tecnologia de manufatura aditiva serão significativos como mostra a opinião da maioria dos especialistas. As cadeias de suprimentos terão que se adaptar as novas formas de produção, redefinindo conceitos e criando novas estratégias de mercado para atender as demandas de forma rápida e com baixo custo, uma necessidade antiga do setor.

## REFERÊNCIAS

- [1] BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial / Ronald H. Ballou; tradução Elias Pereira. – 4 ed. – Porto Alegre: Bookman, 2012.
- [2] BEAMAN, J.J., Marcus, H.L., Bourell, D.L., Barlow, J.W. and Crawford, R.H., 1997, “Solid Freeform Fabrication: a new direction in manufacturing”, Dordrecht London: Kluwer Academic Publishers, 330 p.
- [3] BLANTHER, J. E. Manufacture of contour relief-maps. US000473901, 24 abril 1890.
- [4] CHAFFIN, W., & TALLEY, W. (1980). Individual stability in Delphi studies. *Technological Forecasting and Social Change*, 16(1), 67-73.
- [5] COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. CSCMP Supply Chain Management Definitions, 2012. Disponível em: <<http://www.cscmp.org/>> Acesso em 30 de abril de 2017.
- [6] CO, H.C., PATUWO, B.E., HU, M.Y. The human factor in advanced manufacturing technology adoption, an empirical analysis. *International Journal of Operations and Production Management*. 18 (1), 87-106, 1998.
- [7] CUNICO, M. Ph.D. Impressoras 3D: O Novo meio produtivo. 1º. Ed. Paraná, v. 1. 171 p. Ed. Paperback – 2015.
- [8] FLEURY, P. F. Logística empresarial – A Perspectiva Brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.
- [9] GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct Digital manufacturing. 1. ed. Nova York: Springer, 2009.
- [10] WRIGHT, J.; GIOVINAZZO, R. Delphi – Uma ferramenta de Apoio ao Planejamento Prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração*. São Paulo, v.1, n. 12, p. 54-65, 2000.
- [11] Hernández-Nieto, R.A. Contributions to statistical analysis. Mérida: Universidad de Los Andes, 2002.
- [12] LAMB, Frank. Automação industrial na prática. 1º ed. Porto Alegre. AMGH. Editora, 2015.
- [13] LAMBERT, D. M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. Supply Chain Management: Implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, v. 9, n. 2, 1998.
- [14] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos da Metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2013.

- [15] LAMBERT, D. M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. Supply Chain Management: Implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, v. 9, n. 2, 1998.
- [16] MANYIKA, James; et al. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. 2013. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>>. Acesso em 20 de jun. de 2017.
- [17] MCKINSEY; Avanços que transformaram a vida, os negócios e a economia global. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>> Acesso em 25 março de 2017.
- [18] RAULINO, B. R. Manufatura aditiva: desenvolvimento de uma máquina de prototipagem rápida. Trabalho de graduação em Engenharia de Controle e Automação, Publicação FT.TG- 2011 Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- [19] SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. 1. Ed. São Paulo: editora Edipro, 2017.
- [20] SKINNER, W. Letters to Editor. *Harvard Business Review*, Nov/Dec, 1992, p. 142-143.
- [21] SLACK, N. LEWIS, M. *Estratégia de Operações*. 2 ed. São Paulo: Bookman, 2009.
- [22] VOLPATO, N. *Prototipagem rápida: Tecnologias e aplicações*. 1. Ed. São Paulo: editora Blucher, 2007.
- [23] WRIGHT, J.; GIOVINAZZO, R. Delphi – Uma ferramenta de Apoio ao Planejamento Prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração*. São Paulo, v.1, n. 12, p. 54-65, 2000.

# Capítulo 13

## *Análise da gestão de estoques em uma indústria de móveis – Um estudo de caso*

*Mario Fernando de Mello*

*Mateus de Camargo*

*Natália Pedrosa Serpa*

*Henrique Zago Cervo*

**Resumo:** A busca por novas tecnologias, novos produtos e a máxima redução de custos, são atributos importantes para competir no mercado de forma positiva e gerar lucros para as organizações. Como importantes fatores desta competitividade estão a logística e a gestão de estoques. As organizações devem ter amplo conhecimento de sua capacidade e custos gerados a partir de estoques. A gestão financeira das empresas deve levar em conta o investimento em estoques uma vez que a otimização dos estoques permite que recursos financeiros alocados indevidamente neste quesito, possam ser canalizados para outras atividades produtivas da empresa. Neste contexto, o objetivo deste estudo é identificar e analisar os dados relacionados a estocagem de uma indústria de móveis situada na cidade de Santa Maria. Para tanto foi realizado um levantamento de custos, demanda e estoques disponíveis na empresa a fim de identificar possíveis falhas no processo de estocagem bem sugerir melhorias para a política de estocagem. A metodologia da curva ABC e do Lote Econômico de Compra foi utilizada para embasar os resultados finais apresentados para a empresa.

**Palavras chave:** Lote Econômico de Compra, Gestão de Estoques, Custos de Estoques, Movimentação de Materiais.

## 1. INTRODUÇÃO

A fim de atuar em mercados cada vez mais competitivos, a gestão eficiente de estoques representa uma importante vantagem competitiva para as organizações que fazem parte da indústria moveleira. O estudo da logística é um elemento estratégico no processo e o gerenciamento de itens que formam seus custos são tarefas apresentadas aos gestores que atuam na área.

Na composição dos custos logísticos, os custos referentes à estocagem são de grande destaque. Neste contexto, conhecer e apurar os itens que compõem os custos logísticos, de estocagem e movimentação de materiais são de grande valia para a gestão das empresas. O desconhecimento e a falta de controle dos itens que compõem a gestão de estoques e seus custos, juntamente com a possibilidade da utilização dos critérios arbitrários para a composição dos custos de transportes possivelmente representarão perdas para grande parte da cadeia de suprimentos comprometendo, por fim, os serviços prestados.

Este artigo tem por objetivo, identificar, classificar e calcular os itens relativos à estocagem e custos com inventário, sugerindo melhorias para uma empresa de móveis instalada na cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, utilizando métodos que otimizem a atual política de estoques.

Para alcançar esse objetivo, este trabalho encontra-se estruturado em cinco seções, sendo a primeira, a introdução com uma breve contextualização do estudo, a segunda e a terceira seção são a revisão da bibliografia e a metodologia adotada, respectivamente. Seguidamente, a quarta seção apresenta os dados da empresa estudada, os dados numéricos, desenvolvimento dos cálculos e análise dos mesmos e, finalmente, a quinta e última seção são abordadas as considerações finais.

Ficou demonstrada ao final do trabalho a importância da utilização de ferramentas de gestão de estoques uma vez que as diferenças encontradas pela utilização do método Lote Econômico de Compra – LEC e o sistema utilizado pela empresa sugere a implantação do LEC para evitar custos desnecessários com estoques elevados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão revisitados alguns conceitos e técnicas que embasam teoricamente o presente estudo.

### 2.1 LOGÍSTICA

A logística cuida de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até ao ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável (BALLOU, 2006).

Além disso, o Brasil possui imensos problemas logísticos diante disso, sabe-se que gerenciar a entrega do pedido nas quantidades corretas, nos prazos solicitados pelos consumidores e com alta qualidade dos produtos é uma tarefa bastante complicada (MONARO; PINTON e MONARO, 2015). O mercado está ainda mais exigente e busca bens que atendam às necessidades com qualidade, preço baixo e rápida entrega por isso, o ato de postergar a configuração final dos bens seja na manufatura bem como na logística, pode impactar positivamente os resultados do negócio por meio de incorrer custos de processamento ou de logística apenas quando a demanda ocorre (NASCIMENTO; SILVA; SILVA, 2015).

Segundo Moura, Freire e Pontes (2015) a logística vem atuando como grande diferencial em toda a cadeia de suprimento, ao mesmo tempo que o desenvolvimento sustentável que se destaca nas demandas e necessidades empresariais. Já para Silva, Costa e Calife (2015) outro fator importante dentro da logística é o armazenamento que é definido como uma atividade de grande relevância dentro de toda a cadeia logística das organizações, sendo o serviço que trata da estocagem ordenada e da distribuição de matéria prima e produtos acabados dentro do chão de fábrica ou em sistemas destinados unicamente a este fim, como distribuidores e centros de distribuição.

### 2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

A gestão de estoques é uma das áreas da administração da produção que tem sido tratada de maneira pouco formal. Diante disso, percebe-se a necessidade que as organizações têm de adquirirem uma visão

estratégica e sistêmica no controle efetivo de seus estoques (BORBA; MESQUITA; SANTOS; SOUZA e GONTIJO, 2015).

Além disso, a gestão de estoques é um dos pontos de maior importância para a abordagem de melhorias, aplicações de ferramentas de análise e grande possibilidade de diferencial competitivo. No que tange à gestão de estoques o inventário é consolidado como item crítico de alta severidade por apresentar riscos de sobrevivência perante aos concorrentes diretos, além de impactar nos lucros da empresa e onera os capitais investidos, sendo ainda parte dos custos logísticos (CONSERVANI; IRANO; LOPEZ e MUNNO, 2015).

Ademais, para Izel, Galvão e Santiago (2015), corroborando com Ballou (2006) o estoque é definido como acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das organizações. Atualmente, um dos pontos-chaves dentro da empresa é a gestão de estoques, visto que é um dos fatores que mais retém capital da empresa.

Controlar o estoque é parte primordial para as empresas, pois um estoque mal administrado acarreta em vários prejuízos e isso aumenta as despesas operacionais da organização. Afinal, toda empresa almeja a excelência em seu estoque, porque, sabe que ele auxilia no andamento de todas as atividades operacionais que ocorrem na organização (MOREIRA e LOPES, 2015).

### 2.3 MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Para Santos, Tanajura e Santos (2015) a procura por melhores formas de otimização do desempenho produtivo tem sido a tônica das organizações industriais nestes últimos anos. Devido a competição cada vez mais crescente, as organizações necessitam buscar alternativas que o mantenham no topo da cadeia produtiva. Nesse sentido, questões operacionais internas tornaram-se ainda mais importantes, como a movimentação e armazenagem de materiais.

Ademais, para que um arranjo físico traga ganhos de produtividade, o mesmo deve passar por análise de movimentação de materiais, fatores ergonômicos, entre outros. Portanto deve ser realizado um estudo sobre estes fatores que são estratégicos para as organizações (MELO; ROCHA; OLIVEIRA e SAINT-YVES, 2015).

Por fim, a redução na movimentação dos materiais, bem como a adequação do arranjo físico aumentam a produtividade, bem como reduzir os custos, riscos, movimentos e esforços. As melhorias geradas no arranjo físico, baseadas nas variáveis de volume e variedade, afeta o fluxo de produção, os custos e a eficácia geral da organização (FERNANDES; COSTA; AZEVEDO; FILOMENO e RIBEIRO, 2015).

### 2.4 LOTE ECONÔMICO DE COMPRA - LEC

Segundo Assaf Neto (2012) investimentos em estoques é um dos fatores mais importantes para a adequada gestão financeira da empresa. Assim, analisando as vantagens de possuir estoques, deve-se compará-las com os seus custos para decidir quanto deve ter de estoque e quando solicitar a reposição dos produtos ou matérias-primas necessárias. Neste contexto o Lote Econômico de Compra – LEC método desenvolvido em 1915 por F. Harris, ainda hoje é um dos modelos mais utilizados na gestão financeira dos estoques e ainda segundo Assaf Neto (2012) é a melhor estratégia para determinar qual será a quantidade que deve ser mantida em estoque e de quanto em quanto tempo deverá fazer novo pedido.

Para Slack (2009) existem algumas desvantagens de manter estoques. Entre elas:

- Estoque congela dinheiro na forma de capital de giro;
- Estoque acarreta custo de armazenamento;
- Estoque pode tornar-se obsoleto à medida que novas alternativas de produtos apareçam;
- Estoque pode danificar-se ou deteriorar-se;
- Estoque consome espaço que poderia ser usado para clientes;
- Estoque envolve custos administrativos e securitários.

Assim, Slack (2009) recomenda a utilização do método de Lote Econômico de Compra uma vez que o decréscimo nos custos tanto de pedidos como de armazenagem são necessários para a empresa melhorar

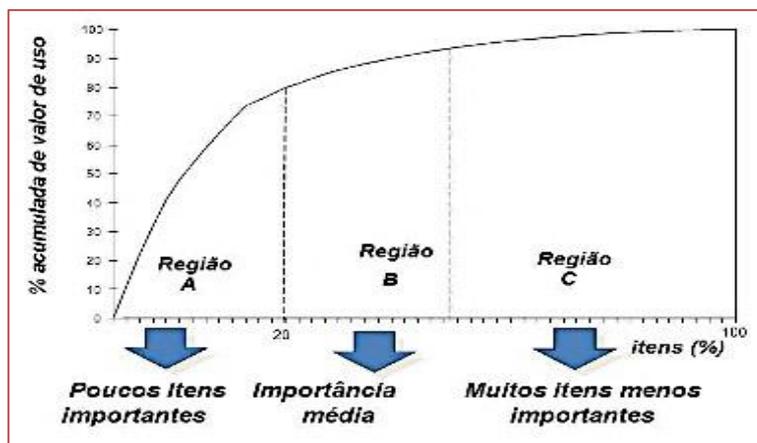
seu desempenho e sua competitividade. Corroborando com Slack (2009) Assaf Neto (2012) destaca que o Lote Econômico de Compra e sua aplicação é assim denominado por ser típico do processo econômico de uma indústria.

## 2.5 CURVA ABC E MÉTODO DE PARETO

A curva ABC, segundo Assaf Neto (2012) é uma metodologia que segrega os estoques por sua importância e permite que o gestor da empresa dê mais atenção aos itens mais representativos. A curva ABC corresponde à curva de Pareto, assim nomeada devido ao economista italiano que percebeu a existência de uma elevada concentração em diversas situações, onde 80% dos efeitos advêm de 20% de causas.

Para Assaf Neto (2012) na administração do inventário é preciso classificar os produtos ou matérias primas em A, B e C. Os produtos A são alguns poucos itens que têm um grande faturamento; os produtos B são produtos que têm uma menor participação na receita do que os produtos A; e nos produtos C está classificada uma grande variedade e quantidade de itens que representam somente uma pequena parcela do faturamento. Essa distribuição pode ser feita de maneira análoga seu o dado a ser considerado for o custo do produto ou insumo.

Figura 1 – Curva de Pareto para itens em estoque



Fonte: Adaptado de Slack, 2009

Para Slack (2009) em qualquer estoque que contenha mais de um item armazenado, alguns itens serão mais importantes para a organização que outros. Uma forma comum de discriminar diferentes itens de estoque é fazer uma lista deles, de acordo com suas movimentações de valor (sua taxa de uso multiplicada pelo seu valor individual). Como consequência o gerente deve acompanhar de perto, com todo cuidado possível, os produtos A, dando atenção mediana aos produtos B e fazendo um acompanhamento não tão aprofundado dos produtos C. Desta forma a curva ABC hierarquiza os estoques da empresa, selecionando-os de acordo com o grau de importância para o faturamento ou para os custos.

## 3. METODOLOGIA

O estudo realizado é uma pesquisa de natureza aplicada, isto é, se objetiva a geração de conhecimento para aplicação prática, visando a solução de problemáticas específicas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35). O trabalho feito foi desenvolvido nas bases e aspectos da pesquisa descritiva, onde descreve-se as características de uma população particular e utiliza-se técnicas padronizadas de coleta de dados.

Do ponto de vista dos métodos, a pesquisa é feita através de um estudo de caso que, segundo Miguel et al. (2012), trata-se de um trabalho de cunho empírico que visa investigar um fenômeno que esteja inserido dentro de um cenário real, através da análise de um ou mais objetos de análise.

Segundo Yin (2010) as técnicas aplicadas na coleta é a busca de informações através de arquivos ou pesquisa documental que pode, ou não, ser em documentos escritos. Ainda, outra técnica utilizada é a entrevista, que é a reunião de duas pessoas, onde uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto, mediante uma conversação.

O estudo foi realizado numa empresa de móveis localizada na cidade de Santa Maria, RS. Foi feito o contato com o estabelecimento solicitando a disponibilidade para a realização do estudo no mesmo. Posteriormente, verificou-se a oportunidade da entrevista marcando a data e o local para realizar a reunião e, assim, realizou-se a visita para entrevistar e coletar informações de documentos.

Após a coleta dos dados e a entrevista semiestruturada com o proprietário fez-se a análise dos dados disponibilizados utilizando a metodologia da curva ABC e do Lote Econômico de Compra. O estudo foi realizado nos meses de agosto a novembro de 2016.

#### 4. RESULTADOS

Neste capítulo será descrito o desenvolvimento do estudo bem como seus resultados alcançados com a utilização da metodologia descrita e embasado teoricamente na revisão bibliográfica descrita.

##### 4.1 DADOS DA EMPRESA PESQUISADA

A empresa pesquisada é denominada Móveis Back e foi fundada por Francisco Back, em maio de 1999. Há mais de 15 anos vem consolidando-se no mercado através do atendimento personalizado no planejamento e fabricação de móveis sob medida.

A empresa está em constante processo de atualização, aliado à tecnologia e qualidade de seus produtos, priorizando a relação transparente e colaborativa, onde a satisfação do cliente é a meta.

##### 4.2 MÉTODO DE ESTOCAGEM

A empresa usa o tradicional lugar chamado almoxarifado para armazenar seus estoques. Quando a empresa recebe as matérias primas, por meio de seus fornecedores, as levam para a área determinada do estabelecimento para estocagem. Lá são colocadas em seus devidos lugares já pré demarcados e sinalizados por etiquetas, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Local de estoques das matérias primas



Fonte: Elaborada pelos autores

##### 4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

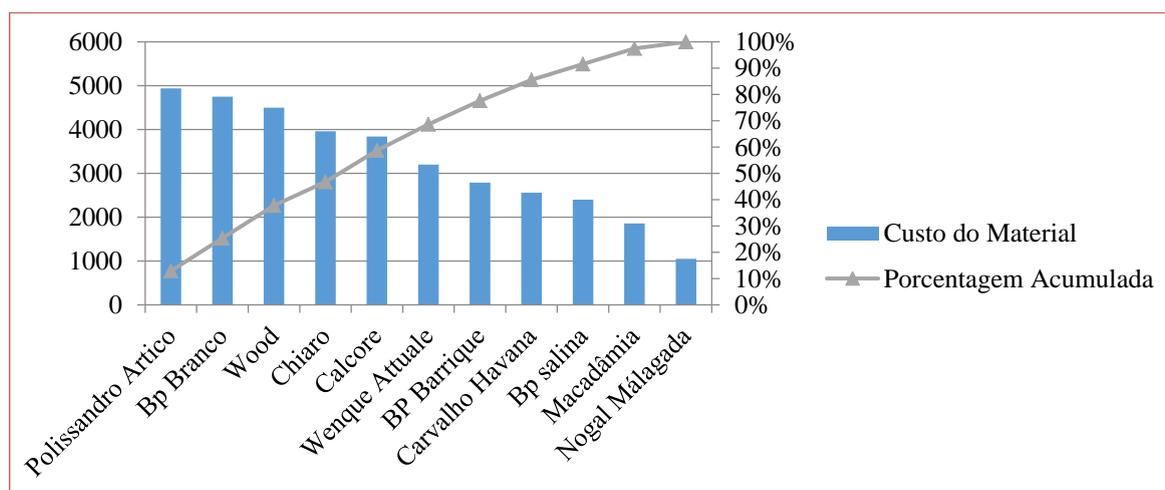
Investigando os documentos da empresa, foi verificado que o estabelecimento utiliza 11 matérias primas diferentes para a confecção de seus móveis. Podemos observar, no Quadro 1 e na Figura 3, seus nomes e respectivos valores. Utilizando os métodos de análise de Pareto (curva ABC), obteve-se os seguintes dados como os mais representativos:

Quadro 1 – Matérias primas

Material	Custo Unitário	Quantidade por mês	Custo Total	%
<b>Polissandro Artico</b>	R\$ 190,00	26	R\$ 4.940,00	13%
<b>Bp Branco</b>	R\$ 190,00	25	R\$ 4.750,00	12%
<b>Wood</b>	R\$ 180,00	25	R\$ 4.500,00	12%
<b>Chiaro</b>	R\$ 220,00	18	R\$ 3.960,00	9%
<b>Calcore</b>	R\$ 160,00	24	R\$ 3.840,00	12%
<b>Wenque Attuale</b>	R\$ 160,00	20	R\$ 3.200,00	10%
<b>BP Barrique</b>	R\$ 155,00	18	R\$ 2.790,00	9%
<b>Carvalho Havana</b>	R\$ 160,00	16	R\$ 2.560,00	8%
<b>Bp salina</b>	R\$ 200,00	12	R\$ 2.400,00	6%
<b>Macadâmia</b>	R\$ 155,00	12	R\$ 1.860,00	6%
<b>Nogal Málaga</b>	R\$ 210,00	5	R\$ 1.050,00	2%
	Total	201	R\$ 35.850,00	

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3 – Custo do material – Gráfico de Pareto



Fonte: Elaborada pelos autores

Verifica-se que não há a concentração de recursos em alguns tipos de MPs consumidas pela empresa, os custos, quantidades e utilização das mesmas são bem balanceadas entre si, portanto não havendo a necessidade de separar os itens por grupos para efetuar diferentes estratégias de compra de MP.

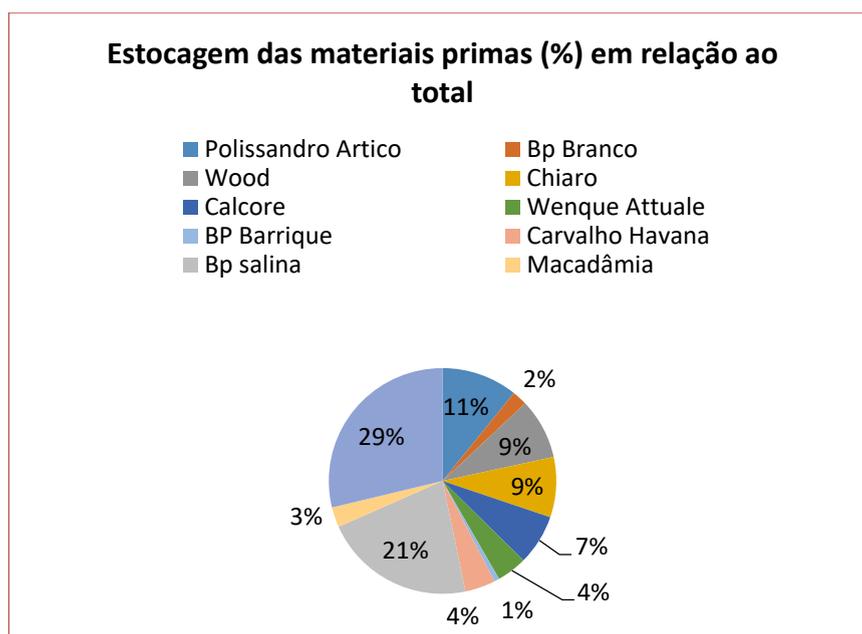
Na etapa seguinte do trabalho foram verificados os níveis atuais de estoques da empresa. Esses níveis estão descritos no Quadro 2 e na Figura 4. No período examinado pelo grupo, não houve nenhum recebimento de pedidos já agendados ou registro de atraso em nenhuma das matérias primas.

Quadro 2 – Estoques na empresa

Tipo de Madeira	Estoque Disponível	Recebimentos Agendados	Atrasos
Polissandro Artico	15	0	0
Bp Branco	3	0	0
Wood	12	0	0
Chiaro	12	0	0
Calcore	10	0	0
Wenque Attuale	6	0	0
BP Barrique	1	0	0
Carvalho Havana	6	0	0
Bp salina	30	0	0
Macadâmia	4	0	0
Nogal Málaga	40	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4 – Matérias prima em estoque (em %)



Fonte: Elaborada pelos autores

Na sequência, analisando documentos foram estimadas as demandas mensais dos itens comprados. Seus lead times, tempo para a chegada dos pedidos de cada matéria prima, também podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 – Matérias primas com demanda e lead time mensal

Tipo de Madeira	Demanda mensal	Lead Time
<b>Polissandro Artico</b>	26	15
<b>Bp Branco</b>	25	15
<b>Wood</b>	25	15
<b>Chiaro</b>	18	15
<b>Calcore</b>	24	15
<b>Wenque Attuale</b>	20	15
<b>BP Barrique</b>	18	15
<b>Carvalho Havana</b>	16	15
<b>Bp salina</b>	12	15
<b>Macadâmia</b>	12	15
<b>Nogal Málaga</b>	5	15

Fonte: Elaborado pelos autores

A empresa definiu um estoque de segurança de 4 unidades à todas as matérias primas, devido a uma base histórica de variância de 3 unidades entre a ordem do pedido e pedido recebido. O Quadro 4 demonstra, os tamanhos de pedidos feitos pela empresa a cada 15 dias, ou seja, o lead time para o recebimento das matérias primas. Foi observado, desta forma, que os pedidos são feitos baseados apenas na experiência de quem os faz. Não existe uma metodologia implantada para a realização dos pedidos, contrariando as boas práticas administrativas de gestão de estoques.

Quadro 4 - Tamanho de pedidos (Q) a cada 15 dias feitos pela empresa

Tipo de Madeira	Qtd do pedido (Q)
<b>Polissandro Artico</b>	18
<b>Bp Branco</b>	17
<b>Wood</b>	17
<b>Chiaro</b>	12
<b>Calcore</b>	16
<b>Wenque Attuale</b>	14
<b>BP Barrique</b>	12
<b>Carvalho Havana</b>	11
<b>Bp salina</b>	8
<b>Macadâmia</b>	8
<b>Nogal Málaga</b>	3

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4 POLÍTICA DE ESTOCAGEM ÓTIMA ATRAVÉS DO LOTE ECONÔMICO DE COMPRA - LEC

Com base nas informações coletadas e utilizando o método LEC, foi calculado o estoque de segurança, quantidade do pedido a ser feito e um ponto de reposição de estoque para cada uma das matérias primas. O Quadro 5 demonstra as quantidades calculadas usando a metodologia descrita.

Quadro 5 - Lote econômico, Estoque de segurança e Ponto de Reposição das matérias primas

Tipo de Madeira	Lote Econômico (Q*)	Estoque de Segurança (ES)	Ponto de Reposição (R= $\mu L + ES$ )
Polissandro Artico	14	5	23
Bp Branco	13	5	22
Wood	14	5	22
Chiaro	10	5	17
Calcore	14	5	21
Wenque Attuale	13	5	19
BP Barrique	12	5	17
Carvalho Havana	12	5	16
Bp salina	9	5	13
Macadâmia	10	5	13
Nogal Málaga	5	5	8

Fonte: Elaborado pelos autores

Em razão da política de estoques definida pela empresa pode-se calcular o custo dessa política de estocagem definida pelo método LEC. No Quadro 6 encontram-se os valores referentes a esse custo comparados aos custos mensais gastos pela empresa.

Percebe-se que em todos materiais analisados o custo calculado pelo método do Lote Econômico de Compra é inferior aos custos da política atual adotada pela empresa. Fica clara a importância do uso de uma metodologia adequada para melhorar a gestão dos estoques na empresa.

Quadro 6 – Custos totais mensais comparados com custos calculados pelo LEC

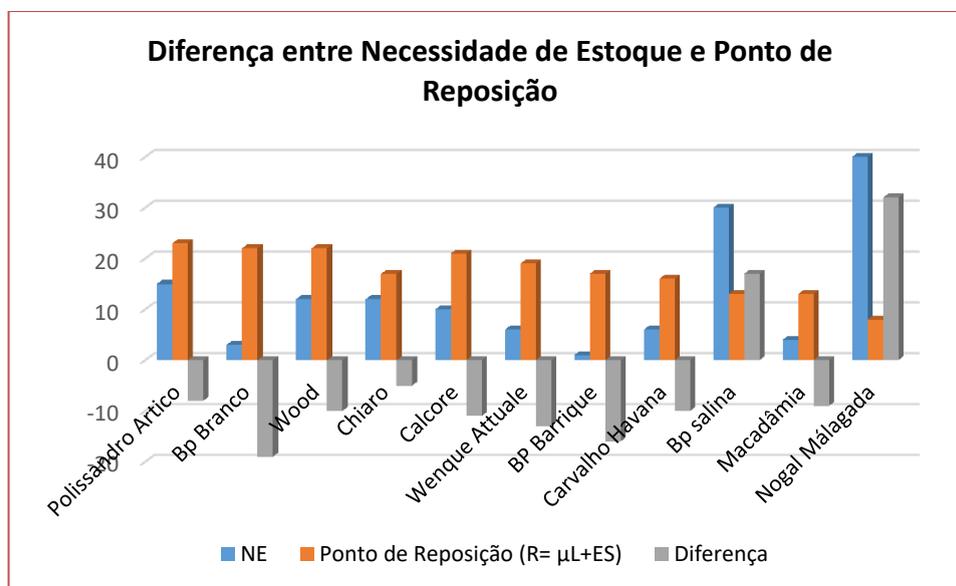
Materiais	Custo Unitário	Custo total mensal	Custo do modelo LEC
Polissandro Artico	R\$ 190,00	R\$ 4.940,00	R\$ 3.629,23
Bp Branco	R\$ 190,00	R\$ 4.750,00	R\$ 3.433,33
Wood	R\$ 180,00	R\$ 4.500,00	R\$ 3.257,91
Chiaro	R\$ 220,00	R\$ 3.960,00	R\$ 2.823,83
Calcore	R\$ 160,00	R\$ 3.840,00	R\$ 2.741,02
Wenque Attuale	R\$ 160,00	R\$ 3.200,00	R\$ 2.409,33
BP Barrique	R\$ 155,00	R\$ 2.790,00	R\$ 2.014,30
Carvalho Havana	R\$ 160,00	R\$ 2.560,00	R\$ 1.910,09
Bp salina	R\$ 200,00	R\$ 2.400,00	R\$ 1.743,11
Macadâmia	R\$ 155,00	R\$ 1.860,00	R\$ 1.365,98
Nogal Málaga	R\$ 210,00	R\$ 1.050,00	R\$ 719,80
	Total	R\$ 35.850,00	R\$ 26.047,93

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.5 COMPARAÇÃO ENTRE A POLÍTICA ATUAL DE ESTOQUES E A CALCULADA PELO MODELO

Comparando as duas políticas de gestão de estoque, a atual usada pela empresa e a ótima calculada pelo modelo utilizado, percebe-se que há discrepâncias nos lotes de compra usados, ocasionando em maiores custos na estocagem das matérias primas que estão desnecessariamente ali guardadas.

Figura 5 – Comparativo entre o LEC e o nível atual de estoque



Fonte: Elaborada pelos autores

Está demonstrado na Figura 5 que os níveis de estoques encontrados são muito diferentes dos ideais calculados. Essa diferença entre o ponto de reposição e o nível atual de estoque são prejudiciais para o orçamento, pois há custos desnecessários para estocagem de certos itens que nem deveriam ter sido comprados naquele momento. Outro aspecto relevante a ser considerado é a alocação indevida de recursos no custo de guarda de materiais que tem demasiada matéria prima em estoque.

Também pode-se observar que o estoque de segurança estimado pela empresa está próximo ao utilizado no modelo LEC, tendo assim uma boa margem para quaisquer imprevistos com a demanda exigida pelos clientes. Porém, o nível de serviço desejado pelo proprietário é melhor atendido com as 5 unidades de ES estimados pelo modelo LEC.

Ficou demonstrado através do Quadro 6 a diferença entre os dois métodos de gestão de estoques. Há diferença de R\$9.802,07 entre o modelo mensal usado e o ótimo projetado. A implementação do modelo LEC pode disponibilizar este valor para a empresa investir em outras áreas de interesse, já que ajuda a diminuir e minimizar os custos na área de estoques, assim liberando recursos para novas implementações.

Foi observado, também que algumas matérias primas estão estocadas muito além do necessário. Foi sugerido que empresa suspenda os pedidos destas matérias primas para que o estoque dos mesmos seja reduzido, consequentemente reduzindo seu custo de armazenamento.

Desta forma foi sugerido à administração da empresa que utilize a metodologia do Lote Econômico de Compra uma vez que ficou comprovada através do presente estudo sua importância e relevância.

## 5. CONCLUSÃO

Foi observado no presente estudo que a política adotada pela empresa na parte de gerenciamento de estoques não é a mais eficiente, pois acarreta custos para os estoques de produtos, mais elevados que o necessário. Utilizando o método do Lote Econômico de Compra - LEC ficou demonstrado o quanto a empresa poderia melhorar em relação ao estado atual. Foi constatado a diferença entre os níveis de estoque atuais para o nível de estoque ideal que a empresa deveria utilizar. Com a sistemática atual a empresa esta tendo um custo desnecessário de R\$ 9.802,07 no seu processo de estoques, cujo valor poderia ser canalizado para outras áreas da empresa.

Foi constatado também que o estoque de segurança que o proprietário utiliza estava perto do ideal utilizado pelo modelo LEC, assim poderia atender caso houvesse um imprevisto na demanda por parte dos clientes. Já o nível de serviço que o proprietário queria atingir não pode ser obtido com o estoque de

segurança atual utilizado pela empresa. O ideal seria o estoque de segurança calculado pelo modelo LEC, assim a empresa alcançaria o nível de serviço desejado não obtendo nenhum imprevisto com a demanda.

Por fim, mesmo considerando as limitações do presente trabalho, ficou demonstrada a importância da utilização de metodologia adequada para o controle de estoques uma vez que a redução de custos com estoques pode dar mais competitividade a empresa.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSAF NETO, A. Administração do capital de giro / Alexandre Assaf Neto, César Augusto Tibúrcio Silva. – 4. ed. – São Paulo: Atlas, 2012.
- [2] BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 27 p.
- [3] BORBA, J. C. R.; MESQUITA, J. V.; SANTOS, M. A. M.; SOUZA, T. T.; GONTIJO, F. B. Aplicação Do Sistema Máximo-Mínimo No Controle De Estoque De Uma Empresa Do Segmento Termoplástico. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [4] CONSERVANI, B.; IRANO, L. J. A.; LOPEZ, J. P.; MUNNO, V. M. R. Elaboração De Um Plano De Ação A Partir Da Aplicação Da Curva Abc Visando A Otimização Da Gestão Do Estoque: Pesquisa-Ação Em Uma Empresa Do Setor Metal-Mecânico. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [5] FERNANDES, L. M. A.; COSTA, T. S.; AZEVEDO, B. L.; FILOMENO, G. B. C.; RIBEIRO, A. R. B. Análise Do Arranjo Físico Para Otimização Do Processo Produtivo: Um Estudo De Caso Em Um Restaurante Universitário. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [6] GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Método de pesquisa. 1 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. 35 p.
- [7] IZEL, P. A.; GALVAO, A. U. R.; SANTIAGO, S. B. Gestão De Estoque: Estudo De Caso Em Uma Distribuidora De Lubrificantes Em Manaus. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [8] MELO, D. A.; ROCHA, E. L.; OLIVEIRA, J. F.; SAINT-YVES, J. E. A. Análise De Arranjo Físico: Estudo De Caso Realizado Na Mineradora Grafite Pedra Azul. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [9] MIGUEL, P. A. C. et al. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 52-53 p.
- [10] MONARO, R. L. G.; PINTON, C. G. S.; MONARO, D. L. G. A Influência Da Paletização Na Qualidade Das Cargas Durante O Transporte Físico. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [11] MOREIRA, J. P. S.; LOPES, C. A. Gestão De Estoques Aplicado Ao Sistema De Gestão Integrada De Uma Instituição De Ensino Superior. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [12] MOURA, A. L. N.; FREIRES, F. G. M.; FONTES, C. H. O. Análise Da Coleta A Granel Do Leite: Proposição De Um Framework Para Sustentabilidade Social. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [13] NASCIMENTO, A. Q.; SILVA, A. L. G.; SILVA, J. J. Análise Da Aplicação Da Metodologia De Postponement: Um Estudo De Caso Em Uma Empresa Do Segmento Agroindustrial. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [14] SANTOS, D. R.; TANAJURA, A. P. M.; SANTOS, C. C. R. Lean Warehouse - A Aplicação De Técnicas Lean Nos Processos De Movimentação E Armazenagem. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.
- [15] SILVA, L. C. S.; COSTA, N. D. J.; CALIFE, N. F. S. Análise Do Processo De Armazenagem Em Uma Distribuidora Do Sudeste Goiano: Um Estudo De Caso Descritivo. Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção -

ENEGEP, Fortaleza, CE, outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca>> Acesso em: 21 de junho de 2016.

[16] SLACK, N. Administração da produção / Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston ; tradução Maria Teresa Correa de Oliveira. – 3. ed. – São Paulo : Atlas, 2009.

[17] YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos .4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

# Capítulo 14

## *Avaliação da implantação de ações para aprimoramento da Gestão de Estoque em uma indústria alimentícia*

*Samanta Faria Alves da Silva*

*Lo-Ruana Karen Amorim Freire Sanjulião*

*Vitor Hugo dos Santos Filho*

*Maria José Reis*

*Luciana Resende da Silva*

*Vânia de Oliveira Borges*

**Resumo:** Os estoques são parte inerente a toda e qualquer empresa, devido a sua importância e relevância tem sido foco de muitos estudos sendo essencial para o aprimoramento de suas atividades. A pesquisa objetiva aprimorar a gestão de estoque de uma indústria alimentícia por meio da implantação de ações que visem o atendimento às metas estabelecidas, redução de custos e aumento da eficácia e eficiência do processo. De início tornou-se relevante à revisão bibliográfica para uma visão ampla sobre o assunto, a metodologia de trabalho foi baseada no ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act) para verificar todas as possíveis causas e para definir o melhor método para controle de estoque. A princípio se fez a identificação do problema da empresa com uma definição clara e com base no seu histórico. Posteriormente, iniciou-se a obtenção dos dados que se fez por meio da avaliação dos insumos, dos fornecedores, das quantidades em estoque, da demanda e do lead time de entrega de cada fornecedor. Subsequente, foram analisadas as causas e definido as mais prováveis e, com isso, foi possível elaborar o plano de ação para bloquear as causas fundamentais. Após a execução do plano foram verificados os resultados e realizada a padronização.

**Palavras-chave:** Gestão de Estoque; Metas; PDCA.

## 1. INTRODUÇÃO

As dificuldades econômicas muitas vezes encontradas no cenário brasileiro motivam as empresas na busca de maior eficiência na condução de seus negócios. No entanto, empresas de vários setores se mostram despreparadas quanto a isso, despreparo esse causado em grande parte pela falta de planejamento, comparativos e indicadores, capazes de pautar com maior segurança e precisão na execução de suas atividades. Atualmente, devido à grande competitividade no mercado empresarial a busca por ferramentas que visam satisfação do cliente, a redução de custo e o aumento da qualidade, tem sido constante e crescente. Diante desse cenário, a gestão de estoque se torna essencial para o aprimoramento das atividades da empresa.

Com relação a estrutura da empresa o almoxarifado foi considerado por muito tempo como o “pior setor da empresa”, pois era um depósito onde tudo era acumulado sem organização, com muita sujeira e destinado a colaboradores sem qualificação ou com problemas físicos (OLIVEIRA; GOMES; ALMEIDA, 2017). No entanto, com o decorrer do tempo, observou-se sua fundamental importância na organização, sendo definido por Ferreira et al. (2016) como o responsável pelo recebimento, armazenamento e distribuição de materiais.

Os estoques são hoje parte inerente a toda e qualquer empresa, independente do seu ramo de atuação, tem-se registros de sua presença desde os tempos antigos, quando o homem teve necessidade de estocar vários produtos, por causa das guerras, para sua sobrevivência. Hoje devido a sua importância e relevância tem sido foco de muitos estudos.

O almoxarifado segundo Paoleschi (2009) vem sendo um local muito valorizado, pois, as empresas entenderam que é onde ficam guardados os materiais que respondem em média por cinquenta por cento do patrimônio da empresa, por isso deve ser muito bem planejado e administrado para que seus custos sejam os menores possíveis. É de suma importância a correta utilização dos meios como colocar os produtos certos no lugar certo, no momento certo, e nas condições desejadas, dando ao mesmo tempo a melhor contribuição possível para a empresa (BALLOU, 2006).

É importante ressaltar que os vários itens de um estoque demandam diferenças quanto a sua gestão, ou seja, materiais com alta movimentação de valor geralmente necessitam de um controle mais cuidadoso, enquanto os de baixa movimentação não necessitam um controle tão rigoroso (SLACK et al., 2002, apud AMORIM 2016).

O controle de estoques segundo Ballou (2010) exerce influência muito grande na rentabilidade da empresa e se torna necessário aumentar a rotatividade do estoque para auxiliar na liberação de ativos. Além disso, Amorim (2016) afirma que o acúmulo de estoque acarreta altos custos para as organizações, falta de tempo na resposta ao mercado e risco dos produtos tornarem-se obsoletos. Silva e Moraes (2015) que apesar dos estoques gerarem custos, trabalhar sem os mesmos se torna um grande desafio, portanto, a implantação de uma gestão de estoque adequada é de fundamental relevância para o desempenho geral de uma organização.

A gestão de estoques é uma prática que quando realizada de maneira eficiente, proporciona grandes mudanças no capital da empresa, já que o estoque significa insumos sem rotatividade, ou seja, o dinheiro fica retido no investimento da mercadoria (AMORIM, 2016). As organizações necessitam de indicadores com diferentes características de ambiente e desempenho organizacional para atingir a eficiência e eficácia, por isso o controle eficaz dos processos torna-se cada vez mais evidente e necessário (PINTO; SENA; SOARES, 2013).

A organização e a gestão do estoque, de acordo com Oliveira, Gomes e Almeida (2017) aliadas a ações de melhoria dentro do próprio setor, são atividades que alavancam a redução de custos.

A previsão da demanda, segundo Ballou (2006) é uma das atividades mais importantes para uma empresa, pois ela identifica fatores que influenciam diretamente as vendas. É necessário verificar seus erros de precisão, para que seja possível escolher o modelo mais adequado à realidade da empresa (COUTO et al., 2016). Fazer uma previsão eficiente se torna fator indispensável e, conforme Silva (2015), sua função é estimar a demanda para um período específico, iniciar o processo de licitação em data hábil, de maneira que o estoque seja reabastecido sem prejuízo quando requisitado.

Na gestão de estoques existem técnicas para prever o consumo (demanda) do estoque e ajudar na hora de realizar a compra para repô-lo (SILVA; LIMA, 2015). A principal finalidade dessa previsão é melhorar os investimentos em estoques, já que os custos que a empresa possui para funcionar se concentram no

capital empregado em mercadorias ou em produtos que estão sujeitos à degradação, depreciação ou vencimento.

Por meio de uma correta gestão de estoque segundo Vasconcelos (2016) é possível alcançar benefícios relacionados à redução de custos e materiais disponíveis quando são requeridos. Além de conseguir evitar problemas relacionados à: elevados níveis de estoques de itens que possuem pouco consumo, estoques baixos de itens que possuem grande consumo, falha relacionada ao ponto ideal de ressuprimento, compras acima da necessidade, itens que não tem necessidade de se manter em estoque, entre outros.

É difícil apontar o número exato de estoque que uma organização necessita para atender suas necessidades. “Os críticos consideram os estoques, por exemplo, desperdício, pois absorvem capital que teria utilização mais rentável se destinado a incrementar a produtividade e a competitividade” (BALLOU, 2006).

Diante do exposto, o presente estudo acompanhou o indicador “Dias em estoque” de um Almoarifado com o objetivo de aprimorar a gestão de estoque. O estudo de caso foi embasado pelo ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act), o qual teve como principal objetivo a implantação de ações que visem o atendimento às metas estabelecidas, redução de custos e aumento da eficácia e eficiência do processo em questão.

Justifica-se por colaborar com a difusão do tema Gestão de Estoque, propiciando o conhecimento das ferramentas disponíveis para aplicação e conseqüentemente a aplicação da ferramenta na organização e proporcionando benefícios para a organização por meio do aprimoramento de suas atividades.

Para início do artigo se fez necessário a revisão de literatura visando aprofundar o conhecimento sobre o tema. Sequencialmente, o desenvolvimento foi dividido em fases para a realização da pesquisa, na qual tornou-se as etapas do ciclo PDCA claras e bem definidas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O presente estudo foi realizado em uma indústria do ramo alimentício, especificamente em um abatedouro de aves, onde foi avaliado e analisado a gestão de estoque do almoarifado da fábrica e seus indicadores. O estudo objetivou averiguar o não atingimento das metas propostas, como também, expor planos de ação para seu cumprimento. A metodologia teve como base o estudo de caso, que segundo Yin (1981, p. 23), “refere-se a um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre fenômeno e contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência” (PINTO; SENA; SOARES, 2013).

O estudo de caso possui uma estrutura (Figura 1) que foi seguida para o desenvolvimento da metodologia.

Definição de uma Estrutura Conceitual-Teórica: pesquisar em literatura científica a respeito do almoarifado e gestão de estoques para embasar a realização e argumentação do estudo;

Planejar o caso: escolher a empresa, no caso um abatedouro de aves de grande porte com sede em Passos – MG. Levantar hipóteses para verificar o que vem ocasionando excesso de estoque. Portanto, faz-se necessário a realização de aprofundado estudo sobre a questão, a fim de obter um plano de ação válido sobre as verdadeiras causas desse problema. A coleta de dados será feita in loco e terá como base os dados, observações e relatos documentados no histórico do setor. As novas observações a serem feitas serão transcritas para o papel, para que haja um maior controle das informações.

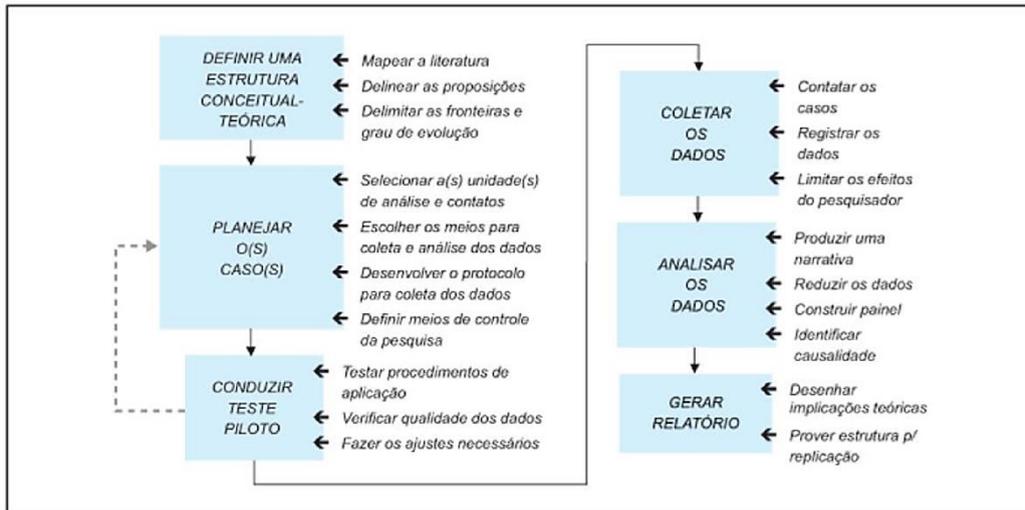
Conduzir teste piloto: aplicar os métodos de coleta de dados e verificar se os dados coletados serão suficientes para extrair as informações necessárias para se atingir o objetivo da pesquisa, ou seja, constatar se através dos dados obtidos será possível identificar os gargalos que geram o acúmulo de estoque. Como também, buscar as convergências e divergências nos dados esclarecendo as situações reais vivenciadas. Caso esteja tudo dentro do esperado, com dados verídicos e suficientes para responder a situação analisada, deve-se prosseguir para o próximo tópico que será a coleta definitiva dos dados, caso contrário, deve-se voltar ao planejamento dos casos e fazer os ajustes necessários para que possa prosseguir, passando novamente pelo teste piloto e posteriormente para a coleta de dados;

Coletar os dados: constatar se os dados obtidos e revistos estão de acordo com aquilo que será observado e transcrito, se todos estão em conformidade ou se precisa de alteração. Estando tudo analisado e aprovado, o próximo passo será registrar os dados oficialmente;

Analisar os dados: construção de uma narrativa do caso observado contendo todas as informações obtidas, e também, direcioná-las para a conclusão do objetivo estabelecido. Será montado uma tabela com o intuito

de redução dos dados coletados, ou seja, a tabela estará expondo somente os pontos relevantes, como por exemplo, os verdadeiros ou os mais prováveis motivos para o não atingimento da meta proposta; VI. Gerar relatório: por fim gerar o relatório final, transcrevendo de forma clara as conclusões adquiridas e, dessa forma, terá condições de traçar um plano de ação direto e coerente para tratar de tal anomalia apresentada.

Figura 1: Condução do Estudo de Caso.



Fonte: Miguel (2007).

A execução das atividades desenvolvidas seguiu as etapas do estudo de caso embasadas pelo ciclo PDCA (Plan – Do – Check - Act):

Plan: Identificação do problema; Observação; análise das causas; Escolha das causas mais prováveis; Plano de ação;

Do: Execução do plano;

Check: Verificação;

Act: Padronização; Conclusão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa se baseou na avaliação da implantação de ações para aprimoramento da gestão de estoque na organização estudada, na qual observava-se reduções significativas no indicador do almoxarifado em relação a meta. Estas reduções geram problemas na gestão de estoques e, para avaliar as possíveis hipóteses, fez-se necessária a realização de um estudo aprofundado sobre a questão, a fim de obter uma conclusão válida sobre as causas desse problema. De início tornou-se relevante a revisão bibliográfica para uma visão ampla sobre o assunto, além de solidificar a base que sustenta o estudo.

Foi rodado o ciclo PDCA (Plan – Do – Check – Act) para verificar todas as possíveis causas e para definir o melhor método para controle de estoque. A princípio se fez a identificação do problema (Plan) dessa empresa com uma definição clara e com base no seu histórico.

Posteriormente, iniciou-se a coleta de dados (Do) a partir de aquisição de informações, realizada no período de análise com duração de dois meses. Foram realizadas também entrevistas não-estruturadas com o gestor, a respeito de informações sobre fornecedores e do processo produtivo. A obtenção dos dados se fez por meio da avaliação dos insumos, dos fornecedores, das quantidades em estoque, da demanda e do lead time de entrega de cada fornecedor.

Subsequente foi analisado as causas e escolhido/definido as causas mais prováveis e, com isso, tornou-se possível planejar as ações para bloquear as causas fundamentais (Check). Após, iniciou-se à execução do plano colocando as ações em andamento conforme o planejado (Act).

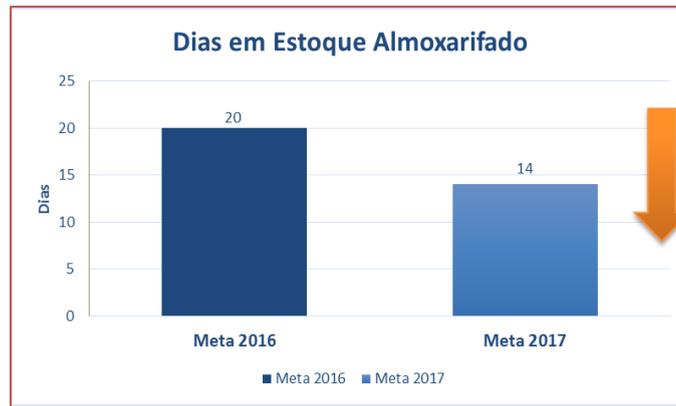
### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA (PLAN)

Devido a não conformidades na gestão de estoques, notou-se que o problema era oriundo de reduções significativas no indicador “Dias em Estoque do Almoarifado”. O mesmo encontrava-se fora da meta desde janeiro (Meta 14 dias; Real 16,26 dias) e, conseqüentemente, causava impacto direto no giro de caixa e nos custos. Tal indicador pode ser calculado conforme a equação 1:

$$\text{Valor de estoque} / \text{Valor consumido} \times 30 \text{ dias} \quad (1)$$

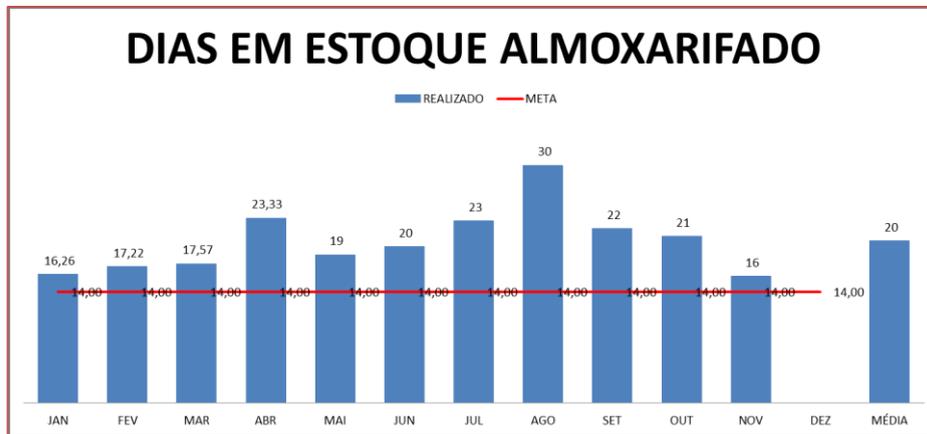
No ano de 2016 a meta proposta pelo corporativo foi de 20,68 dias, e a mesma foi atendida. Contudo, para o ano de 2017 a meta foi reduzida para 14 dias e não apresenta nenhum mês dentro da meta (Figura 2; Figura 3).

Figura 2: Comparativo das metas de 2016 e 2017 do indicador Dias Estoque.



Fonte: Autores (2018).

Figura 3: Indicador Dias em Estoque 2017.



Fonte: Autores (2018).

### 3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada durante o período de dois meses, em que foi observado a demanda dos materiais, a periodicidade, os fornecedores e o lead time das entregas. Feita a coleta dos dados, foi realizada a sistematização das informações para a obtenção dos resultados com destaque para a:

Dificuldade de gerir estoques com diferentes lead times de entrega;

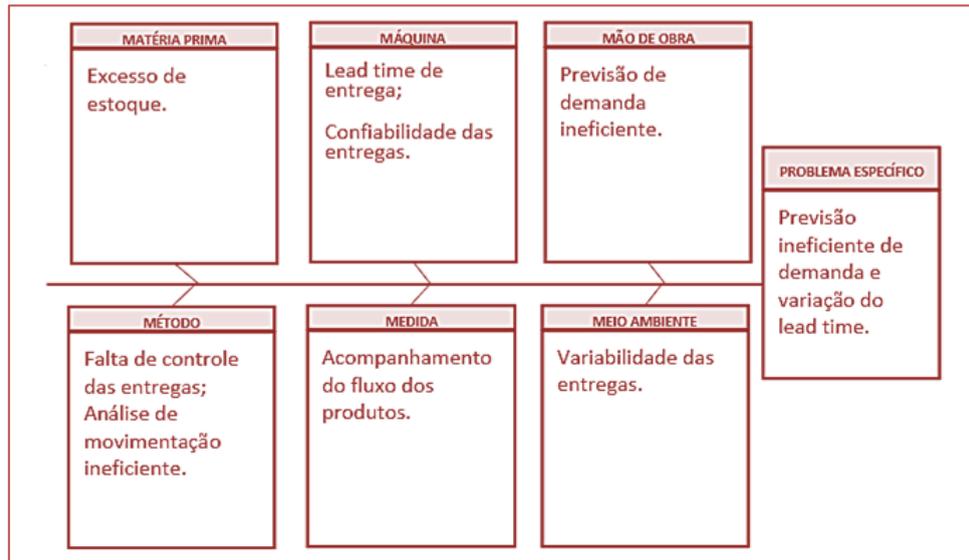
Má análise da movimentação de cada item (manutenção de mínimo e máximo em estoque) ocasionando acúmulo de materiais;

Descontrole na gestão de compra referente a fábrica de rações.

### 3.3 ANÁLISE DAS CAUSAS E ESCOLHA DAS MAIS PROVÁVEIS

O diagrama espinha de peixe (Figura 4) ou diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito foi utilizado como uma forma de evidenciar as causas e razões possíveis que fazem com que um problema ocorra (SILVEIRA, 2016). Também utilizou-se o teste dos porquês para ressaltar as causas prováveis e encontrar a causa raiz.

Figura 4: Diagrama Espinha de Peixe.



Fonte: Autor (2017)

Silveira (2016) enfatiza que as causas do problema podem ser classificadas em 6 tipos diferentes que afetam o processo:

- Método: método utilizado para executar o trabalho ou um procedimento.
- Matéria-prima: matéria prima utilizada no trabalho que pode ser a causa de problemas;
- Mão de Obra: pressa, imprudência ou mesmo a falta de qualificação da mão de obra podem ser a causa de muitos problemas;
- Máquinas: muitos problemas são derivados falhas de máquinas ou até mesmo de entregas oriundas de transporte (caminhão);
- Medida: qualquer decisão tomada anteriormente pode alterar o processo e ser a causa do problema;
- Meio Ambiente: O ambiente pode favorecer a ocorrência de problemas, está relacionada neste contexto a poluição, poeira, calor, falta de espaço, etc.

Posteriormente a técnica “teste dos porquês” foi usada como auxílio na identificação da causa fundamental (causa raiz) do problema. Na qual, consiste em perguntar, no mínimo 5 vezes, por que um determinado efeito ocorre (problema). Para cada resposta (motivo), devemos perguntar o respectivo “por que” e assim sucessivamente. O Resultado final é causa fundamental do problema (PESSOA, 2017).

Excesso de estoque no almoxarifado. Por quê? O valor de estoque está maior que o consumido. Por quê? Comprou quantidades maiores do que precisou. Por quê? Alta variação do lead time de entrega. Por quê? Nos força a ter um grande volume de itens em estoque. Por quê? Para conseguirmos suprir a unidade durante este tempo.

Excesso de estoque no almoxarifado. Por quê? O valor de estoque está maior que o consumido. Por quê? Comprou quantidades maiores do que precisou. Por quê? Descontrole nas compras da fábrica de ração. Por quê? Não era feita análise antes das compras. Por quê? As compras eram feitas sem critérios. Por quê? Não havia gestão de compras.

Excesso de estoque no almoxarifado. Por quê? Valor de estoque está maior que o consumido. Por quê? Comprou quantidades maiores do que precisou. Por quê? Má previsão de demanda. Por quê? Análise ineficaz da movimentação de cada item. Por quê? Variabilidade de demanda.

Após as técnicas aplicadas tornou-se possível escolher e identificar as causas prováveis em relação ao problema (Quadro 1).

Em consequência, a causa fundamental (raiz) foi evidenciada e, o próximo passo foi fazer sua tratativa, ou seja, elaborar um plano de ação para a respectiva causa buscando a padronização e solução para o problema identificado.

Quadro 1: Causas Prováveis. Fonte: Autores (2018).

Hipótese	Julgamento	Conclusão
Lead time de entregas	Muito Provável	Uma transportadora com um lead time de 15 dias, nos força a ter um grande volume de itens em estoque para conseguirmos suprir a unidade durante este tempo.
Manutenção de mínimo e máximo em estoque	Muito Provável	Análise ineficaz da movimentação de cada item em estoque.
Falta de gestão de estoque na fábrica de rações	Muito Provável	Não tinha controle na gestão de compra, não era feito análise antes das compras e as compras eram feitas sem critérios o que gerava um estoque alto e sem movimentação.
Variabilidade de demanda	Muito Provável	A previsão de demanda deve estar de acordo com a realidade.

### 3.4 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Após evidenciadas as causas fundamentais foi possível definir um plano com ações (Quadro 2) para bloquear as mesmas, por meio de estratégias: qual é a melhor ação, mais rápida, de menor custo? O plano de ação é elaborado para resolver o problema.

Quadro 2 – Plano de Ação. Fonte: Autores (2018).

O QUE?	QUEM?	COMO?	QUANDO?	
			Prev.	Real.
Implantação de gestão de estoque na fábrica de rações	Almoxarife	Implantando e controlando a gestão de compra, através de análises antes das compras para que não sejam feitas sem critérios.	01/08/17	01/08/17
Desenvolver transportador com lead time de 72 horas	Supervisor	Trocando a transportadora com lead time de entrega de 15 dias por novos com lead time de 72 horas e 24 horas.	01/08/17	01/08/17
Inclusão de itens em estoque somente com comprovação de necessidade	Supervisor	Incluindo itens somente quando for comprovado que a falta do mesmo pode comprometer a produção.	01/08/17	Constante
Manutenção de mínimo e máximo em estoque	Almoxarife	Fazendo uma previsão de demanda clara, bem definida através de dados e de acordo com a realidade. Num giro de 180 dias.	01/08/17	Constante

### 3.5 EXECUÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

De posse das ações planejadas foi preciso executá-las, ou seja, envolver e treinar os envolvidos/participantes do plano colocando-o em prática. Todas as ações foram executadas conforme o planejado, começando pela implantação da gestão de estoque na outra filial com finalidade de controlar as compras que eram feitas sem critérios. Os almoxarifes com o apoio de seu superior, durante o mês de agosto, redobram a atenção na fábrica e obtiveram resultados notáveis e relevantes em relação ao controle dos itens que eram comprados, muita das vezes sem necessidade.

Em contrapartida, as outras ações foram implantadas simultaneamente, o supervisor trocou a transportadora que apresentava lead time de 15 dias por outra de lead time de 3 dias e, manteve o mesmo padrão de qualidade nas entregas. Foi determinado que a inclusão de itens no estoque seria somente com comprovação de necessidade, ou seja, somente itens que possam parar ou prejudicar a produção/processo podem ser acrescentados, como também, foi definida a manutenção de mínimo e máximo por meio da previsão da demanda clara e bem definida, através de dados reais, num giro de 180 dias. Vale ressaltar que esses últimos parâmetros serão mantidos como padrões e, devem estar em constante acompanhamento, gerando o melhor controle e gestão de estoque.

Subsequente, tornou-se possível observar uma evolução significativa nos resultados, ou seja, a meta está próxima de ser alcançada. A projeção para os próximos meses é animadora e reflete o quão fundamental é acompanhar/observar os indicadores. Diante do exposto e como sugestão para novas pesquisas, é necessário monitorar os demais indicadores, como exemplo, o indicador de Custo, já que o mesmo pode interferir em vários aspectos organizacionais.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura teve como objetivo aprofundar o conhecimento sobre o tema, questões sobre gestão do estoque, controle do estoque, técnicas e ferramentas. Subsequente tornou-se possível rodar/executar o ciclo PDCA (Plan - Do - Check - Act) que inicia pela identificação do problema, na qual foi definido e reconhecido sua importância. Em seguida, foi observado a empresa e coletado os dados necessários podendo assim, dividir o problema em partes menores.

Por meio do diagrama “espinha de peixe” pode-se analisar as causas e entender o porquê do problema estar acontecendo, juntamente foi utilizado o Teste dos Porquês para a escolha das causas mais prováveis e encontrar a causa raiz. Após planejou-se as ações para bloquear as causas fundamentais. De posse das ações a execução do plano iniciou e, para a verificação, foi coletado os resultados obtidos para comparar o antes e depois.

Por fim listou-se os padrões que necessitavam ser implementados, e notou-se uma evolução significativa em relação aos resultados obtidos. Como sequência de estudo, torna-se relevante observar outros indicadores, como forma de melhorar a Gestão de Estoque revelando outros problemas remanescentes.

#### REFERÊNCIAS

- [1] AMORIM, F. C. Implantação do controle de estoque de matéria-prima no almoxarifado de uma fábrica de móveis planejados. 2016. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.
- [2] BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- [3] BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas, 2010.
- [4] COUTO, L. F. G.; LEAO, C. A.; TANNUS, B. G. R. V. M.; CARNEIRO, M. S. A aplicação de métodos de previsão e sua influência na lucratividade de uma relojoaria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016, João Pessoa. Anais do XXXVI ENEGEP 2016.
- [5] FERREIRA, E. V.; LIMA, J. V. L. A.; AZEVEDO, P. A.; VILLAROUÇO, V. Aspectos ergonômicos do ambiente construído de um almoxarifado em empresa pública da cidade do Recife. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA APLICADA, 01, 2016, Recife. Anais do 1º CONAERG 2016.
- [6] MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Production*, v. 17, n. 1, 2007.
- [7] OLIVEIRA, A.; GOMES, M. I.; ALMEIDA, R. C. Organização e gestão do almoxarifado em empresas de pequeno porte. *Revista Inovação e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 01-06, 2017.
- [8] PAOLESCHI, Bruno. Almoxarifado e gestão de estoques. São Paulo: Érica, 2009. Biblioteca USCS, 226p., 2009.
- [9] PESSOA, G. A. Ferramentas de Gestão da Qualidade - Teste dos Porquês. In: Scribd. 2017.
- [10] PINTO, L. A.; SENA, D. C.; SOARES, C. A. Gestão estratégica - Um estudo de caso sobre a utilização da metodologia BSC em uma empresa do estado de São Paulo. *Revista Interatividade*, v. 1, n. 2, p. 48-62, 2013.

- [11] SILVA, A. P.; MORAES, C. A. C. A importância do layout no arranjo organizacional de uma empresa. Anais do fórum de iniciação científica da FUNEC, v. 6, n. 6, 2015.
- [12] SILVA, J. N. A.; LIMA, J. C. S. Gestão de Materiais: Almoarifado Hospitalar. UNISUAM Publicações, v. 5, n. 4, p. 35-45, 2015.
- [13] SILVA, J. R. A gestão do conhecimento nos processos do departamento de almoarifado da UFSCAR. 2015. 78f. Dissertação (Pós-Graduação em Gestão de Organizações e Sistemas Públicos) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
- [14] SILVEIRA, C. B. Diagrama de Ishikawa, Causa e Efeito ou Espinha de Peixe. In: Citisystems, 2016.
- [15] VASCONCELOS, I. W. A importância de práticas adequadas de gestão de estoques de materiais críticos para a produção: um estudo de caso em uma siderúrgica. 2016. 88f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.

# Capítulo 15

## *Problema de alocação de convidados de acordo com suas preferências*

*Thamires Rabelo da Costa*

*Ieda Pereira Rodrigues Evangelista*

**Resumo:** O presente artigo trata do problema de otimização da alocação de convidados conforme suas preferências (PACAP). Este problema foi pensado tomando como base um episódio de uma série chamada The Borgias, onde na ocasião de um casamento havia essa dificuldade de alocação dos convidados por questões políticas e de relacionamentos pessoais. O processo de alocação de convidados às mesas pode ser realizado de maneira manual, através de um procedimento de tentativa e erro, mas a aplicação desse método traz resultados insatisfatórios em muitos casos, além de ser um processo mais demorado, principalmente para instâncias maiores. Com a finalidade de otimizar a resolução desta problemática, construiu-se um modelo matemático para a alocação de convidados conforme suas preferências, respeitando as restrições impostas. Para testar o modelo, utilizou-se uma instância de 25 convidados em uma confraternização familiar. O modelo desenvolvido mostrou-se capaz de solucionar o problema em alguns segundos e os resultados obtidos atenderam a todas as restrições impostas.

**Palavras-chave:** Pesquisa Operacional, otimização, Alocação de Convidados.

## 1 INTRODUÇÃO

Na ocasião de datas importantes e comemorativas, como: casamentos, aniversários, formaturas e premiações, é natural a comemoração com familiares, amigos e colegas para compartilhar esses momentos. Porém, há a possibilidade de o relacionamento entre os convidados ser conflituoso, onde algum parente ou um colega do anfitrião não desejam ficar próximos da mesa um do outro. E há também aqueles que querem ficar próximos, pois possuem vínculos de amizade e/ou amorosos. O anfitrião deve-se atentar para esses aspectos para que a sua comemoração saia conforme planejado, sem conflitos.

Observando a problemática descrita, foi pensado em um problema de alocação de convidados conforme suas preferências (PACAP), com uma formulação que visa auxiliar os organizadores de eventos na alocação dos convidados, considerando que pela complexidade do problema a solução de forma manual pode ser ineficiente em função da não consideração de todas as restrições essenciais.

Assim como os problemas que foram tomados como base, o (PACAP) pertence à classe de problemas que são pelo menos tão difíceis quanto qualquer problema em NP, sendo assim, não são conhecidos algoritmos exatos capazes de resolver o problema em tempo polinomial, o que traz como decorrência um aumento exponencial do custo computacional para o tratamento do problema à medida que cresce o tamanho das instâncias.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A pesquisa operacional tenta solucionar os conflitos de interesses entre as unidades de modo que seja a melhor solução para a organização como um todo, ela tenta, frequentemente, encontrar uma melhor solução (conhecida como solução ótima) para o modelo que representa o problema considerado. Em vez de simplesmente melhorar o status quo, o objetivo é identificar o melhor caminho a percorrer (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). A pesquisa operacional pode ser aplicada em diversas áreas como manufatura, transportes, planejamento financeiro, serviços públicos e muitas outras, buscando a melhor solução para a organização como um todo. Sintetizando as fases para o estudo da pesquisa operacional, primeiramente é definido o problema é feita a coleta dos dados, para então formular um modelo matemático o qual representará o problema (HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

As técnicas de otimização são ferramentas fundamentais para a resolução de problemas referentes à alocação e distribuição de recursos. Foi tomado como alicerce problemas já existentes que são difundidos e discutidos na área de pesquisa operacional, como: programação de horários (Timetabling), alocação de salas (Classroom Assignment).

O problema de timetabling, na literatura da pesquisa operacional, consiste na alocação horária de recursos. Para Qu, Burke, McCollum, Merlot e Lee (2009) esse tipo de problema surge em diversas formas como educacional timetabling, nurse scheduling, sports timetabling, assim como transportation timetabling. Dimopoulou e Miliotis (2001) definem o Course Timetabling como a alocação de um conjunto de disciplinas oferecidas pela universidade em períodos de tempo a salas de modo que, nenhum professor, aluno ou sala seja usada mais de uma vez por período e que a capacidade da sala não seja excedida.

Já o problema de alocação de salas (PAS) é parte constituinte da gama de problemas de Programação de Horários Escolares (School Timetabling), Nascimento et al. (2006). De acordo com Subramanian e Medeiros, (2006) no (PAS) considera-se que a grade horária das diversas disciplinas - com o começo e o término de cada uma de suas aulas - e a alocação de professores são predefinidos, portanto o problema restringe-se apenas a alocar salas de aulas para estas disciplinas. O problema de alocação de salas é um problema clássico de otimização combinatória pertencente à classe NP-Difícil (EVEN & SHAMIR, 1976; CARTER & TOVEY, 1992), em que a determinação da solução ótima do problema, em um período de tempo aceitável, não é uma tarefa simples. Para Müller (1993, p.8) um problema de otimização NP-difícil “sugere que não é sempre possível encontrar a solução ótima de uma maneira rápida, entretanto, ainda é possível o uso de algoritmos aproximados”.

O presente trabalho foi embasado em assuntos semelhantes ao que está em discussão neste artigo. Pois, apesar de várias pesquisas feitas pelos autores deste trabalho, não se tornou possível localizar referências bibliográficas similares à descrita nesta obra.

### 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu após as autoras do presente artigo terem assistido um episódio da série “The Borgias”, no qual numa das cenas deste episódio, o personagem Rodrigo Bórgia (Papa Alexandre VI) estava organizando os locais em que cada representante real sentaria na igreja para ver o casamento de sua filha, no qual ele pretendia organizar os melhores locais para os líderes mais importantes para ele no sentido de aliança política, bem como evitar que alguns deste representantes sentassem próximos uns dos outros para que não ocorresse uma aliança entre eles, que porventura, poderia trazer prejuízos políticos para ele. Com isso, após algumas pesquisas, constatou-se que a problemática no tocante à dificuldade em que os anfitriões e organizadores de eventos possuem em alocar os convidados às mesas é real, gerando assim a definição da problemática a ser resolvida.

A coleta dos dados foi realizada através de uma confraternização familiar e as listagens das relações interpessoais de cada convidado foram fornecidas pelo anfitrião do evento. Em seguida foi desenvolvido o modelo matemático para resolver o problema em questão e construiu-se uma matriz indicando o nível das preferências de cada convidado, bem como uma matriz identificando as adjacências entre as mesas disponíveis no layout do local onde o evento fora realizado.

O modelo foi implementado no software UFFLP em interface com o Excel versão 2013, em um notebook Inspiron I14-3442-A10, Intel® Core™ i3-4005U 1.7 GHz, 4Gb de memória RAM, 1Tb, Led 14 W8.1, da marca Dell.

### 4 MODELO PROPOSTO

O modelo tem por objetivo minimizar o número de convidados que querem ficar juntos estarem em mesas separadas, garantindo que ao menos um par de convidados que querem ficar juntos estejam na mesma mesa. Além da matriz de preferências dos convidados, outro ponto levado em consideração para a solução do problema foi a matriz das mesas adjacentes. Lembrando que outros fatores importantes como, se os convidados estarão presentes no evento não foram levados em consideração. O modelo apresentado possui seis tipos de restrições, que serão descritas na formulação matemática.

#### 4.1 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

##### Notação

Conjuntos

$C$  Conjunto de convidados

$M$  Conjunto de Mesas

$M_K$  Subconjunto de mesas adjacentes a  $k \in M$ , incluindo  $k$

Dados de entrada

$Q_k$  Capacidade da mesa  $k \in M$

$P_{ij}$  Matriz de preferência entre  $i, j \in C$

Variáveis de decisão

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{se } i \in C \text{ está em } k \in M \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } i \in C \text{ e } j \in C \text{ não estão na mesma mesa} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

##### Modelo

$$\min \sum_{i \in C} \sum_{\substack{j \in C \\ P_{ij}=1}} w_{ij} \quad (1)$$

**Sujeito a:**

$$\sum_{k \in M} y_{ik} = 1, \quad \forall i \in C \quad (2)$$

$$y_{ik} = y_{jk}, \quad \forall i, j \in C | P_{ij} = 2, \forall k \in M \quad (3)$$

$$y_{ik} + \sum_{l \in M_k} y_{jl} \leq 1, \quad \forall i, j \in C | P_{ij} = -2, \forall k \in M \quad (4)$$

$$y_{ik} + y_{jk} \leq 1, \quad \forall i, j \in C | P_{ij} = -1, \forall k \in M \quad (5)$$

$$\sum_{i \in C} y_{ik} \leq Q, \quad \forall k \in M \quad (6)$$

$$w_{ij} \geq |y_{ik} - y_{jk}|, \quad \forall i, j \in C | P_{ij} = 1, \forall k \in M \quad (7)$$

$$y_{ik} \in \{0,1\}, \quad \forall i \in C, \forall k \in M \quad (8)$$

$$w_{ij} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \in C \quad (9)$$

A função objetivo (1) minimiza a ocorrência de convidados que querem ficar juntos ( $P_{ij} = 1$ ) que eles estejam em mesas separadas. As restrições (2) obrigam que um convidado tem que estar em uma mesa. As restrições (3) obrigam que, para todo par de convidados que tem que ficar juntos ( $P_{ij} = 2$ ) eles têm que está na mesma mesa. As restrições (4) restringem, para todo ( $P_{ij} = -2$ ) que se o convidado (i) estiver em uma mesa, o convidado (j) não poderá está nas mesas adjacentes. As restrições (5) restringem que, para todo ( $P_{ij} = -1$ ), se o convidado (i) estiver na mesa o convidado (j) não poderá estar. As restrições (6) obrigam que o número de convidados para cada mesa não deverá ultrapassar a sua capacidade. As restrições (7) relacionam as duas variáveis em consideração. As restrições (8) e (9) decidem a natureza das variáveis.

#### 4.3 DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE PREFERÊNCIAS DOS CONVIDADOS

As preferências dos convidados, foram definidas em cinco níveis para o problema em questão, sendo eles descritos na Tabela 1.

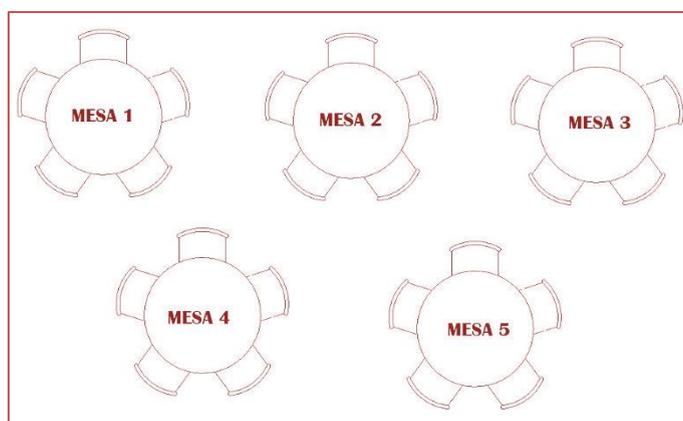
Tabela 1 - Níveis de preferências

Preferência	Descrição da preferência
-2	<b>Não quer ficar na mesma mesa nem na mesa adjacente</b>
-1	<b>Não quer ficar na mesma mesa</b>
0	<b>Indiferente</b>
1	<b>Quer ficar na mesma mesa</b>
2	<b>Tem que ficar na mesma mesa</b>

Fonte: Autores (2018)

Na resolução do problema foi utilizada uma instância formada de 25 convidados e um total de 5 mesas, sendo que cada mesa possui uma capacidade máxima de 5 convidados. O layout das mesas pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Layout das mesas



Fonte: Autores (2018)

Na tabela 2 abaixo contém a matriz de adjacência das mesas, onde o 1 representa adjacência e o 0 não adjacência, como por exemplo: a mesa 1 é adjacente à mesa 2 e 4; a mesa 2 é adjacente a todas as mesas e assim sucessivamente, como pode ser observado abaixo:

Tabela 2 – Matriz de mesas adjacentes

Mesas adjacentes	1	2	3	4	5
1	1	1	0	1	0
2	1	1	1	1	1
3	0	1	1	0	1
4	1	1	0	1	1
5	0	1	1	1	1

Fonte: Autores (2018)

As preferências de cada convidado podem ser visualizadas na Figura 2, através da matriz de preferências, utilizando os níveis descritos na Tabela 1 no tópico anterior. A matriz é composta da preferência de cada convidado em relação aos outros convidados, como pode ser observado na figura abaixo:

Figura 2 - Matriz de preferências

Lista de Convidados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Convidado 1		-1	0	0	0	-2	1	1	0	1	0	0	1	-1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Convidado 2	-1		0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
Convidado 3	0	0		1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Convidado 4	0	0	1		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Convidado 5	0	0	1	1		0	0	0	0	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Convidado 6	-2	1	0	0	0		0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Convidado 7	1	0	0	0	0	0		-1	0	1	0	0	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Convidado 8	1	1	0	0	0	1	-1		0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Convidado 9	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0
Convidado 10	1	0	0	0	1	0	1	0	1		0	1	1	0	0	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Convidado 11	0	0	1	1	-1	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	-1
Convidado 12	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0		1	0	0	0	1	0	0	-2	1	0	1	0	1
Convidado 13	1	1	0	0	0	1	-1	1	0	1	0	1		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Convidado 14	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Convidado 15	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1		0	-1	1	0	2	0	0	0	0	0
Convidado 16	0	1	0	0	0	1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0		0	-1	1	0	0	0	0	0	0
Convidado 17	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0		0	-1	0	0	0	0	1	0
Convidado 18	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	-1	0		0	1	0	0	-1	0	0
Convidado 19	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0		0	0	0	1	0	1
Convidado 20	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	-2	0	0	2	0	0	1	0		0	0	0	1	0
Convidado 21	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
Convidado 22	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
Convidado 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	1	0	0		0	1	1
Convidado 24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0		1	1
Convidado 25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		1	1

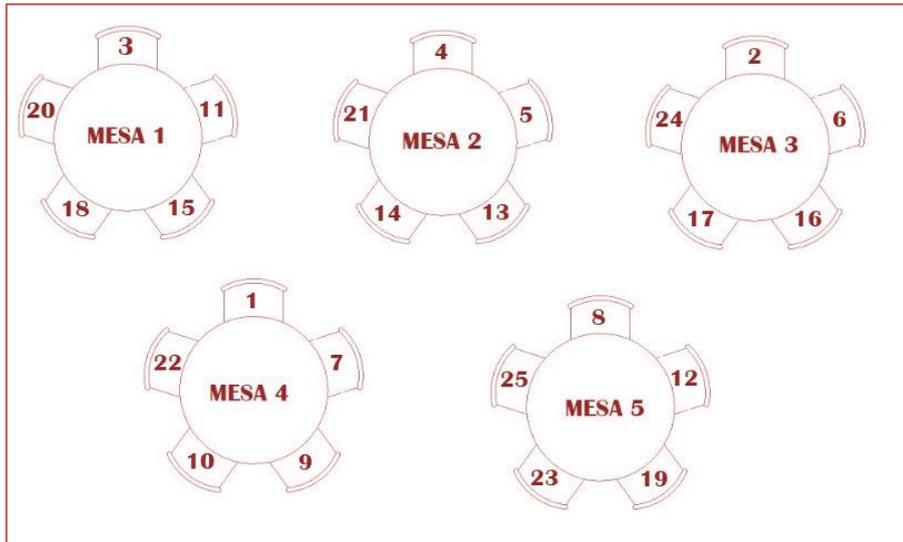
Fonte: Autores (2018)

## 5 DISCUSSÃO

O modelo, contendo 25 variáveis e 80 restrições, possuiu um tempo médio de processamento de aproximadamente 4 segundos. A partir da solução, verificamos que todas as restrições impostas no modelo foram satisfeitas. Os convidados 15 e 20; 13 e 21; e o 8 e 12 que tinham que ficar juntos na mesma mesa foram alocados corretamente, do mesmo modo que os convidados 1 e 6; e 2 e 20 que não queriam ficar na mesma mesa e nem na mesa adjacente satisfazem as restrições impostas. É importante ressaltar que houveram muitos convidados que queriam ficar juntos e ficaram separados, apesar da função objetivo ser maximizar o número de convidados que querem ficar juntos estarem na mesma mesa, pois muitos deles possuíam outras preferências como: não querer ficar na mesma mesa e nem na mesa adjacente, dando assim conflito de interesses, já os convidados que possuíam apenas preferências de indiferença e de querer ficar juntos, em sua maioria ficaram com todos que possuíam desejo de ficar juntos.

Com isso pode-se perceber que se houverem muitos convidados que possuam preferências de Nível (-2) em algum momento a solução será inviável, pois não terá como atendê-los pelo fato da posição e quantidade de mesas. Na figura 3 podemos visualizar a alocação de cada convidado em sua respectiva posição.

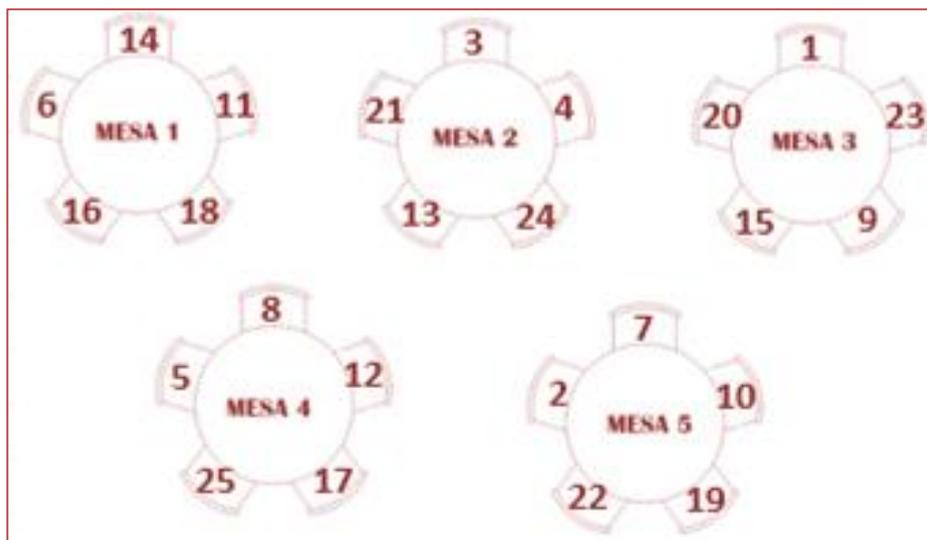
Figura 3 - Alocação dos convidados às mesas conforme suas preferências



Fonte: Autores (2018)

Pelo método da tentativa e erro, foram feitas manualmente alocações conforme as restrições, para que elas fossem satisfeitas. Por este método, a alocação de cada convidado foi feita pelas preferências mais críticas, ou seja, primeiro levou-se em consideração apenas os níveis de preferência das pessoas que não querem ficar na mesma mesa nem na mesa adjacente (nível -2) e dos convidados que devem ficar na mesma mesa (nível 2). Alocando estes convidados, foi levado em conta os outros níveis de preferências restantes. Vale ressaltar que, como o tamanho de variáveis e restrições são pequenos, tornou-se mais fácil de se obter a solução por este método atentando as preferências mais críticas. O layout da alocação dos convidados às mesa pelo método da tentativa e erro pode ser observado na Figura 4 abaixo.

Figura 4 - Alocação das mesas utilizando o método da tentativa e erro



Fonte: Autores (2018)

Nas Figuras 5 e 6, temos os resultados alcançados das restrições atendidas do Modelo Matemático e do método da Tentativa e Erro, respectivamente.

Figura 5 – Resultados alcançados através do Modelo Matemático

RESULTADOS ALCANÇADOS ATRAVÉS DO MODELO MATEMÁTICO											
Não quer ficar na mesma mesa nem na mesa adjacente (Nível -2)			Não quer ficar na mesma mesa (Nível -1)			Quer ficar na mesma mesa (Nível 1)			Tem que ficar na mesma mesa (Nível 2)		
1 convidado	6	ATENDIDO	1 convidado	2	ATENDIDO	1 Convidado	7	ATENDIDO	8 convidado	12	ATENDIDO
12 convidado	20	ATENDIDO	1 convidado	14	ATENDIDO	1 Convidado	8		11 convidado	18	ATENDIDO
			5 convidado	11	ATENDIDO	1 Convidado	10	ATENDIDO	13 convidado	21	ATENDIDO
			7 convidado	8	ATENDIDO	1 Convidado	13		15 convidado	20	ATENDIDO
			7 convidado	13	ATENDIDO	1 Convidado	17				
			7 convidado	16	ATENDIDO	1 Convidado	19				
			9 convidado	21	ATENDIDO	2 Convidado	6	ATENDIDO			
			10 convidado	16	ATENDIDO	2 Convidado	8				
			11 convidado	25	ATENDIDO	2 Convidado	13				
			14 convidado	15	ATENDIDO	2 Convidado	16	ATENDIDO			
			15 convidado	17	ATENDIDO	2 Convidado	17	ATENDIDO			
			16 convidado	18	ATENDIDO	2 Convidado	19				
			17 convidado	19	ATENDIDO	2 Convidado	24	ATENDIDO			
			18 convidado	23	ATENDIDO	2 Convidado	25				
						3 Convidado	4				
						3 Convidado	5				
						3 Convidado	11	ATENDIDO			
						3 Convidado	15	ATENDIDO			
						3 Convidado	18	ATENDIDO			
						3 Convidado	20	ATENDIDO			
						4 Convidado	5	ATENDIDO			
						4 Convidado	11				
						4 Convidado	15				
						4 Convidado	18				
						4 Convidado	20				
						5 Convidado	10				
						5 Convidado	12				
						5 Convidado	21	ATENDIDO			
						6 Convidado	8				
						6 Convidado	13				
						6 Convidado	16	ATENDIDO			
						6 Convidado	17	ATENDIDO			
						6 Convidado	19				
						7 Convidado	10	ATENDIDO			
						7 Convidado	14				
						8 Convidado	13				
						8 Convidado	19	ATENDIDO			
						9 Convidado	10	ATENDIDO			
						9 Convidado	22	ATENDIDO			
						10 Convidado	12	ATENDIDO			
						10 Convidado	13				
						10 Convidado	21				
						10 Convidado	22	ATENDIDO			
						11 Convidado	15	ATENDIDO			
						11 Convidado	20	ATENDIDO			
						12 Convidado	13				
						12 Convidado	18				
						12 Convidado	21				
						12 Convidado	23	ATENDIDO			
						12 Convidado	25	ATENDIDO			
						15 Convidado	18	ATENDIDO			
						16 Convidado	19				
						17 Convidado	24	ATENDIDO			
						18 Convidado	20	ATENDIDO			
						19 Convidado	23	ATENDIDO			
						19 Convidado	25	ATENDIDO			
						20 Convidado	24				
						23 Convidado	24				
						23 Convidado	25	ATENDIDO			
						24 Convidado	25				
<b>Somatório das restrições atendidas em cada nível de afinidade</b>											
2			14			30			4		

Fonte: Autores (2018)

Figura 6 – Resultados alcançados pela Tentativa e Erro

RESULTADOS ALCANÇADOS PELA TENTATIVA E ERRO											
Não quer ficar na mesma mesa nem na mesa adjacente (Nível -2)			Não quer ficar na mesma mesa (Nível -1)			Quer ficar na mesma mesa (Nível 1)			Tem que ficar na mesma mesa (Nível 2)		
1 convidado	6	ATENDIDO	1 convidado	2	ATENDIDO	1 Convidado	7		8 convidado	12	ATENDIDO
12 convidado	20	ATENDIDO	1 convidado	14	ATENDIDO	1 Convidado	8		11 convidado	18	ATENDIDO
			5 convidado	11	ATENDIDO	1 Convidado	10		13 convidado	21	ATENDIDO
			7 convidado	8	ATENDIDO	1 Convidado	13		15 convidado	20	ATENDIDO
			7 convidado	13	ATENDIDO	1 Convidado	17				
			7 convidado	16	ATENDIDO	1 Convidado	19				
			9 convidado	21	ATENDIDO	2 Convidado	6				
			10 convidado	16	ATENDIDO	2 Convidado	8				
			11 convidado	25	ATENDIDO	2 Convidado	13				
			14 convidado	15	ATENDIDO	2 Convidado	16				
			15 convidado	17	ATENDIDO	2 Convidado	17				
			16 convidado	18	ATENDIDO	2 Convidado	19	ATENDIDO			
			17 convidado	19	ATENDIDO	2 Convidado	24				
			18 convidado	23	ATENDIDO	2 Convidado	25				
						3 Convidado	4	ATENDIDO			
						3 Convidado	5				
						3 Convidado	11				
						3 Convidado	15				
						3 Convidado	18				
						3 Convidado	20				
						4 Convidado	5				
						4 Convidado	11				
						4 Convidado	15				
						4 Convidado	18				
						4 Convidado	20				
						5 Convidado	10				
						5 Convidado	12	ATENDIDO			
						5 Convidado	21				
						6 Convidado	8				
						6 Convidado	13				
						6 Convidado	16	ATENDIDO			
						6 Convidado	17				
						6 Convidado	19				
						7 Convidado	10	ATENDIDO			
						7 Convidado	14				
						8 Convidado	13				
						8 Convidado	19				
						9 Convidado	10				
						9 Convidado	22				
						10 Convidado	12				
						10 Convidado	13				
						10 Convidado	21				
						10 Convidado	22	ATENDIDO			
						11 Convidado	15				
						11 Convidado	20				
						12 Convidado	13				
						12 Convidado	18				
						12 Convidado	21				
						12 Convidado	23				
						12 Convidado	25	ATENDIDO			
						15 Convidado	18				
						16 Convidado	19				
						17 Convidado	24				
						18 Convidado	20				
						19 Convidado	23				
						19 Convidado	25				
						20 Convidado	24				
						23 Convidado	24				
						23 Convidado	25				
						24 Convidado	25				
<b>Somatório das restrições atendidas em cada nível de afinidade</b>											
2			14			7			4		

Fonte: Autores (2018)

Fazendo um comparativo da quantidade de restrições atendidas em cada um dos modelos, notamos que para os níveis de preferência (-2), (-1) e (2) todos as restrições foram satisfeitas nos dois modelos com o mesmo percentual de 100%, tendo em vista que as restrições para este níveis são pequenas. Já no nível (1) há um maior número de restrições atendidas no Modelo Matemático do que no método da Tentativa e Erro, isso se deu pelo fato de que o modelo matemático tenta satisfazer o máximo possível as preferências

de cada convidado, já pela tentativa e erro a pessoa foca apenas nos níveis críticos e os outros níveis não são levados muito em consideração pelo fato de demandar mais tempo e atenção.

Tabela 3 – Comparativo da quantidade de restrições atendidas no Modelo Matemático e no método da Tentativa e Erro

Nível de Preferências	Restrições por nível de preferência	Restrições atendidas (Modelo Matemático)	Restrições atendidas (Tentativa e Erro)	Percentual de restrições atendidas (Modelo Matemático)	Percentual de restrições atendidas (Tentativa e Erro)
-2	2	2	2	100%	100%
-1	14	14	14	100%	100%
1	60	30	7	50%	12%
2	4	4	4	100%	100%

Fonte: Autores (2018)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo apresentado neste artigo traz a possibilidade de evitar transtornos do método da tentativa e do erro para a alocação de convidados. Com isso, concluímos que o melhor método para a resolução deste problema é o Modelo Matemático, pois soluciona de maneira mais rápida do que o método da Tentativa e Erro, ou seja, o tempo total entre o processamento de dados e o alcance dos resultados do modelo proposto foi significativamente inferior ao método convencional. Além do que, o modelo convencional oferece uma insegurança e instabilidade. Já o modelo matemático leva em consideração o resultado mais primo possível e tenta atender a todas as restrições.

A cada tipo de evento existe a necessidade de alimentar a matriz de preferências e a matriz de mesas adjacentes, pois, o layout do local muda conforme o evento, bem como a quantidade de pessoas convidadas. Isso se faz necessário pois, o modelo pensado não leva em consideração tais situações.

Algumas adaptações podem ser realizadas neste modelo, por exemplo, pode ser adaptado para resolver problemas relacionados a formação de grupos de alunos para realização de trabalhos, no qual, as restrições podem ser o horário de cada aluno, preferência por algum colega, ser do mesmo curso, bem como formação de uma equipe de trabalho, no qual pode-se levar em consideração as habilidades de cada funcionário para uma determinada função, a função a ser exercida, entre outros aspectos.

## Agradecimentos

Gratidão a Deus, pois tudo que temos e somos devemos a Ele e para Ele são todas as coisas, a nossos pais por ser nosso alicerce, nossa base sustentadora, aos nossos amigos pelas palavras de consolo nos momentos difíceis e por serem nosso ombro amigo em todas as situações, e ao professor Dr. Anand Subramanian pelo apoio, e desenvolvimento das formulações matemáticas, como também todo o apoio no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] CARTER, M.W. & TOVEY, C.A. (1992). When Is the Classroom Assignment Problem Hard? Operations Research, 40(1), 28-39.
- [2] DIMOPOULOU, M. & MILIOTIS, P. (2001). Implementation of a university course and examination timetabling system. European Journal of Operational Research, 130, 202-213.
- [3] EVEN, S., ITAI, A. & SHAMIR, A. (1976). On the complexity of timetabling and multicommodity flow problems. SIAM Journal of Computation, 5, 691-703.

- [4] HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. Introdução à pesquisa operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- [5] MÜLLER, F. M. (1993). Algoritmos heurísticos e exatos para a resolução do problema de sequenciamento em processadores paralelos. Tese doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- [6] NASCIMENTO, A. S., SAMPAIO, R. M. e ALVARENGA, G. B. (2005). Uma aplicação de simulated annealing para o problema de alocação de salas. INFOCOMP Journal, 59-66.
- [7] QU, R., BURKE, E.K., McCOLLUM, B., MERLOT, L.T.G., & LEE, S.Y. (2009). A survey of search methodologies and automated system development for examination timetabling. Journal of Scheduling, 12(1), 55-89.
- [8] SUBRAMANIAN, A., MEDEIROS, J.M.F., CABRAL, L.A.F. & SOUZA, M.J.F. (2006). Aplicação da metaheurística Busca Tabu na resolução do Problema de Alocação de Salas do Centro de Tecnologia da UFPB. Encontro Nacional de Engenharia de Produção Fortaleza, Ceará, Brasil, 26.

# Capítulo 16

## *O Nível da equipe de P&D como fator influenciador no grau de complexidade tecnológica atribuído às subsidiárias de multinacionais no Brasil*

*Roberto Costa Moraes*

**Resumo:** Considerando a relevância das atividades de P&D nas subsidiárias de empresas multinacionais localizadas no Brasil para a capacidade tecnológica dessas organizações, este artigo tem como objetivo principal analisar a influência do nível de equipe de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no grau de complexidade tecnológica atribuído a essas subsidiárias por suas respectivas matrizes. A metodologia principal adotada na investigação foi a abordagem quantitativa, mas foi realizada também uma pesquisa qualitativa para a definição dos indicadores de mensuração da capacidade tecnológica da subsidiária. Foram coletados 90 (noventa) questionários, sendo tabulados e analisados com o auxílio do Excel. Foram encontradas evidências empíricas que sustentaram a hipótese de que o nível da equipe de P&D, como componente da capacidade tecnológica da subsidiária, influenciava de forma positiva o grau de complexidade tecnológica atribuído pela matriz à subsidiária de empresa multinacional estabelecida no Brasil.

**Palavras chave:** Equipe de P&D, Complexidade Tecnológica, Capacidade Tecnológica.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de internacionalização de empresas é elemento importante dentro do contexto da globalização dos mercados, tendo em vista que esses agentes econômicos proporcionam a movimentação de capitais ao redor do mundo, possibilitando a geração de riqueza e emprego.

Como participante desse processo de globalização, a estratégia de internacionalização das atividades produtivas e mercadológicas, por parte das empresas originárias de países desenvolvidos, ganharam projeção e importância nas decisões dessas corporações, direcionando seus investimentos também nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, antes concentrados no âmbito dos países desenvolvidos, e, nos últimos 20 (vinte) anos, sendo direcionados os esforços no sentido de alcançar, também, os mercados emergentes como China, Índia e Brasil.

Em uma pesquisa realizada por Galina et al (2013), onde os objetivos pretendiam identificar a relação entre o tipo de P&D realizada no Brasil e as razões que levaram as empresas multinacionais a localizá-las no país e a relação entre os fatores que as levaram a manter as atividades de P&D no Brasil e a inserção das subsidiárias brasileiras nas redes de desenvolvimento global de produtos das suas respectivas corporações, os fatores de atratividade foram classificados em 04 (quatro) grupos (tecnológico, mercadológico, econômico e localidade), nos quais podem ser observadas nas questões tecnológicas, os incentivos e políticas públicas favoráveis, a facilidade de importar insumos e equipamentos para a realização de pesquisa e desenvolvimento (P&D), a facilidade de parcerias com universidades e centros de pesquisa, a disponibilidade de pessoal capacitado em quantidade e a estrutura de propriedade intelectual favorável à empresa. Já na questão econômica, os autores levantam fatores como os custos de fazer P&D no Brasil, o custo da mão de obra qualificada e a rentabilidade da unidade local (GALINA ET AL., 2013).

Também os referidos autores fazem referência à questão dos custos da firma e à infraestrutura como fatores relevantes para analisar a atratividade no que se refere à tomada de decisão da matriz da empresa multinacional quanto à localização das atividades de P&D.

Lall (1992), em um trabalho seminal para a área de capacidades tecnológicas em mercados emergentes, constrói a matriz de capacidades tecnológicas, estabelecendo, com base no grau de complexidade, as capacidades tecnológicas de nível básico, intermediário e avançado.

Esta investigação adota como referência para a análise do grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D das subsidiárias de multinacionais que atuam no Brasil a matriz de capacidades tecnológicas de Lall (1992), no que se refere especificamente àqueles graus de complexidade.

Boehe (2007), ao analisar os papéis das subsidiárias brasileiras na estratégia de inovação de empresas multinacionais estrangeiras, mais especificamente na questão dos projetos de desenvolvimento de produtos, considerando a autonomia e a competição interna entre as subsidiárias, adapta a tipologia de capacidades tecnológicas de Lall (1992), classificando-as, também em básicas (baixo grau de complexidade), intermediárias (grau intermediário de complexidade) e avançadas (alto grau de complexidade)..

Figueiredo (2005), na busca por métricas mais aperfeiçoadas para a capacidade tecnológica no nível da firma, aperfeiçoando a análise de Lall (1992) e Bell & Pavitt (1995), quanto à capacidade tecnológica de firmas em ambiente de mercados emergentes e, partindo dos conceitos de aprendizagem tecnológica e acumulação de capacidade tecnológica, tendo como pano de fundo a questão da inovação industrial, estabelece um modelo descritivo no qual desenvolve 07 (sete) níveis de competências tecnológicas (dentro de determinadas funções tecnológicas e atividades relacionadas): básico, renovado, extra básico, pré-intermediário, intermediário, intermediário superior e avançado.

Assim, ainda permanece na literatura uma lacuna em relação à análise do grau de complexidade tecnológica atribuído às áreas de P&D de subsidiárias em mercados emergentes, de forma geral, e, especificamente, no caso das subsidiárias de multinacionais que operam no Brasil. Assim, em decorrência desta discussão, surge a seguinte questão de pesquisa:

Em que medida o nível da Equipe de P&D, como fator representativo da capacidade tecnológica da subsidiária, influencia na tomada de decisão quanto ao grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D, atribuído pela matriz às subsidiárias?

Esta investigação considera apenas o nível da Equipe de P&D como representante da capacidade tecnológica da subsidiária, apesar de a literatura pertinente considerar outros fatores como número de patentes, atividades de P&D, nível de desenvolvimento de produto, etc. Esta é uma limitação proposital da pesquisa.

## 2. O GRAU DE COMPLEXIDADE DAS ATIVIDADES DE P&D

Em seu artigo seminal, Lall (1992), inicialmente, relaciona o conceito de complexidade tecnológica à dificuldade e ao grau de incerteza ou de novidade da tecnologia, na clássica categorização das capacidades tecnológicas da firma, caracterizando, posteriormente, a capacidade tecnológica nacional. Em função da complexidade envolvida na realização das atividades que envolvem essas capacidades tecnológicas (investimento, produção e interações com a economia), o autor classifica-as em capacidades tecnológicas básicas, capacidades tecnológicas intermediárias e capacidades tecnológicas avançadas.

Wonglimpiyarat (2005), ao analisar a relação entre a complexidade da mudança tecnológica e a respectiva velocidade de implementação, estabelece uma métrica relativa à complexidade de mudança tecnológica separada em três estágios: caminho para desenvolver, caminho para entregar e ida ao mercado. Na fase relacionada ao caminho para desenvolver o autor considera a dificuldade científica e tecnológica na tarefa de desenvolvimento, a coordenação da rede ou interface do sistema implementado, o capital investido e a proteção por patentes (instrumentos legais). Na fase relacionada ao caminho para entregar o autor considera a distribuição do produto e a padronização, e na fase de ir ao mercado, leva em consideração o entendimento da demanda do cliente, a existência de fluxo de receitas concorrentes, as atividades de marketing, e as incertezas de mercado (WONGLIMPIYARAT, 2005). Com base nesses indicadores o autor estabelece 05 (cinco) níveis de complexidade tecnológica: complexidades mais baixas, complexidades baixas, complexidades médias, complexidades altas, e complexidades mais altas.

Vidal et al. (2011) analisa a complexidade de projetos, categorizando-a em duas vertentes: a tecnológica e a organizacional, e utiliza quatro grupos de fatores: tamanho, variedade, interdependências, e dependência em relação ao contexto. No grupo relativo à variedade, os autores consideram as modalidades de tecnologias usadas durante o projeto, a variedade de componentes do produto, a variedade de recursos manipulados, a variedade de dependências tecnológicas, e a variedade de habilidades tecnológicas necessárias. No grupo de fatores relacionados a tamanho, é considerada a largura do escopo, ou seja, o número de componentes, e o número e quantidade de recursos. No grupo de interdependências, aquelas ligadas à especificação, dependências dos processos tecnológicos, interdependências entre os componentes do produto, e interdependências de recursos e matéria prima. Por fim, no grupo relativo à dependência no contexto, os autores relacionam os indicadores de complexidade do ambiente (ambiente de relacionamento), grau de inovação tecnológica, configuração e variedade cultural, novas leis e regulamentações, demanda de criatividade, escopo para desenvolvimento, leis e regulamentações locais, configuração institucional, importância na agenda pública, e a competição.

Lall (1992), ao desenvolver uma matriz de capacidades tecnológicas apropriada aos mercados emergentes, considera 03 (três) níveis de capacidade tecnológica (básica, intermediária e avançada), segundo o grau de complexidade dessas atividades, aplicando esses níveis a diversas áreas funcionais como as atividades de engenharia de produto, no nível básico de complexidade envolvendo a engenharia reversa e pequenas adaptações às necessidades do mercado, no nível intermediário, envolvendo a melhoria na qualidade dos produtos, licenciamento e assimilação de novas tecnologias importadas de produto, e no nível avançado envolvendo a inovação interna de produto e a pesquisa básica.

Para fins desta investigação entende-se como grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D o nível de incerteza dessas atividades (Lall, 1992), aliado à profundidade de conhecimentos e competências necessários para desenvolver tais ações. No grau mais elementar o presente estudo considerou as atividades que desenvolviam suporte técnico às áreas de Marketing e Vendas, resolvendo problemas dos clientes, denominando-o de G1. No segundo grau de complexidade tecnológica foram incluídas as atividades de adaptação, customização e pequenas melhorias em produtos e processos, o qual foi denominado de G2. Na sequência, as atividades de melhorias significativas em produtos e processos, podendo ser aproveitados em outras unidades da empresa em outros países foram consideradas como o terceiro grau de complexidade tecnológica (G3). As atividades relativas ao desenvolvimento de tecnologia para realizar novos produtos dentro das famílias de produtos da empresa, podendo ser aproveitados em outras unidades da empresa em outros países foram consideradas como de grau 4(quatro) ou G4. Já, as unidades de P&D que desenvolviam tecnologia para novos produtos, criando novas famílias de produtos, podendo ser aproveitados em outras unidades da empresa em outros países foram classificadas no grau 5 (G5). Por fim, as unidades de P&D que desenvolviam pesquisa básica relacionada com as áreas de atuação da empresa, podendo gerar novas oportunidades no futuro foram categorizadas com o grau 6 (G6).

### 3. NÍVEL DA EQUIPE DE P&D

Lall (1992), ao desenvolver uma matriz de capacidades tecnológicas apropriada aos mercados emergentes, considera 03 (três) níveis de capacidade tecnológica (básica, intermediária e avançada), segundo o grau de complexidade dessas atividades, aplicando esses níveis a diversas áreas funcionais como as atividades de investimento em execução de projetos que no nível intermediário de complexidade tecnológica prevê o treinamento e recrutamento de pessoal qualificado.

Taggart (1998) ao avaliar as trajetórias tecnológicas das subsidiárias de multinacionais no Reino Unido, ao longo de um período de cinco anos, analisando os determinantes do aumento da complexidade tecnológica das atividades de P&D, utilizando variáveis de atividade, autonomia, coordenação, integração e responsividade, faz uso de indicador que trata do número de empregados da subsidiária e da decisão sobre os problemas referentes aos recursos humanos na subsidiária.

Brown e Eisenhardt (1995) analisam profundamente os fatores que contribuem para o sucesso do processo de desenvolvimento de produto e enfatizam a organização do time de trabalho do projeto de desenvolvimento do produto e o líder do referido projeto como fatores críticos para a obtenção de sucesso no processo de desenvolvimento de novos produtos.

Florida (1997) investiga a globalização da inovação e o fenômeno dos investimentos estrangeiros diretos (FDI) em pesquisa e desenvolvimento (P&D), analisando atividades de P&D em laboratórios (186) de empresas estrangeiras atuando nos Estados Unidos. O autor defende que os fatores tecnológicos são mais relevantes que os fatores mercadológicos no direcionamento desses investimentos, e advoga a importância do capital humano, representado pelo talento técnico e científico, como uma das variáveis mais significativas para explicar as suas inferências.

Chiesa et al. (2009), na busca por um desenho de um sistema de mensuração para as atividades de P&D, por meio de um estudo multicase, envolvendo empresas italianas intensivas em tecnologia, utilizam indicadores como número ou percentual de pessoas com experiência em gestão, número ou percentual de empregados em P&D, a experiência dos empregados em P&D, o número ou percentual de empregados envolvidos em definição de metas, e a capacidade de adquirir novos corpos de competências para P&D.

Makumbe et al. (2009) discutem as vantagens de localização em desenvolvimento de produtos globais, investigando junto a executivos encarregados em desenvolvimento de produtos, mais especificamente, sistemas eletromecânicos complexos, analisam a influência das variáveis como capacidade nacional, tamanho do mercado, força de trabalho de engenharia, e custo do trabalho sobre o desenvolvimento do produto no país. Os autores encontram evidências empíricas favoráveis acerca do efeito do aumento da mão de obra de engenharia no aumento do desenvolvimento de produtos no país.

Reichert et al. (2012), na busca por métricas para a capacidade tecnológica da firma consideram como componentes da capacidade tecnológica o treinamento de pessoal (LALL, 1992; BELL; PAVITT, 1995; PANDA; RAMANATHAN, 1996), a seleção e recrutamento de pessoal qualificado (LALL, 1992; BELL; PAVITT, 1995; KIM, 1999), o conhecimento e habilidades das pessoas (ARCHIBUGI; PIANTA, 1996), a média do número de empregados engenheiros e técnicos como % do total de empregados (MADANMOHAN; KUMAR; KUMAR, 2004), o percentual de empregados no P&D em relação ao total de empregados (YAM et al., 2004), o conhecimento tácito, experiência e qualificação informal, habilidades, talentos e qualificações formais das pessoas (FIGUEIREDO, 2011), o número ampliado de técnicos especializados em diferentes unidades organizacionais (FIGUEIREDO, 2011), o número ampliado de gestores treinados para a solução de problemas (FIGUEIREDO, 2011); e o número ampliado de técnicos especializados em sistemas avançados de produção (FIGUEIREDO, 2011).

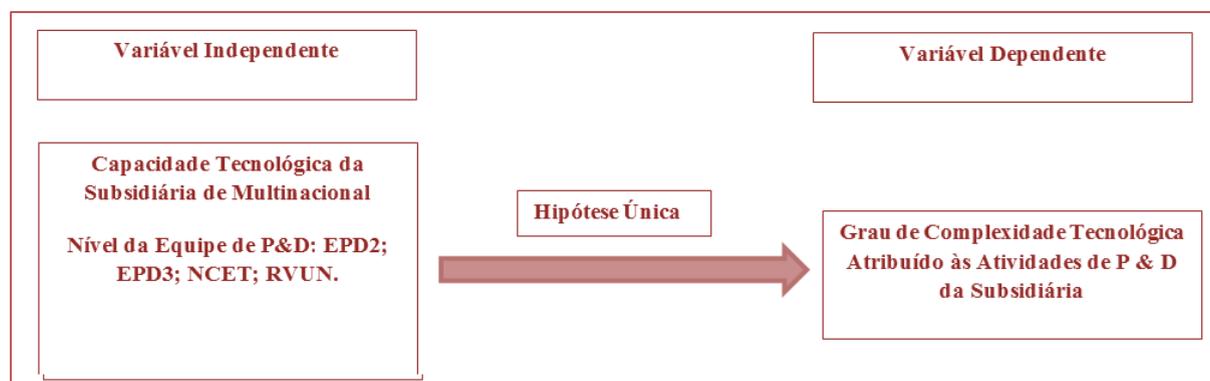
No propósito de identificar uma relação existente entre a complexidade do conteúdo tecnológico dominado pelas firmas e as capacidades tecnológicas desenvolvidas por elas, Arigony (2012) utiliza indicadores de complexidade tecnológica na produção como o número de funcionários diretamente envolvidos, e, mais, especificamente como indicadores de complexidade tecnológica de produto, o autor faz uso do número mínimo de pessoas necessárias para desenvolver um produto típico.

Desta forma, no contexto desta investigação, formula-se a seguinte hipótese:

Hipótese: O nível da Equipe de P&D tem participação significativa na composição da capacidade tecnológica quando esta influencia o grau de complexidade tecnológica atribuído pela matriz à subsidiária.

Assim, pode-se visualizar, para os propósitos do presente estudo, o seguinte modelo de pesquisa (Figura 1):

Figura 1: Modelo Teórico da Pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor

A variável nível da Equipe de P&D foi mensurada pelos seguintes indicadores: o fato de a equipe de P&D da subsidiária ter competência para assumir projetos de maior complexidade tecnológica (EPD2); o fato de a equipe de P&D da subsidiária ter habilidades interpessoais necessárias para lidar com projetos mais complexos e envolvendo equipes e culturas diferentes (EPD3); o número crescente de engenheiros e técnicos em relação ao total de empregados da subsidiária (NCET); e o reconhecimento do valor da unidade de P&D pela matriz e por outras unidades de P&D da multinacional (RVUN). Todos esses indicadores foram formados a partir de uma pesquisa de cunho qualitativo, realizada junto a especialistas da área de P&D de subsidiárias de multinacionais que operavam no território brasileiro.

#### 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente investigação quanto à natureza da pesquisa classifica-se em pesquisa aplicada, pois objetiva a utilização do conhecimento com finalidades práticas. Quanto aos objetivos, classifica-se como pesquisa descritiva, pois pretendeu descrever as características de um determinado fenômeno ou relação entre variáveis (no caso a relação entre capacidade tecnológica, representada pelo nível de equipe de P&D, e o grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D das subsidiárias de multinacionais no Brasil). Ainda, nessa questão dos objetivos, ocorreu, também, uma fase exploratória (abordagem qualitativa), tendo em vista a necessidade de o pesquisador formar o conjunto de indicadores para as variáveis dependente e independente.

O quadro abaixo mostra o perfil dos respondentes da pesquisa qualitativa que foi considerada para a formação dos indicadores de nível de desenvolvimento de produto.

Quadro 1 - Especialistas Entrevistados na Fase Qualitativa Exploratória

Especialista Nr	Cargo	Forma de Entrevista	CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas (IBGE, 2015).
01	Gerente de P&D	Via Skype	Indústrias de transformação – 20: FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS
02	Gerente de P&D	Via Skype	Indústrias de transformação – 21: FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS
03	Gerente de P&D	Presencial	Indústrias de Transformação – 304: FABRICAÇÃO DE AERONAVES.
04	Gerente de P&D	Presencial	Indústrias de Transformação – 294: FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES.
05	Gerente de P&D	Presencial	Indústrias de transformação – 20: FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS
06	Gerente de P&D	Via Skype	Indústrias de Transformação – 294: FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES.
07	Gerente de P&D	Via Skype	Indústrias de Transformação – 29: FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS.
08	Gerente de P&D	Presencial	Indústrias de Transformação – 221: FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA.
09	Gerente de P&D	Presencial	Indústrias de Transformação- 294: FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS.

Fonte: elaborado pelo autor

Os dados quantitativos foram coletados mediante a aplicação de questionário tipo survey eletrônico, com a estruturação de uma plataforma na internet, onde os respondentes eram convidados a participar, mediante o envio de um link ao e-mail do gestor.

O roteiro do questionário foi elaborado tendo como referência a literatura e, principalmente, os achados decorrentes da análise qualitativa realizada com base nos entrevistas com os especialistas da área de P&D de subsidiárias de multinacionais que operavam no Brasil. A formação das variáveis e seus indicadores surgiu a partir da análise das respostas contidas nas entrevistas semiestruturadas, em concordância com a literatura pertinente.

A escala utilizada para mensurar os indicadores relativos às variáveis independentes foi a do tipo Likert (LIKERT, 1932), com as seguintes alternativas de resposta: discordo totalmente (valor 1), discordo muito (valor 2), discordo pouco (valor 3), concordo pouco (valor 4), concordo muito (valor 5) e concordo totalmente (valor 6). Para mensurar as categorias da variável dependente (grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D) foi utilizada uma escala composta de 06 (seis) posições: Grau 1 (um), Grau 2 (dois), Grau 3 (três), Grau 4 (quatro), Grau 5 (cinco), e Grau 6 (seis).

Quanto à metodologia de amostragem, tendo em vista a impossibilidade de se definir o universo a ser pesquisado (N) e, conseqüentemente, a dificuldade para calcular o valor da amostra (n), optou-se pela utilização de uma amostra não probabilística (MATTAR, 2014). Entre outras razões para a não utilização de amostras probabilísticas, Mattar (2014) comenta que a não disponibilidade de dados sobre a população (número, listagens, etc.) impede a construção de amostras probabilísticas.

Foram reunidos 90 (noventa) questionários completos, coletados no período de janeiro a março de 2017, sendo tabulados no Excel e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do software SPSS.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No que se referia à questão do fato de a equipe de P&D da subsidiária ter competência para assumir projetos de maior complexidade tecnológica (EPD2), a análise das entrevistas realizadas junto aos especialistas da área de P&D das subsidiárias de multinacionais instaladas no Brasil apresentou um panorama totalmente favorável a esse quesito, pois todos os respondentes concordaram com sua relevância na atribuição de grau de complexidade tecnológica às atividades de P&D da subsidiária.

Tal constatação foi confirmada pelo resultado da análise descritiva da pesquisa quantitativa, quando foi observado que 89% (oitenta e nove por cento) dos respondentes concordavam (totalmente, muito ou pouco) com o fato desse indicador ser fator contribuinte para a tomada de decisão acerca do grau de complexidade tecnológica das suas atividades de P&D. De outra forma, 11% (onze por cento) dos respondentes discordavam dessa assertiva (totalmente, muito ou pouco).

Verificando ainda este indicador (EPD2) e, analisando-o sob a ótica do grau de complexidade tecnológica de cada subsidiária, observou-se que nas unidades de P&D com o grau 1 (menor nível de complexidade tecnológica), os gestores concordavam (totalmente, muito ou pouco) em 75% (setenta e cinco por cento) dos casos, e discordavam (pouco) em 25% (vinte e cinco por cento) dos casos. Já nas unidades de P&D de grau 2 (dois) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 100% (cem por cento).

Nas unidades de grau 3 (três), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 88% (oitenta e oito por cento), e de discordância (pouco) era de 12% (doze por cento). No caso das unidades de P&D de grau 4 (quatro), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 100% (cem por cento). Nas unidades de grau 5 (cinco) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 88% (oitenta e oito por cento), e de discordância (totalmente ou pouco) era de 12% (doze por cento). E no maior grau (seis) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 82% (oitenta e dois por cento), e de discordância (totalmente ou muito, em proporções iguais) era de 18% (dezoito por cento).

Assim, em todos os casos observados havia uma predominância de opiniões dos gestores no sentido de concordar com o fato de que o referido indicador contribui para a decisão de aumentar o grau em que a matriz delegava para a sua subsidiária maiores níveis de complexidade tecnológica das suas atividades de P&D.

Referente à questão do fato de a equipe de P&D da subsidiária ter habilidades interpessoais necessárias para lidar com projetos mais complexos e envolvendo equipes e culturas diferentes (EPD3), a análise das entrevistas com os especialistas mostrou que esse indicador mostrou-se muito relevante para todos os

entrevistados, o que foi comprovado na análise descritiva da pesquisa quantitativa, quando foi observado que 87% (oitenta e sete por cento) dos respondentes concordavam (totalmente, muito ou pouco) com a importância desse fator como contribuinte para a tomada de decisão acerca do grau de complexidade tecnológica das suas atividades de P&D. De outra forma, 13% (treze por cento) dos respondentes discordavam dessa assertiva (totalmente, muito ou pouco).

Ainda verificando o mesmo indicador (EPD3) e, analisando-o sob a ótica do grau de complexidade tecnológica de cada subsidiária, observou-se que nas unidades de P&D com o grau 1 (menor nível de complexidade tecnológica), os gestores concordavam (totalmente, muito ou pouco) em 75% (setenta e cinco por cento) dos casos, e discordavam (totalmente ou pouco) em 25% (vinte e cinco por cento) dos casos. Já nas unidades de P&D de grau 2 (dois) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 100% (cem por cento). Nas unidades de grau 3 (três), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 94% (noventa e quatro por cento), e de discordância (pouco) era de 6% (seis por cento). No caso das unidades de P&D de grau 4 (quatro), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 85% (oitenta e cinco por cento), e de discordância (muito ou pouco) era de 15% (quinze por cento). Nas unidades de grau 5 (cinco) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 88% (oitenta e oito por cento), e de discordância (muito ou pouco) era de 12% (doze por cento). E no maior grau (seis) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 90% (noventa por cento), e de discordância (pouco) era de 10% (dez por cento).

Assim, em todos os casos observados havia uma predominância de opiniões dos gestores no sentido de concordar com o fato de que o referido indicador contribuía para a decisão de aumentar o grau em que a matriz delegava para a sua subsidiária maiores níveis de complexidade tecnológica das suas atividades de P&D.

Quanto ao fato de o valor da unidade de P&D da subsidiária ser reconhecido pela matriz e por outras unidades de P&D da multinacional (RVUN) influenciar positivamente o grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D da subsidiária, a análise das entrevistas realizadas junto aos especialistas da área de P&D mostrou que todos os gestores consultados concordavam com essa assertiva, e na análise descritiva dos dados quantitativos observou-se que 88% (oitenta e oito por cento) dos respondentes concordavam (totalmente, muito ou pouco) com essa influência, e, de outra forma, 12% (doze por cento) dos respondentes discordavam dessa assertiva (totalmente, muito ou pouco).

Verificando ainda este indicador (RVUN) e, analisando-o sob a ótica do grau de complexidade tecnológica de cada subsidiária, observou-se que nas unidades de P&D com o grau 1 (menor nível de complexidade tecnológica), os gestores concordavam (totalmente, muito ou pouco) em 91% (noventa e um por cento) dos casos, e discordavam (pouco) em 9% (nove por cento) dos casos. Já nas unidades de P&D de grau 2 (dois) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 87% (oitenta e sete por cento), e discordavam (muito) em 13% (treze por cento) dos casos. Nas unidades de grau 3 (três), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 81% (oitenta e um por cento), e de discordância (pouco) era de 19% (dezenove por cento). No caso das unidades de P&D de grau 4 (quatro), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 95% (noventa e cinco por cento), e discordavam (pouco) em apenas 5% (cinco por cento) dos casos. Nas unidades de grau 5 (cinco) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 92% (noventa e dois por cento), e de discordância (muito ou pouco) era de apenas 8% (oito por cento). E no maior grau (seis) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 73% (setenta e três por cento), e de discordância (totalmente, muito ou pouco) era de 27% (vinte e sete por cento).

Assim, em todos os casos observados havia uma predominância de opiniões dos gestores no sentido de concordar com o fato de que o referido indicador contribuía para a decisão de aumentar o grau em que a matriz delegava para a sua subsidiária maiores níveis de complexidade tecnológica das suas atividades de P&D.

Quanto ao número crescente de engenheiros e técnicos em relação ao total de empregados da subsidiária (NCET) influenciar positivamente o grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D da subsidiária, a análise das entrevistas realizadas junto aos especialistas da área de P&D mostrou que a maioria dos gestores consultados concordava com essa assertiva, e na análise descritiva dos dados quantitativos observou-se que 73% (setenta e três por cento) dos respondentes concordavam (totalmente, muito ou pouco) com essa influência, e, de outra forma, 27% (vinte e sete por cento) dos respondentes discordavam dessa assertiva (totalmente, muito ou pouco).

Verificando ainda este indicador (NCET) e, analisando-o sob a ótica do grau de complexidade tecnológica de cada subsidiária, observou-se que nas unidades de P&D com o grau 1 (menor nível de complexidade

tecnológica), os gestores concordavam (totalmente, muito ou pouco) em 83% (oitenta e três por cento) dos casos, e discordavam (pouco) em 17% (dezessete por cento) dos casos. Já nas unidades de P&D de grau 2 (dois) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 74% (setenta e quatro por cento), e discordavam (muito ou pouco) em 26% (vinte e seis por cento) dos casos. Nas unidades de grau 3 (três), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 67% (sessenta e sete por cento), e de discordância (muito ou pouco) era de 33% (trinta e três por cento). No caso das unidades de P&D de grau 4 (quatro), o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 58% (cinquenta e oito por cento), e discordavam (pouco) em 42% (quarenta e dois por cento) dos casos. Nas unidades de grau 5 (cinco) o percentual de concordância (totalmente, muito ou pouco) era de 92% (noventa e dois por cento), e de discordância (muito ou pouco) era de apenas 8% (oito por cento). E no maior grau (seis) o percentual de concordância (totalmente ou muito) era de 55% (cinquenta e cinco por cento), e de discordância (totalmente, muito ou pouco) era de 45% (quarenta e cinco por cento).

Assim, de acordo com os resultados das análises dos indicadores de nível de equipe de P&D acima comentados, pode-se sustentar a hipótese formulada anteriormente.

Tal aceitação é coerente com o ponto de vista de diversos autores. Bell e Pavitt (1995) ressaltam a importância da qualidade dos recursos humanos locais, incluindo as habilidades do trabalhador e o número de cientistas qualificados e engenheiros, para o gerenciamento de padrões de mudança tecnológica. Os autores ressaltam que gerentes sêniores com competência tecnológica são necessários para a escolha e implantação de novas tecnologias.

Florida (1997) resalta a importância central que o acesso a capital humano, especificamente talento técnico e científico, tem para as motivações e estratégias de laboratórios de P&D no exterior, dentro do contexto da sua pesquisa envolvendo 186 (cento e oitenta e seis) laboratórios de P&D nos Estados Unidos.

Também, Brown e Eisenhardt (1995), ao analisar profundamente os fatores que contribuem para o sucesso do processo de desenvolvimento de novos produtos, enfatizam como relevantes a organização do time de trabalho do projeto, as habilidades gerenciais, e visão do líder do referido projeto, como fatores críticos para a obtenção daquele resultado.

Makumbe et al. (2009) inferem que a qualidade da força de trabalho de engenharia contribui de forma positiva no nível de desenvolvimento de produto de um país.

Também, Madanmohan et al. (2004) enfatizam o relacionamento positivo entre a disponibilidade de pessoal técnico e a habilidade da firma para desenvolver a capacidade tecnológica por meio da tecnologia importada, encontrando correlação positiva entre essas questões.

Taggart (1998), ao analisar os determinantes do aumento da complexidade tecnológica de P&D, em subsidiárias de multinacionais no Reino Unido, encontrou significância estatística na consideração de autonomia de decisão na área de recursos humanos das subsidiárias, ressaltando que o local onde as decisões sobre os recursos humanos qualificados são tomadas está positivamente associado com o aumento nos níveis de capacidade de P&D.

A questão do nível da equipe de P&D influenciar o grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D das subsidiárias vai ao encontro dos achados de Galina et al. (2013) que classificaram os fatores tecnológicos como os mais relevantes para a atratividade de P&D no país, e, no contexto desses fatores, a disponibilidade de pessoal capacitado em qualidade técnica, ou seja, competência técnica, pró-atividade, capacidade criativa e flexibilidade, foram os quesitos mais relevantes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão sobre o nível da Equipe de P&D (que levou em consideração o fato de a equipe de P&D da subsidiária ter competência para assumir projetos de maior complexidade tecnológica (EPD2); o fato de a equipe de P&D da subsidiária ter habilidades interpessoais necessárias para lidar com projetos mais complexos e envolvendo equipes e culturas diferentes (EPD3); o número crescente de engenheiros e técnicos em relação ao total de empregados da subsidiária (NCET); e o reconhecimento do valor da unidade de P&D pela matriz e por outras unidades de P&D da multinacional (RVUN)), como variável de capacidade tecnológica frente à complexidade tecnológica das atividades de P&D, demonstrou que o ponto de vista favorável dos especialistas em P&D foi confirmado pelo resultado do levantamento quantitativo em todos aqueles indicadores analisados, onde havia concordância da maioria dos respondentes quanto à relevância dos indicadores para a tomada de decisão quanto ao grau de complexidade tecnológica atribuído às subsidiárias.

Desta forma, foram encontradas evidências empíricas que sustentaram a hipótese de que o nível da equipe de P&D, como componente da capacidade tecnológica da subsidiária, influenciava de forma positiva o grau de complexidade tecnológica atribuído pela matriz à subsidiária de empresa multinacional estabelecida no Brasil.

Como sugestão para futuras pesquisas poder-se-ia investigar essa mesma relação, considerando as subsidiárias de multinacionais, no contexto dos diversos setores de atividade econômica no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- [1] AMARAL, Daniel Capaldo et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [2] ARCHIBUGI, Daniele; PIANTA, M. Measuring technological change through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), p. 451-468, 1996.
- [3] ARIGONY, José Mariano Vargas. Complexidade e capacidade tecnológica: uma análise no setor metal mecânico da indústria do Rio Grande do Sul. 2012.
- [4] BELL, Martin; PAVITT, Keith. The development of technological capabilities. *Trade, technology and international competitiveness*, v. 22, p. 69-101, 1995.
- [5] BOEHE, D. M. Os papéis de subsidiárias brasileiras na estratégia de inovação de empresas multinacionais estrangeiras. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 5-18, jan./mar.2007.
- [6] BROWN, Shona L.; EISENHARDT, Kathleen M. Product development: Past research, present findings, and future directions. *Academy of Management Review*, v. 20, n. 2, p. 343-378, 1995.
- [7] CHIESA, Vittorio et al. Performance measurement in R&D: exploring the interplay between measurement objectives, dimensions of performance and contextual factors. *R&D Management*, v. 39, n. 5, p. 487-519, 2009.
- [8] COOMBS, Joseph E.; BIERLY, Paul E. Measuring technological capability and performance. *R&D Management*, v. 36, n. 4, p. 421-438, 2006.
- [9] FIGUEIREDO, Paulo N. Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. *São Paulo em perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 54-69, 2005.
- [10] \_\_\_\_\_. Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil. *Livros Técnicos e Científicos*, 2011.
- [11] FLORIDA, Richard. The globalization of R&D: Results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA. *Research policy*, v. 26, n. 1, p. 85-103, 1997.
- [12] GALINA, S.; CONSONI, F.; CAMILLO, E. R&D investments in an emerging economy: An analysis on driving forces versus type of R&D in Brazil. In: *XV Congress of Latin-Iberoamerican Association of Technology Management, ALTEC*. 2013.
- [13] GARCÍA-MUIÑA, Fernando E.; NAVAS-LÓPEZ, José E. Explaining and measuring success in new business: The effect of technological capabilities on firm results. *Technovation*, v. 27, n. 1, p. 30-46, 2007.
- [14] GUERRA, Rodrigo Marques de Almeida; CAMARGO, Maria Emília. The role of technological capability in the internationalization of the company and new product success: a systematic literature review. *Internext*, v. 11, n. 1, p. 49-62, 2016.
- [15] GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. In: *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2010.
- [16] KIM, Linsu. Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. *Industrial and corporate change*, v. 8, n. 1, p. 111-136, 1999.
- [17] LALL, Sanjaya. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.
- [18] LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 1932.
- [19] HALL, L.; BAGCHI-SEN, S. A study of R&D, innovation, and business performance in the Canadian biotechnology industry. *Technovation*, v. 22, p. 231-244, 2002.
- [20] MADANMOHAN, T. R.; KUMAR, Uma; KUMAR, Vinod. Import-led technological capability: a comparative analysis of Indian and Indonesian manufacturing firms. *Technovation*, v. 24, n. 12, p. 979-993, 2004.

- [21] MAKUMBE, Pedzi et al. Beyond cost: product complexity and the global product development location advantage. In: DS 58-3: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Vol. 3, Design Organization and Management, Palo Alto, CA, USA, 24.-27.08. 2009.
- [22] MATTAR, Fauze et al. Pesquisa de Marketing. 7. ed. Elsevier Brasil, 2014.
- [23] PANDA, H.; RAMANATHAN, K. Technological capability assessment of a firm in the electricity sector. *Technovation*, v. 16, n. 10, p. 561-588, 1996.
- [24] REICHERT, Fernanda Maciel. A relação entre investimentos realizados em capacidade tecnológica e desempenho econômico das firmas: uma análise de empresas listadas na BM&FBovespa. Porto Alegre, 2012.
- [25] \_\_\_\_\_.; ZAWISLAK, Paulo Antonio; PUFAL, Nathália Amarante. Os 4Ps da capacidade tecnológica – uma análise de indicadores de medição. XXVII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. Salvador/BA – 18 a 20 de novembro de 2012. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/Simp%C3%B3sio/simpósio\\_2012/2012\\_SIMPOSIO50.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/Simp%C3%B3sio/simpósio_2012/2012_SIMPOSIO50.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2018.
- [26] SCHOENECKER, Timothy; SWANSON, Laura. Indicators of firm technological capability: validity and performance implications. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 49, n. 1, p. 36-44, 2002.
- [27] TAGGART, James H. Autonomy and procedural justice: a framework for evaluating subsidiary strategy. *Journal of International Business Studies*, v. 28, n. 1, p. 51-76, 1997a.
- [28] \_\_\_\_\_. R&D complexity in UK subsidiaries of manufacturing multinational corporations. *Technovation*, v. 17, n. 2, p. 73-103, 1997b.
- [29] \_\_\_\_\_. Determinants of increasing R&D complexity in affiliates of manufacturing multinational corporations in the UK. *R&D Management*, v. 28, n. 2, p. 101-110, 1998.
- [30] VIDAL, Ludovic-Alexandre; MARLE, Franck; BOCQUET, Jean-Claude. Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Project Management*, v. 29, n. 6, p. 718-727, 2011.
- [31] WONGLIMPIYARAT, Jarunee. Does complexity affect the speed of innovation? *Technovation*, v. 25, n. 8, p. 865-882, 2005.
- [32] YAM, Richard CM et al. An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, v. 33, n. 8, p. 1123-1140, 2004.

# Capítulo 17

## *Análise de Ruído decorrente do funcionamento de um motocultivador*

*Amanda Lima de Campos*

*Alana Indah Boaventura*

*João Eduardo Guarnetti dos Santos*

**Resumo:** Operações de equipamentos agrícolas englobam o operador e o equipamento, os quais interagem entre si, formando o sistema homem-máquina. A eficiência com que este sistema executa suas funções depende de variáveis como temperatura, luz, umidade, vibração, comando manual e ruído, sendo este último o foco deste trabalho. O estudo da ergonomia busca aperfeiçoar tais fatores, a fim de aumentar a eficiência do sistema, evitando que o operador seja exposto a uma elevada carga física e mental, o que resulta em produtividade e qualidade do trabalho superiores e evita a ocorrência de erros, acidentes e o desenvolvimento de doenças ocupacionais. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi analisar o ruído decorrente do funcionamento de um motocultivador, máquina amplamente utilizada no campo, sendo este estudo de fundamental importância para a solução de possíveis problemas estruturais. Logo, foi realizada a coleta de dados, utilizando um equipamento de pressão sonora em diferentes posições e distâncias, e a interpretação das intensidades sonoras de acordo com a NR 15 e NHO 01. Os resultados enfatizam ainda mais a necessidade da utilização dos EPIs e de melhorias nos projetos de tais máquinas, uma vez que excederam o nível de exposição permitido na jornada de trabalho.

**Palavras Chave:** Análise de ruído; Motocultivador; Saúde ocupacional; Normas regulamentadoras; Ergonomia.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 O RUÍDO

O ruído é, segundo Fernandes (2002), um som de grande complexibilidade, resultante da superposição desarmônica de sons provenientes de várias fontes. Seu espectro sempre será uma confusa composição de harmônicas sem qualquer classificação ou ordem de composição, sendo, normalmente, de banda larga, compacto e uniforme, com maior predominância de uma faixa de frequências. Além desta definição, o dicionário Michaelis complementa que ruído é um som continuado, um rumor sucessivo e prolongado. Desta forma, pode-se compreender o ruído como um complexo de sons que, presente de forma contínua, geram desconforto às pessoas, e, dependendo da exposição, pode causar sérios riscos à saúde.

A respeito dos equipamentos utilizadas no campo, Odorizzi (2014) compara o ruído em máquinas agrícolas de maior e menor potência revelando que, quanto maior a potência, menor o nível de ruído. Isto justifica o uso de dispositivos de abafamento, na saída de gases dos motores, mais eficientes em tratores de maior potência do que em microtratores. Logo, se faz necessário o estudo ergonômico acompanhando a evolução das máquinas ao longo dos anos e, também, o desgaste e a perda dos ajustes originais em equipamentos mais antigos.

Entre o montante total de máquinas agrícolas no Brasil, 70% são tratores de baixa potência e motocultivadores, de acordo com o estudo de 2007 do IBGE. Desta forma, aumentou-se as observações e estudos a respeito, concluindo-se que as máquinas agrícolas têm atingido níveis de ruído perigosos para a saúde humana. Esta constatação indica, cada vez mais, a necessidade da avaliação dos níveis sonoros induzidos por estes sistemas, para a proteção dos usuários, pois, dependendo do nível de ruído e do tempo a ele exposto, os danos causados ao trabalhador podem ser irreversíveis, Fundacentro (2001).

### 1.2 FORMAS DE AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS

O ruído é medido em uma escala logarítmica denominada decibel, cuja sigla é dB, IIDA (1990), PMAC (1994), existindo duas medidas fundamentais de ruído: uma que se refere ao ruído transmitido ao ambiente e outra que estabelece o ruído que afeta o operador. De acordo com a NR 15, anexo 1, os níveis de ruído devem ser medidos com um instrumento de nível de pressão sonora calibrados com equipamentos próprios de acordo com a Norma ANSI S1.49-1984 ou IEC 942-1988 operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta, dado pelo comando “Slow”. A avaliação do ruído deve representar a real exposição dos trabalhadores, sendo possível ter um representante para o caso de grupos homogêneos. Além disso, o avaliador também deve se atentar às instruções de uso do fabricante, por exemplo, condições de umidade e temperatura.

Como neste estudo o aparelho de aquisição de ruído em tais configurações mostra os níveis de pressão sonora instantâneos, faz-se necessário, o cálculo do nível médio (NM), o qual, segundo a NHO 01, Fundacentro (2001), representa o valor da exposição ocupacional relativo ao período de medição e, nada mais é que a média aritmética dos valores instantâneos medidos.

### 1.3 NÍVEIS DE RUÍDO

Os limites de tolerância para o ruído contínuo, tipo emitido pela maioria das máquinas agrícolas em operação, depende do tempo de exposição à ele. Desta forma, a NR 15, anexo 1, aprovada pela Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978, apresenta uma tabela com a máxima exposição diária permissível, em horas e minutos, para cada nível de ruído, em decibéis, a qual é representada pela Tabela 1. Esta Norma também estabelece o valor de tolerância máximo para o trabalho sem o uso de protetor auditivo como sendo de 115 dB (A).

TABELA 1 – Limites de Tolerância para ruído contínuo e intermitente.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR15, anexo 1 (2009)

#### 1.4 CONSEQUÊNCIAS DO RUÍDO EM EXCESSO

O estudo dos efeitos do ruído excessivo no ambiente de trabalho não é recente. No início do século XVIII, Ramazzini (2016) analisou as enfermidades de 54 tipos de profissionais da época, para as quais sugeriu, como medida preventiva, o menor tempo possível de exposição aos agentes agressivos. Uma dessas doenças era a surdez ocupacional, também citada no trabalho de Merluzzi et al. (1987) como hipoacusia, desenvolvida na atividade dos bronzistas.

Esta área de estudo apresentou crescente importância com o passar dos anos. Segundo Mendes (2005), dentre todos os fatores que resultam em risco ocupacional, certamente o ruído aparece como o mais frequente e universalmente distribuído, expondo um grande número de trabalhadores. A exposição ao nível de pressão sonora elevada é uma das questões com maior importância na saúde ocupacional interferindo diretamente, não só no ambiente de trabalho, mas também na qualidade de vida e saúde do trabalhador. Além disso, a perda auditiva ocupacional, uma das patologias decorrentes do elevado ruído por um longo período de tempo, pode ser classificada entre as doenças de ocorrência desnecessárias, ou seja, totalmente evitável.

Além de patologias ligadas diretamente ao sistema auditivo do trabalho, o ruído no ambiente de trabalho também pode trazer outras consequências, principalmente se em excesso. Em 1992, Melamed et al. realizaram um estudo com 2.368 trabalhadores industriais e associaram a exposição a níveis de ruído maiores que 85 dB a acidentes do trabalho. Da mesma forma, Berger et al. referem em sua pesquisa que, operários sem proteção auditiva trabalhando em ambientes ruidosos têm maior chance de acidentarem-se. Sendo assim, pode-se correlacionar o ruído ocupacional com acidentes eventuais do trabalho.

A exposição ao ruído impõe ao trabalhador fatores sabidamente envolvidos na gama de acidentes no ambiente laboral. De acordo com Cordeiro et al. (2005), nestes elementos incluem-se dificuldades de manutenção da atenção e concentração e de memória, bem como estresse, fadiga excessiva e as dificuldades de comunicação, como a detecção, discriminação, localização e identificação das fontes sonoras, assim como na inteligibilidade de fala.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FAAC – Faculdade de Arquitetura e Artes da Unesp – Campus de Bauru, CAAE: 87454818.40000.5663.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAS UTILIZADOS

Para a avaliação do ruído foi utilizado um motocultivador fabricante Buffalo Modelo BFG 910 plus, pertencente ao Departamento de Engenharia Mecânica FE/UNESP – Bauru, ilustrado pela Figura 1, o qual foi operado na posição em pé por um colaborador de 1,70 metro de altura.

FIGURA 1 – Motocultivador.



Já para aquisição dos níveis de ruído, utilizou-se um equipamento de medição de pressão sonora, decibelímetro ou sonômetro, modelo DEC 460, do fabricante Instrutherm, conforme mostra a Figura 2. O equipamento estava devidamente calibrado e ajustado no circuito de resposta lenta (slow) e curva de ponderação "A", de acordo com a NR-15 (BRASIL, 2009). Com o intuito de padronizar as condições de leitura, evitando a influência de rajadas de vento nos testes, foi aplicado um protetor de ventos junto ao microfone do aparelho de medição.

FIGURA 2 – Decibelímetro.



Utilizou-se, também, um tacômetro digital do fabricante Echo, modelo PET-304.



FIGURA 5 – Posições do decibelímetro na altura dos ouvidos do operador, sendo: a) Frente; b) Trás; c) Lado direito.



Além da avaliação do ruído ao nível dos ouvidos do operador e do motor da máquina operada, também obteve-se a intensidade sonora ao nível do escapamento do motor. Para esta segunda parte do trabalho, posicionou-se o captador acústico do decibelímetro a 20 centímetros da extremidade do escapamento do motocultivador. Foram coletados dados com o motocultivador sendo operado em baixa e alta rotação, sendo que foram feitas 5 aquisições para cada rotação com um intervalo de 15 segundos entre a aquisição dos dados.

Já a terceira parte do trabalho contou com a coleta de dados em diferentes distâncias a partir do local medido. O decibelímetro foi posicionado a 50 centímetros da extremidade do escapamento do motocultivador, 5 valores de intensidade sonora foram medidos, sendo o intervalo entre eles de 15 segundos, e, em seguida, a distância foi aumentada em mais 50 centímetros. Repetiu-se o procedimento conforme descrito acima até que a distância total entre a extremidade do escapamento da máquina e o ponto medido atingisse 5 metros. Desta forma, com os níveis sonoros obtidos, foi possível estabelecer a relação entre a distância, em metros, e a intensidade sonora, em decibéis. Após isso, foi observado o comportamento do som, o qual será discutido em seções posteriores.

### 3. DADOS

#### 3.1 COLETA DE DADOS REALIZADA AO NÍVEL DOS OUVIDOS DO OPERADOR E DO MOTOR DO MOTOCULTIVADOR

Conforme a metodologia descrita na seção 3 deste trabalho, têm-se na Tabela 2, os valores, em decibéis, da intensidade sonora medida em campo com o motocultivador sendo operado em baixa rotação, bem como a média aritmética das 5 medições para cada posição.

TABELA 2 – Intensidade sonora medida ao nível dos ouvidos do operador e do motor em baixa rotação.

Motor	F [dB]	T [dB]	LE [dB]	LD [dB]
1	99.5	99.00	100.0	99.9
2	99.6	99.10	99.8	100.2
3	99.8	99.10	100.2	99.5
4	99.4	98.90	100.5	99.6
5	99.2	99.00	99.8	100.0
<b>Média</b>	99.50	99.02	100.06	99.84
Ouvido	F [dB]	T [dB]	LE [dB]	LD [dB]
1	91.5	85.2	94.6	99.1
2	91.0	84.9	95.3	99.2
3	91.4	85.7	95.1	99.1
4	90.9	84.8	96.4	99.5
5	90.4	85.7	96.6	99.3
<b>Média</b>	91.04	85.26	95.6	99.24

Além disso, na Tabela 3, consta as medições para a máquina em alta rotação e o nível de ruído médio, tanto para as posições ao nível do motor, quanto ao dos ouvidos do operador.

TABELA 3 – Intensidade sonora medida ao nível dos ouvidos do operador e do motor em alta rotação.

Motor	F [dB]	T [dB]	LE [dB]	LD [dB]
1	106.0	105.5	102.7	106.3
2	106.1	105.5	102.8	106.2
3	105.9	105.6	102.6	106.3
4	105.9	105.5	102.5	106.4
5	106.0	105.7	102.7	106.3
<b>Média</b>	105.98	105.56	102.66	106.3
Ouvido	F [dB]	T [dB]	LE [dB]	LD [dB]
1	96.3	91.6	94.8	95.4
2	96.2	92.3	94.7	95.3
3	96.0	92.2	95.0	95.1
4	96.4	91.9	94.9	95.7
5	96.7	92.0	95.0	95.6
<b>Média</b>	96.32	92.0	94.88	95.42

Com os valores médios dos níveis sonoros, criou-se gráficos para as medições na altura do ouvido do operador, Figura 6, e para os dados obtidos no nível do motor do motocultivador, Figura 7. Em ambos, a posição referencial em que o decibelímetro foi colocado está no eixo x, enquanto o nível de ruído, em decibéis, se encontra no eixo y. De acordo com a legenda de cada gráfico, pode-se observar mais claramente a diferença entre as medições feita com o motor à alta e baixa rotações.

FIGURA 6 – Níveis médios de ruído medidos ao nível dos ouvidos do operador.

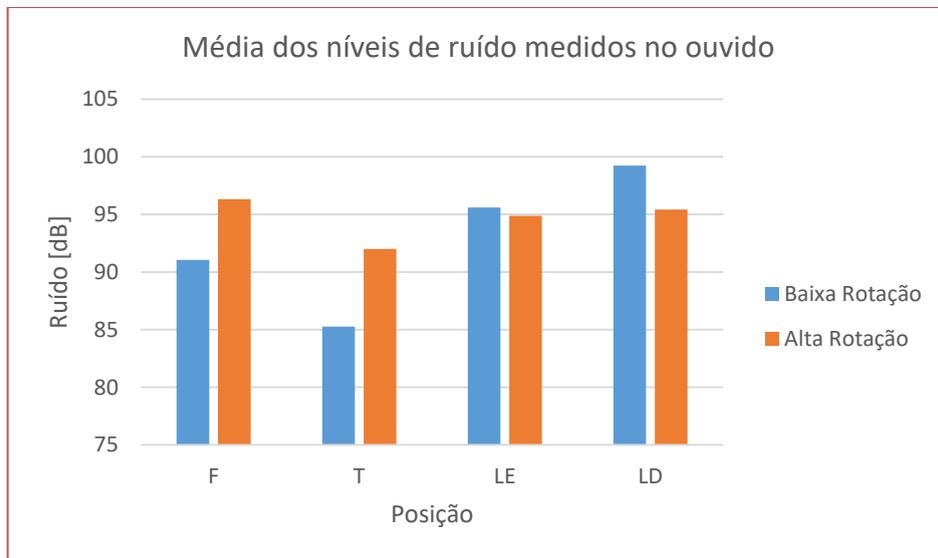
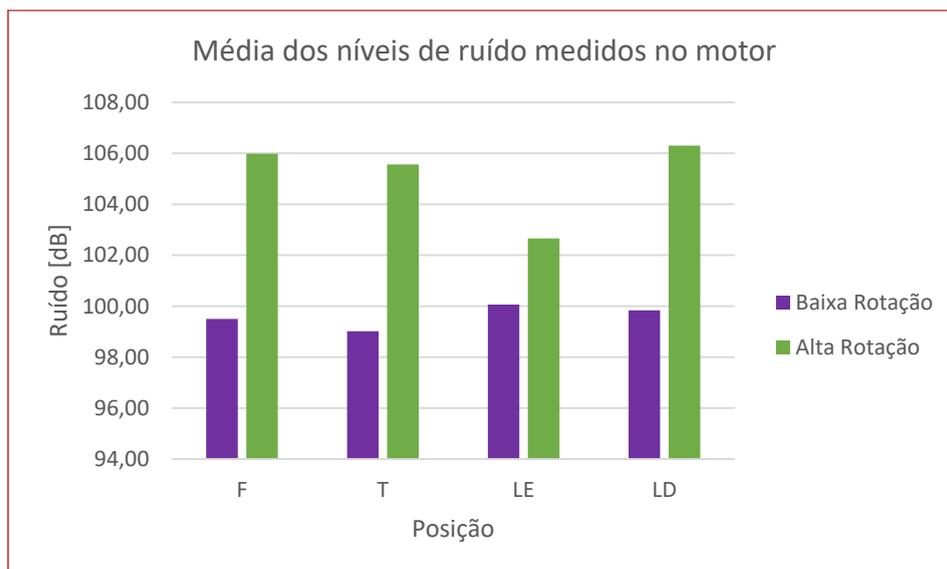


FIGURA 7 – Níveis médios de ruído medidos ao nível do motor do motocultivador.



### 3.2 COLETA DE DADOS REALIZADA NA SAÍDA DO ESCAPAMENTO DO MOTOCULTIVADOR

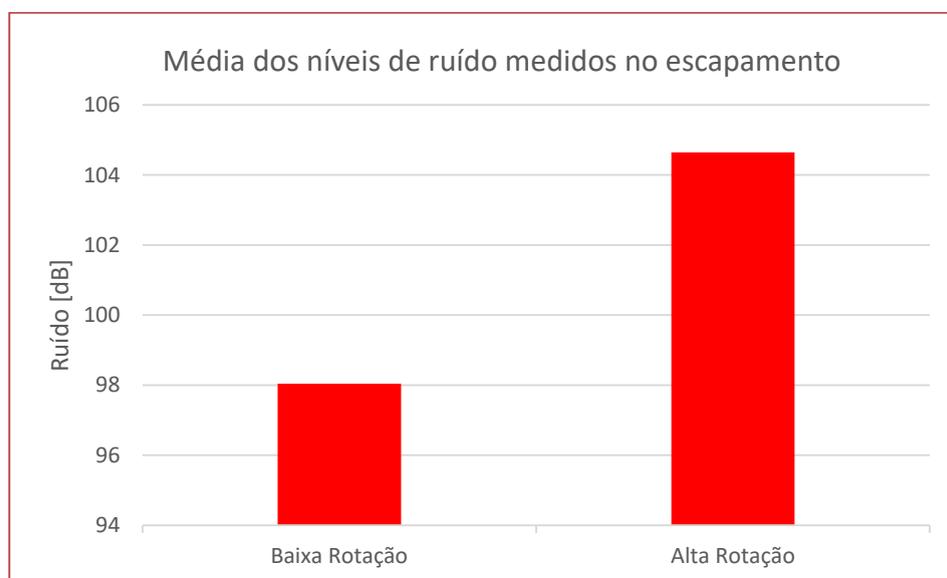
Já na segunda etapa deste trabalho, foi realizada a avaliação sonora na saída do escapamento do motocultivador. Os valores foram obtidos tanto com o motocultivador operando em baixa rotação, quanto em alta rotação e estes podem ser observados na Tabela 4.

TABELA 4 - Intensidade sonora medida na saída do escapamento do motocultivador em baixa e alta rotação.

Medições	Baixa Rotação [dB]	Alta Rotação [dB]
1	98.2	104.5
2	98.0	104.6
3	97.7	104.6
4	98.2	104.8
5	98.1	104.7
<b>Média</b>	98.04	104.64

Com o intuito de se observar mais efetivamente os dados obtidos experimentalmente, o gráfico da Figura 8 foi feito. Este apresenta, no eixo das abscissas a rotação empregada no momento da medição e, no eixo das ordenadas, o nível de ruído médio.

FIGURA 8 – Níveis médios de ruído medidos ao nível do motor do motocultivador.



### 3.3 COLETA DE DADOS EM DIFERENTES DISTÂNCIAS

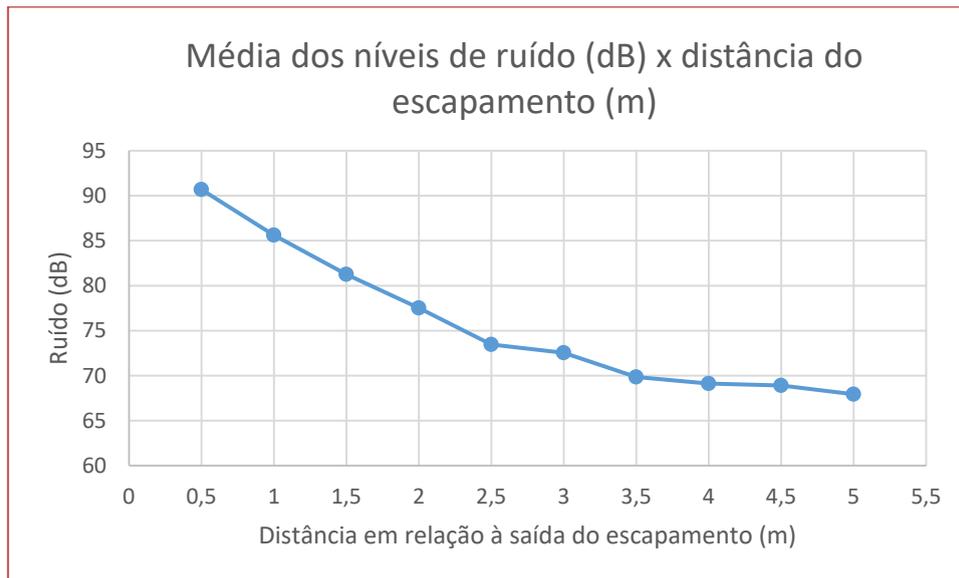
Na última etapa da pesquisa, mediu-se as intensidades sonoras, em decibéis, à diferentes distâncias ao nível da saída do escapamento do motocultivador, sendo operado em condições normais de trabalho. Os dados obtidos neste experimento estão organizados na Tabela 5.

TABELA 5 - Intensidade sonora medida ao nível da saída do escapamento do motocultivador em diferentes distâncias.

Medição	0,5m	1m	1,5m	2m	2,5m	3m	3,5m	4m	4,5m	5m
<b>1 [dB]</b>	90.4	85.1	81.1	77.8	73.6	72.7	70.1	69.4	68.1	68.3
<b>2 [dB]</b>	90.9	86.2	81.8	77.1	73.4	72.5	70.1	69.3	68.9	68
<b>3 [dB]</b>	90.3	86	81.5	77.6	73.2	72.9	69.9	69.4	69	67.9
<b>4 [dB]</b>	91	85.8	81	77.5	73.4	72.4	69.5	69.2	69.3	67.8
<b>5 [dB]</b>	90.8	85	80.9	77.6	73.7	72.2	69.6	68.3	69.2	67.7
<b>Média</b>	90.68	85.62	81.26	77.52	73.46	72.54	69.84	69.12	68.9	67.94

À partir destas medições, construiu-se o gráfico da Figura 9, o qual representa a relação da média das intensidades sonoras, em decibéis, pela distância relativa à extremidade do escapamento da máquina, em metros.

FIGURA 9 – Média dos níveis sonoros, em decibéis, pela distância em relação ao escapamento do motocultivador, em metros.



#### 4. DISCUSSÃO

Pela análise dos dados pôde-se perceber que, a maioria dos testes feitos, com a máquina funcionando à baixa rotação, o ruído emitido é cerca de 6 dB a menos do que à alta rotação. Este fato já era esperado, uma vez que o virabrequim do motor realiza um maior número de revoluções em um mesmo intervalo de tempo, fazendo com que haja uma elevação na vibração do sistema e, com isso, um aumento nos níveis de ruído.

Além disso, com a análise dos gráficos, observa-se uma discordância dos dados feita na altura dos ouvidos do operador, mais precisamente, nas posições dos lados esquerdo e direito. Nestes casos, os níveis de ruído foram maiores para as medições feitas com o motocultivador operando à baixa rotação, sendo que o esperado para os níveis mais elevados era com a máquina à alta rotação. Isto pode ser explicado pela maior instabilidade da frequência de explosão no motor em baixa rotação, o que causa picos de ruídos difíceis de serem desconsiderados com a metodologia utilizada neste trabalho.

Outra constatação foi as medições de todos os testes realizados terem excedido 90 dB, o que representa o valor máximo que o ouvido humano suporta sem sofrer danos, em uma jornada de trabalho em que a máquina fique ligada por, no mínimo, 4 horas. Vale ressaltar, também, que os valores máximos obtidos nos testes não excederam 115 dB, limite máximo tolerável para a permanência nas proximidades da máquina sem o uso de protetor de ouvido. Os dados de ruído no ouvido do operador indicam valores entre 95dB e 100dB, o que, pela norma, é permissível para períodos de exposição de 2 e 1 hora, respectivamente, sem EPI.

É possível ressaltar, também, que a pressão sonora no lado do escapamento é menor que no lado do motor do motocultivador. Isto se deve à estrutura física e ao projeto das máquinas. Atualmente, os escapamentos contêm abafadores de ruído para maior conforto dos operadores, fazendo com que seja medido níveis de ruído maiores nas proximidades do motor do que no escapamento.

Por fim, observou-se que a distância segura mínima para uma exposição diária de 8 horas nas proximidades do escapamento da máquina foi de aproximadamente 1 metro.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho comprovou experimentalmente a necessidade dos equipamentos de proteção individual (EPIs) na operação de máquinas agrícolas como o motocultivador a fim de se garantir a saúde e segurança dos trabalhadores. Comparando os dados obtidos com a legislação vigente conclui-se que, caso o operador de motocultivador esteja exposto à uma jornada de trabalho superior à 1 hora, o que é visto na maioria dos casos, este deve ser conscientizado sobre a importância da utilização do protetor auditivo pelo sindicato e pelo empregador, a fim de se evitar eventuais danos à saúde.

Além do uso de EPI, os fabricantes dessas máquinas podem investir em sistemas mais ergonômicos. Com o avanço exponencial da tecnologia, mudanças nos projetos de equipamentos podem oferecer maior conforto aos operadores e protegê-los dos danos à exposição diária ao ruído e suas consequências. Manter as máquinas em bom estado e com a manutenção devida, evita o aumento dos ruídos emitidos e, assim, diminui as chances de doenças ocupacionais.

Com o intuito de se obter níveis de ruídos experimentais ainda mais precisos e condizentes com os reais, deve-se aumentar o tempo efetivo de medição e a quantidade de medições. Isto pode ser feito com o auxílio de software e programas de computador, os quais constroem planilhas automaticamente.

## REFERÊNCIAS

- [1] BERGER, EH; Royster, LH; Royster, JD; Driscoll, DP; Layne M. The noise manual. 5. Ed. Akron, OH: American Industrial Hygiene Association; 2000.
- [2] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Atividades e operações insalubres: NR-15. 2009. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.
- [3] CORDEIRO, Ricardo et al. Exposição ao ruído ocupacional como fator de risco para acidentes do trabalho. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 39, n. 3, jun. 2005
- [4] FERNANDES, J.C.; Acústica e ruído, acesso em outubro de 2009, Disponível em <<http://www.saudeetrabalho.com.br/downloads-ergonomia.php>>; 2002.
- [5] FUNDACENTRO, NHO - Norma de Higiene Ocupacional - 01, Avaliação da Exposição ao Ruído, Fundacentro, 2001.
- [6] IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 465 p.
- [7] MELAMED, S; Luz, J; Green, MS. Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers - the Cordis Study. Isr J Med Sci; n. 28: p.629-35, 1992.
- [8] MENDES, R., Patologia do Trabalho, Editora Atheneu, 2005.
- [9] MERLUZZI, F.; Dighera, R.; Duca, P. Soglia uditiva di lavaratorinon espositi a rumore professionale: valore di riferimento. La Medicina del Lavoro, Roma, v. 6, n. 78, p. 427-440, 1987.
- [10] MICHAELIS. Dicionário da Língua Portuguesa. [S.l.]: Melhoramentos, 2018. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2018.
- [11] ODORIZZI, Wilian et al. Ruídos em máquinas agrícolas – Estudo de casos no Alto Vale do Itajaí. 5 p., Santa Catarina, Catarina, 2014. Disponível em: <<https://ocs.araquari.ifc.edu.br/index.php/micti/micti2014/paper/viewFile/220/72>>. Acesso em: 14 mar. 2018.
- [12] PMAC. Exposição ao ruído: norma para proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho. Revista Proteção, São Paulo, v.6, n.29, p.136-8, 1994.
- [13] POLETTO Fº, J. A. ; SANTOS, J. E. G. . Análise do ruído na utilização de roçadeiras motorizadas transversais. Anais do XVIII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de produção. Bauru: Departamento de Engenharia de Produção - FE/UNESP -Bauru. 2011. v. 1. p. 01-08. (a)
- [14] POLETTO Fº, J.A. . Análise dos Riscos Físicos e Ergonômicos em Roçadora Transversal Motorizada. 2013, Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós Graduação em Agronomia Energia na Agricultura FCA, UNESP – Botucatu, 2014. Disponível em <[http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/index.php?programa=2&curso=2&MM\\_insert=form1](http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/index.php?programa=2&curso=2&MM_insert=form1) em maio de 2014>.
- [15] RAMAZZINI, B. As Doenças dos Trabalhadores. São Paulo: Fundacentro, Campinas, 2016. Acesso em: 18 abr. 2018.

# Capítulo 18

## *Uma abordagem teórica dos riscos ocupacionais na prática da demolição na construção civil*

*Vanessa Kelly Freitas de Arruda*

*Emerson Barbosa dos Anjos*

*Livia Carina Abilio de Souza Silva*

*Rachel Morais de Oliveira*

*Eliane Maria Gorga Lago*

**Resumo:** A construção civil passa por diversas etapas, como fundação, construção e demolição. Dentre essas, no quesito segurança do trabalho, a demolição merece receber uma atenção especial, pois os trabalhos da demolição não só giram em torno do local e podem provocar diversos acidentes. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo, realizar um estudo teórico dos riscos ocupacionais envolvidos nos ambientes de trabalho relacionando-as com as práticas adotadas no processo de demolição. a metodologia utilizada seguiu as orientações prisma, elaborada por meio do banco de dados scopus, utilizando as palavras-chave “demolition”; “construction”; “accident”, pesquisadas por assunto e título dos artigos. Além disso, foi pesquisado também monografias, dissertações e teses sobre o assunto estudado. Desta forma, conclui-se que a etapa da demolição pode apresentar sérios problemas para o trabalhador e que segurança do trabalho tem papel fundamental para garantir a qualidade de vida do trabalhador e caso não tenha o cumprimento das medidas de prevenção pode ocasionar diversos prejuízos para a empresa, sociedade e trabalhador.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos setores mais abrangente no Brasil é a Construção civil, pois é importante na geração de empregos e, nas economias mais desenvolvidas, tem a disponibilidade de trabalho para às pessoas menos qualificadas e instruídas. Porém, esse setor apresenta problemas em relação a segurança do seu trabalhador, apresentando altos índices de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, gerando um problema para as empresas, sociedade e o trabalhador (BARKOKÉBAS et al, 2008).

Para minimizar os problemas com acidentes, a segurança do trabalho está desenvolvendo um papel importante através de um conjunto de atividades de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos a acidentes, ou seja, com a prevenção dos acidentes de trabalho propriamente ditos (SILVA, 2011).

A construção civil passa por diversas etapas, como fundação, construção e demolição. Dentre essas, no quesito segurança, esse último merece receber uma atenção especial, pois os trabalhos com ele não só giram em torno do local, mas também envolvem a área circundante, as estruturas adjacentes, as pessoas ou transeuntes e o meio ambiente. Cada local de trabalho de demolição possui características únicas. Esses trabalhos envolvem muitas atividades, tais como desmantelamento, demolição ou destruição de qualquer edifício ou estrutura, gestão de resíduos e assim por diante (FAUZEY et al, 2015).

Como os trabalhos de demolição são as atividades inversas das obras, um planejamento e um método apropriado precisam ser baseados em um estudo completo de avaliação de risco e sob a supervisão da pessoa designada. Isso para garantir que a habitabilidade do público em geral seja preservada, controlando qualquer possível incômodo sem diminuir a qualidade de vida e causar qualquer impacto ambiental (FAUZEY et al, 2015). Foi dito no trabalho de Hughes e Ferrett (apud FAUZEY et al, 2015) que os trabalhos de demolição podem ser considerados como uma das operações de construção mais perigosas e responsáveis por mais mortes e ferimentos graves do que qualquer outra atividade. Desta forma, é essencial que a etapa da demolição seja bem analisada.

Neste sentido, o presente artigo teve como objetivo, realizar um estudo teórico dos riscos ocupacionais envolvidos nos ambientes de trabalho em relação com as práticas adotadas no processo de demolição na construção civil, através dos procedimentos da metodologia Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA).

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 MÉTODO PRISMA

Pesquisas da literatura foram realizadas para encontrar documentos de periódicos relevantes acerca da problemática dos riscos ocupacionais no processo de demolição na construção civil. A metodologia utilizada seguiu as orientações PRISMA. A pesquisa foi elaborada por meio do banco de dados Scopus. Com o intuito de aumentar o acervo da pesquisa, as referências dos artigos incluídos foram analisadas e contidos nessa revisão de acordo com os critérios de exclusão e inclusão. As palavras-chave definidas foram: demolition; construction; accident, pesquisadas na base de dados Scopus por assunto e título dos artigos. Além disso, foi pesquisado também monografias, dissertações e teses sobre o assunto estudado.

### 2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO E INCLUSÃO

Para exclusão, primeiramente, foram utilizados dois critérios. O primeiro critério de exclusão foi relacionado ao idioma, restringindo a pesquisa apenas para os artigos publicados em idioma inglês. O segundo critério foi relacionado a data de publicação, limitando aos publicados entre os anos 2008 a 2018. Posteriormente, excluíram-se os artigos que não relatavam os riscos e acidentes no processo de demolição na construção civil.

Os artigos incluídos nos casos estudados abordaram as etapas e as técnicas utilizadas na demolição e a partir disso identificaram os possíveis riscos de um projeto de demolição e suas causas.

### 2.3 RESULTADOS

Inicialmente foram encontrados 98 artigos, distribuídos no banco de dados Scopus. Depois da aplicação dos critérios de exclusão por idioma e data de publicação, restringiu-se a 35. Em seguida, foram

selecionados primeiro por título (excluídos 5). Destes, restaram para leitura do resumo de 30 (excluídos 22). Dentre esses, não foi possível acessar um. Por fim, restaram 7 artigos que foram incluídos nessa revisão. Além disso, a tabela1 demonstra todo o processo de seleção utilizado nesse trabalho.

TABELA 1 – Processo de seleção dos artigos

Identificação	<b>Artigos identificados através da busca no banco de dados Scopus e por meio de triagem de referências de artigos incluídos (N = 98)</b>	
	Artigos selecionados por idioma e por ano de publicação (N = 98)	Artigos excluídos por critérios de idioma e ano de publicação (N = 63)
Seleção	Artigos selecionados pelo título (N = 35)	Artigos excluídos pelo título (N = 5)
	Artigos selecionados por resumo (N = 30)	Artigos excluídos por resumo e sem acesso (N = 22)
	Texto de artigos completo avaliados para elegibilidade (N = 8)	Texto de artigos completo excluídos (N = 1)
Incluídos	Número de artigos incluídos na síntese qualitativa desta revisão (N = 7)	

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 DEMOLIÇÃO

De acordo com Bhandari (apud ULANG e KADAR, 2015), demolição é definida como uma técnica do solo à terra, que significa o processo de destruição, queda ou desmoronamento de um edifício com a ajuda de alguns equipamentos e métodos, possibilitando a construção de uma nova edificação ou demolição de um prédio por questões de segurança. Esse processo é um método simples para um pequeno edifício ou casas, mas é necessário tomar medidas de segurança, principalmente, quando se trata de um grande edifício ou estruturas complexas (ULANG e KADAR, 2015).

Para a execução deste tipo de trabalho é necessário um bom planejamento e uma boa organização. O processo de demolição pode ser dividido em quatro fases principais: de adjudicação, de pré demolição, de demolição propriamente dita e de pós demolição.

A Norma de Regulamentadora nº 18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - NR18 (BRASIL, 2018) em seu subitem 18.5 aborda medidas a serem tomadas em cada uma das fases. Na fase de adjudicação é destacada toda a programação da demolição dirigida por profissionais legalmente habilitados. Seguida da fase de pré demolição com a remoção dos vidros, ripados, estuques e outros elementos frágeis e o fechamento de todas as aberturas existentes no piso, salvo as que forem utilizadas para escoamento de materiais, ficando proibida a permanência de pessoas nos pavimentos que possam ter sua estabilidade comprometida no processo de demolição.

Na Fase de demolição os elementos da edificação não devem ser abandonados em posição que torne possível o seu desabamento, no ponto de descarga da calha, deve existir dispositivo de fechamento. Por

fim, na fase de pós demolição as construções vizinhas à obra de demolição devem ser examinadas, prévia e periodicamente, no sentido de ser preservada sua estabilidade e a integridade física de terceiros.

O projeto de demolição, muitas vezes considerado de natureza complexa e perigosa, requer maior habilidade, experiência, precisão e procedimentos bem planejados (AIDOO et al, 2014). Por ser considerado difícil, existem critérios a serem considerados na escolha dos métodos a serem utilizados como a forma estrutural do edifício, dimensão da construção, local da obra de demolição, prazo de execução e, principalmente, a segurança a fim de evitar acidentes. Pois, se aplicada as técnicas apropriadas, os acidentes são reduzidos e também são minimizados os impactos ambientais dependendo da situação (MUTHU et al, 2017).

Há diversas técnicas de demolição que podem ser adotados dependendo de fatores como condição do local, tipo de estrutura, idade do edifício, altura do edifício e custo alocado para demolição. O fator mais relevante para indicar o método a ser utilizado é o ambiente circulante e a estabilidade estrutural (MUTHU et al, 2017). Dentre as técnicas de demolição temos a demolição manual, demolição por martelo pneumático, demolição mecânica com empurrador (Buldozer ou pá mecânica), demolição por tração e demolição por implosão.

Nesse sentido, a demolição está associada com diversos riscos não só para os trabalhadores, mas também para estruturas adjacentes, seus ocupantes e outras pessoas próximas. Uma vez que o trabalho de demolição possui riscos, a medida de segurança do trabalho na demolição precisar ser levada em conta, pois é uma questão essencial na indústria da construção (ULANG e KADAR, 2015). Dessa forma, é imprescindível a segurança durante o processo com o objetivo de minimizar o risco de ferimentos em pessoas e propriedades, não prejudicar a saúde e segurança dos trabalhadores no local, além de reduzir o impacto sobre o ambiente da vizinhança e conseguir a remoção segura de detritos (MUTHU et al, 2017).

A partir disso, é importante identificar e avaliar os possíveis riscos de um projeto de demolição, para que medidas possam ser tomadas a fim de elimina-los ou controla-los evitando ou minimizando os possíveis acidentes causados pelo processo de demolição.

### 3.2 RISCOS

A segurança do trabalho é composta por um conjunto de normas, ações e medidas técnicas, educacionais, médicas e psicológicas, que tem como objetivo a prevenção de acidentes, eliminando os riscos e condições inseguras no ambiente de trabalho (SÁ, 2013).

Risco é a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição com gravidade da lesão ou doença causada pelo evento ou exposição. Os riscos ocupacionais são divididos em dois, que são riscos ambientais e os riscos de segurança. Os riscos ambientais se subdividem em riscos físicos, químicos e biológicos. Já os riscos de segurança se subdividem em riscos ergonômicos e de acidente. Esses riscos podem prejudicar a saúde do trabalhador em seu ambiente de trabalho tendo influência do tempo de exposição, intensidade e natureza dos agentes. (MAURO et al, 2004; CASTROL e FARIAS, 2008 apud ROSSIGNEUX, 2014).

Os riscos ambientais são elementos ou substâncias que quando presentes no ambiente e acima do limite de tolerância podem causar danos à saúde como, por exemplo, a presença de gases, vapores, ruído e calor. Consideram-se riscos ergonômicos as más condições de trabalho relativas ao conforto e postura, como por exemplo, esforços repetitivos e postura viciosa. Os riscos de acidente são quaisquer fatores que coloque o trabalhador em situação de perigo e são relativos ao processo operacional, como por exemplo, máquinas desprotegidas, ferramentas inadequadas, ausência de guarda corpo e matérias-primas (SÁ, 2013).

Em relação à projetos de demolição, é considerada uma atividade de elevado risco devido à natureza dos trabalhos, pois os trabalhadores são expostos a determinados fatores de risco que podem influenciar tanto na saúde quanto na integridade física do trabalhador. Em consequência da utilização de equipamentos de elevada potência, capacidade de destruição e inesperados acidentes das estruturas fragilizadas, encontra-se uma elevada diversidade de riscos associados à atividade (SÁ, 2013). Os mais frequentes riscos nos trabalhos de demolição são:

- Queda de pessoas a nível diferente;
- Queda de pessoas ao mesmo nível;
- Queda de objetos por desabamento ou desmoronamento;
- Queda de objetos desprendidos;
- Marcha sobre objetos;
- Choque contra objetos imóveis;
- Pancadas e cortes por objetos ou ferramentas;
- Contatos elétricos;
- Explosão;
- Incêndio;
- Exposição à ruído;
- Exposição às vibrações;
- Danos causados por seres vivos;
- Destruição não controlada de toda ou parte da construção;
- Danos causados nas estruturas vizinhas (danos a terceiros);
- Inundação por ruptura das canalizações;
- Entaladela ou esmagamento por ou entre objetos;
- Entaladela ou esmagamento por capotamento de máquinas;
- Sobre-esforços ou posturas inadequadas;
- Contatos elétricos;

### 3.3 CAUSAS

Primeiramente, com o objetivo de reduzir os acidentes combatendo os riscos presentes em obras de demolição, é importante conhecer suas causas. Uma das principais causas é a ausência ou a aplicação insuficiente de medidas preventivas dos riscos. Além da execução do projeto sem controle e fiscalização, da má aplicação do método de demolição e a utilização inadequada dos equipamentos devido à falta de experiência e treinamentos. Dessa maneira, contribuindo para a produção de riscos e acidentando trabalhadores e áreas adjacentes (GOMES, 2010). Dentre as principais causas principais dos riscos aos trabalhos de demolição temos:

- Falta de preparação dos técnicos por não verificarem o estado de estabilidade e solidez dos elementos construtivos e construções adjacentes;
- Não assegurar devidamente o corte de todas as infraestruturas;
- Trabalho desorganizado (trabalhadores a laborar em níveis distintos, demolição de elementos de suporte antes dos suportados);
- Não delimitar e sinalizar a zona de trabalhos e não controlar as entradas nessa zona;
- Utilização de andaimes indevidamente ancorados ou escorados;
- Trabalhar em condições atmosféricas adversas;
- Utilização de meios mecânicos de forma inadequada (para arrancar elementos construtivos ou utilizar os equipamentos para além das capacidades indicadas pelo fabricante);
- Não utilizar os EPC e EPI necessários, nomeadamente, contra quedas em altura;
- Trabalhadores sem formação e desconhecimento dos riscos associados aos trabalhos de demolição.
- Sobrecarga dos pisos com entulho;

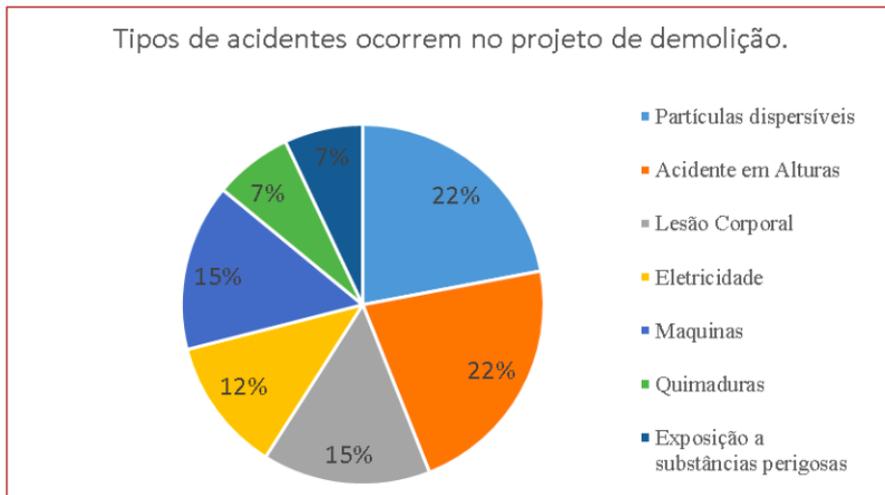
### 3.4 PREVENÇÃO

Semelhante a qualquer obra de engenharia, a demolição deverá ser analisada em diversos aspectos e fases, inicialmente antes da sua realização, durante e após a sua conclusão. A especificidade da indústria da demolição resulta fundamentalmente do fato de ser considerado um dos processos da construção civil com maiores riscos (riscos especiais) tanto para os operários como para a integridade da estrutura a demolir (principalmente em demolições parciais) e inconvenientes inerentes ao meio envolvente (SÁ, 2013). Por esse motivo, deverão ser tomadas todas as devidas precauções para controlar ou eliminar os riscos existentes.

A prevenção só poderá ser realizada a partir do conhecimento das técnicas a serem utilizadas, tornando possível o conhecimento dos seus riscos, para eliminá-los ou controlá-los. Como exemplo a demolição com explosivos, que através de cálculos predefinidos é possível obter a área necessária para que nenhum estilhaço acidente os trabalhadores ou até mesmo moradores da região.

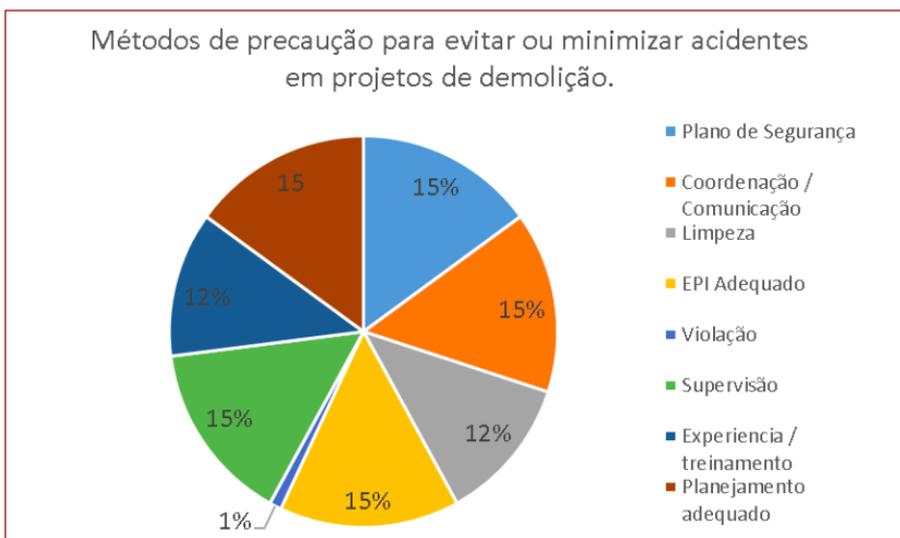
Dentre as pesquisas sobre os tipos de acidentes presentes na etapa de demolição a figura 1, proposta no artigo de Ulang e Kadar (2015) revela que, partículas dispersíveis e acidentes em alturas são os tipos de acidentes mais frequente nessa etapa, representando 22%. Eles foram seguidos por lesões corporais e acidentes de máquinas com 15% e problemas por causa da eletricidade 12%. Além disso, queimaduras e exposição a substâncias perigosas representam 7%.

FIGURA 1 - Tipos de acidentes ocorrem no projeto de demolição (ULANG e KADAR, 2015).



Ulang e Kadar (2015), também estudaram sobre os métodos de precaução para evitar ou minimizar acidentes no projeto de demolição, através da figura 2 percebe-se que os métodos mais importantes são o planejamento adequado do projeto de demolição, plano de segurança, coordenação ou comunicação na execução do projeto, supervisão e vestuário adequado de EPI, que representam a maior porcentagem de 15%.

FIGURA 2 - Métodos de precaução para evitar ou minimizar acidentes em projetos de demolição (ULANG e KADAR, 2015).



Nesse sentido, as precauções precisam ser tomadas com o objetivo de evitar ou minimizar o possível acidente em um trabalho de demolição. Isso porque devemos valorizar a vida humana. Assim, de acordo com a figura 2, os métodos das precauções a serem tomados em um projeto de demolição são planejamento adequado de demolição, elaboração de plano de segurança com uma boa coordenação ou comunicação entre gerência e trabalhadores com uma ótima supervisão no trabalho local, experiência ou pessoal treinado, vestimentas adequadas de EPI e manutenção adequada podem evitar ou minimizar a ocorrência de acidentes (ULANG e KADAR, 2015).

Porém, caso exista a negligência destas, diversos acidentes poderão ocorrer, ocasionando um enorme prejuízo social e econômico. Mais ainda, pode-se citar que dentre as causas dos acidentes em um projeto de demolição devem-se o planejamento inadequado do trabalho de demolição, a participação de trabalhadores não qualificados e a falta de trabalho de supervisão e comportamento dos trabalhadores em relação à segurança e saúde em um projeto de demolição.

#### 4 CASO PRÁTICO COM APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA

Ao realizar um estudo de caso em Curitiba, Rossignaux (2014) utilizou a ferramenta de Análise Preliminar de Risco (APR) aplicada a uma obra de demolição das divisões internas de um edifício de dezessete andares, incluindo também a abertura de um novo acesso ao terraço.

Neste trabalho, a obra estudada estava localizada na cidade de Curitiba na Rua Mateus Leme, bairro Centro Cívico, de área de 5.680m<sup>2</sup> com 16 pavimentos. A fase de demolição contou com uma equipe de 17 trabalhadores.

A obra de demolição foi dividida em duas fases. A primeira foi relativa à retirada das paredes divisórias de 16 andares começando de cima para baixo, incluindo o saguão do edifício. Já a segunda fase referiu-se à execução da nova abertura de acesso ao terraço como previsto em projeto exigindo a necessidade de quebra da laje.

Para a elaboração desta fase, dois métodos de demolição foram utilizados, sendo eles: Demolição Convencional: Nesta etapa foi realizada a quebra das paredes de alvenaria e revestimento, presente em todos os pavimentos da edificação, sendo esta por meio de impactos e fragmentação, mecânica ou manual. Demolição Controlada: Foi utilizada na segunda fase quando teve a necessidade da quebra da laje, pois este método não abala a estrutura.

Com o intuito de identificar previamente os perigos, danos e possíveis causadores dos acidentes de trabalho na área de demolição, a ferramenta APR que consiste em um detalhamento minucioso de cada etapa do trabalho foi utilizada.

- Choque elétrico;
- Trabalho em altura;
- Queda em mesmo nível e queda com diferença de nível;
- Atropelamento;
- Contato com superfície e objetos perfuro-cortantes;
- Uso inadequado de ferramentas e equipamentos;
- Poeira;
- Contato com cimento;
- Exposição a ruído;
- Intempéries (sol, chuva, temperatura);
- Vibrações;
- Risco do arranjo físico;
- Levantamento e transporte manual de peso;
- Postura inadequada;
- Iluminação inadequada;
- Queda de ferramentas, equipamentos e materiais;

Nesta técnica, a avaliação foi feita baseada nos parâmetros, atividade do processo, perigo, dano, frequência, risco, norma/item, medidas de prevenção e observação. Desta forma, os resultados do estudo de caso proposto, em relação aos riscos, foram:

Desta forma, é essencial prevenir os riscos encontrados, como não foi possível controlar os riscos na fonte foi preciso controlar no trajeto e no trabalhador. Através dos EPI adequados, EPC, treinamentos e ambiente adequado, em paralelo com o cumprimento das NR.

## 5 DISCUSSÃO

De acordo com Shaurette (2011), demolição tem um alto potencial de impacto à saúde do público em geral tanto pela exposição a poeira como a detritos. O que pode causar riscos a saúde como também poluição para o meio ambiente. Dados estatísticos mostram que, na China, os 15% a 20% dos acidentes de detonação são causados por (detritos) rochas voadoras. Há muitos fatores que influenciam os acidentes, mas como encontrar e eliminar o impacto desses fatores é a chave para a proteção da segurança. Para prevenção utiliza-se o método de análise da engenharia de segurança identificando os perigos incluindo o estudo dos risco na condição de trabalho (WANG et al, 2016).

Pode-se dizer que a maioria das condições de risco podem ser evitada e minimizada apenas respeitando as normas e trabalhando com atenção, como por exemplo, em caso de superfícies escorregadias, arranjo físico inadequado, queda em mesmo nível e incêndios. Evidenciando a importância de obedecer às medidas de segurança, com o fornecimento de EPI, EPC, sinalização, palestras e treinamento, por parte do empregador e de conscientizar os trabalhadores acerca a magnitude dos riscos.

Além disso, é fundamental a elaboração de planejamento com a interação entre a equipe de projetos de execução e de segurança do trabalho para garantir os resultados satisfatórios quando se trata de redução de acidentes seguindo o cronograma proposto pelo grupo de segurança.

Portanto, a análise dos riscos para as atividades de demolição traz benefícios para as pessoas, sociedade e empresas. A partir desta identificação, avaliar e, posteriormente, controlar os riscos, para assim tomar medidas preventivas com o intuito de reduzir os acidentes.

## 6 CONCLUSÃO

As obras de demolição presentes na construção civil, podem ser consideradas a base para uma edificação. Pois, ela está presente em diversas etapas, como na construção de um edifício, um processo de reforma, processos de explosões de rochas e em construção de tuneis. Portanto, primeiramente os projetos de demolição deverão ser bem elaborados e por pessoas capacitadas.

Nesse sentido, a segurança do trabalho apresenta um papel fundamental para garantir a qualidade de vida do trabalhador, buscando medir, avaliar e controlar os possíveis riscos presentes nas obras.

O não cumprimento de medidas pode ocasionar diversos prejuízos para a empresa, sociedade e trabalhador. Podendo ocasionar problemas sociais, perda de produtividade, marginalização e outros fatores que prejudicam a todos. Por isso, a necessidade de analisar os riscos na fonte, para assim prevenir, controlar e minimizar. Pois poderá apresentar danos financeiros a empresas e danos imensuráveis a sociedade e ao trabalhador.

## REFERÊNCIA

- [1] AIDOO, B.M.; KPORTUFE, S.G.; PATRICK, Y. Assessing the Potential Hazards of Demolishing Operation. Civil and Environmental Research, v. 6, n. 9, p. 52-56, 2014.
- [2] BARKOKÉBAS JR, B. et al. Análise das Condições dos Ambientes de Trabalho e das Práticas Adotadas em um Canteiro de Obras de Demolição. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza –CE 2008. Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008.
- [3] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 18: CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2015. Disponível em: <http://www.trabalho.gov.br>. Acesso em: 25 de jun de 2018.
- [4] FAUZEY, I.H.M. et al. Emergent occupational safety & health and environmental issues of demolition work: Towards public environment. Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 168, p. 41-51, 2015
- [5] GOMES, G.M. Medidas Preventivas na Execução de Trabalhos de Demolição e Reabilitação de Edifícios Antigos: Técnicas e Equipamentos de Demolição. Dissertação (Mestrado) – Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – UTAD, Vila Real – Portugal, 2010.

- [6] MUTHU, D. et al. Safety management during building demolition-a study. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(7), 2017, pp. 358-372.
- [7] SÁ, João Carlos Dias Figueiredo de. Normalização dos trabalhos de demolição: proposta de elaboração de um modelo de um plano de demolição. Tese (Doutorado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – ISEL, Lisboa – Portugal, 2013.
- [8] SILVA, A.L.C. A segurança do trabalho como uma ferramenta para a melhoria da qualidade. Dissertação de Mestrado – Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rio Grande do Sul – Brasil, 2011.
- [9] SHAURETTE, M. Safety and health education for demolition and reconstruction. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Management, Procurement and Law*, v. 164, n. 3, p. 129-138, 2011.
- [10] ROSSIGNEUX, L.G.Q. Análise de risco ao trabalhador que executa serviços de demolição. Monografia (Pós-Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFP, Curitiba – Brasil, 2014.
- [11] ULANG, N.M; KADAR, N.A.A. Study on Health and Safety Aspects of Demolition Projects in Penang. *JurnalTeknologi*, v. 75, n. 5, p. 83-88, 2015.
- [12] WANG, Y. et al. Analysis of Flying Rock for Demolition of Cooling Tower Made by Reinforced Concrete Materials in the Method of FTA. *Key Engineering Materials*, v. 723, pp 770-775, 2016.

# Capítulo 19

## *Riscos associados aos mobiliários urbanos: uma revisão sistemática PRISMA*

*Béda Barkokébas Junior*

*Bianca M. Vasconcelos*

*Dayvson Carlos Batista de Almeida*

**Resumo:** O mobiliário urbano é um elemento que integra a paisagem urbana de um espaço público ou privado. Contudo, quando disposto de forma inadequada ou em mau estado de conservação, pode oferecer riscos aos seus usuários. Portanto, este trabalho tem como objetivo identificar os principais riscos de segurança associados aos mobiliários urbanos. A revisão sistemática foi conduzida utilizando a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) na busca de artigos. Ao analisar os estudos, destacam-se os riscos associados aos pontos de ônibus, calçadas e escadarias devido à importância que esses elementos representam no espaço público e privado. Dentre os riscos assinalados, os mais frequentes foram: atropelamento de pedestres, exposição a partículas nocivas, quedas e deslizamentos, sendo os dois últimos mais suscetíveis aos idosos. Conclui-se a necessidade de explorar as propriedades dos materiais, para propor soluções inovadoras e aliadas à sustentabilidade, visando à redução de quedas e deslizamentos.

**Palavras-chave:** Mobiliário Urbano; Riscos; Espaço Urbano.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma sociedade justa é aquela que proporciona a todos os seus cidadãos um ambiente acessível e sem barreiras, independente de qualquer tipo de diversidade (ARENAS; RAMOS, 2017). Em um universo cada vez mais urbano, identifica-se uma série de problemas de ordem socioambiental, sendo notório o crescimento desordenado das cidades, sem observar, dentre outras necessidades, a questão da acessibilidade (DIAS *et al.*, 2017).

A Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000 define acessibilidade como “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida” (BRASIL, 2000). Percebe-se, portanto, que a mobilidade urbana está fortemente relacionada à acessibilidade, ao direito e à necessidade que as pessoas têm de se deslocarem pelas cidades.

A legislação brasileira, por meio da lei 10.098/2000, define o termo mobiliário urbano como um “conjunto de objetos presentes nas vias e espaços públicos, superpostos ou adicionados aos elementos da urbanização ou da edificação”, podendo vir a constituir elementos ou condições que interfiram no fluxo de pedestres, tornando-se um fator de impedância para os seus usuários (BRASIL, 2000).

Já a NBR 9050 considera mobiliário urbano “todos os objetos, elementos e pequenas construções integrantes da paisagem, de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados” (ABNT, 1986, p.1). De acordo com tal norma, que estabelece parâmetros técnicos a serem observados na instalação dos mobiliários e equipamentos urbanos, os mobiliários urbanos classificam-se nas seguintes categorias: circulação e transporte, cultura e religião, esporte e lazer, infraestrutura e sistema de comunicações. Ainda segundo a NBR 9050, são exemplos de mobiliários urbanos: ponto de ônibus, calçada, bicicletário, semáforo, passarela, pavimentação e lixeira.

A mobilidade urbana pode ser compreendida como as condições de locomoção humana e de bens através da cidade (GOMIDE; GALINDO, 2013). Além do mais, engloba o planejamento urbano relacionado ao crescimento das cidades e o processo de circulação urbana de pessoas (MAGAGNIN; SILVA, 2008). E para se obter um espaço público de qualidade, outros fatores se destacam junto à mobilidade urbana, como os sistemas de

infraestrutura e o mobiliário urbano. Segundo Santinha e Marques (2013), para promover conforto na mobilidade de pedestres, é necessário proporcionar aos usuários um deslocamento pleno e agradável em um espaço livre de barreiras, com pavimentos de elevada qualidade, desenho atraente e mobiliário dedicado ao descanso e abrigos.

Na questão da pavimentação, a sinalização tátil nas calçadas é considerada um recurso complementar para prover segurança, orientação e mobilidade a todas as pessoas, principalmente àquelas com deficiência visual ou com surdo-cegueira. Ao acatar os preceitos do desenho universal, o projetista está beneficiando e atendendo às necessidades de pessoas de todas as idades e capacidades (ABNT, 2016). Esse processo envolve qualquer tipo de dispositivo ou sistema que permite aos indivíduos realizar uma tarefa que de outra forma seria incapaz de executar, e fornece aos usuários uma supervisão mais eficaz do ambiente construído com o mínimo de esforço físico possível. O desenvolvimento de modernas tecnologias de informação e comunicação oferece oportunidades e soluções para tornar o ambiente construído mais acessível (KERBLER, 2012).

Para Lewis *et al.* (2015), as pessoas com deficiência visual, por exemplo, conseguem utilizar a percepção auditiva dos materiais presentes no local para se orientarem pelo espaço, formando um sistema de marcos e pistas ambientais como sons e trajetória do solo. Nesse contexto, destaca-se o uso de tecnologias assistivas, que atuam no aumento ou substituição dos sentidos humanos através da substituição sensorial, como por exemplo, aplicativos para *smartphones*.

O uso de dispositivos eletrônicos pode assegurar ao usuário um trajeto mais seguro no espaço urbano, porém muitos riscos de acidentes ainda estão condicionados aos mobiliários urbanos, seja pela sua inapropriada disposição na paisagem ou pelo seu mau estado de conservação. Um exemplo disso é a falta de manutenção das calçadas que provocam acidentes de quedas, que ocorrem principalmente com os idosos. De acordo com Ely e Dornelas (2006), os idosos são considerados usuários complexos do espaço urbano, devido às suas limitações fisiológicas que dificultam a orientação e o acesso aos equipamentos. Clarke (2014) reitera que as rampas na entrada das residências estão associadas a uma maior probabilidade de o idoso relatar dificuldade de sair ao ar livre de forma independente entre aqueles que

não usam qualquer tipo de dispositivo de mobilidade para se locomover. Estes resultados destacam a complexidade do papel do ambiente no processo de invalidez.

Por isso, segundo John e Reis (2010), a funcionalidade dos mobiliários urbanos está

fortemente ligada ao desenho desses objetos e seus aspectos ergonômicos. Através do diagnóstico ergonômico, é possível eliminar ou diminuir os problemas identificados no ambiente construído, melhorando a satisfação do usuário (SILVA *et. al.*, 2015). Por essa perspectiva, a ergonomia do ambiente construído consiste na adaptabilidade ergonômica de um espaço. Para um ambiente ser considerado ergonomicamente adequado, devem ser observados vários aspectos, tais como: acessibilidade; conforto acústico; conforto térmico; conforto lumínico; layout e postos de trabalho; mobiliário; percepção do usuário; revestimentos; segurança (VILLAROUCO 2009).

O presente trabalho tem por objetivo identificar os principais riscos de acidentes associados aos mobiliários urbanos, a fim de destacar o mais suscetível à ocorrência de danos físicos aos usuários, para que, posteriormente, sejam estudadas soluções que minimizem esses riscos através da seleção e aplicação de materiais apropriados, condizente com os princípios da sustentabilidade urbana.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para obtenção dos dados na pesquisa seguiu as diretrizes do PRISMA, Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-análises (LIBERATI *et al.*, 2009). Os artigos encontrados foram pesquisados através da base de dados SCOPUS. As palavras-chave, utilizadas em inglês por motivo de abrangência, foram: “risk”, “bus stop”, “sidewalk”, “bicycle rack”, “traffic light”, “footbridge”, “staircase”, “ramp”, “monument”, “table”, “bench”, “light post”, “trashcan”, “wall”, “panel”, “informationsign” e “statue”. Para combinação das palavras foi utilizado o descritor booleano “or” e selecionado as opções “no título” e “no resumo”, para encontrar os trabalhos.

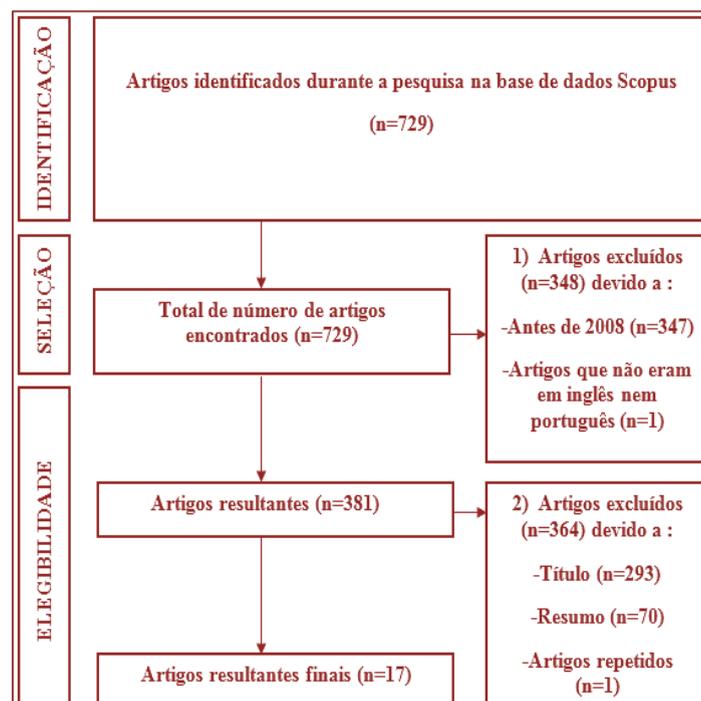
Foram considerados apenas os artigos que relacionados tema pesquisado, assim como também os publicados nos últimos 10 anos, ou seja, no período de 2008 até 2018, a fim reunir estudos atuais e de grande relevância para a pesquisa. Os artigos selecionados foram lidos e agrupados em tabelas que destacaram seus principais aspectos: tipos de mobiliários, riscos associados e faixa etária da população suscetível, para que posteriormente os estudos sejam comparados entre si, e conclusões sejam inferidas acerca da revisão sistemática.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de busca foram encontrados 729 artigos, dos quais foram excluídos os

publicados anteriores ao ano de 2008, resultando em 382 artigos. Foi excluído 1 artigo em mandarim e por triagem de títulos, foram eliminados 293 artigos, restando 88 artigos a serem considerados. Ao analisar os resumos de artigos, finalmente foram excluídos 70 artigos, resultando em um total de 18 artigos. Foram considerados apenas os artigos cujo risco fosse diretamente relacionado aos equipamentos urbanos, portanto, diversos artigos cujos mobiliários não fizessem parte da paisagem urbana, não foram considerados na triagem. Além disso, muitas palavras-chaves estavam associadas a termos específicos da fisiologia humana, sendo excluídos por não serem da área de interesse. A Figura 1 mostra uma breve revisão dos critérios de seleção adotados.

FIGURA 1 – Seleção dos artigos: sumários dos artigos. Fonte: autor.



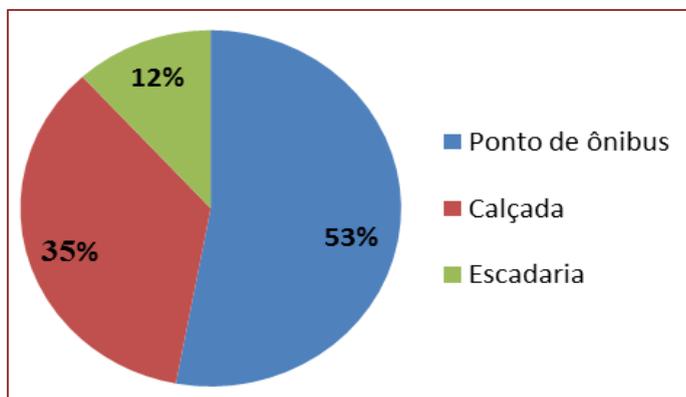
Os 17 artigos encontrados e os seus aspectos avaliados na revisão sistemática são ilustrados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Principais riscos associados aos mobiliários urbanos.

Nº. Autor (ano)	Mobiliário	Riscos	Faixa etária
1. Youet <i>et al.</i> (2017)	Ponto de ônibus	Exposição a partículas aéreas nocivas	-
2. Chen e Zhou (2016)	Ponto de ônibus	Atropelamento de pedestres	-
3. Blazquez, Lee e Zegras (2016)	Ponto de ônibus	Atropelamento de pedestres	Crianças de 5 a 18 anos
4. Xuet <i>et al.</i> (2015)	Ponto de ônibus	Exposição a partículas aéreas nocivas	-
5. Quistberget <i>et al.</i> (2015)	Ponto de ônibus	Atropelamento de pedestres	-
6. Wilson, Oliver e Thomson (2014)	Ponto de ônibus	Exposição a partículas aéreas nocivas	-
7. Hart e Miethé (2014)	Ponto de ônibus	Ocorrência de crimes	-
8. Ponnaluri (2012)	Ponto de ônibus	Atropelamento de pedestres	-
9. Diogenes e Lindau (2010)	Ponto de ônibus	Atropelamento de pedestres	-
10. Chen e Zhou (2016)	Calçada	Atropelamento de pedestres	-
11. Rankavat e Tiwari (2016)	Calçada	Atropelamento de pedestres	-
12. Martínez Ruiz <i>et al.</i> (2015)	Calçada	Atropelamento de pedestres	Jovens e idosos
13. Kamal Hossain, Fu e Law (2015)	Calçada	Deslizamento e quedas	-
14. O'Hern, Oxley e Logan (2015)	Calçada	Deslizamento e quedas	Idosos(65+)
15. Li <i>et al.</i> (2014)	Calçada	Deslizamento e quedas	Idosos(65+)
16. Afifi, Parke e Al-Hussein (2014)	Escadaria	Deslizamento e quedas	Idosos(65+)
17. Boele van Hensbroek <i>et al.</i> (2009)	Escadaria	Deslizamento e quedas	Idosos(65+)

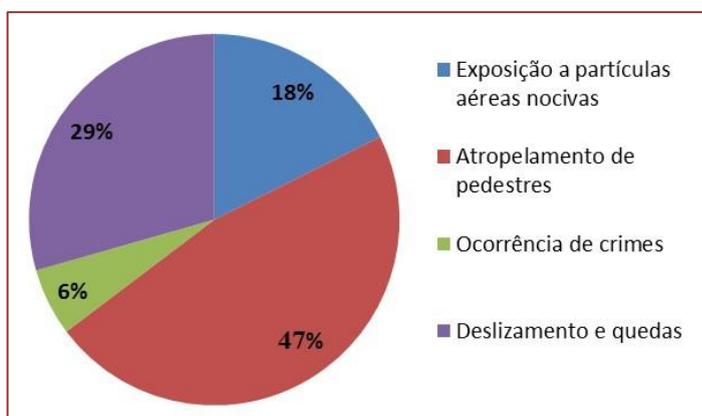
A partir dos resultados obtidos pela revisão sistemática Prisma presente no quadro 1, procurou-se identificar nos 17 artigos encontrados, a participação de cada mobiliário urbano na exposição de riscos aos seus usuários. O gráfico, presente na figura 2 indica que, dentre os mobiliários investigados, o mais suscetível a riscos para os usuários que se deslocam no ambiente urbano é o ponto de ônibus (53 %), em seguida a calçada (35 %) e por fim a escadaria (12%). Este resultado elucida o quanto esses elementos são importantes para o cidadão, uma vez que, quando não atendem aos pré-requisitos de acessibilidade se tornam barreiras que dificultam a locomoção humana através da cidade.

FIGURA 2 – Participação de cada mobiliário investigado na exposição aos riscos. Fonte: autor.



Posteriormente, foram identificados os tipos de riscos associados aos mobiliários urbanos explorados em cada um dos 17 artigos encontrados, obtendo como resultado o gráfico da figura 3. Observa-se a prevalência de riscos de atropelamento de pedestres em 47% dos artigos investigados, englobando todas as faixas etárias (CHEN e ZHOU, 2016; QUISTBERG *et al.*, 2015; PONNALURI, 2012; DIOGENES e LINDAU, 2010) e mais precisamente os estudantes de 5 a 18 anos em áreas escolares (BLAZQUEZ, LEE e ZEGRAS, 2016). Em seguida, têm-se o deslizamento e quedas (29%), a exposição a partículas aéreas nocivas (18%) e a ocorrência de crimes (6%), enfatizada por Hart e Miethe (2014), levantando a questão da segurança pública.

FIGURA 3 – Tipos de riscos encontrados em todos os mobiliários urbanos estudados.

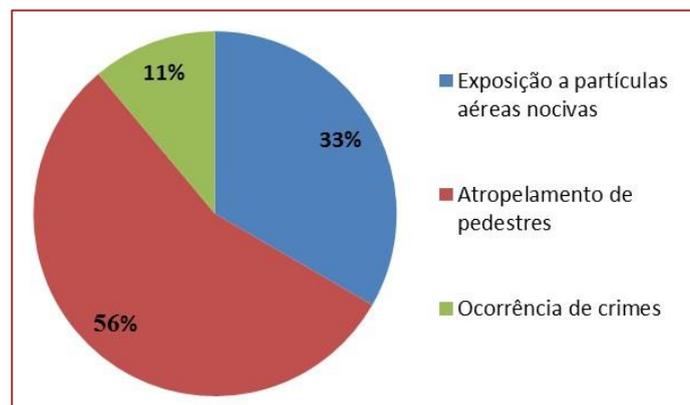


Fonte: autor.

Tendo em vista que o ponto de ônibus foi o mobiliário que mais ofereceu riscos nos 17 artigos investigados, verificam-se no gráfico da figura 4 os tipos de riscos mais frequentes, em que o atropelamento de pedestres próximos aos pontos de ônibus responde por 56% dos casos. Além disso, o vultoso adensamento populacional dos grandes centros urbanos reflete em um alto contingente de usuários de transporte público, sendo expostos a partículas nocivas a saúde em 33% dos casos, seja pela combustão dos veículos (YOU *et al.*, 2017; Xu *et al.*, 2015) ou pela fumaça dos fumantes

(WILSON, OLIVER E THOMSON, 2014). Além disso, em menor parcela está a ocorrência de crimes (11%).

FIGURA 4 – Tipos de riscos encontrados nos pontos de ônibus.



Fonte: autor

Nas calçadas e escadarias, destacam-se os riscos de atropelamento de pedestres por veículos ou colisão com bicicletas, bem como o risco de quedas. A faixa etária mais suscetível a quedas são os idosos (MARTÍNEZ RUIZ et al., 2015; O'HERN, OXLEY e LOGAN, 2015; LI et al., 2014; AFIFI, PARKE e AL-HUSSEIN, 2014; BOELE VAN HENSBROEK et al.,

2009), já que segundo Micheletto (2011), as alterações fisiológicas advindas do envelhecimento colaboram para que os pedestres idosos, inseridos em um trânsito urbano mal organizado e repletos de barreiras arquitetônicas, correspondam ao grupo mais vulnerável.

#### 4. CONCLUSÃO

Essa revisão bibliográfica ilustra os riscos associados aos mobiliários urbanos para que, posteriormente, sejam desenvolvidas propostas de intervenção, com o intuito de eliminar ou reduzir os riscos. Dentre os mobiliários urbanos investigados, os mais estudados foram o ponto de ônibus, a calçada e a escadaria, indicando que eles ainda oferecem riscos à população, sobretudo às crianças e aos cidadãos de mobilidade reduzida, como os idosos. Os estudos revelam que os usuários do espaço urbano estão constantemente sujeitos a riscos químicos, tais como a exposição de partículas aéreas nocivas como a fumaça de tabaco e gases de combustão, que podem desencadear doenças respiratórias.

Além disso, o risco de acidentes como atropelamento, quedas e deslizamentos é comum em áreas de grande concentração populacional e que não possuem infraestrutura adequada aos usuários. Desta forma, a análise metodológica revisada neste artigo identifica os principais riscos de segurança associados aos mobiliários urbanos, para posteriormente torná-los integralmente acessíveis, colaborando para o desenvolvimento da pesquisa em andamento, que visa propor um projeto de referência para a comunidade acadêmica, pautada na integração da pessoa com deficiência. Portanto, este estudo abre caminhos para explorar as propriedades de materiais alternativos na redução de acidentes, assim como o desenvolvimento de protótipos e tecnologias assistivas na orientação espacial de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida através espaço urbano.

## REFERÊNCIA

- [01] VILLAROUÇO, Vilma. An ergonomic look at the work environment. In: Anais do 17th World Congress on Ergonomics, Beijing, China. 2009.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16537: Acessibilidade - Sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação*. Rio de Janeiro, 2016.
- [03] LEWIS, Laura; SHARPLES, Sarah; CHANDLER, Ed; WORSFOLD, John. Hearing the way: Requirements and preferences for technology-supported navigation aids. *Applied Ergonomics*, v. 48, pag. 56-69, 2015.
- [04] SILVA, A. C. C. L., SILVA, A. N., SILVA, V. C. P. Da R., RAMOS, M. L. S., & VILLAROUÇO, V. (2015).
- [05] Avaliação Ergonômica Do Ambiente Construído: Estudo De Caso No Arquivo Funcional De Uma Instituição Pública De Ensino Superior. *15º Congresso Brasileiro de Ergonomia, ABERGO*, (2008).
- [06] SOARES, C. S. F. V. V. M. M. (2009). AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO :
- [07] Estudo de caso em uma biblioteca universitária . *Ação Ergonômica*, 4(1), 5–25.
- [08] AFIFI, M.a.; PARKE, B.b.; Al-Hussein. Evidence-Based Evaluation of Staircase Architectural Design to Reduce the Risk of Falling for Older Adults. *Journal of Housing for the Elderly*, v. 28, n.01, p. 107-132, 2014.
- [09] ARENAS, Rolando Biere; RAMOS, Blanca Arellano. Las TIC, Herramientas Facilitadoras Para el Habitar y Disfrute de una Ciudad Sin Barreras. *ACE: architecture, city and environment*, Barcelona, v.1, n.33, p. 219-234.
- [10] BLAZQUEZ, C.; LEE, J.S.; ZEGRAS, C. Children at risk: A comparison of child pedestrian traffic collisions in Santiago, Chile, and Seoul, South Korea. *Traffic Injury Prevention*, v. 17, n. 3, p. 304-312, 2016.
- [11] BOELE VAN HENS BROEK, P.a.; MULDER, S.; LUITSE, J.S.K.; VAN OOIJEN, M.R.; Goslings, J.C.
- [12] Staircase falls: High-risk groups and injury characteristics in 464 patients. *Injury*, v. 40, n. 8, p. 884-889.
- [13] CHEN, P.; ZHOU, J. Effects of the built environment on automobile-involved pedestrian crash frequency and risk. *Journal of Transport and Health*, v. 3, n. 4, p.448-456, 2016.
- [14] CHO, H.; LEE, K. A new assessment method of outdoor tobacco smoke (OTS) exposure. *Atmospheric Environment*, v. 87, p. 41-46, 2014.
- [15] DIAS, Daniella Maria dos Santos; NONATO, Domingos do Nascimento; RAIOL, Raimundo Wilson Gama. Interação entre a acessibilidade urbanística e o direito à cidade: possibilidade de inclusão social das pessoas com deficiência. *Rev. Bras. Polit. Públicas (Online)*, v. 7, n. 2, p. 147-167, 2017. Brasília.
- [16] DIOGENES, M.C.; LINDAU, L.A. Evaluation of pedestrian safety at midblock crossings, Porto Alegre, Brazil.
- [17] *Transportation Research Record*, n. 2193, p. 37-43, 2010.
- [18] Emission hotspots in a hot and humid urban environment: Concentrations, compositions, respiratory deposition, and potential health risks. *Science of the Total Environment*, v.599-600, p. 464-473, 2017.
- [19] GOMIDE, A. Á.; GALINDO, E. P. A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi. *Estudos Avançados*, v. 3, n. 5, p. 27-39, 2013.
- [20] HART, T.C.; MIETHE, T.D. Street robbery and public bus stops: A case study of activity nodes and situational risk. *Security Journal*, v. 27, n. 02, p. 180-193.
- [21] KAMAL HOSSAIN, S.M.; Fu, L.; Law, B. Winter contaminants of parking lots and sidewalks: Friction characteristics and slipping risks. *Journal of Cold Regions Engineering*, v. 29, n. 04, 2015.
- [22] KERBLER, Bostjan. A toolkit for detecting and eliminating the Barriers that people with disabilities face In the built environment: The case of Slovenia, Europe. *Journal of the Faculty of Architecture*, 2012, 235-257.

- [23] LI, W.; Procter-Gray.; LIPSITZ, L.A.; Leveille, S.G.; Hackman, H.; Biondolillo, M.; Hannan, M.T. Utilitarian walking, neighborhood environment, and risk of outdoor falls among older adults. *American Journal of Public Health*, v.104, n.09, p. 30-37-2014.
- [24] LIBERATI, A; ALTMAN, D.G; TETZLAFF, J. et al. *Annals of Internal Medicine Academia and Clinic*. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions : *Ann Intern Med*. 2009;151(4).
- [25] MAGAGNIN, R. C.; Silva, A. N. R.A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. *Transportes*, v. 3, n. 5, p. 25-35, 2008.
- [26] MARTÍNEZ RUIZ, V.; JIMÉNEZ MEJÍAS, E.; AMEZCUA PRIETO, C.; OLMEDO REQUENA, R.;
- [27] PULIDO MANZANERO, J.; LARDELLI CLARET, P. Risk factors for provoking collisions between cyclists and pedestrians in Spain, 1993-2011. *Gaceta Sanitaria*, v. 29, p. 10-15, 2015.
- [28] O'HERN, S.; OXLEY, J.; LOGAN, D. Older Adults at Increased Risk as Pedestrians in Victoria, Australia: An Examination of Crash Characteristics and Injury Outcomes. *Traffic Injury Prevention*, v. 16, n.08, p. 161-167, 2015.
- [29] PONNALURI, R.V. Road traffic crashes and risk groups in India: Analysis, interpretations, and prevention strategies. *IATSS Research*, v. 35, n. 02, p. 104-110.
- [30] QUISTBERG, D.A.; KOEPESELL, T.D.; JOHNSTON, B.D.; BOYLE, L.N.; MIRANDA, J.J.; EBEL, B.E.
- [31] Bus stops and pedestrian-motor vehicle collisions in lima, peru: A matched case-control study. *Injury Prevention*, v. 21, p. 15-22, 2015.
- [32] RANKAVAT, S.; TIWARI, G. Pedestrians risk perception of traffic crash and built environment features - Delhi, India. *Safety Science*, v. 87, p. 1-7, 2016.
- [33] SANTINHA, Gonçalo; MARQUES, Sara. Repensando o fenômeno do envelhecimento na agenda política das cidades: a importância da promoção da mobilidade de pedestres. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, vol. 16, núm. 2, abril-junio, 2013, pp. 393- 400
- [34] WILSON, N.; OLIVER, J.; THOMSON, G. Smoking close to others and butt littering at bus stops: Pilot observational study. *PeerJ*, v. 2013, n. 01, p. 1-8, 2014.
- [35] XU, J.; JIN, T.; MIAO, Y.; HAN, B.; GAO, J.; BAI, Z.; XU, X. Individual and population intake fractions of diesel particulate matter (DPM) in bus stop microenvironments. *Environmental Pollution*, v. 207, p. 161-167, 2015.
- [36] YOU, S.; YAO, Z.; DAI, Y.; WANG, C.H. A comparison of PM exposure related to emission hotspots in a hot and humid urban environment: Concentrations, compositions, respiratory deposition, and potential health risks. *Science of the Total Environment*, v.599-600, p. 464-473, 2017.

# Capítulo 20

## *Análise ergonômica em um setor de uma repartição pública no município de Campos dos Goytacazes - RJ*

*Carolina Pio de França*

*Letícia Manhães dos Santos*

*Alzeleni Pio da Silva Tavares Corrêa*

*Aldo Shimoya*

*Fábio Freitas da Silva*

*Francisco de Assis Leo Machado*

**Resumo:** Atualmente, diversas organizações de todos os setores do conhecimento humano têm dado ênfase a investimentos que visam diminuir de forma incisiva o número de acidentes de trabalho a partir da implementação de programas ergonômicos que, além de possuírem um diferencial para a organização, proporcionam aos seus funcionários melhores condições de trabalho e conseqüentemente qualidade de vida. Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar as condições ergonômicas do setor de arquivamento de uma repartição pública, localizada em Campos dos Goytacazes-RJ. Para realizar as análises posturais necessárias foi utilizado o método Ovako Working Posture Analysing System (OWAS), que se baseia em registros fotográficos que também são usados para avaliar o uso ou não de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados. Os resultados dessa pesquisa mostraram as deficiências encontradas deste setor e sendo assim, foram elaboradas propostas para a implantação de ações corretivas, com o intuito de reduzir o número de lesões e acidentes ocupacionais, gerados pela inadequação da forma de realização das atividades, podendo assim proporcionar o aumento da satisfação do trabalhador e da produtividade para a organização.

**Palavras-chave:** Condições de trabalho, Ergonomia, Método OWAS, Satisfação do trabalhador.

## 1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que qualidade de vida e saúde fornecida ao trabalhador em uma determinada organização está cada vez mais associada ao investimento na área ergonômica. A ergonomia é capaz de aperfeiçoar o trabalho humano com a implantação de métodos e técnicas como instrumentos para a avaliação de riscos e benefícios a vida humana.

A ergonomia tem tido um ótimo desempenho na vida do trabalhador, pois tem como principais questões: intervenções, ações e projetos que se destinam à melhoria da segurança do trabalho, do conforto, do bem-estar e da eficácia das atividades humanas, devendo essa melhoria ocorrer de forma integrada. A solução dessas questões se dão por meio do estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente (IIDA; BUARQUE, 2016).

Embora seja um tema em pauta há algum tempo e com abordagem cada vez mais recorrente, sabe-se que a ergonomia não é aplicada na prática como realmente deveria acontecer, um indicador desse fato é que, segundo Moraes (2010), as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e as Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT) representam 80% dos afastamentos dos trabalhadores, sendo que algumas doenças ocupacionais podem surgir mesmo depois do trabalhador se afastar do agente causador.

No intuito de aplicar os objetivos da ergonomia, foi realizada uma análise na rotina de diversos trabalhadores de um setor de arquivamento, em uma repartição pública, situada no município Campos dos Goytacazes-RJ, onde a finalidade principal foi proporcionar melhorias às condições diárias de trabalho, identificando possíveis falhas e oportunidades de melhorias relacionadas ao ponto de vista ergonômico.

De acordo com os estudos realizados, o método escolhido para ser aplicado nesta análise foi o método OWAS. De acordo com Másculo e Vidal (2011), seus desenvolvedores foram três pesquisadores finlandeses que trabalhavam em uma indústria siderúrgica: Karku, Kansu e Kuorinka, no ano de 1977, e sua principal preocupação era a identificação e avaliação de posturas do trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEORICO

### 2.1. ERGONOMIA

Os seres humanos pré-históricos podem ser considerados os precursores da ergonomia, já que tinham a preocupação de escolher ou construir os objetos que melhor se adaptassem às suas necessidades, como cortar e caçar (CORRÊA; BOLETTI, 2015).

Segundo Iida e Buarque (2016), pode-se dizer o mesmo da era da produção artesanal, período em que estava sempre presente a preocupação com a adaptação das atividades às necessidades humanas.

Por outro lado, na época da Revolução Industrial o conceito de ergonomia estava totalmente afastado do ambiente de trabalho. As fábricas eram completamente insalubres e as jornadas de trabalho chegavam a até 16 horas diárias, ou seja, o trabalhador era desrespeitado e não havia a mínima preocupação com sua saúde (IIDA; BUARQUE, 2016).

O dia 12 de julho de 1949 é considerado como a data “oficial” de nascimento da ergonomia, pois foi quando houve a primeira reunião entre cientistas e pesquisadores que estavam em busca de discutir a existência desse novo ramo de aplicação interdisciplinar da ciência. Mas foi apenas durante a segunda reunião do grupo, em 16 de fevereiro de 1950, que ocorreu a proposta do neologismo ergonomia: *ergon* = trabalho e *nomos* = regras, leis naturais (IIDA; BUARQUE, 2016).

Todavia, o termo ergonomia já havia sido citado em 1857 pelo polonês Wojciech Jastrzebowski no artigo “Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”. Mas foi apenas em 1950 que a ergonomia foi considerada uma disciplina mais formalizada, por meio da fundação da Ergonomics Research Society (MÁSCULO; VIDAL, 2011).

De acordo com Iida e Buarque (2016), a ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao homem, sendo que este trabalho não engloba apenas a relação com máquinas e equipamentos, mas todas as atividades envolvidas antes, durante e após a realização do trabalho. Observa-se que primeiro o homem será analisado, para que a partir dessa análise o trabalho seja adaptado às suas características, sendo executado da forma mais eficiente e sem prejudicar a saúde do trabalhador.

Já Laville (1977), define a ergonomia como o conjunto de conhecimentos referentes ao desempenho do ser humano, em atividade, a fim de aplicá-los à realização de tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção.

Dul e Weerdmeester (2012) destacam os vários aspectos estudados pela ergonomia, como a postura e os movimentos corporais (sentados, em pé, levantando cargas), os fatores ambientais (ruídos, iluminação, clima), informação (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos), entre outros fatores que podem afetar positiva ou negativamente o ambiente de trabalho e as pessoas que nele realizam suas atividades. Os autores ainda destacam que, a projeção de um ambiente saudável, seguro, confortável e eficiente, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana, só pode ser obtida com a conjugação adequada de todos os fatores citados anteriormente.

Abrahão et al. (2009) também destacam de que modo as mudanças socioeconômicas e tecnológicas ocorridas no mundo do trabalho ao longo do tempo modularam o desenvolvimento da ergonomia, havendo uma mudança simultânea na atuação dos ergonomistas, que devem encontrar maneiras de transformar o trabalho, adaptando-o às características e aos limites do ser humano a fim de assegurar a saúde dos trabalhadores e a segurança operacional.

A ergonomia baseia-se na organização homem - máquina - ambiente de trabalho. Ela tem um papel singular para que o trabalho seja executado de forma produtiva, priorizando a saúde dos trabalhadores, buscando otimizar sua eficácia e conseqüentemente prevenir doenças ocupacionais (RIBEIRO et al., 2009).

Segundo Brandimiller (1997), a ergonomia também foi projetada para emitir sinais de advertências em caso de uso excessivo ou incorreto de alguma ferramenta, seja ela tangível ou não, no momento da execução do trabalho. Ignorar os alertas da ergonomia pode prejudicar a eficiência e ocasionar distúrbios irreversíveis à saúde do trabalhador.

De acordo com Sá (2002), a ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao homem, e tem como significado as regras para se organizar no trabalho, mesmo assim, seus conceitos vão além dessa fronteira, devendo ser usados de maneira mais ampla, em atividades caseiras, esportivas, recreativas, entre outras, isto é, onde houver gente, ali deve haver uma base sólida de ergonomia.

Por isso a ergonomia é algo primordial nos dias atuais, e deve ser tratada com muito foco e seriedade, principalmente no ambiente de trabalho, visto que, se houver falhas ou erros ligados à ergonomia, não é só a produção da empresa ou seus lucros que ficam em pauta, mas também a saúde e bem-estar do trabalhador (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

Além de proporcionar ao trabalhador uma melhor qualidade de vida, a ergonomia proporciona à empresa/organização benefícios incontáveis. Pode-se notar com a implantação da ergonomia: o aumento da produtividade e a diminuição de custos relacionados a doenças do trabalho, já que quando o trabalhador tem prazer ao executar suas atividades, ele as faz com mais eficácia e eficiência (RIBEIRO et al., 2009).

Do ponto de vista organizacional a ergonomia pode refletir como destaque na competitividade entre as instituições. Quando há uma ergonomia eficiente incorporada a um sistema da organização da empresa, o desempenho do trabalhador aumenta, tendo como resultado um aumento na produtividade e na qualidade, gerando produtos de grande aceitação no mercado (DUL; WEERDMEESTER, 2012).

Segundo Abrantes (2004), os benefícios que se tornam resultado com a aplicação da ergonomia no sistema produtivo para as organizações serão:

- (I). Aumentar a eficiência do elemento humano;
- (II). Melhorar a qualidade técnica, o comprometimento para com a empresa, a moral e a satisfação com relação aos funcionários;
- (III). Aumentar a produtividade das áreas de atuação, além da qualidade dos produtos com a diminuição dos custos e desperdícios;
- (IV). Melhorar a prevenção de danos e avarias de materiais e equipamentos;
- (V). Redução significativa de acidentes e doenças ocupacionais.

Do ponto de vista de Wisner (1994), a ergonomia tende a lutar inicialmente trazendo benefícios ao trabalhador, por sua saúde, contra os acidentes e pela melhoria das condições de trabalho e trouxe contribuições significativas para a adequação do sistema técnico, propiciando vantagens econômicas e financeiras quando da introdução das novas tecnologias.

De acordo com Iida (2005), o desempenho produtivo de uma determinada empresa depende das condições ergonômicas que ela disponibiliza procurando reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes; proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores para uma melhor qualidade de vida. Isso

propõe também que as atividades sejam executadas com mais motivação e empenho levando ao aumento da satisfação, conforto e com tudo, a produção entre os membros da equipe e dos fluxos de processo.

## 2.2. NORMA REGULAMENTADORA Nº 17

Em 1986, os diretores do departamento de saúde do Sindicato dos Empregados de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (SINDPD/SP) entraram em contato com a Delegacia Regional do Trabalho, em busca de formas de prevenção de lesões do trabalho, visto que perceberam essa necessidade com o aumento do número de lesões entre os empregados da Associação de Profissionais de Processamento de Dados (APPD nacional) na época. Então, na intenção de sanar este problema surgiu a Norma Regulamentadora Nº 17 - Ergonomia (NR 17), entre os anos de 1988 e 1989. Essa norma foi estabelecida pela legislação em 1990 (MTE, 1990).

A NR 17 tem como objetivo determinar critérios, em busca de melhorias para as condições psicológicas do trabalhador, com o objetivo de propor mais segurança, conforto e aumento de sua eficiência, reduzindo impactos negativos sobre ele (BERNARDO et al., 2012).

## 2.3. MÉTODO OWAS

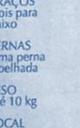
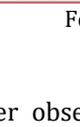
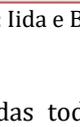
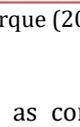
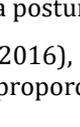
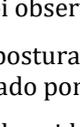
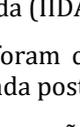
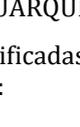
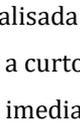
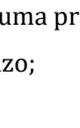
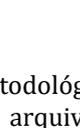
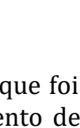
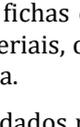
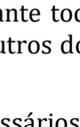
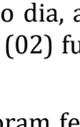
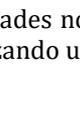
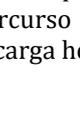
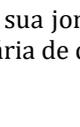
Neste trabalho foi aplicado o método OWAS, por ser uma ferramenta bastante utilizada quando se trata de postura no ambiente de trabalho, e pode ser usada sem a necessidade de muitos equipamentos para coletar os dados. Para a sua utilização é necessária a coleta de imagens do ambiente em estudo e das posturas que ele exige, a fim de proporcionar por meio dos resultados, a implantação de melhorias para o posto de trabalho e para o bem-estar e saúde do trabalhador (IIDA; BUARQUE, 2016).

Por meio de análises fotográficas das principais posturas adotadas na indústria pesada, três pesquisadores finlandeses, Karku, Kansu e Kuorinka, em conjunto com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, desenvolveram o sistema OWAS (CAVALCANTE, 2011).

Segundo Iida e Buarque (2016), através das combinações de posições do dorso (4 posições típicas), braços (3 posições típicas) e pernas (7 posições típicas) os pesquisadores finlandeses chegaram a um arranjo de 72 combinações de diferentes posturas. Também foram realizadas aproximadamente 36.340 observações em 52 tarefas comuns em indústrias para que o método fosse testado, resultando em 93% de concordância com registros feitos por analistas treinados que observaram o mesmo trabalho.

A ferramenta OWAS é um método simples para a análise da postura do trabalhador no momento em que realiza suas atividades rotineiras. Os resultados obtidos têm como base o posicionamento da coluna, braços e pernas, além de considerar as cargas e esforços feitos durante a realização das atividades, chegando a um código formado por seis dígitos, de acordo com a posição do trabalhador. A pontuação gerada pela avaliação da postura determina o nível de risco a que os trabalhadores estão expostos e a urgência necessária na tomada de medidas corretivas (MÁSCULO; VIDAL, 2011). A Figura 1 representa a análise postural do corpo humano por meio do Método OWAS.

Figura 1 - Registro das posturas pelo método OWAS

DORSO					
	1 Reto	2 Flexionado	3 Reto e torcido	4 Flexionado e torcido	
	BRACOS				
		1 Dois braços para baixo	2 Um braço para cima	3 Dois braços para cima	ex: 2151 RF
PERNAS					
		1 Duas pernas retas	2 Uma perna reta	3 Duas pernas flexionadas	DORSO flexionado 2
	CARGA				BRACOS Dois para baixo 1
		1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	PERNAS Uma perna ajoelhada 5
LOCAL					PESO Até 10 kg 1
		4 Uma perna flexionada	5 Uma perna ajoelhada	6 Deslocamento com pernas	LOCAL Remoção de refugos RF
	CARGA				xy
		1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	Código do local ou seção onde foi observado
LOCAL					
		4 Uma perna flexionada	5 Uma perna ajoelhada	6 Deslocamento com pernas	7 Duas pernas suspensas
	CARGA				
		1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	
LOCAL					
		1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	
	LOCAL				
		1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	
LOCAL					
		1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	

Fonte: Iida e Buarque (2016).

Por meio da Figura 1 podem ser observadas todas as combinações possíveis de posturas a serem analisadas, levando em consideração o posicionamento do dorso, dos braços, das pernas, além do peso da carga transportada e o local onde a postura foi observada (IIDA; BUARQUE, 2016).

De acordo com Iida e Buarque (2016), as posturas foram classificadas em 4 categorias com base em avaliações quanto ao desconforto proporcionado por cada postura:

Classe 1 – postura normal, que não necessita de cuidados, a não ser em casos excepcionais;

Classe 2 – postura que deve ser analisada em uma próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho;

Classe 3 – postura merece atenção a curto prazo;

Classe 4 – postura merece atenção imediata.

### 3. METODOLOGIA

A figura 2 mostra a sequência metodológica que foi utilizada para a elaboração desta pesquisa. O estudo foi desenvolvido em um setor de arquivamento de uma repartição pública, localizada no município de Campos dos Goytacazes-RJ. O setor em destaque possui três (03) funcionários, no qual apenas um (01) trabalha na retirada de caixas de fichas durante todo o dia, além de receber pedidos para realização de manutenção e solicitações de materiais, os outros dois (02) funcionários se revezam entre atendimento e lançamentos de pedidos no sistema.

Para realizar o levantamento dos dados necessários, foram feitas tanto a análise visual durante as visitas ao local, quanto a utilização do método OWAS, que consiste na análise da postura dos trabalhadores durante a execução de suas atividades no percurso de sua jornada de trabalho, isto é, 8 horas por dia ao longo de 5 dias por semana, totalizando uma carga horária de quarenta horas (40 h) semanais.

Figura 2 - Estrutura metodológica



Fonte: Os autores.

Para a aplicação desse método, foi necessário a realização de registros fotográficos. Por meio das fotos foi analisado as atividades repetitivas e pesadas e avaliando as condições físicas do trabalho executado pelos trabalhadores. A avaliação do método OWAS foi feita utilizando o software Ergolândia na versão 6.0, que mesmo utilizando uma tabela de registro de posturas com algumas diferenças em comparação com a tabela utilizada pelo Lida e Buarque (2016), não compromete as análises e os resultados finais.

#### 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

A Figura 3 representa um dos funcionários retirando da estante uma pasta com fichas funcionais, sendo esta uma atividade realizada de forma corriqueira no setor de arquivamento, e que pode oferecer alguns riscos aos trabalhadores a depender da maneira como executam os movimentos necessários para retirar e colocar novamente as pastas nos diferentes locais da estante em que isso é possível.

Figura 3 - Análise postural 1



Fonte: Os autores.

Observa-se pela Figura 3 que o funcionário realiza a retirada da pasta da estante com as seguintes posições do Quadro 1:

Quadro 1 – Resultado da análise postural 1

Postura das Costas (Dígito 1)	Ereto
Postura dos Braços (Dígito 3)	Ambos os braços no nível ou acima dos ombros
Postura das Pernas (Dígito 4)	De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados
Esforço (Dígito 1)	Carga menor que 10 Kg

Fonte: Os autores.

A Figura 4 ilustra a aplicação do método OWAS no Ergolândia, de forma que a postura de cada variável (costas, braços, pernas) e a carga foram marcadas dentre as opções disponíveis.

Figura 4 – Aplicação do método OWAS no Ergolândia (1).



Fonte: Software Ergolândia versão 6.0.

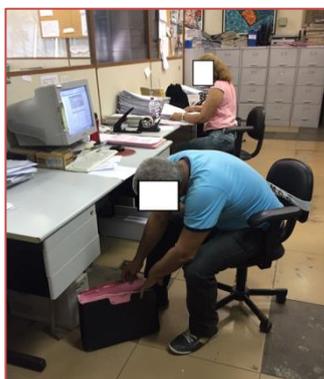
Após a marcação de cada posição adotada pelo trabalhador de acordo com o observado na Figura 3, o software apresentou a categoria de ação da postura adotada levando em consideração as variáveis em conjunto. Como é possível observar na Figura 4, o resultado obtido foi a categoria 2, sendo necessárias correções em um futuro próximo.

É importante lembrar que essa mesma tarefa pode ser executada pelo trabalhador de diversas formas, pois ocorrem momentos em que é necessário deslocar as pastas que se encontram em outras partes da estante. Então, se a pasta se encontrar em um local mais alto, haverá a necessidade de esticar mais os braços e/ou pernas, por exemplo. Do mesmo modo, se a pasta estiver em um local mais baixo, o trabalhador precisará se abaixar para pegar a pasta e depois se abaixará novamente para recolocá-la no mesmo local.

Nesse sentido, se ao executar suas tarefas o trabalhador se inclinar e/ou torcer o dorso, como, por exemplo, ao se abaixar, situação em que o tronco deve estar ereto, a categoria de ação se agravará: Passando da categoria 2 (correções em um futuro próximo) para a categoria 3 (correções tão logo quanto possível).

Foi possível perceber durante a análise realizada no setor que, muitas vezes, uma postura inadequada pode ser evitada, mas a pressa, a falta de um lugar adequado para colocar as pastas ou até mesmo a falta de iniciativa do próprio funcionário para realizar seu trabalho de uma forma mais adequada acaba resultando em posições prejudiciais à saúde, como exemplificado na Figura 5, na qual se pode observar o trabalhador com o dorso totalmente curvado ao realizar a retirada de fichas funcionais da pasta.

Figura 5 – Análise postural 2



Fonte: Os autores.

A Figura 5 mostra que o trabalhador executa sua atividade adotando as seguintes posições do Quadro 2:

Quadro 2 – Resultado da análise postural 2

Postura das costas (Dígito 2)	Inclinada
Postura dos braços (Dígito 1)	Os dois braços abaixo dos ombros
Postura das pernas (Dígito 1)	Sentado
Esforço (Dígito 1)	Carga menor que 10 kg

Fonte: Os autores.

A aplicação do método OWAS tem como resultado a categoria de ação 2, ou seja, são necessárias correções em um futuro próximo.

Cabe ressaltar que essa posição é repetida sucessivas vezes durante a jornada de trabalho, sendo um agravante às condições físicas do trabalhador ao longo do tempo.

Além disso, pode-se observar pela Figura 5 que há um espaço disponível na mesa do trabalhador onde seria possível colocar a pasta em vez de colocá-la no chão, o que facilitaria o manuseio das fichas e a retirada da pasta ao término das atividades, de forma a evitar o desgaste excessivo do indivíduo, que não precisaria se inclinar tantas vezes.

A Figura 6 representa o mesmo funcionário abrindo a estante de pastas para posteriormente realizar sua retirada e, por ser uma atividade que demanda esforço por parte de quem a executa, além de ser repetida inúmeras vezes no decorrer do dia, oferecem riscos aos trabalhadores se for efetivada de maneira incorreta.

Observa-se pela Figura 6 que o funcionário realiza a abertura da estante nas seguintes posições relatadas no Quadro 3:

Quadro 3 – Resultado da análise postural 3

Postura das costas (Dígito 2)	Inclinada
Postura dos braços (Dígito 1)	Os dois braços abaixo dos ombros
Postura das pernas (Dígito 1)	Sentado
Esforço (Dígito 1)	Carga menor que 10 kg

Fonte: Os autores.

Feita a marcação de cada posição adotada pelo trabalhador de acordo com o Quadro 1, o software apresentou a categoria de ação da postura 1, na qual não são necessárias medidas corretivas.

Figura 6 – Análise postural 3



Fonte: Os autores.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme explicado durante este trabalho, um local ergonomicamente correto é aquele que se adequa às necessidades físicas de seus usuários enquanto exercem suas atividades. Com base nos estudos realizados e nos resultados obtidos por meio da aplicação do método OWAS e da observação visual do ambiente de trabalho do setor de arquivamento da repartição pública analisada, foi possível perceber que este se revelou precário no que diz respeito às condições ergonômicas.

Por meio dos registros fotográficos realizados e a posterior aplicação do método OWAS no software Ergolândia, pôde-se constatar que as posturas adotadas pelos trabalhadores durante a execução de suas atividades podem ser prejudiciais à saúde, necessitando de correções em um futuro próximo, visto que são realizadas com frequência ao longo da jornada de trabalho. Além disso, cabe ressaltar que tais posturas muitas vezes são realizadas com pressa e resultam em posições corporais inadequadas e ainda mais prejudiciais ao funcionário.

Pode-se concluir que a quantidade de trabalhadores no setor é um fator agravante, pois existe uma grande demanda a ser atendida ao longo do dia por apenas três (03) funcionários, eles ficam a maior parte do tempo sentado e realizando atividades repetitivas, o que pode resultar em fadiga, desconfortos e doenças ocupacionais, como LER e DORT.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABRAHÃO, J. et al. Introdução à ergonomia: da prática à teoria. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.
- [2] ABRANTES, Antonio Francisco. Atualidades em Ergonomia: Logística, Movimentação de Materiais, Engenharia Industrial, Escritórios. São Paulo: IMAM, 2004.
- [3] BERNARDO, Denise Carneiro dos Reis et al. O estudo da ergonomia e seus benefícios no ambiente de trabalho: uma pesquisa bibliográfica. Sabores Interdisciplinares, v. 11, p. 1-15, 2 jul. 2012.
- [4] BRANDIMILER, Primo A. O corpo no trabalho: guia de conforto e saúde para quem trabalha em microcomputadores. 2. ed. São Paulo: SENAC, 1997.
- [5] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Norma regulamentadora: ergonomia: Portaria n 3.751, 1990. Disponível em < <http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Portaria-3751-de-23-11-1990.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- [6] CAVALCANTE, V. A. Ergonomia: método de avaliação de postura OWAS. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/60511370/Ergonomia-metodo-Owas>>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- [7] CORRÊA, V. M.; BOLETTI, R. R. Ergonomia: fundamentos e aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- [8] DUL, J.; WEERDMEESTER, B. Ergonomia prática. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.
- [9] IIDA, Itiro. Ergonomia: Projeto e Produção. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.
- [10] IIDA, I; BUARQUE, L. Ergonomia: Projeto e Produção. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.
- [11] LAVILLE, A. Ergonomia. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1977.
- [12] MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. Ergonomia: trabalho adequado e eficiente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

- [13] MORAES, Márcia Vilma Gonçalves de. Doenças ocupacionais: agentes: físico, químico, biológico, ergonômico. São Paulo: Látria, 2010.
- [14] RIBEIRO, Ethiene de Araújo et al. O papel da ergonomia e segurança do trabalho na melhoria da produtividade nas empresas. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2009, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2009. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_0849\\_1337\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0849_1337_01.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- [15] SÁ, Sérgio. Ergonomia e coluna vertebral no dia-a-dia. Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2002.
- [16] WISNER, A. A Inteligência do trabalho. São Paulo, Fundacentro, 1994.

Autores

**ADNA AMORIM DOS SANTOS**

Graduada em Engenharia de Produção na Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, natural de Itaú de Minas/MG.

**ALANA INDAH BOAVENTURA**

Cursando mestrado em Engenharia Mecânica, com área de atuação em Projetos Mecânicos, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. O projeto de pesquisa consiste em analisar fatores ergonômicos (vibração e ruído) em máquinas agrícolas, com o intuito de contribuir no melhoramento do projeto de máquinas, tendo como principal objetivo a interação homem-máquina. Bacharel em Engenharia Mecânica, pela Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA.

**ALDO SHIMOYA**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso (1982), mestrado (1987) e doutorado (2000) em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa. Professor na Universidade Candido Mendes, nos cursos de graduação em Engenharia de Produção, Engenharia Civil e Engenharia Mecânica, nos cursos de Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional e em Engenharia de Produção e no curso de Doutorado em Planejamento Regional e Gestão da Cidade; professor na Universidade Salgado de Oliveira, nos cursos de graduação em Ciências Biológicas e em Enfermagem. Colaborador na área de estatística experimental na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - Pesagro-Rio/Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos.

**ALESSANDRO JACKSON TEIXEIRA DE LIMA**

Graduado em Tecnologia em Logística pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atuou no projeto de pesquisa "Planejamento e Controle da Produção: avaliação das práticas de gestão em empresas da região metropolitana de Natal" ofertado pelo IFRN, no eixo da Gestão da produção. Em seu Trabalho de Conclusão de Curso aplicou a Analytic Hierarchy Process (AHP) para seleção de indicadores de desempenho. Agora, é participante da linha de pesquisa "Pesquisa Operacional e Logística" na UFRN com foco na modelagem matemática Data Envelopment Analysis (DEA).

**ALZELENI PIO DA SILVA TAVARES CORRÊA**

Mestre em Planejamento Regional e Gestão de Cidades pela Universidade Candido Mendes (2011). Especialista em Gestão Empresarial com ênfase em gestão de pessoas pela Fundação Getúlio Vargas (2006) e Planejamento Educacional pela Universidade Salgado de Oliveira (1991). Graduada em Administração de Empresas pela Universidade Candido Mendes (1982). Atualmente é professora da Universidade Candido Mendes dos cursos de graduação em Administração, Ciências Contábeis, Gestão do Comércio Varejista, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, Tecnólogo em Desenvolvimento de Sistemas, Relações Internacionais e cursos de pós-graduação (Especialização e MBA) em disciplinas como: Estratégia em Marketing, Qualidade de Vida no Trabalho, Segurança no Trabalho e Comunicação Empresarial.

**AMANDA LIMA DE CAMPOS**

Graduanda de Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus Bauru. Possui intercâmbio na Western Michigan University (2016) e pesquisa em simulações dinâmicas utilizando Elementos Finitos, na University of Illinois at Chicago (2016). Realizou Iniciação Científica financiada pelo CNPQ (2018) com o projeto "Análise de Ruído de ruído decorrente do funcionamento de um motocultivador", e com esta mesma pesquisa, participou do CIC - Congresso de Iniciação Científica (2019) e do SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, na área de Ergonomia.

**AMARILDO PEREIRA DOS SANTOS**

Graduado em Engenharia de Produção pela UFPI - Universidade Federal do Piauí (2016.2). Experiência com implantação de ERP (Sistema Integrado de Gestão Empresarial) e POP (Procedimento Operacional Padrão). Tenho interesse nas área de implantação de sistemas de gerenciamento.

**ANA CAROLINE BAÚ**

Graduanda em Engenharia de Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Mestranda em Engenharia Química pelo programa de Dupla Diplomação pelo Instituto Politécnico de Bragança, com previsão para o ano de 2019.

**ANA RITA SILVESTRE CAETANO**

Cursando Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Fametro, com previsão de término para o ano 2020.1. Domínio básico do idioma inglês. Participação de palestras ministradas na faculdade, com profissionais atuantes no mercado de trabalho da área de Engenharia. Vivência no ambiente de Núcleos Estudantil, Empresa Junior, desempenhando as funções de elaborar planilhas e relatórios. Currículo Lattes com projetos em andamento, inclusive um projeto de Desenvolvimento Tecnológico co parceria com Cnpq. Conhecimento intermediário no Pacote Office e perfil de profissional empenhado, comprometido, com facilidade para trabalhar em equipe e de rápida adaptação. Em busca de crescimento profissional.

**ANDREY SARTORI**

Mestre em Engenharia de Produção e Inovação pelo Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção da UFRGS (conceito 7 CAPES). Título da pesquisa: Análise dos efeitos da manufatura aditiva na Cadeia de Suprimentos. Especialista em Logística Reversa (2013). Especialista em Auditoria e Perícia (2008). Graduação em Administração (2005). Tem experiência em diversas empresas como gerente e consultor. Professor de pós-graduação e atualmente é professor de Cursos Superiores Tecnológicos da FATEC SENAI MATO GROSSO, lecionando nos cursos superiores de Logística, Gestão da Produção Industrial e Processos Gerenciais. Atuando principalmente nas seguintes disciplinas: Gestão da Produção (PCP), Distribuição, Gestão de Transportes, Armazenagem, Gestão da Cadeia e Redes de Suprimentos, Logística Reversa, Logística Internacional, Gestão de Serviços. Foi coordenador de cursos técnicos do Senai de 2011 até 2014. Avaliador e multiplicador da metodologia TRI - Teoria da Resposta ao Item. Consultor de Logística Lean e Lean Office. Ex-militar do Exército (4 anos), serviu em Angola na Missão de Paz pela ONU em 1996 UNAVEM III - Condecorado com a Medalha de Pacificador das Nações Unidas.

**ARTHUR ARCELINO DE BRITO**

Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Foi Ex bolsista do programa Ciências sem Fronteiras, na Universidade de Dunaújváros - Hungria. Com experiência de estágio de 4 meses no CERTBIO - Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste. Especialista de valores associado a SAVE international.

**BÉDA BARKOKÉBAS JUNIOR**

Doutorado em Engenharia de Camins, Canals i Ports pelo Universitat Politècnica de Catalunya, Espanha(1994). Professor Associado da Universidade de Pernambuco

**BRUNO RODRIGUES DE CASTRO GONÇALVES**

Cursando Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes de Campo Grande, com previsão de formatura para dezembro/2018. Experiência como estagiário de Engenharia nas

empresas Leduca Construtora e Ball Corporation, cujas quais são nos segmentos de Construção civil e Industria, respectivamente.

#### **CARLOS HENRIQUE FERNANDES**

Graduado em Engenharia de Produção na Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, natural de Passos/MG, Estagiário na área de processos e controle de produção.

#### **CAROLINA PIO DE FRANÇA**

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes (2017).

#### **CLAÚDIA APARECIDA CAVALHEIRO FRANCISCO**

Possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (1999), graduação em Bacharelado em Matemática Aplicado à Informática pela Universidade Católica de Santos (1989), mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2004) e doutorado em Ciência e Engenharia do Petróleo (2013). Atualmente é professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional, atuando principalmente nos seguintes temas: programação linear, inteira e mista, otimização em redes, simulação, meta-heurísticas, DEA.

#### **DAIANE DE OLIVEIRA COSTA**

Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco, Brasil(2017). Professor Assistente da Universidade Federal do Ceará

#### **DANIELE DOS REIS PEREIRA**

Graduada pela Universidade do Estado de Minas Gerais UEMG em Engenharia de Produção - 2017.

#### **DAYVSON CARLOS BATISTA DE ALMEIDA**

Graduação em engenharia civil pela Universidade Federal de Pernambuco

#### **ELIANE MARIA GORGA LAGO**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (1982), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (2006) e doutorado em Programa Doutoral em Engenharia Industrial e de Sistemas pela Universidade do Minho, UMinho, Portugal (2017). Atualmente é outro (pesquisador) da Universidade de Pernambuco e professor adjunto da Universidade de Pernambuco. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Segurança e Higiene do Trabalho, atuando principalmente nos seguintes temas: acidentes do trabalho, segurança do trabalho, gestão de segurança e higiene do trabalho, práticas preventivistas e construção civil.

#### **EMERSON BARBOSA DOS ANJOS**

Estudante de graduação do curso de Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco. Pesquisador do Grupo de Pesquisa de Energia Renovável (GPER), foi estagiário do Laboratório de Tecnologia Energética e Ambiental (LATEA), onde trabalhou no desenvolvimento de projetos, orçamentos, pesquisas e estudou sobre a modelagem matemática em problemas de Engenharia. Trabalha nas áreas de Modelagem/Simulação Computacional, Meio Ambiente e Sustentabilidade.

**ERIC LUCAS DOS SANTOS CABRAL**

Mestre em Engenharia de Produção (Pesquisa Operacional e Logística) pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFRN (2018). Engenheiro de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2016). Tem experiência em Engenharia de Processos - Gerência de Produção, Ergonomia e Engenharia da Qualidade. Desenvolve pesquisa sobre modelos de Localização de Instalações (facilities locations), Teoria das Filas, Simulação e Análise de Decisão Multicritério na área da saúde.

**ESTER FERRAZ ANDRADE**

Graduanda em Engenharia de Produção. Curso de extensão em Gestão da Qualidade

**EVERTON COSTA SANTOS**

Bacharel em Engenharia de Produção e Sistemas e Mestre em Modelagem Computacional em Ciência e Tecnologia, ambos pela Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. Atua como docente no curso de Engenharia de Produção na Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira - FAAHF. Exerceu atividades no grupo de pesquisa em Matemática Aplicada e Computacional na Universidade Estadual de Santa Cruz relacionadas aos seguintes temas: Termodinâmica, Análise de falhas do produto e Tecnologias CAD/CAE.

**FABIANA RAUPP**

Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade de Santa Cruz do Sul (2001) e mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento e controle da produção, produção enxuta, sustentabilidade, produção mais limpa e mecanismo de desenvolvimento limpo, indicadores de desempenho ambiental.

**FÁBIO BAZANI BOECHAT**

Cursando ensino superior em engenharia de produção pela Universidade Cândido Mendes, inglês em nível intermediário. Experiência de 4 anos como assistente industrial no setor de engenharia, desempenhando funções como cadastro de produtos utilizando o sistema TOTVS, especificações técnicas dos produtos e executar cronoanálise. Participação da implementação de vários módulos do MRP, melhorando de forma abrangente os reportes feitos pela produção. Atualmente na área de planejamento e controle da produção, atuando como Programador. Responsável pelo planejamento bem como relatórios mensais de indicadores, realizando a interface entre os setores de produção, compras e logística. Conhecimento avançado do pacote office.

**FÁBIO FREITAS DA SILVA**

Possui Graduação e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Cândido Mendes. Doutorando em Planejamento Regional e Gestão da Cidade.

**FELIX A DE SOUSA**

Mestrando em Gestão de Processos e Operações da Engenharia de Produção, na Escola de Engenharia de São Carlos, USP (2017). Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Piauí (2016.2), Graduação sanduíche pela Colorado State University- Pueblo (2014), financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).(2013/2014) . Tem interesse na área de Logística e transporte, lean manufacturing e planejamento da produção.

**FLÁVIO ALVES DE MOURA JÚNIOR**

Especialista em docência do Ensino Superior (FER) e Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Piauí (2016.2), Graduação sanduíche nos Estados Unidos pela Morgan Staty University- Baltimore-MD (2014), financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).(2013/2014) . Experiencia na área de gestão da qualidade, consultor e gerente de projeto para sistemas de gestão (ERP) na empresa AgenTech (agosto 2016 – Atual). Professor na Faculdade Integrada do Brasil – Faibra (Instituto Superior de Educação o São Judas Tadeu, Faculdade Entre Rios, Faculdade Evangélica Cristo Rei) (Abril 2017 – Atual)

**FRANCISCO DE ASSIS LEO MACHADO**

Possui graduação em Licenciatura em Física (2001-2004), mestrado em Ciências Naturais (2005-2007) e doutorado em Ciências da Natureza pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Foi bolsista de pós-doutorado (CNPq) desta mesma instituição atuando no Laboratório de Ciências Físicas. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada, atuando principalmente nos seguintes temas: Técnicas Fototérmicas, Caracterização Térmica de materiais sólidos, líquidos e pastosos, Física e Química do meio ambiente e Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional. Atualmente é professor no Instituto Superior de Ensino do Censa (ISECENSA), e na Universidade Candido Mendes (UCAM-CAMPOS) atuando tanto na graduação quanto no Mestrado Profissional em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional.

**GERSON FERNANDES ROCHA**

Especialista em docência do Ensino Superior (FER), Especializando em administração econômica e financeira (2018) e Graduado e engenharia de produção pela UFPI (2016). possui experiência no segmento têxtil com um enfoque em tomada de decisões estratégias e implementação de sistemas ERP. possui experiencia em TI, implementação de redes de computadores e programação CSS, HTML 5 e JavaScript. Hoje assume o papel de gestor administrativo em uma empresa de confecção têxtil.

**HENRIQUE ZAGO CERVO**

Acadêmico do Curso de Administração da Antônio Meneghetti Faculdade. Membro da Associação de Jovens empresários de Santa Maria, RS.

**IZAAC PAULO COSTA BRAGA**

Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS**

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade José do Rosário Vellano (1985), especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho (1990) pela Universidade Estadual Paulista -UNESP, mestrado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela FCA / UNESP- Campus de Botucatu (1990) e doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela FCA/ UNESP - Campus de Botucatu (1993). Iniciou suas atividades de Docência, Pesquisa e Extensão em 1987. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Projetos e Segurança e Ergonomia em Máquinas Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: Ergonomia, , Design, e Projetos de máquinas.

**JOÃO LUCAS TANAKA**

Graduando de Engenharia de Produção em Universidade Federal da Grande Dourados, integrante do Centro Acadêmico.

## **JULIANA CRUZ DA SILVA**

Cursando Engenharia de Produção pela Universidade Cândido Mendes campus Campo Grande.

## **LAÍSSA NOGUEIRA RÊGO**

Graduanda em Engenharia de Produção na UFRN; possuo Inglês avançado pelo Senac RN e sou Yellow Belt em Lean Six sigma.

## **LARISSA TIEMI DE SOUZA TSUKAGOSHI**

Graduanda de Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados. Atua como professora de inglês em instituições privadas há 5 anos.

## **LETICIA FRANÇA PALATA**

Técnica em Administração pela Escola Técnica de São Paulo (Etec) e graduanda do curso de Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Atuando no cargo de Diretora de Projetos na empresa júnior de consultoria Sigmax Soluções Empresariais.

## **LETÍCIA MANHÃES DOS SANTOS**

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes (2017).

## **LILIANA TIERI KIMURA TODA**

Graduanda do curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados. Membro da Coordenadoria Financeira do Centro Acadêmico de Engenharia de Produção.

## **LIVIA CARINA ABILIO DE SOUZA SILVA**

Estudante de graduação do curso de Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco(POLI), vinculada a Universidade de Pernambuco(UPE). É Pesquisadora estudante do Núcleo de Segurança e Higiene do Trabalho e realizou pesquisa no Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho.

## **LO-RUANA KAREN AMORIM FREIRE SANJULIÃO**

Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pelas Faculdades Integradas do Sudoeste Mineiro - Universidade do Estado de Minas Gerais UEMG, Especialista em Gestão Estratégica de Negócios pela Universidade de Franca e Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade de Franca, natural de Itaú de Minas/MG. Docente designado nível IV da Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Passos. Atua nas áreas de Gestão de processos produtivos, Gestão Estatística da Qualidade do produto e do processo, Gestão da Cadeia de Suprimentos.

## **LUCAS MARCOS SILVA QUEIROZ**

Graduado em Engenharia de Produção na Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, natural de Itaú de Minas/MG, atua na área de controladoria e finanças.

## **LUCIANA RESENDE DA SILVA**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil(2018) Líder de Controle de Qualidade da Embramed Indústria e Comércio

**MARCOS PAULO MOREIRA DA CRUZ**

Cursando Graduação de Engenharia de Produção pela Universidade Candido Mendes.

**MARIA JOSÉ REIS**

Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (FESP/UEMG) (2016), possui graduação em Engenharia Florestal (1994) e Arquitetura e Urbanismo (2013). Pós-Graduação em Cultura de Tecidos Vegetais (2005). Professora na Universidade do Estado de Minas Gerais UEMG - Unidade Passos, no Engenharia Ambiental, atua nas áreas de Meio Ambiente e Estudo de aproveitamento de rejeitos para Construção Civil.

**MARIANA SIMIÃO BRASIL DE OLIVEIRA**

Graduada em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2014) e em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2016). Atuou como Tutora Acadêmica pelo Programa de Tutoria - UFERSA nas disciplinas de cálculo e geometria analítica. Foi selecionada pela UFERSA para atuar como professora de Matemática e de Redação no programa Pré Úni Popular- cursinho preparatório. Foi integrante do Grupo de Estudos em Apoio à Decisão (GEAD) na UFERSA. Atualmente mestranda em Engenharia de Produção pela UFRN.

**MARIO FERNANDO MELLO**

Professor Universitário na Universidade Federal de Santa Maria, na Universidade Luterana do Brasil e Antônio Meneghetti Faculdade. Professor de Pós-Graduação na Fundação Getúlio Vargas, na UNIFRA e na URI. Professor nos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Química, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Administração e Arquitetura. Graduado em Engenharia Op. Mecânica e Ciências Contábeis é Especialista em Gestão Financeira, Mestre em Engenharia de Produção e Doutorando em Engenharia Agrícola. É também consultor associado da Madre Consultoria.

**MATEUS DE CAMARGO**

Acadêmico de Engenharia de Produção. Membro da Empresa Junior ITEP da Universidade Federal de Santa Maria.

**MATEUS PORFÍRIO DE MOURA CASTRO**

Tem experiência na área de Finanças e Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia de Produção

**NATÁLIA PEDROSO SERPA**

Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria, mestranda em Engenharia de Produção na UFSM.

**NATÁLIA VELOSO CALDAS DE VASCONCELOS**

Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco, Brasil (2018); Professor Assistente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

**NATHALY SILVA DE SANTANA**

Graduada em Engenharia de Produção pela UFAL/Campus do Sertão. Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela HG2 Pós Graduação e Mestranda do curso de Engenharia de Produção pela UFRN.

**PAULO ELLERY ALVES DE OLIVEIRA**

Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Técnico em Eletrotécnica pelo Instituto Federal do Ceará - IFCE. Faz parte do laboratório de Pesquisa Operacional e Logística - POLO, do programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFRN.

**PAULO RICARDO FERNANDES DE LIMA**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil(2016). Professor Substituto Classe A Nível 1 da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

**RACHEL MORAIS DE OLIVEIRA**

Graduanda do curso de Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco no campus da Escola Politécnica de Pernambuco. Foi estagiária voluntária na Poli Júnior Engenharia, a empresa júnior da Escola Politécnica, de setembro de 2015 a fevereiro de 2017, quando trabalhou elaborando projetos de edificação, fazendo parte da equipe comercial e agregando na gestão interna da empresa. Após isso, participou da empresa Magnitec Engenharia no ano de 2018, onde auxiliou em projetos de edificação e de instalações bem como orçamento de obras. Em seguida, entrou para a equipe de estagiários da TPF Engenharia fazendo parte da atualização do Atlas Brasil, sobre o Abastecimento Urbano de Água do país e participando também da supervisão e consultoria de obras.

**RAFAEL DA SILVA PEREIRA**

Graduado e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade de Franca (2012) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2015), respectivamente. Professor na Universidade do Estado de Minas Gerais, campus Passos-MG desde o ano de 2015 nos cursos de Administração, Engenharia de Produção e Gestão Comercial. Pesquisador no grupo de Engenharia Organizacional e Redes de Empresas, Gestão da Qualidade e Gestão Econômica e da Inovação Tecnológica.

**RAFAEL DE AZEVEDO OLIVEIRA**

Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Engenheiro de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSMA (2017) e Bacharel em Ciência e Tecnologia pela UFRSMA (2015). Membro do Grupo de Pesquisa - CNPq: Aplicativo GeoGebra no ensino das ciências exatas, tecnológicas e engenharias. Atuando na linha de pesquisa Engenharia de Produção pelo International GeoGebra Institute of Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Análise Quantitativa para o Processo Decisório (PRODE).

**RAFAEL DE AZEVEDO PALHARES**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil(2017).

**RICARDO AUGUSTO CASSEL**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996) e doutorado em Management Science - Lancaster University (2000). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Coordenador do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da UFRGS. Vice-diretor do Centro de Estudos Internacionais sobre Governo (CEGOV) da UFRGS. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, Modelagem Empresarial e Gestão da Cadeia de Suprimentos. É membro da mesa diretora da SAE -

Porto Alegre. Desenvolveu projetos de pesquisa aplicada em empresas como PETROBRAS, Samarco, SEBRAE - RS, Secretaria de Desenvolvimento e Incentivo ao Investimento - RS. Foi premiado com o Outstanding Paper Award for Excellence da Emerald Literati Network.

#### **RICARDO PIRES DE SOUZA**

Engenheiro Físico, graduado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar -2006), mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN - 2012) e doutor em Engenharia Mecânica pela UFRN (2015) com foco em pesquisa operacional e planejamento de experimentos visando otimização de processos produtivos na área da saúde. Vivência em planejamento de produção e planejamento de demanda de grandes industriais, tais como 3M do Brasil e Suzano Papel e Celulose S/A. Atuou em projetos Six Sigma, com a utilização de ferramentas estatísticas. Atualmente atua como professor adjunto em engenharia de produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, ministrando disciplinas de Métodos Numéricos, Estatística, Pesquisa Operacional I, Pesquisa Operacional II, Tópicos Especiais em Pesquisa Operacional e Análise Multicritério.

#### **ROBERTO COSTA MORAES**

Membro do Corpo Docente do Curso de Pós-graduação em Gestão Financeira do Instituto Federal de São Paulo . Graduado em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras - AMAN. Graduado em Administração de Empresas pela Universidade de Taubaté – UNITAU. Especialista em Administração Hospitalar – Centro Universitário São Camilo. Especialista em Bases Geo-Históricas para Formulação Estratégica – Escola de Comando e Estado Maior do Exército. Especialista em Administração Financeira e Auditoria - UNITAU. Mestrado em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Mestrado em Aplicações Militares - EsAO. Doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo – USP, com estágio sanduíche na Linköping Universitet, Suécia . Grupo de Pesquisa: Gestão da Inovação – IFSP.

#### **ROGÉRIO DA FONSECA CAVALCANTE**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi Árido, Brasil(2017).

#### **SAMANTA FARIA ALVES DA SILVA**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG

#### **SARAH APARECIDA DA CUNHA VALENTIN CERQUEIRA**

Graduanda em Engenharia de Produção

#### **SILVANE AGUIAR PARÁ BATISTA**

Cursando Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Fametro

#### **THAÍS CARVALHO DOS SANTOS**

Graduanda em Engenharia de Produção. Pós Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho

#### **THALES VOLPE RODRIGUES**

Graduado em Engenharia de Produção na Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, natural de São Sebastião do Paraíso/MG, atua nas áreas de planejamento e controle de produção - PCP, logística, compras e custos.

## **THAMIRES RABELO**

Graduação em Administração.

## **VANESSA KELLY FREITAS DE ARRUDA**

Atualmente é estudante de graduação do curso de Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco(POLI), vinculada a Universidade de Pernambuco(UPE). Foi Pesquisadora estudante do Núcleo de Segurança e Higiene do Trabalho e realizou pesquisa no Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho.

## **VITOR HUGO DOS SANTOS FILHO**

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG - Campus Passos), ano de conclusão 2016. Atuou na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Modelagem e Simulação Computacional. Atualmente é Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Ponta Grossa), linha de pesquisa em Engenharia Organizacional e Redes de Empresas (EORE), com previsão de conclusão para Abril de 2019; Pós-Graduando - MBA Executivo em Gestão da Produção e Qualidade pela Universidade Cândido Mendes, com previsão de conclusão para Agosto de 2018 e docente no curso de Engenharia de Produção na Faculdade de Telêmaco Borba (FATEB).

## **WILKSON RICARDO SILVA CASTRO**

Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2017). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional, modelagem e simulação computacional.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7042-071-8



9 788570 420718