

# PROJETO INTEGRADO MULTIDISCIPLINAR

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO  
GLAUBER TÚLIO FONSECA COELHO  
PATRÍCIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO

(ORGANIZADORES)

**VOL.1**

2019



**Pascal**

Editora

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO  
GLAUBER TÚLIO FONSECA COELHO  
PATRÍCIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO  
(ORGANIZADORES)

**PROJETO INTEGRADO  
MULTIDISCIPLINAR  
Vol. 1**

EDITORA PASCAL

2019

**2019 - COPYRIGHT© DA EDITORA PASCAL**

**EDITOR CHEFE:** PROF. DR. PATRÍCIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO

**EDIÇÃO E DIAGRAMAÇÃO:** PROF. M.SC. EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

**EDIÇÃO DE ARTE:** MARCOS CLYVER DOS SANTOS OLIVEIRA

**REVISÃO:** OS AUTORES

**CONSELHO EDITORIAL**

PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> SINARA DE FÁTIMA FREIRE DOS SANTOS

PROF<sup>a</sup> M.SC. MIREILLY MARQUES RESENDE

PROF. M.SC. THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

PROF. M.SC. JOSÉ RIBAMAR NERES COSTA

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

P964c

Projeto Integrado Multidisciplinar / Eduardo Mendonça Pinheiro, Glauber Túlio Fonseca Coelho e Patricio Moreira de Araújo Filho (Org). – Vol. 1. São Luís (MA): Editora Pascal, 2019.

265p. il.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-80751-00-6

1. Projeto 2. Engenharia 3. Logística I. Título

CDD: 670.1

CDU: 081:1:62

O CONTEÚDO DOS ARTIGOS E SEUS DADOS EM SUA FORMA, CORREÇÃO E CONFIABILIDADE SÃO DE RESPONSABILIDADE EXCLUSIVA DOS AUTORES.

**2019**

[WWW.EDITORAPASCAL.COM.BR](http://WWW.EDITORAPASCAL.COM.BR)

EDITORAPASCAL@GMAIL.COM

## APRESENTAÇÃO

A obra Coletânea Projeto Integrado Multidisciplinar é um esforço conjunto de alunos e professores com pesquisas em diversas áreas de conhecimento principalmente, as engenharias e logística.

A história dessa obra teve início nas disciplinas de projeto integrado multidisciplinar ministrados em Instituições de Ensino Superior e que reuniu um conjunto de trabalhos de cunho tecnológico e gerencial tratando temas atuais, tais como ergonomia, gestão da manutenção, indústria 4.0, gestão de resíduos, estoque, gestão portuária, agregados de concreto, gestão de projetos, análises de ruído, temperatura, logística, gestão ambiental, dentre outros.

Esta publicação conta com 28 trabalhos científicos de diversos autores.

Tenham uma excelente leitura!

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

GLAUBER TÚLIO FONSECA COELHO

PATRÍCIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO



# SUMÁRIO

## **CAPÍTULO 1..... 12**

### **CONCRETO ECOLÓGICO: UTILIZAÇÃO DE VIDRO COMO AGREGADO**

EDUARDO WITALO MAIA DE SOUZA

THAIS BARROS PACHECO

MOISÉS PINHEIRO NOGUEIRA FILHO

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

## **CAPÍTULO 2..... 20**

### **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA LOGÍSTICA FERROVIÁRIA**

ALESSANDRA CRISTINA

BEATRIZ FERNANDA ARAÚJO DA SILVA

DANIELLA FERREIRA SILVA FERNANDES

FRANCILENE SILVA E SILVA

MARIA GLEICYANNE MELO

## **CAPÍTULO 3..... 26**

### **FERRAMENTAS DA QUALIDADE: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA MELHORIA NA GESTÃO DE DEMANDAS**

LUIZ HENRIQUE COSTA FERREIRA

KLAYTON DOS SANTOS BARBOSA

DEYVISON JOSÉ DA SILVA LEITÃO

SIDNEY LEONARDO DA SILVA SOUSA

RAMILTON ARAÚJO SILVA

## **CAPÍTULO 4..... 35**

### **GESTÃO DA MANUTENÇÃO ESTRATÉGICA FOCADA NA CONTINUIDADE OPERACIONAL DE EQUIPAMENTOS DE LINHA AMARELA**

ANTONIO CARLOS PEREIRA SANTOS

BRUNO CASTRO TAVARES

ENDRYO RUDYERE FRAZÃO GOMES

MARIA CRISTINA ARAUJO SANTOS

RONALD DE ASSIS CANTANHEDE CORREA

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

**CAPÍTULO 5.....41**

**USO DE UM CONTROLADOR PID (PROPORCIONAL, INTEGRAL E DERIVATIVO) PARA  
MONITORAR A TEMPERATURA COM O USO DE UM PLC**

ANDRÉ LUÍS

ELIZIANE ROCHA

HEMERSON ARAÚJO

ISAC COSTA

NADLA ROSE

WAGNER ELVIO

**CAPÍTULO 6.....50**

**ANÁLISE E CONTROLE DE ESTOQUE NO CANTEIRO DE OBRAS**

DARC MARIANNY FREIRE XAVIER

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

**CAPÍTULO 7.....57**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET): TRABALHADORES FEIRANTES  
LOCALIZADOS NA FEIRA DA COHAB ANIL II EM SÃO LUÍS - MA**

FRANCISCO GOMES SOARES JÚNIOR

GÉSSICA DO NASCIMENTO OLIVEIRA

LUCAS DE MORAES DUO

NILVANA SOUSA DOS SANTOS

TALISSA RAIANE T. DUTRA

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

**CAPÍTULO 8.....66**

**A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL EM UMA LINHA DE  
LAPIDAÇÃO NAS INDÚSTRIAS DE VIDROS**

RONALDO MARCIO GONÇALVES

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

**CAPÍTULO 9.....85**

**LOGÍSTICA DE TRANSPORTE APLICADA NO ESCOAMENTO DE GRÃOS DE SOJA  
DOS PRODUTORES DO SUL MARANHENSE PARA O PORTO DO ITAQUI**

ANTÔNIO DAVID PINHEIRO LOPES

KLYCYA TAYANNE MORAES SILVA

HELENILTON PEREIRA RODRIGUES

RODRIGO DE SOUSA MUNIZ

VICTOR HENRIQUE FERREIRA LOBÃO

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

**CAPÍTULO 10..... 94**

**DESENVOLVIMENTO DE REATOR EM BATELADA AUTOMATIZADA POR MICRO CONTROLADOR**

JUDSON DAVID DA SILVA SOUSA

LEONAM DE OLIVEIRA DIAS COSTA

MICHELLE SUZANE MENDES PINHEIRO OLIVEIRA

**CAPÍTULO 11..... 102**

**A INFRAESTRUTURA MECÂNICA DOS PORTOS BRASILEIROS QUE EXPORTAM CAFÉ**

FÁBIO OLIVEIRA CURVELO

**CAPÍTULO 12..... 112**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) DA ATIVIDADE DO FORNEIRO DE FARINHA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE JUSCELINO - MARANHÃO**

FERNANDO OLIVEIRA ASSUNÇÃO

RONDNEY MARTINS NUNES

VICTOR HUGO RABÊLO DOS SANTOS

GUSTAVO DA COSTA CARVALHO

KAYTHELIN FERREIRA SOARES

MARCOS CLIVER DOS SANTOS OLIVEIRA

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

**CAPÍTULO 13..... 122**

**SEGURANÇA DO TRABALHO: UMA ANÁLISE ERGONOMICA EM UM HOSPITAL DE SÃO LUÍS-MA**

CRISTIANO CARVALHO DE SÁ

DENISE TRINDADE FONSECA

ILOURDES MARIA LOPES SOUSA

NAIKON MARQUES MONTEIRO

PALOMA FONSECA DA SILVA

JÉSSICA ALVES TRINDADE LIMA

<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>132</b>
ANÁLISE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO DOS CONDICIONADORES DE AR DO	
O CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS DA UEMA ATRAVÉS DA FERRAMENTA FMEA	
TAÍSA SANTOS MACHADO	
JOSÉ FELIPE DE CARVALHO	
AYRTON CAMPOS	
LEONARDO DA SILVA CHAVES	
SIDNEY DA CONCEIÇÃO	
RONDYMILSON DE SOUZA LOPES	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>144</b>
GESTÃO AMBIENTAL APLICADA AOS TRANSPORTES: AVALIAÇÃO DE IMPAC-	
TOS AMBIENTAIS	
TÚLIO LAUANDE ITAPARY NICOLAU	
EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>155</b>
ANALISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO DE AUXILIARES DE CAR-	
GAS E DESCARGAS: MÉTODO APLICADO OWAS E CHECKLIST DE COUTO	
BRUNO GOMES FERREIRA	
LEONARDO TAVARES FARINHA	
RAYSA CRUZ ALMEIDA	
JESSICA NASCIMENTO DA SILVA	
JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>165</b>
GERAÇÃO E ACONDIONAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS: PER-	
CEPÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA	
ELLEN KARINE MORAIS	
JULYANA MARTINS MOTA	
ANA LUIZA DA COSTA LIMA	
EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>178</b>
A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE GESTÃO DE PROJETO PROJECT MODEL	
CANVAS NA UTILIZAÇÃO DO VIDRO COMO AGREGADO GRAÚDO NA PRODU-	

## ÇÃO DE CONCRETO

HAYRA JULLIANE DE OLIVEIRA FERREIRA

ISABELLA FERNANDA GOUVEIA SANTOS

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

### **CAPÍTULO 19..... 186**

#### ANÁLISE DE RUÍDOS EM TERMINAIS DE TRANSPORTE COLETIVO NA CIDADE DE SÃO LUIS-MA

ALISSON ARAÚJO MAGALHAES

ANTONY YURY MOTA RODRIGUES

HERNAN SANTOS RODRIGUES

JORGE WILLIAN LOPES CHAVES

VANELY MONTELO

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

### **CAPÍTULO 20..... 195**

#### LOGÍSTICA: GESTÃO DE ESTOQUE

DÉBORA RAQUEL CORDEIRO DE SOUSA BEZERRA

JORACYNEIDE SILVA DINIZ

SABRINA MARIA DA SILVA CARVALHO

MOISÉS MENDES MENDES

### **CAPÍTULO 21..... 204**

#### AUTOMATIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE TROCA DE LÍQUIDO DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

LEANDRO MARTINS FURTADO

MARY JOUSE MARTINS DE MORAIS

PABLO DE ARAUJO MELO

RAMON DA SILVA MARTINS

RODOLFO MUNIZ DA SILVA

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

### **CAPÍTULO 22..... 210**

#### TEORIA DAS FILAS: SISTEMA DE UM CANAL E UMA FILA COM POPULAÇÃO INFINITA

BIANCA KARINE DA SILVA PRIVADO



BRUNA KARINE DA SILVA PRIVADO

CLAUDOMIRO AGUIAR DA CUNHA

LUCAS SOUSA SILVA

ROBERTO COSTA JÚNIOR

JACKELINE DE SOUSA DA SILVA

**CAPÍTULO 23..... 218**

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA REVISÃO**

SWANNY VILA NOVA LEITE

ANDERSON CUNHA DUARTE

RICARDO FIGUEIREDO DEMÉTRIO

SÉRGIO RAPHAEL LOPES BURATTO

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

**CAPÍTULO 24..... 224**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO OWAS E ANÁLISE ERGONOMICA DO TRABALHO DE  
UMA EMPRESA NO RAMO DE VIDRAÇARIA**

DIONESYO CAMPOS PEREIRA

DEYZIELLEN FERNANDA MARQUES

ELIANE FONSECA DE AZEVEDO

KALIANE FERNANDES FURTADO

THATYELLE SEREJO PIRES

JOSÉ RIBAMAR S. MORAES FILHO

**CAPÍTULO 25..... 234**

**O CICLO PDCA PARA O PLANEJAMENTO, CONTROLE E MELHORIA DA QUALI-  
DADE**

MARLIANE RODRIGUES MONTEIRO

FERNANDO FLÁVIO DE SOUSA JADÃO

FELIPE KHALIL ALVES DA SILVA SOUSA

RICARDO RABELO FRANÇA

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

**CAPÍTULO 26..... 240**

**RECUPERAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÓLEOS LUBRIFICANTES MINERAIS: O  
PROCESSO RERREFINO**

RAYONE AMORIM DA SILVA

JORGE ANTONIO SANTOS SILVA

GUSTAVO HENRIQUE CHAVES CASTRO

GLAUBER FERREIRA DE ALMEIDA

ARTHUR ALEXANDER GUIMARÃES GARCIA

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

**CAPÍTULO 27..... 247**

**SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO**

LUÍS FERNANDO AMORIM DA SILVA

NILBERT SANTOS PAURÁ

RAIMUNDO NONATO SILVA DE SOUSA

RODRIGO SOARES DO LAGO

**CAPÍTULO 28..... 258**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA USINAGEM DE UMA PEÇA DE AÇO 1045 EMPREGANDO CORTE COM FLUIDO SINTÉTICO E SOLUVÉL EM UM TORNO MECÂNICO**

GABRIEL SILVEIRA FONSECA

GILSON DOS SANTOS LEÃO

JOSÉ JADSON OLIVEIRA DA SILVA

LUCAS MARCELO VALE DE LIMA

CLENILSON RAMOS SANTOS

ISAQUE SILVA DOS SANTOS

CAPÍTULO

1

## AUTORES

EDUARDO WITALO MAIA DE SOUZA

THAIS BARROS PACHECO

MOISÉS PINHEIRO NOGUEIRA FILHO

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

# CONCRETO ECOLÓGICO: UTILIZAÇÃO DE VIDRO COMO AGREGADO

## RESUMO

O vidro é um material de grande aplicação devido à sua durabilidade, versatilidade e aplicabilidade, tornando proporcional seus níveis de descarte e utilização. Analisando a necessidade de uma alternativa que minimizasse o crescimento contínuo desse material como dejetos, notou-se semelhança entre as propriedades do vidro paralelas às da pedra brita, possibilitando o estudo de sua integração no traço do concreto. Após testes laborais, obteve-se um produto com boa resistência mecânica, durabilidade, de baixo custo e altamente sustentável.

**Palavras-chave:** Vidro. Concreto. Meio Ambiente. Material de Construção.

## 1. INTRODUÇÃO

As construções de obras civis realizadas no Brasil possuem, em sua maioria, o concreto como base definitiva em todo o processo (IBRACON, 2009). As informações se atualizam e a preocupação com o meio socioambiental se torna cada vez mais enfática na realidade em que vivemos e, por conseguinte, a busca constante por alternativas de revelar menos impacto ambiental de forma negativa. O concreto possui como insumos areia, cimento, pedra brita e água, possibilitando o estudo individual de cada agregado em sua produção. Dentre os insumos, a brita é o agregado graúdo mais utilizado, pois sua estrutura e tamanho possuem boa eficiência na resistência da estrutura do material (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Segundo Petrucci (2003), o vidro pode ser fabricado com superfícies muito lisas e impermeáveis, conduzindo-o à um grande número de aplicações, distinguindo-se de outros materiais por várias características, tais como baixa porosidade, absorvidade, dilatação e condutibilidade térmica, sendo o vidro temperado o portador de maior resistência mecânica justificando, assim, sua utilização como objeto de estudo.

O trabalho em questão utiliza o vidro proveniente de descarte como agregado do concreto a fim de reduzir os impactos ambientais causados por esses dejetos e de apresentar uma nova opção de uso desse material na Engenharia com a proposta de reduzir custo e manter a qualidade dos procedimentos.

## 2. METODOLOGIA

Durante o experimento, utilizou-se um balde de 18L como unidade de medida, totalizando 3 baldes de vidro, 6 baldes de pedra brita 1, 9 baldes de areia, 2 baldes de cimento e 9L de água. Os materiais utilizados foram: 1 betoneira, 1 peneira ABNT 4, 27 moldes de corpos de prova (10cmx20cm), 1 soquete, 1L de óleo queimado, 1 colher de pedreiro e 1 cone para *slump test*. Materiais estes separados para elaboração de 3 traços distintos de concreto, conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Traços do concreto

Experimento	Materiais	Quantidade (balde de 18L)
Traço comparativo	Cimento CP IV	2/3
	Areia média	3
	Brita 1	3
	Água	1/6
Traço 1 (30% de vidro)	Cimento CP IV	2/3
	Areia média	3
	Brita 1	2
	Vidro temperado	1
	Água	1/6
Traço 2 (60% de vidro)	Cimento CP IV	2/3
	Areia média	3
	Brita 1	1
	Vidro temperado	2
	Água	1/6

Fonte: Autores, 2018

Essas composições permitem que haja uma definição de quantidade de cada material e, por consequência, uma proporção mais equilibrada deles, que variam de acordo com o serviço a ser executado estabelecendo, assim, que os traços seriam compostos pelos seguintes materiais:

- O primeiro deles é o convencional, composto de cimento, brita, areia e água, sem adição do vidro, para se verificar qual a resistência alcançada nessa composição. Serão moldados nove corpos de prova (CP), de tamanho 10X20cm, para cada tipo de mistura que serão testados à resistência no período de 14, 21 e 28 dias.
- Para os traços com substituição parcial da brita é necessário executá-los de duas formas; o primeiro com cimento, areia, 60% de brita, 30% de vidro e água; e o segundo com cimento, areia, 30% de brita, 60% de vidro e água. Mudando as quantidades desses agregados, mudam-se também as resistências. Foram moldados nove corpos de prova, de tamanho 10X20cm, para cada tipo de mistura que serão testados no período de 14, 21 e 28 dias.

Após a etapa de separação de cada material de cada traço, foi iniciada a mistura dos materiais que foi realizada em uma betoneira, está por sua vez, permite, ao contrário da mistura manual, uma maior homogeneidade dos produtos e uma produção mais ágil.

Os passos dessa etapa foram:

- Com a betoneira ligada, colocar inicialmente as pedras e metade da água de cada traço, misturando-se por um minuto (Figura 1);
- Adicionar o cimento e, por último, a areia e o restante da água;
- O tempo total da mistura costuma ser de 3 a 4 minutos.



**Figura 1:** Aplicação de materiais na betoneira

Fonte: Autores (2018)

Logo que passado os 4 minutos, é feito o teste de *slump* onde se coloca concreto em 1/3 do cone, bate-se 25 vezes com o soquete sem que o mesmo encoste nas laterais ou fundo do cone; posteriormente, coloca-se mais massa em 1/3 do cone e repete-se o processo, finalmente coloca-se o último 1/3, preenchendo o cone totalmente e, após bater mais 25 vezes com o soquete, tira-se calmamente o cone de cima da massa verificando sua pastosidade, obtendo o resultado de 10 cm, de acordo com a norma ABNT NBR 6118:2003, com margem de variação de 2 cm para mais ou para menos. Conforme a Figura 2 pode-se



notar a execução em parte do *slump test*.



**Figura 2:** Teste de *slump*

Fonte: Autores (2018)

Passado mais essa etapa, foi iniciada a confecção dos CP (corpos de prova) nas formas de concreto, que depois de moldados passaram pelo processo de cura pelo tempo de 24 horas para que pudessem ser desmoldados e imergidos em um tanque de água para serem hidratados pelo tempo de 14, 21 e 28 dias. Conforme a Figura 3 pode-se observar os corpos de prova imersos sob a água.



**Figura 3:** Corpos de prova imersos na água

Fonte: Autores (2018)

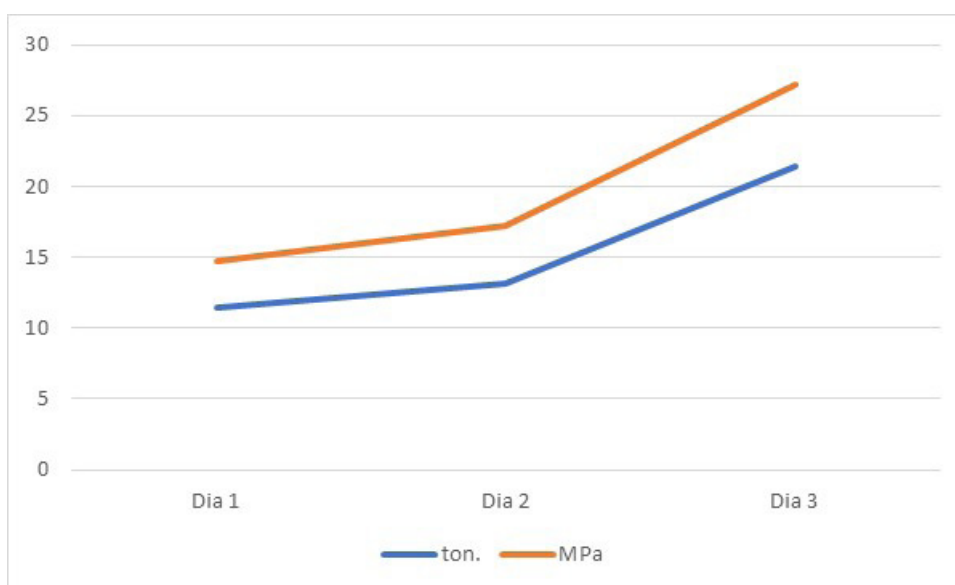
Ao chegar a essas datas, cada CP correspondente a elas deverão ser rompidos na prensa de concreto para se obter o valor de sua resistividade. A partir desses resultados será possível saber a viabilidade do projeto e se ele será uma opção de melhoria dentro da Engenharia.

Todos os serviços de teste foram executados nas dependências do Laboratório de Concreto da Faculdade Pitágoras São Luís – MA, no período de março a maio de 2018.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se chegar aos resultados, após o prazo de hidratação correspondente à cada corpo de prova de concreto, os mesmos foram submetidos à rompimento através da prensa manual de compressão. Tendo como resultados de cada traço.

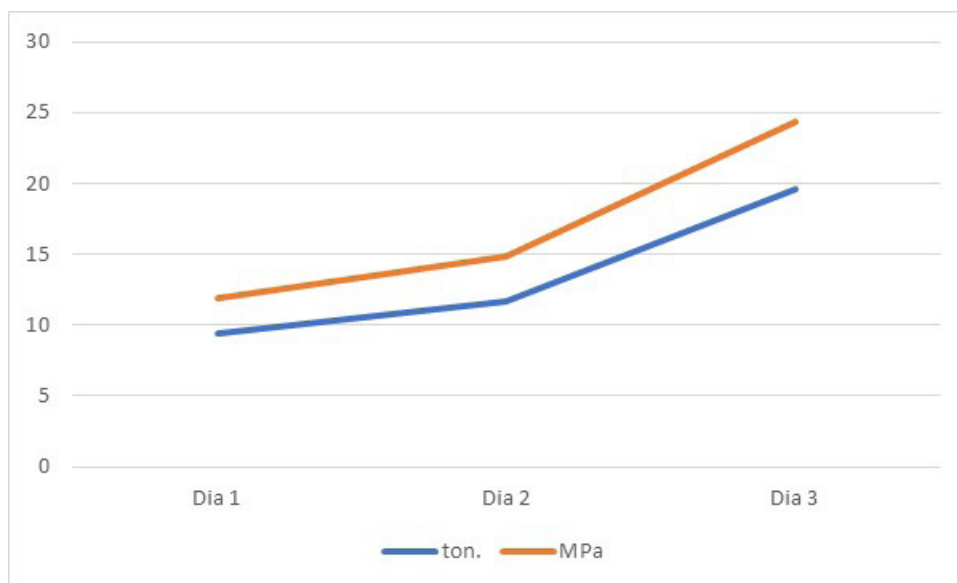
**Traço comparativo:** no dia 04/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente aos 14 dias após o início do processo de cura, atingindo o quantitativo de 11,49 ton., representando 14,7 MPa. No dia 11/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente a 21 dias após o início do processo de cura, atingindo um quantitativo de 13,15 ton., representando 17,2 MPa. No dia 18/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente a 28 dias após o início do processo de cura, atingindo um quantitativo de 21,4 ton., representando 27,2 MPa, conforme Figura 4.



**Figura 4:** Resultados dos traços comparativos em 3 testes de compressão simples.

Fonte: Autores (2018)

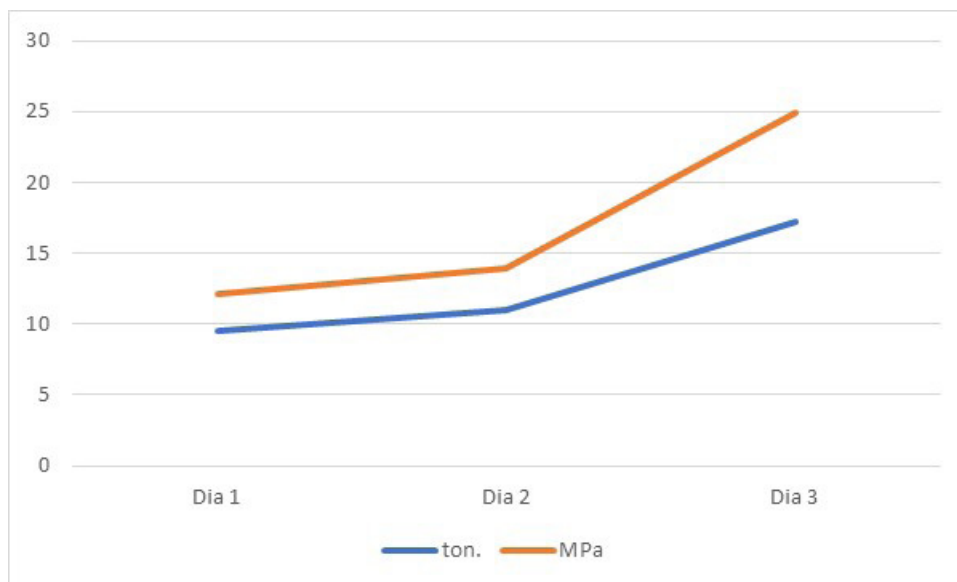
**Traço 1 (30% de vidro):** no dia 04/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente aos 14 dias após o início do processo de cura, atingindo o quantitativo de 9,38 ton., representando 11,9 MPa. No dia 11/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente a 21 dias após o início do processo de cura, atingindo um quantitativo de 11,71 ton., representando 14,9 MPa. No dia 18/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente a 28 dias após o início do processo de cura, atingindo um quantitativo de 19,6 ton., representando 24,4 MPa, conforme Figura 5.



**Figura 5:** Resultados do traço com adição de 30% de vidro na composição em 3 testes de compressão simples.

Fonte: Autores (2018)

**Traço 2 (60% de vidro):** no dia 04/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente aos 14 dias após o início do processo de cura, atingindo o quantitativo de 9,54 ton., representando 12,1 MPa. No dia 11/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente a 21 dias após o início do processo de cura, atingindo um quantitativo de 10,95 ton., representando 13,9 MPa. No dia 18/05/2018 foi realizado o teste de compressão simples referente a 28 dias após o início do processo de cura atingindo um quantitativo de 17,2 ton. representando 24,9 MPa, conforme Figura 6.



**Figura 6:** Resultados do traço com adição de 60% de vidro na composição em 3 testes de compressão simples.

Fonte: Autores (2018)

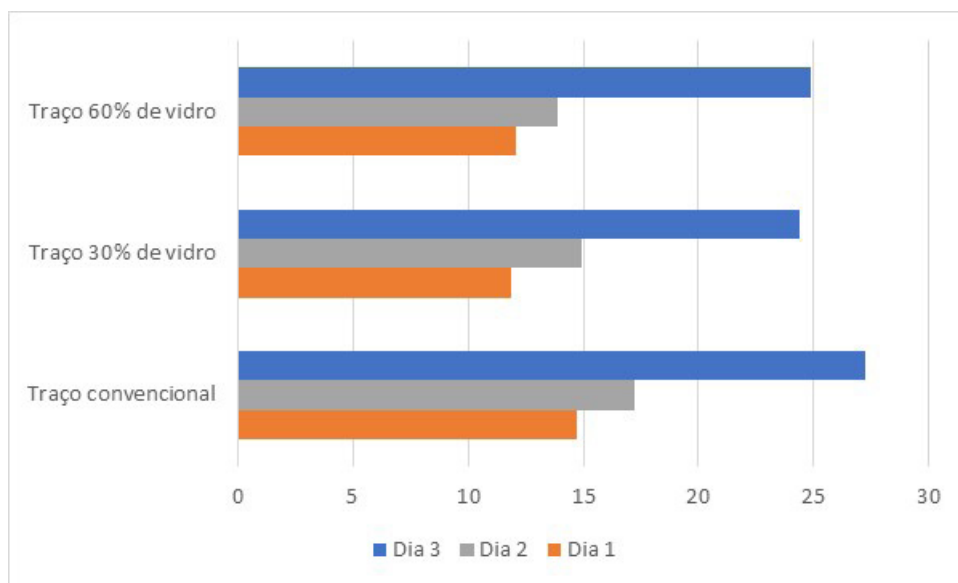
Conforme a Figura 7 observa-se o corpo de prova depois do teste de compressão simples.



**Figura 7:** Corpo de prova após rompimento

Fonte: Autores (2018)

Comparando os resultados dos traços, observamos que o experimento sem adição de vidro na composição do concreto apresentou resultados satisfatório no teste de compressão simples, conforme Figura 8.



**Figura 8:** Comparação dos resultados de compressão simples nos experimentos com e sem adição de vidro na composição do concreto em MPa.

Fonte: Autores (2018)

Contudo, Vieira e Dal Molin (2004), afirmam em experimento com a utilização de concreto com agregados de resíduos reciclados que a economia obtida diz respeito a durabilidade (em anos) para um concreto

com 20 MPa de resistência e substituindo a areia natural por uma areia reciclada, por exemplo, o tempo para despassivação seria de 45,8 anos, contra 35,1 anos com um concreto convencional.

Apesar dos resultados da utilização de vidro no concreto ser uma alternativa viável, existe o desafio desta técnica substituir os recursos naturais na constituição de concreto, devido a poucos estudos sobre a utilização de resíduos de construção com agregado de concretos.

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com os fatos mencionados, pode-se concluir que o estudo a respeito do uso do vidro como agregado no concreto obtém resistência favorável, mas não o suficiente para ultrapassar a resistência de um concreto produzido de forma convencional, ou seja, sem o uso do agregado em questão. Contudo, a sua viabilidade sustentável é o seu ponto central, uma vez que torna possível utiliza-lo em construções em que o concreto não exija uma resistência mecânica tão elevada. Como ponto positivo tem-se a importância da realização de testes dentro da Engenharia Civil, agregando informações científicas e aplicando na prática o que é aprendido em teoria.

Portanto o concreto utilizado no programa experimental contemplou a adição do vidro como agregado graúdo somado aos outros componentes que constituem o produto. Dessa forma, após a conclusão das análises de viabilidade e testes das sucatas de vidro, se pôde conhecer o verdadeiro potencial dessa substituição e o impacto positivo que o uso desse material em larga escala trará ao meio ambiente.

#### REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 6118. *Projeto de estruturas de concreto – Procedimento* – Agência Brasileira de Normas Técnicas – 1 ed. – 2003.
- IBRACON. *Concreto: material construtivo mais consumido no mundo* – Instituto Brasileiro do Concreto – São Paulo, 2009.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M.; *Concreto: estrutura, propriedades, materiais*. São Paulo, PINI, 1994.
- PETRUCCI, E. G. R. *Materiais de construção*. 12 ed – São Paulo: Globo, 2003.
- VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. *Contribuição ao estudo e análise de viabilidade da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição*. In: II Seminário de Patologia das Edificações: “Novos Materiais e Tecnologias Emergentes”. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p. 4-10.



CAPÍTULO

2

## AUTORES

ALESSANDRA CRISTINA

BEATRIZ FERNANDA ARAÚJO DA SILVA

DANIELLA FERREIRA SILVA FERNAN-

DES

FRANCILENE SILVA E SILVA

MARIA GLEICYANNE MELO

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA LOGÍSTICA FERROVIÁRIA

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é nos aprofundarmos aos ganhos que o estudo da eficiência energética e posterior aplicação deste, podem trazer para empresas que trabalham com a logística no ramo de transportes com foco no modal ferroviário. Para melhor mostrarmos o verdadeiro ganho, iremos focar no comparativo entre os modais ferroviários e rodoviários. Neste artigo serão abordados pontos relevantes para a garantia de uma eficiência energética no trato do transporte ferroviário, indicadores, cálculos, estudos e outros fatores importantes falarão como conquistar o mercado de transporte de cargas com economia de combustível.

**Palavras-chave:** logística de transporte; transporte ferroviário; transporte rodoviário.

## 1. INTRODUÇÃO

Em busca da melhor utilização do combustível propulsor de qualquer meio de transporte garantindo o equilíbrio de utilização x economia deste, sem que haja prejuízo, surgiu a eficiência energética. Esta necessidade de economizar no processo final de uma empresa que é a logística na gestão de transporte veio devido a vários estudos que comprovaram que cerca de 30% a 60% do custo final de um produto, deve-se ao transporte de insumos e produtos acabados (ALVARENGA ROSA, 2011). Em outras palavras, a eficiência energética vem a ser o uso mais eficiente do combustível para desempenhar a mesma tarefa.

O combustível é indispensável para o funcionamento e transporte das grandes indústrias, e graças a isso elas podem fornecer os bens e serviços que produzem à sociedade. Atualmente, são aplicadas práticas e medidas técnicas e organizacionais com o objetivo de diminuir esse consumo de combustível, ao mesmo tempo em que otimiza o desempenho das produções.

A fim de diminuir seus custos de produção, empresas buscam automatizar cada vez mais todos os processos de transportes de sua linha de distribuição. No entanto, isto implica uma contradição, pois os processos automáticos envolvem um maior consumo de combustível (quanto mais automatização mais energia será necessária). Portanto, é preciso buscar um equilíbrio e encontrar uma solução que seja rentável e energeticamente eficiente.

Segundo relatório da Agência Internacional de Energia (AIE), os investimentos em eficiência energética podem gerar ganhos acumulados de US\$ 18 trilhões até 2035, quase a soma das economias dos Estados Unidos e Canadá (BARBOSA, 2014). A pesquisa mostra que cada dólar investido em eficiência pode trazer 2,5 vezes mais em ganhos de produtividade, reforçando a competitividade, rentabilidade e produção das empresas. Falaremos das melhores práticas adotadas por empresas ferroviárias para garantir o sucesso da melhor utilização de seu combustível na execução da logística.

## 2. METODOLOGIA

As pesquisas geralmente podem ser classificadas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e causais. De acordo com Selltitz, Wrigutsmann e Cook (1974): “os estudos formuladores ou exploratórios têm como objetivos de pesquisa, a familiarização com o fenômeno ou conseguir nova compreensão deste, frequentemente para poder criar um problema mais preciso de pesquisa ou criar novas hipóteses, sendo a principal acentuação a descoberta de ideias e instituições”.

Neste estudo foi realizada uma pesquisa exploratória, dado que foram buscadas informações por meio da investigação qualitativa do problema em tela, visando à descoberta de ideias e intuições sobre o tema.

O método adotado para o levantamento de dados foi o estudo de caso, que é indicado para estudos em que se trabalha com um fato específico que se considera típico ou ideal para explicar certa situação, sendo útil, quando se está em fase inicial de investigação ou buscando ampliar o conhecimento a respeito de certo tema.

Como o propósito básico deste estudo foi à busca de informações sobre o processo da Eficiência Energética na Logística de Transportes, fez-se necessário escolher um método que apresentasse ideias e sinais de como processo se efetivou e desenvolveu. Desse modo, optou-se pela utilização de pesquisas literárias, entrevistas com profissionais que vivenciam o processo já estabelecido em seu ambiente de trabalho. Entre os pontos relevantes destacados, o foco maior será o investimento em estudos das empresas para estabelecer a EE e o ganho na economia destas empresas com a aplicação da EE.

Para melhor exemplificar a evolução que ocorreu com a ênfase da EE, será apresentada a logística de transporte ferroviário, que vem crescendo em economia de combustível sem que seja diminuída sua produção em transporte, como o exemplo da empresa VALE que é uma mineradora que explora e transporta seu produto. Foi realizado entrevistas com engenheiros da VALE que trouxe detalhes de seus ganhos.

Para esclarecimento do conceito de logística ferroviária, foi estudado o livro Fundamentos de Logística Empresarial (RODRIGO ROSA, 2011) que trouxe informações de definição e importância da logística.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Não há logística sem que haja transporte, e ao falar em transporte de cargas, o conceito que ainda predomina é a frota de caminhões (modal rodoviário).

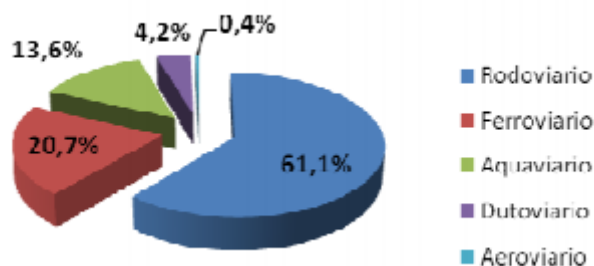


Figura 1 – Matriz do transporte de cargas no Brasil

Porém, não somente a malha rodoviária tem um papel importante, como também a malha ferroviária do Brasil contribui para o escoamento de produtos (LOTUS LOGISTICA, 2018). Embora não seja o modal mais utilizado em território nacional, é fato que as ferrovias impactam positivamente o trabalho do setor logístico, porque trazem vantagens diferentes daquelas de outros modais. Ela facilita o escoamento da produção e sua distribuição para todo o território nacional e também, para o exterior. Essa tarefa poderia ser realizada pela malha rodoviária, no entanto o custo das operações ficaria mais alto.

Estima-se, de maneira conservadora, que os custos logísticos evitáveis seriam de ordem de US\$ 2,5 bilhões por ano, evidenciando que a racionalização dos custos de transportes pode produzir efeitos significativamente benéficos sobre o componente mais expressivo dos custos logísticos, haja vista que, sob certas condicionantes e para determinados fluxos de cargas, os fretes hidroviários e ferroviários podem ser 62% e 37%, respectivamente, mais baratos do que os fretes rodoviários (PNLT, 2012).

E para tornar ainda mais rentável e atrativo o transporte ferroviário, as ferrovias vem investindo em estudos que garantam a eficiência energética gerando economia para o modal além de ganhos ecológicos ao meio ambiente, uma vez que o consumo de óleo diesel, além de sua grande dimensão no custo, influi também no meio ambiente e na poluição do mesmo através de sua queima e por isso se torna um item de grande valor estratégico e ambiental.

Para o alcance de resultados satisfatórios na melhoria da eficiência energética é necessário focar em cinco níveis (áreas) de uma ferrovia e trabalhar de forma ímpar em cada uma para garantir uma atuação de excelência.

#### 1. Nível Operacional

Empregados de uma ferrovia diretamente ligado ao transporte como os maquinistas devem ser suficientemente treinados e conscientizados da importância do combustível dentro do sistema ferroviário, a ponto de sua operação ser pautada na condução eficiente.

#### 2. Nível Tecnológico

Providências em que introduzam algum dispositivo, equipamento ou alteração técnica nas locomotivas, no combustível ou na via permanente. Para isso, são necessários investimentos.

#### 3. Nível Manutenção

A eficiência energética depende do bom funcionamento de alguns equipamentos da locomotiva. É necessário manter controlados e testados os superalimentadores responsáveis pela potência do motor, motor de tração entre outros que juntos fazem a combustão acontecer.

#### 4. Nível de Recebimento, Controle e Abastecimento

São considerados os cuidados necessários com o óleo diesel desde o recebimento até o abastecimento, considerando controles de filtragem, centrifugação e estocagem.

## 5. Nível Gerencial

Proporcionar atualização de treinamentos, viabilizar investimento em pesquisa e tecnologia.

### 3.1 Calculo da Eficiência Energética

A eficiência energética representa o consumo de óleo diesel das locomotivas dividido pela carga transportada e pela distância de um determinado trecho (Figura 2).

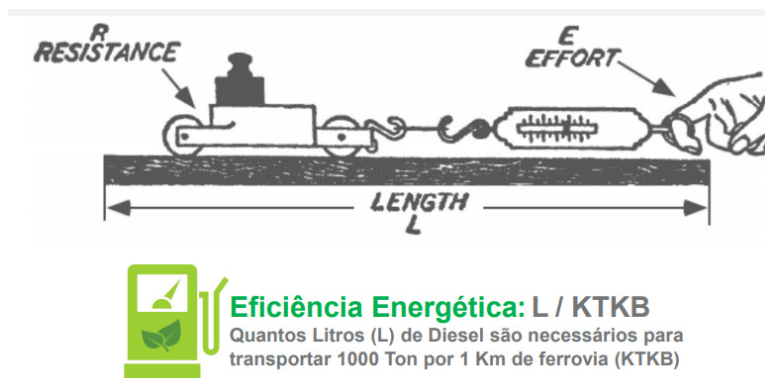


Figura 2 – Formula da eficiência energética

Para planejar, acompanhar e controlar melhor as atividades de qualquer ramo empresarial, as empresas fazem uso de indicadores e para uma ferrovia esse fator se torna ainda mais relevante em função da competição acirrada com os demais modais.

#### 3.1.2 Indicador de Eficiência Energética

O consumo relativo de combustível na maioria das ferrovias é conhecido também como eficiência energética e é o principal fator para considerar a eficiência operacional de uma ferrovia (PEREIRA, 2009). “O índice de eficiência energética é a expressão de consumo de combustível de uma locomotiva (diesel-elétrico) em relação a quantidade de carga tracionada por uma determinada distancia” segundo Jordão (2006), ele ainda afirma que “uma locomotiva apresenta bom resultado em eficiência energética caso economize no consumo de combustível e/ou aumente a carga bruta tracionada no trem”. Portanto, deve-se obter ganho na eficiência energética da locomotiva aumentando sua autonomia, ou seja, ampliando a distância percorrida pelo trem sem que precise reabastecer o tanque da mesma.

#### 3.1.3 Cálculo do indicador de Eficiência Energética

“Este indicador é expresso uma unidade em litros por 1000 toneladas quilometro bruto (L/KTKB), relacionado para um determinado período, o total de litros consumido, o volume de transporte e a distância em que foi efetuado o transporte” (RIBEIRO et al., 2006), conforme figura 3.

$$EE = \left[ \frac{\text{Litros}}{10^{-3} \text{ tonbruta.Km}} \right] = \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{KTKB}} \right]$$

Figura 3 - Formula do cálculo do indicador de eficiência energética

## 3.2 Principais Indicadores Ferroviários

### 3.2.1 Carregamento Médio de um Vagão

Define por ser a relação entre a quantidade de TU (Tonelada Útil) tracionada e a quantidade total de

carregamento. Sua unidade de apresentação é expressa em TU/VAGÃO. Este indicador avalia a produtividade dos vagões no transporte.

Para melhorar a eficiência energética, ações podem ser tomadas em alguns níveis: operacional, tecnológico, manutenção, recebimento e controle e abastecimento e gerencial.

### 3.2.2 Trem Hora Parado (THP)

Defini por ser a soma das horas do trem parado em toda malha ferroviária. É um indicador de grande impacto no consumo de combustível, pois toda parada necessita de uma arrancada, o que gera grande consumo de óleo diesel.

### 3.2.3 Transit Time (Tempo Médio de Percurso)

Medi o tempo em horas de uma viagem de ida e volta. Através deste indicador pode-se fazer um comparativo mês a mês e conhecer se houve grandes impactos das restrições de velocidade na malha.

## 3.3 Evolução do Indicador de Eficiência Energética

Pelo fato do óleo diesel ser um importante item no orçamento de uma ferrovia, dimensionar a aquisição deste, é por tanto uma tarefa necessária e que merece total atenção. Por isso nos últimos anos pode-se perceber a evolução no controle deste índice por parte de algumas ferrovias (RIBEIRO et al., 2006) onde é sugerido um modelo para previsão do consumo de óleo diesel com base em uma demanda futura de transporte de uma ferrovia (Figura 4).

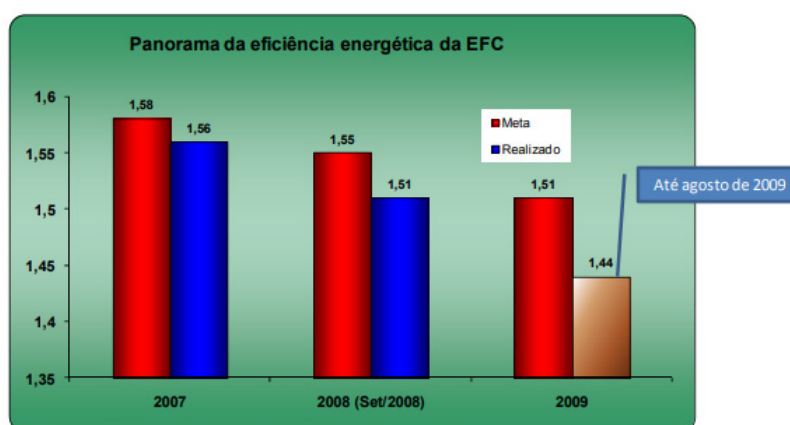


Figura 4 - Panorama de evolução da EE da EFC 2007/2009

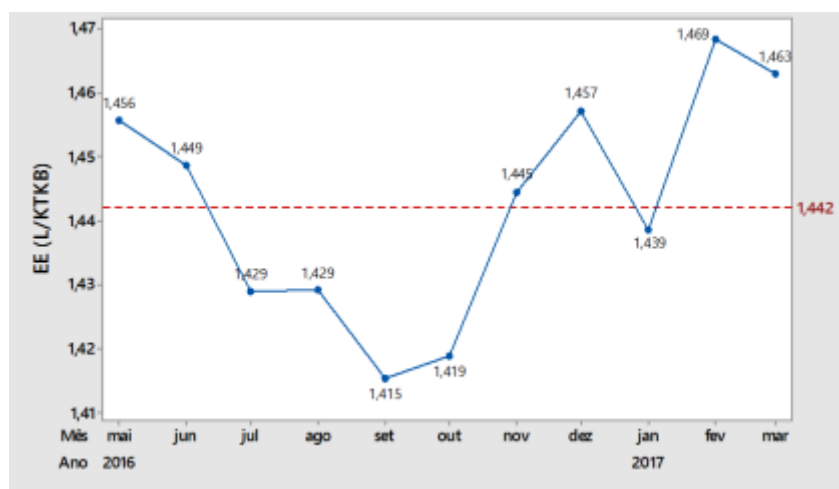


Figura 5 – Panorama de evolução da EE da EFC 2016/2017

A busca por maior eficiência deve ser constante e ações para este fim acontecem diariamente em uma ferrovia.

## 4. CONCLUSÃO



Ações implantadas para a melhoria da eficiência energética em qualquer ferrovia contribuem significativamente para a redução constante deste indicador. Nesta revisão literária foi observado que soluções educacionais e gerencias como treinamento a maquinista aumentam a importância deste indicador perante os maquinistas e os leva a realizar uma condução mais consciente do trem. O investimento feito em implantação de novas tecnologias para gestão de abastecimento, controle e armazenamento do óleo diesel também contribuem para a manutenção da EE.

Toda solução visando o melhoramento da eficiência energética geraram e geram e vão gerar economia de grande impacto na rentabilidade do negócio ferrovia. No início da operação da Estrada de Ferro Carajás, 1985, o índice de eficiência energética superava o valor de 2,5 L/KTKB. Adotando medidas como as citadas neste trabalho o índice de EE reduziu em torno de 40% (1,5 L/KTKB), proporcionando uma economia em números atuais em torno de 144.000.000 Litros/ano (FONTES, 2008).

Quem ganha com todo este movimento é a logística de transportes, pois com o mercado cada vez mais competitivo, as empresas do ramo de transportes que irão se destacar são as que oferecerem qualidade e preço baixo somando ao respeito com o meio ambiente. E o investimento em eficiência energética traz tudo isso ao cliente.

Ainda pode ser feito muito, melhorias em processos, condições podem chegar ao patamar ideal, investimentos em treinamento de profissionais, investimento em processos e em equipamentos podem ser realizados. Pensar no dia a dia de forma sustentada em soluções para melhoria do indicador eficiência energética é essencial para diminuição de impactos ambientais, diminuição de gastos, melhoria da competitividade das empresas ferroviárias e tornar ainda mais atraente o modal ferroviário em relação aos outros modais.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Evolução Recente do transporte Ferroviário**, 2007. Disponível em: < [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br) >. Acesso em: 06 nov. 2018
- ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. N. **Logística Aplicada**: suprimento e distribuição física. E. 3. Ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2000.
- BARBOSA, V. **Eficiência energética: o combustível invisível de US\$ 18 tri**. 2014. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/economia/eficiencia-energetica-o-combustivel-invisivel-de-us-18-tri/>. Acesso em: 14 out. 2018.
- KEFALAS, A. M.. Potencial Logística Ferroviária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.45 no.4. Brasília Out./Dec. 2007.
- LOTUS LOGÍSTICA. A importância da malha ferroviária do Brasil para o setor de logística. 2018. Disponível em: <https://lotuslogistica.com/logistica/importancia-da-malha-ferroviaria-do-brasil-para-o-setor-de-logistica/>. Acesso em: 14 out. 2018.
- MOTA VICTOR, Melhoria da eficiência energética na EFC. In: PROJETO SEIS SIGMA, 31., 2017, Maranhão.
- PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES – PNLT. **Relatório Final**. Ministério dos Transportes. Secretaria de Política Nacional de Transportes SPNT/MT. Setembro 2012. Brasília – DF. SARKIS, J. An Analysis of the Operational Efficiency of Major Airports in the United States. *Journal of Operations Management*. Volume 18, Issue 3, April 2000, pp. 335 – 351.
- PEREIRA, Olyntho Carmo. **Soluções de otimização da eficiência energética de uma ferrovia de carga: o caso da Estrada de Ferro Carajás–EFC**. 2009 126 f. 2009. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, L.B. GHIOTTI, V. VIEIRA, D.S. PEREIRA, O.C. CAVALCANTI, T. **Simulador de Custos Operacionais – Módulo Óleo Diesel**. Companhia Vale do Rio Doce, 2006.
- SELLTIZ, C.; WRIGUTSMANN, L.; COOK, S. **Métodos de pesquisa nas relações sociais** (3a ed.) São Paulo: Herder. 1974.

CAPÍTULO

3

## AUTORES

LUIZ HENRIQUE COSTA FERREIRA

KLAYTON DOS SANTOS BARBOSA

DEYVISON JOSÉ DA SILVA LEITÃO

SIDNEY LEONARDO DA SILVA SOU-

SA

RAMILTON ARAÚJO SILVA

# FERRAMENTAS DA QUALIDADE: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA MELHORIA NA GESTÃO DE DEMANDAS

## RESUMO

O setor empresarial a cada dia este mais focado no mercado e em suas tendências, pois buscam melhorias e um diferencial para poderem se manter no mercado competitivo, porém sua permanência no mercado depende de vários fatores, é um desses fatores é melhoria continua nos processos e nos métodos de fabricação ou de serviços. Diante disso, o presente estudo pretende demonstra a necessidade e importância da aplicabilidade das ferramentas de qualidade no gerenciamento de negócios, como também para processo produtivo. O artigo foi desenvolvido através de um estudo teórico que busca fazer uma abordagem a respeito dos conceitos apresentando os principais tipos de ferramentas da qualidade. Além disso, a pesquisa pretende demonstrar de forma bastante clara as principais ferramentas da qualidade em sua aplicabilidade no ambiente industrial e seus benefícios. Serão apresentadas definições relacionadas à gestão da qualidade e das ferramentas por meio de uma pesquisa em referencial teórico sobre o tema.

**Palavras-chave:** Ferramentas da qualidade, Controle da qualidade, Abordagem conceitual.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a globalização e com os avanços tecnológicos a organização empresarial tenta melhoria contínua da qualidade de seus processos objetivando satisfação total de seus clientes e parceiros. Neste contexto que o presente estudo tem como finalidade demonstrar a importância das ferramentas de qualidade para sucesso empresarial, a pesquisa foi realizada através de uma revisão literária das ferramentas, que é de sua importância para as empresas que almejam se manter no mercado e também faça toda diferença do produto no mercado, através da qualidade dos produtos e serviços diferenciados. Pois, nas empresas grande parte dos problemas poderia ser resolvida com o auxílio destas ferramentas.

Cada ferramenta de qualidade tem utilização própria, ou seja, somente com a aplicação de cada uma e com prática que se pode averiguar qual ferramenta é mais adequada para cada situação, e assim determinar qual será a ferramenta utilizada. A pesquisa foi realizada para que se justifique a necessidade do conhecimento teórico das ferramentas de qualidade para que possa ser utilizada de maneira correta, tanto para acadêmicos, empresas ou profissionais interessados no tema. É de suma importância ressaltar que a qualidade não engloba somente a qualidade de um produto ou serviço específico já na última etapa de produção, mas a qualidade do processo desde do primeiro processo até o último, ou seja, envolvendo todos os processos que ocorrem e serão realizados no dia a dia da empresa.

## 2. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizada no estudo, foi uma Revisão Literária de caráter qualitativo e exploratório referente as ferramentas de qualidade como solução de melhoria para uma gestão. O levantamento bibliográfico será realizado através de pesquisas de material impresso em Livros, Revistas científicas, monografias, SCIELO - Artigos - Google Acadêmico. Foram categorizadas em sua totalidade 15 fontes, sendo apenas 7 selecionadas para o estudo: 2 artigos sobre ferramentas de qualidade, 2 Revistas sobre os benefícios da aplicação de ferramentas e gestão de qualidade, 3 Monografias sobre gestão e aplicação das sete ferramentas de qualidade e o uso das ferramentas da qualidade na melhoria de processos produtivos. O período dos artigos pesquisados serão trabalhos publicados nos anos de 2010 à 2018.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização da revisão literária, notou-se que muitos são as definições acerca de ferramentas de qualidade e sua importância para uma gestão de qualidade nas empresas, por ser um tema não tão recente, é notável encontrar várias fontes de pesquisa da literatura, e uma quantidade significativa de volumes atuais de publicações referentes ao tema, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Resumo dos trabalhos referentes às ferramentas da qualidade: aplicação em uma empresa de soluções de engenharia para melhoria na gestão de demandas.

Objetivos	Resultados	Autores/Ano
Descrever e analisar os principais sistemas e ferramentas da gestão da qualidade.	Demonstrou que as ferramentas de qualidade são de suma importância para um setor industrial e como é vantajoso para os gestores.	Campanatti (2016).
Fazer uma abordagem estratégica da administração e serviço de produção e operações.	O estudo evidenciou como é importante o planejamento estratégico por parte da administração para que a produção seja em alto nível e as operações funcione de acordo com pré-estabelecido pelos administradores	Corrêa e Corrêa (2010)
Conceituar a administração organizacional geral, assim como a importância das ferramentas de qualidade para a competitividade da empresa.	Que os conhecimentos dos conceitos sobre os tipos de organização e das ferramentas modernas e antigas são essenciais para uma administração de sucesso empresarial, pois essas promovem melhorias na produção, com produto com mais qualidade, ajuda na melhoria do desempenho dos colaboradores e manter a empresa no mercado.	Costa Neto (2010)
Descrever a importância dos fundamentos e aspectos práticos das principais ferramentas e técnicas utilizadas pelas organizações para melhoria de sua performance e competitividade.	Demonstrou que cada dia, as organizações dos mais variados setores de atividade buscam profissionais com conhecimentos em ferramentas e metodologias na área da qualidade, tomando esse importante recurso humano uma peça chave para a produtividade e lucratividade das empresas.	Lucinda (2010)
Demonstrar a importância da aplicabilidade do PDCA e das ferramentas de qualidade para uma gestão de sucesso.	Que com o uso do PDCA junto com as ferramentas garante um melhor desenvolvimento no processo produtivo tendo como resultado uma melhoria continua dos produtos e serviços.	Trivelatto (2018)

Fonte: Os Autores

### 1.1 Conceito de Qualidade

As organizações sempre estão em busca da melhoria continua e da qualidade dos seus produtos e serviços, objetivando a satisfação completa dos seus clientes e colaboradores, porém essa qualidade ao longo do tempo vem sofrendo modificações no tocante a seu conceito, técnicas, métodos e ferramentas de qualidade, devido à evolução tecnológica.

Segundo Lucinda (2010) o conceito de qualidade engloba vários significados diferentes. Porém, de forma geral, a maioria concorda que alguns elementos são essenciais para se possa definir a qualidade, tais como satisfação, preço justo, funcionalidade e superação de expectativas.

Junior et al. (2016) descreve como forma de evolução a gestão qualidade em quatro eras: Era da inspeção, a Era do controle estatístico da qualidade, a Era da garantia da qualidade e a Era da gestão estratégica

da qualidade. Tratadas não apenas como um programa que é implantado, mas como um processo de melhoria contínua. Podendo tornar-se tática, estratégica e operacional, em todos os níveis da organização.

As normas ABNT NBR ISO ao falar de gestão, destacam a NBR ISO 9001/2000 em que possibilita uma forma de estruturar e gerenciar as atividades/processos juntamente com as organizações, desencadeando uma ligação entre as expectativas dos clientes e a eficácia da empresa, de forma sistemática e integrada e a NBR ISO, 9004/2000 que define como gestão de qualidade, situações coordenadas para dirigir e controlar uma organização, englobando o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade (ABNT, 2016).

Apesar da definição de qualidade ser muito complexa, devido, as suas diferentes perspectivas, o conceito mais apropriado, e que será utilizado nesta pesquisa é a adequação de meios e técnicas para produção de produtos e bens com segurança e que satisfação os clientes e colaboradores.

### **3.2 Gestão de Qualidade**

O cenário empresarial brasileiro vem apresentando situações desafiadoras, o que exige dos gestores uma e colaboradores estratégias e planejamento para alcancem resultados bem-sucedidos. As organizações estão cada vez mais competitivas, sempre tentando inovar, diante disso, surgem as ferramentas de gestão a fim de otimizar os processos, agregar mais valor a organizações e controlar os recursos e custos (TRIVELATTO, 2018).

Já segundo Filho (2017) define o sucesso organizacional, através dos parâmetros de segurança, eficiência, eficácia e atendimento a cultura organizacional, garantindo resultados nos processos.

### **3.3 Ferramentas da Qualidade**

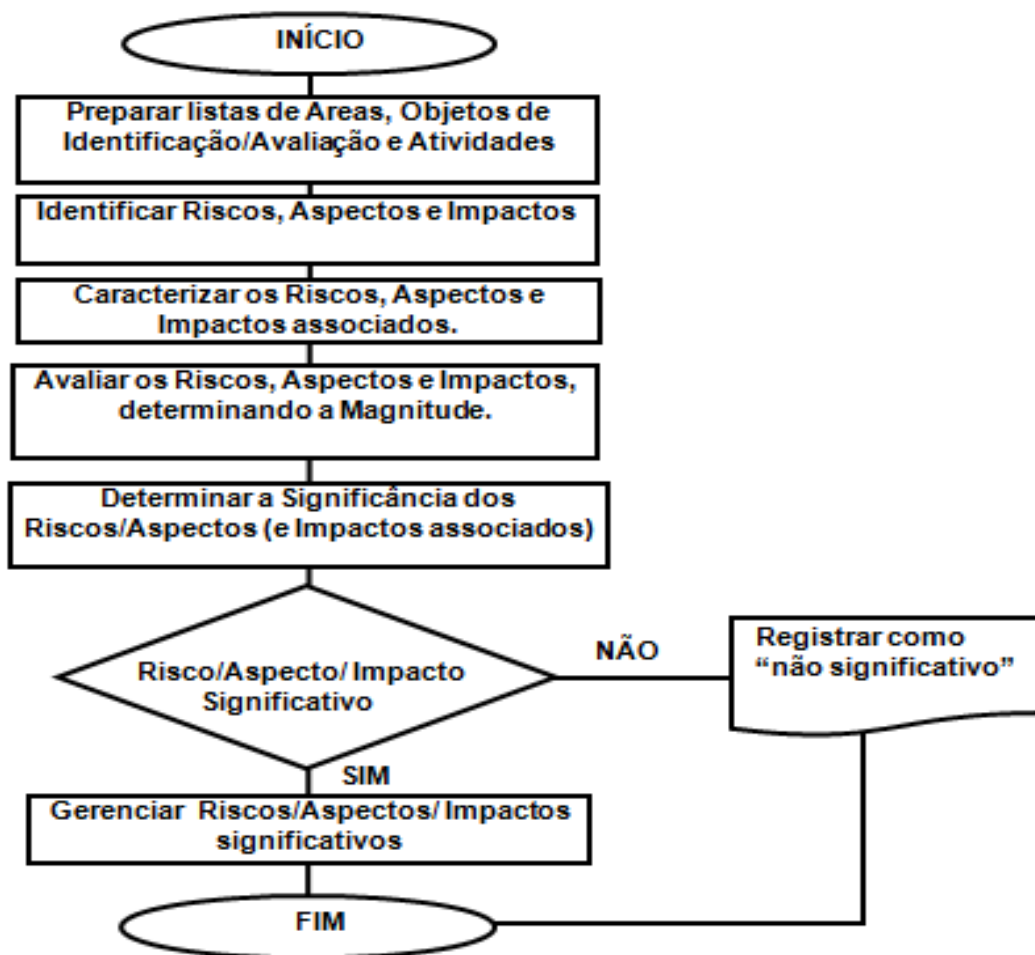
As ferramentas de qualidades são frequentemente utilizadas em métodos e técnicas de gerenciamento de processos organizacionais que visam a melhoria contínua da qualidade. Segundo Costa (2017), as sete ferramentas da qualidade são um conjunto de instrumentos estatísticos que busca a melhoria da qualidade de produtos, serviços e processos.

A grande finalidade das ferramentas está na sua habilidade de auxiliar nas etapas de geração e organização ideias, análise de dados, definição de estratégias e planos de ação, definição e priorização de ações. Além de facilitar o entendimento do problema, ter um método eficaz de abordagem, disciplinar/organizar o trabalho e aumentar a produtividade (FABRIS, 2018).

Nesse processo de melhorias na qualidade, as organizações precisam estabelecer planejamento adequado que busque resultado eficiente na produção de bens e produtos, conforme o esperado pelos clientes.

Corrêa e Corrêa (2010), afirmam que as sete ferramentas da qualidade são o fluxograma ou diagrama de processo, diagrama de causa e efeito, diagrama de Pareto, histograma, folha de verificação, diagrama de dispersão e gráfico de controle

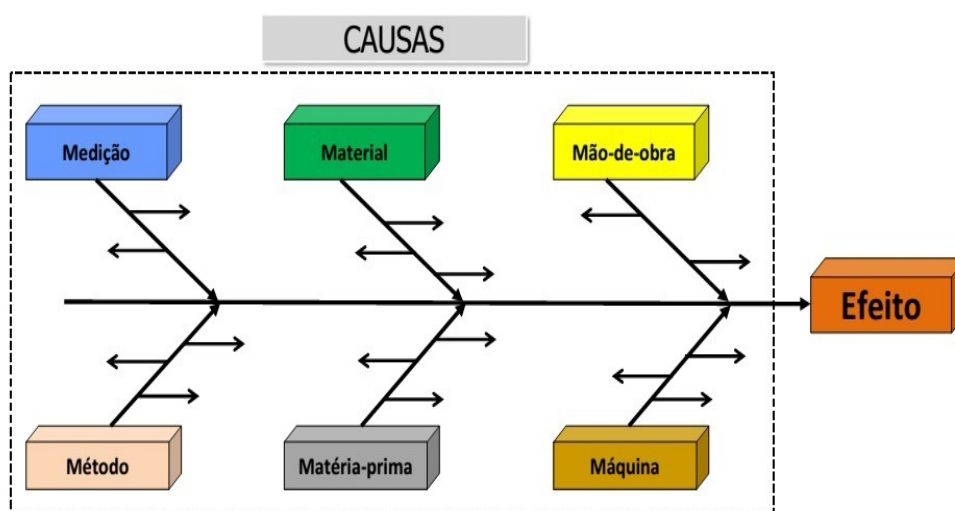
O fluxograma ou diagrama de processo representa graficamente um instrumento essencial através de sequência lógica de cada etapa pela qual passa um processo, facilitando uma melhor visualização, conforme a figura 1.



**Figura 1** – Exemplo de fluxograma para identificação, e avaliação de riscos, aspectos e impacto.

Fonte: Pessoa (2016).

O diagrama de causa e efeito tem como objetivo, essencialmente, identificar e organizar todas as causas de um problema ou situação específica, fazendo uma análise das dispersões em seu processo e os efeitos decorrentes disso de forma lógica, representado na figura 2.

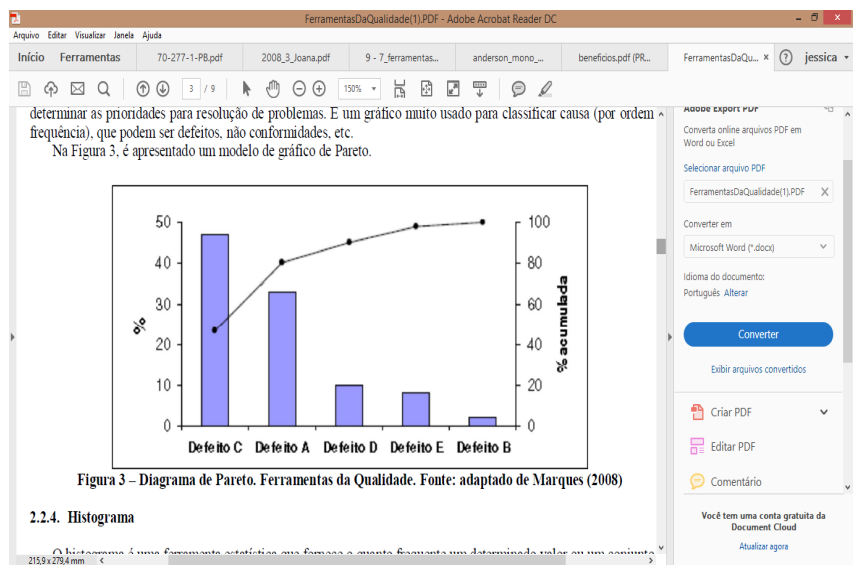


**Figura 2** – Estrutura do diagrama de Ishikawa

Fonte: <http://www.ricardovargas.com/pt/podcasts/qualitymanagement/>



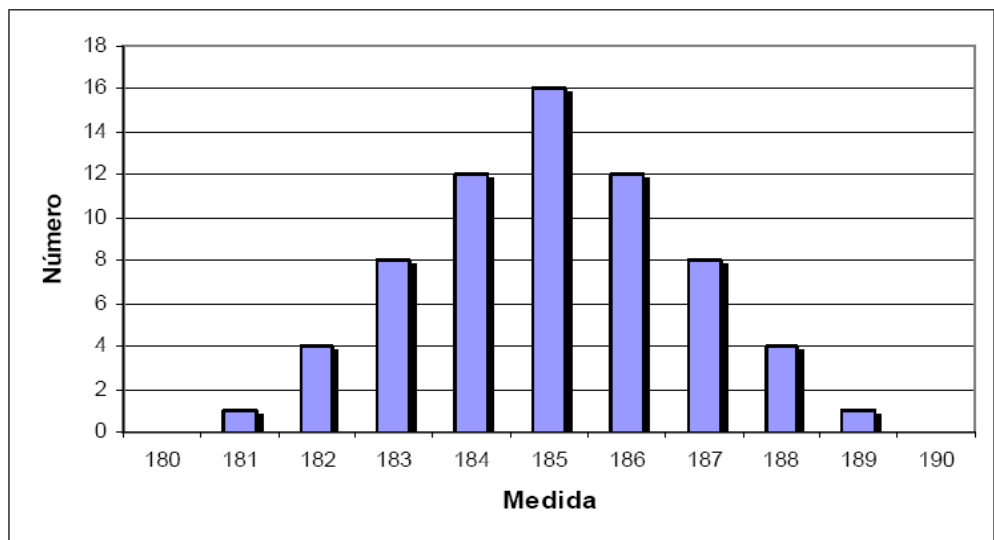
Diagrama de Pareto utilizada para identificar o problema mais importante através do uso de diferentes critérios de medição, como frequência ou custo, e sua finalidade é mostrar as condições necessárias para uma melhor escolha através de um monitoramento eficiente, conforme Figura 3.



**Figura 3 – Exemplo de Gráfico de Pareto**

**Fonte: Marques (2016)**

Histograma é uma ferramenta estatística que é utilizada para fornecer valores ou vários valores que ocorre em um grupo de dados e razão, conforme Figura 4.



**Figura 4 - Histograma.**

**Fonte: Coelho (2016)**

A ferramenta denominada gráfico de controle utiliza-se do monitoramento para um melhor controle e variabilidades do processo, e além disso, analisa a estabilidade, o desempenho previsível, como observamos no modelo apresentado na Figura 5.



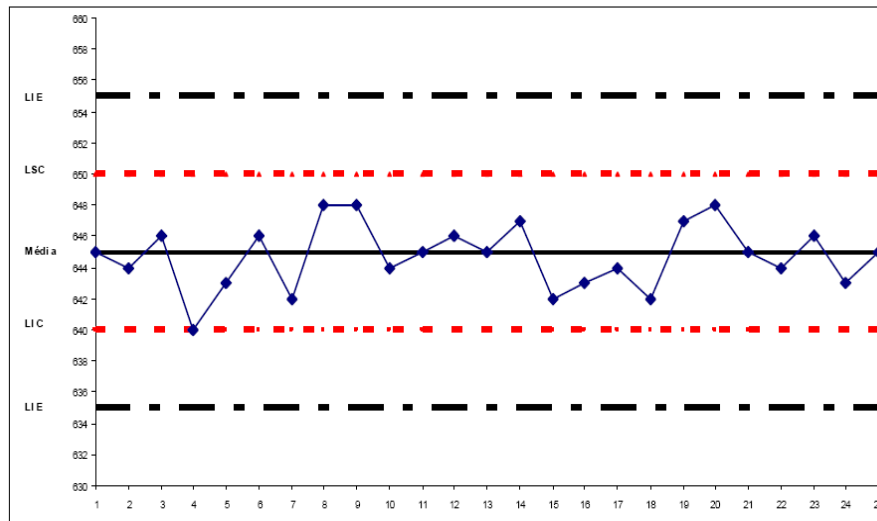


Figura 5 - Gráfico de Controle

Fonte: Costa (2017)

A folha de verificação apresenta-se em formato de tabelas ou planilhas usadas para auxiliar a coleta e análise de dados, que permite rápida percepção da realidade e imediata interpretação da situação, diminuindo erros e confusões.

3 passos simples

- 1) Clique em "Começar aqui"
- 2) Baixe do nosso site
- 3) Receba um conversor de arquivos grátis

fromdoctopdf.com

## Folha de verificação

Componente: Conjunto ABC  
Processo de trabalho: montagem  
Quantidade produzida: 1.000 peças

Seção: Linha de montagem  
Data da produção: 30/03/05  
Inspetor:

Tipo de defeito	Tabulação	Frequ. do item	Class	% individual	% acumulada
Alinhamento		12	6ª	06%	
Solda		21	4ª	10%	
Parafuso solto		68	1ª	34%	
Junção		15	5ª	07%	
Superfície		41	2ª	20%	
Riscos		29	3ª	14%	
Trinca		10	7ª	05%	
Rebarba		06	8ª	03%	
Bolha		01	9ª	01%	
<b>Totais</b>		<b>202</b>		<b>100%</b>	

Componente: Conjunto ABC  
Processo de trabalho: montagem  
Quantidade produzida: 1.000 peças

Seção: Linha de montagem  
Data da produção: 30/03/05  
Inspetor:

Tipo de defeito	Tabulação	Frequ. do item	Class	% individual	% acumulada
Parafuso solto		68	1ª	34%	34%
Superfície		41	2ª	20%	54%
Riscos		29	3ª	14%	68%
Solda		21	4ª	10%	78%
Junção		15	5ª	07%	85%
Alinhamento		12	6ª	06%	91%
Trinca		10	7ª	05%	96%
Rebarba		06	8ª	03%	99%
Bolha		01	9ª	01%	100%
<b>Totais</b>		<b>202</b>		<b>100%</b>	

SlidePlayer 28 / 41

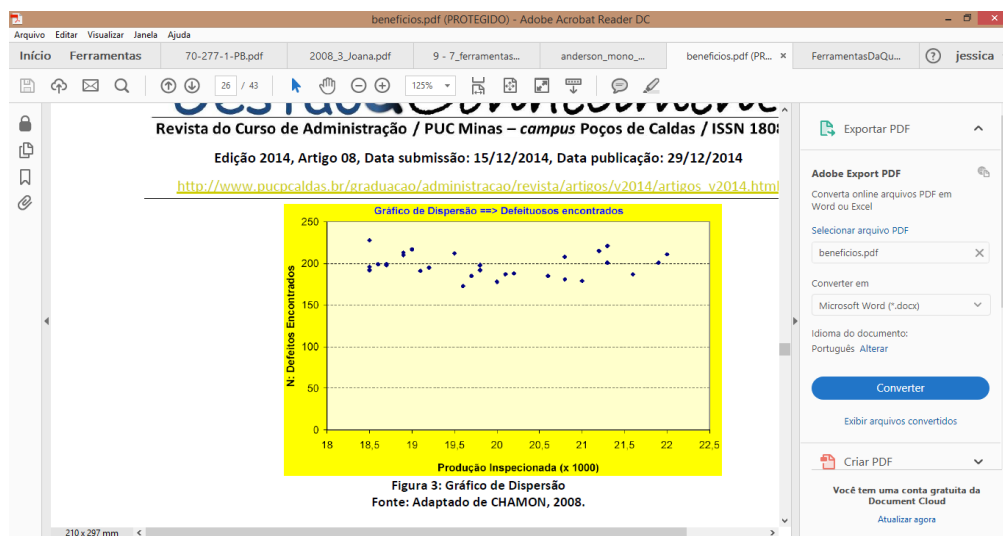
Advertisements

35%

Figura 6 - Modelo de folha de verificação

Fonte: Campos (2016)

Diagrama de dispersão é utilizado para identificar a correlação e estabelecer associação entre dois fatores ou parâmetros. Essas variáveis contribuem de forma eficaz dos métodos de controle do processo, facilitando a identificação de possíveis problemas (Figura 7).



**Figura 7 – Gráfico de dispersão**

**Fonte:** Soares (2016)

Dependendo do contexto que se utilize as ferramentas de qualidades estas podem sofrer variações, tudo isso ocorre, por sequência de utilização das técnicas, quanto na quantidade de técnicas utilizadas.

### 3.4 Ferramentas de qualidade e seus benefícios

Conforme Murback (2016) e Campanatti (2016) relatam que os benefícios são inúmeros com a utilização das ferramentas de qualidade como:

- a) Aumentar a qualidade do processo através de soluções eficazes na existência do problema, assim proporcionando o aumento da satisfação e confiabilidade dos clientes, seja este interno ou externo, consequentemente fortalecendo a imagem da empresa;
- b) Diminuir os custos decorrentes de erros, pois quanto mais cedo identificar um problema, menor será o custo da produção. Com isso aumentar o lucro da empresa;
- c) Melhorar os padrões de forma organizacional;
- d) Redução dos custos operacionais, uma vez que se tem a diminuição de custos da qualidade e do tempo, aumenta-se a eficiência, e se alcança como resultado a prevenção versus correção entre outros;
- e) Melhora da transparência de conhecimento;
- f) Contribuir para equilíbrio no ambiente de trabalho, consequentemente no crescimento da produção, proporcionando um trabalho eficiente e com poucas falhas, o que motiva a todos, melhorando a capacidade de comunicação, e resolução de problemas, além de permitir um melhor trabalho em equipe, diminuindo os riscos de acidentes de trabalho;
- g) Maior competitividade e oportunidades, tanto no mercado interno e externo;
- h) Elabora projetos melhores.

## 4. CONCLUSÃO

Com o alto nível de competição internacional entre as organizações, surge a necessidade de se adaptar a processos internos eficientes e eficazes e cada vez mais com excelência. Logo, a qualidade total tem

como meta controlar as atividades para tornar o negócio cada vez mais lucrativo e com alto nível competitivo. No contexto atual a concorrência entre as organizações empresariais é altíssima e qualquer transformação que gere resultados consistentes.

Portanto, a utilização das ferramentas de qualidade proporciona mais segurança e estabilidade no mercado e um diferencial competitivo. O objetivo do estudo de apresentar e incitar o uso das ferramentas da qualidade de forma prática facilitando melhor a compreensão dos leitores alcançados, frente aos conceitos expostos. De maneira contributiva o artigo definiu as ferramentas da qualidade e pretendente que os leitores utilizem dos conceitos e apliquem como forma de controle e clareza de informações.

## REFERÊNCIAS

- CAMPANATTI, R; GOBIS. M.A. **Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício.** Rev.Hórus, v. 7, n. 1, p. 26-40, 2016.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da qualidade total: No estilo japonês.** 9. Nova Lima: Falconi, 2016.
- COELHO, F.P.S et al. **Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura.** REFAS. V.3,n.1,2016.
- CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- COSTA NETO, Pedro L. de O.; CANUTO, Simone A. **Administração com qualidade: conhecimentos necessários para a gestão moderna.** São Paulo: Blucher, 2010.
- COSTA, A. A. **Ferramentas de controle da qualidade aplicáveis na cultura do mamão, no município de pinheiros-es.** 72f. Monografia (Curso de Administração de Empresas) Faculdade Capixaba de Nova Venécia. Nova Venécia, 2017.
- FABRIS, C. B. **Aplicação das ferramentas da qualidade em um processo produtivo em uma indústria de ração.** 74f. Projeto (Curso de Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.
- FILHO, M.C. **As ferramentas de qualidade no processo produtivo.** Bauru – SP, 2016.
- LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: Fundamentos e práticas para cursos de graduação.** Rio de Janeiro: Bradsport, 2010
- MURBACK, F.G.R.; DANIEL, E.A. **Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. Artido.do Curso de Administração – PUC, v.2015. Poços de Caldas,2016.**
- PESSOA, G. A. **Notas de aula da disciplina PDCA e Seis sigma: metodologia e ferramentas da qualidade.** São Luís: FAMA, 2016.
- SOARES, M.T.R.C. **Liderança e desenvolvimento de equipes.** São Paulo, 2016.
- TRIVELATTO, A. A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria continua.** 73f. Monografia (Curso de Engenharia) Universidade de São Paulo, 2018.

CAPÍTULO

4

## AUTORES

ANTONIO CARLOS PEREIRA SANTOS

BRUNO CASTRO TAVARES

ENDRYO RUDYERE FRAZÃO GOMES

MARIA CRISTINA ARAUJO SANTOS

RONALD DE ASSIS CANTANHEDE

CORREA

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

# GESTÃO DA MANUTENÇÃO ESTRATÉGICA FOCADA NA CONTINUIDADE OPERACIONAL DE EQUIPAMENTOS DE LINHA AMARELA

## RESUMO

A falta de manutenção de maquinários, ocasionada pela busca irracional por produtividade, pode ser considerada o item principal para a redução de vida útil de equipamentos. Levando em consideração esta realidade, a gestão de manutenção estratégica surge para contribuir significativamente para o aumento da produtividade, uma vez que garante a disponibilidade operacional dos equipamentos. Desenvolver um plano de manutenção alinhado ao plano de produção é um desafio em muitas empresas, porém cria um ambiente onde os requisitos necessários para alcançar a melhor eficiência entre trabalho e os lucros se tornam presentes, de modo a garantir um perfeito convívio e eficiente desenvolvimento. Deste modo, o artigo apresenta um plano de manutenção estratégico, baseado em um estudo de caso em uma empresa de construção civil, que tem por objetivo contribuir para a continuidade operacional de equipamento de linha amarela.

**Palavras-chave:** Máquinas, Manutenção, Produtividade.

## 1. INTRODUÇÃO

A constante busca de empresas do ramo de construção civil pela produtividade total criou um cenário onde as máquinas pesadas se tornaram um dos principais recursos produtivos, conforme destaca a Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos, que revelou em dados recentes que o setor de vendas de máquinas e equipamentos obteve alta de 13,4%, em setembro/18, em relação ao mesmo mês do ano passado (ABIMAQ, 2018). No entanto, a manutenção dentro das empresas não é considerada um ponto importante e fica em segundo plano, mesmo sua gestão garantindo a disponibilidade intrínseca de equipamentos e a continuidade da produção operacional (FURTADO, 2016). A gestão da manutenção de maquinários muitas vezes é tratada apenas com ações corretivas, gerando impactos negativos, pois com a ocorrência constante de avarias, os recursos operacionais ficam parados por mais tempo. A política do “quebrou, conserta!” se tornou uma ação extremamente comum, praticada pelo “homem da manutenção” (BELHOT; CAMPOS, 1995). Levando em consideração este contexto, as atividades da manutenção só aparecem como mais um componente das despesas da empresa e uma intervenção desnecessária nas atividades de produção (SOBRINHO, 2012). No entanto, uma atividade realizada sem planejamento pode gerar até 65% de desperdício de tempo, ou seja, dentro das 8 horas normais de trabalho, apenas 2,8 horas são de fato aproveitadas (TELLES, 2018). Portanto, a gestão e controle da manutenção, sendo aplicada de forma estratégica, deve atuar junto à produção a fim de criar um ambiente onde os requisitos necessários para alcançar a melhor eficiência entre trabalho e os lucros estejam presentes, de modo a garantir um perfeito convívio e eficiente desenvolvimento (CAIADO; LIMA; QUELHAS, 2015).

Baseado neste contexto, o objetivo principal deste artigo é apresentar, através de um estudo de caso, um plano de manutenção estratégico de equipamentos de linha amarela, plano este que contribua para a continuidade operacional, garantindo que as áreas de manutenção e produção possam trabalhar de forma sinérgica em prol da realização da obra.

## 2. METODOLOGIA

O estudo de caso para desenvolvimento deste trabalho foi realizado em uma empresa de construção civil, com sede em Rosário-MA, que atua por todo o estado do Maranhão. Para desenvolvimento das atividades da empresa são utilizados os equipamentos pesados descritos na Tabela 1:

Item	Quantidade
Escavadeira Hidráulica Caterpillar 320D	3
Pá Carregadeira Caterpillar	1
Retroescavadeira Caterpillar	1
Trator de Esteiras D6 Caterpillar	2
Rolo Compactador Liso Caterpillar	2
Rolo Compactador Pé-de-carneiro Caterpillar	2
Motoniveladora 140K Caterpillar	2
Trator Agrícola com Grade Massey Ferguson	1

Tabela 1 – Equipamentos de linha amarela da empresa.

Fonte: acervo da empresa

A fim de conhecer o processo de manutenção e como este era realizado para atendimento das demandas da empresa, foi realizada uma coleta dos dados baseada em histórico de fichas de controle, documentos, relatórios diários de obra, planilhas de medições e entrevista com responsável pela produção.

Nesse processo, foram identificados os problemas que impactavam diretamente nos resultados operacionais. Dentre estes, selecionou-se as avarias de maior ocorrência e que causavam maior indisponibilidade

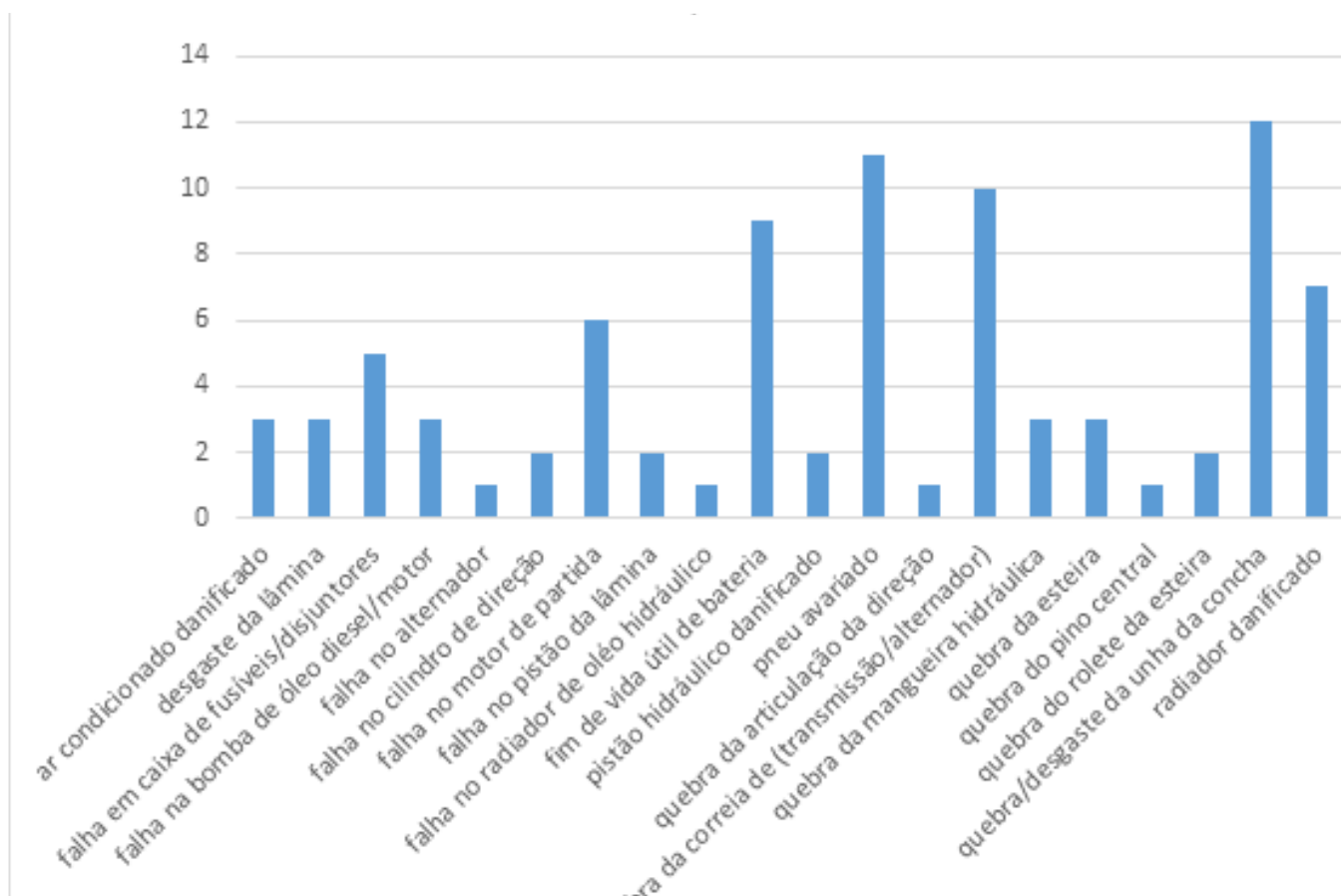
do equipamento. Procurou-se levantar também o período de parada para correção de avarias, bem como os custos adicionais ocasionados por estas paradas.

Com base nestas ocorrências, elaborou-se um plano de manutenção estratégico focado em itens básicos e em itens de maior ocorrência de falhas, bem como check-lists de inspeção/manutenção para relato de anomalias durante operação e para parada de inspeção sensível, a fim de levantar itens a serem corrigidos em eventual manutenção programada realizada na assistência especializada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme mostrado no gráfico 1, todas as ocorrências dos equipamentos utilizados nas atividades da empresa foram levantadas, as avarias mais frequentes ao longo dos últimos 18 meses, com contribuição direta na interrupção das atividades.

Gráfico 1 – Dados de ocorrências de avarias nas máquinas nos últimos 18 meses.



Algumas das avarias verificadas eram ocasionadas por falhas na operação, como ocorrências de pneus avariados e casos de quebra de unhas de concha. No entanto, as demais falhas ocorriam pela falta de inspeção e manutenção preventiva dos equipamentos. Em poucos casos, na ocorrência da avaria, a mesma era solucionada de imediato, como substituição de unhas quebradas e correias quebradas. Visto que a empresa não possuía peças reservas para troca, o equipamento aguardava a aquisição do mesmo, ficando parado por até 1 dia. As demais ocorrências, que envolviam partes elétricas, materiais rodantes e sistema hidráulico, só eram corrigidas na assistência especializada, o que ocasionava uma indisponibilidade do equipamento por até 5 dias. Essa indisponibilidade era causada pela avaliação e orçamento de peças e serviços; e posterior a isso, o equipamento aguardava a realização das correções.

Verificou-se que a hora trabalhada dos equipamentos varia seu custo de R\$ 120 a R\$ 220, o que ocasionava prejuízos de até R\$ 8.000,00 por um equipamento parado por 5 dias. Levando em consideração a quantidade de equipamentos, esse valor pode ser bem maior.

A fim de evitar essas falhas, e conseqüentemente, prejuízos à produção, desenvolveu-se um plano de



manutenção focado em ocorrências de maior repetição. Este plano prevê tanto o acompanhamento dos equipamentos durante operação quanto paradas para inspeção sensitiva; estabelece o controle de revisão e/ou manutenção nos equipamentos através do Controle de Horas Trabalhadas (horímetro) de cada equipamento, sempre alinhado com o plano operacional, obtendo-se um histórico de manutenções. Todos os controles de acompanhamento devem ser previamente divulgados de forma clara e objetiva aos operadores e responsáveis de manutenção.

Conforme proposto, as inspeções visuais diárias, realizadas pelos operadores, tem por objetivo a identificação de possíveis focos de falhas, especialmente durante a realização da atividade, e envolvem inspeções conforme apresentado na Tabela 2.

OK	NOK	NA	ITEM DE INSPEÇÃO
			Nível do Líquido Arrefecedor
			Verificação visual de esteiras e roletes
			Verificação visual dos pneus
			Verificação visual das mangueiras/conexões do sistema hidráulico
			Verificação de nível de óleo do sistema hidráulico
			Sistema de limpeza do para-brisa
			Verificação do funcionamento do ar-condicionado
			Verifique o Nível do Óleo Indicador e Medidores
			Teste Cinto de Segurança
			Teste do sistema de frenagem
			Verificação da iluminação
			Verificação visual de correias/engrenagens
			Verificação do sistema elétrico
			Verificação de ruído anormal na esteira

Tabela 2 – Relação de itens de inspeção visual diária.

O plano de manutenção preventiva desenvolvido leva em consideração o plano operacional da empresa, as rigorosas condições de trabalho, os itens a serem inspecionados, as ações a serem aplicadas e o tempo gasto nestas ações. Com isso, o plano é apresentado conforme a Tabela 3.

PLANO	CICLO DE REVISÃO	TEMPO DE PARADA	ITENS DE INSPEÇÕES
MP-01	500 h	2,5 h	Ar condicionado - Limpeza do condensador e filtro
			Correia de transmissão - Condições físicas e desgaste
			Pneus - Desgaste e calibragem
			Esteiras - superfície da esteira, roletes superiores, rodas-guias, sapatas e rodas-motrizas de comando
			Sistema de Arrefecimento - Radiador, nível do fluido e limpeza da colmeia
			Lubrificação - Articulações e partes móveis
			Sistema Hidráulico - Mangueiras, conexões, cilindros, vedações, bomba, nível de óleo



MP-02	1000 h	5 h	Ações do Plano MP-01 Motor - Filtros, óleo, válvulas, bombas (combustível/óleo), cárter, Elétrica - Iluminação, bateria, fusíveis, disjuntores, alternador, motor de arranque
MP-03	1500 h	8 h	Ações do Plano MP-02 Unhas/Lâminas/Caçambas - Desgaste, empeno, trincas, fixação Freios - Nível do fluido, pastilhas, discos, acumuladores

Tabela 3 – Inspeção de Manutenção Preventiva.

A Tabela 3 apresenta quais itens serão inspecionados, conforme o ciclo. No check-list aplicado a cada equipamento é descrito quais tipos de ações cada um destes itens sofrerá. É importante ressaltar que os itens descritos na Tabela 3 são comuns a todas as máquinas, devendo sofrer alterações conforme cada tipo de equipamento.

A manutenção do sistema de arrefecimento e seus componentes envolve a verificação do nível de fluido, bomba de fluido, mangueiras e a limpeza do radiador, uma vez que as atividades realizadas pelas máquinas em geral envolvem processos extremamente poluídos, colaborando para a presença de sujeiras na colmeia, contribuindo para queda de desempenho do componente e superaquecimento do motor. Se faz necessária também a verificação do sistema de ar condicionado, como limpeza do condensador e do elemento filtrante, uma vez que um filtro obstruído com poeira ocasiona um pior desempenho e reduz a vida útil do condicionador de ar.

Devido a trepidação durante operação, as conexões tendem a folgar, motivo que leva a realização da manutenção de itens do sistema hidráulico, devido sua importância para a operação do equipamento. Nesta inspeção é possível a identificação de vazamentos por vedações/uniões, trincas em terminais e conexões, bem como as condições físicas dos mangotes e filtros e, se necessário, a troca dos elementos filtrantes. Um dos focos dessa inspeção em componentes hidráulicos é a inspeção de mangueiras, tendo em vista que é um dos itens mais caros e de maior quantidade no sistema, devendo-se observar as condições físicas da mesma, identificando qualquer anomalia, como: ressecamento, quebra, torção, atrito com cantos vivos, vazamentos, defeito no prensamento das conexões e avaria nas tramas; se necessário, devem ser sinalizadas para troca. Essa inspeção aprofundada se faz extremamente necessária para se evitar possíveis vazamentos e avarias que se tornam uma entrada de contaminantes, gerando problemas mais sérios, como defeitos em bombas, válvulas direcionais e etc.

Um item que requer bastante atenção é a manutenção de partes rodantes, que já foi responsável por paradas de equipamentos, como escavadeira e trator de esteiras. É importante que seja feita a limpeza, verificação da folga adequada e desalinhamento da esteira, bem como a verificação das sapatas, pinos, molas tensoras e buchas, com o objetivo de se evitar travamento e quebra do rolete superior e até mesmo da esteira, devido aos impactos sofridos durante a operação.

Apesar da parte elétrica das máquinas necessitarem de manutenção e mão-de-obra especializada, algumas ações podem ser tomadas para evitar avarias e panes elétricas. A exemplo dessas ações, pode-se citar o alternador, responsável por carregar a bateria. Verificação das condições das correias e do regulador de voltagem podem aumentar a vida útil do alternador. Já no caso da bateria, ações como verificação da fixação do componente, limpeza dos pólos e verificação dos cabos contribui para manter o bom funcionamento da mesma.

É importante ressaltar o controle específico de itens de desgaste natural das máquinas, como unhas, lâminas, rolos e chapas de sacrifício, devido ao grande atrito com material durante operação. Este acompanhamento permite a aquisição do elemento e a troca num período mais preciso.

Na prática, o plano de inspeção desenvolvido, além de garantir a continuação da produção, também garante a redução do tempo de indisponibilidade do equipamento e redução de custos de manutenção. A

falha inesperada de quaisquer destes itens, por mais simples que seja, pode causar um impacto bastante significativo no faturamento. Uma mangueira que custa cerca de R\$ 200,00 e se gasta cerca de 2 h para troca durante manutenção preventiva, pode ter seu custo elevado em 300% quando a troca da mesma é realizada em manutenção corretiva. Além do custo, o tempo de manutenção também aumenta, pois se tem óleo perdido com o rompimento da mangueira, perda do óleo hidráulico, interrupção da operação, contaminação do meio ambiente, além do tempo gasto para especificação e aquisição da mangueira no mercado em caráter de urgência. Outro exemplo bastante significativo é uma simples verificação de nível de fluido no radiador e limpeza do componente, que pode evitar um superaquecimento, causando danos ao motor, e no pior dos casos, sendo necessária a realização de uma retífica, que pode variar seu valor entre R\$ 19.194,99 a R\$ 21.295,00.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo de caso, possibilitou-se constatar a importância da manutenção de equipamento de linha amarela, porém realizar esta gestão se torna um grande desafio quando se depara com uma irracional busca por produtividade. No entanto, quando aplicada de forma estratégica, contribui significativamente para o aumento da produtividade e, consequentemente, para a lucratividade. Para que isso ocorra, esta aplicação deve andar lado a lado com gestão da produção, a fim de garantir a continuidade operacional e reduzindo custos excessivos com manutenção corretiva. Algumas simples ações, até mesmo sem custo algum, podem contribuir para o perfeito funcionamento de componentes.

Assim sendo, as inspeções realizadas são de fundamental importância para a realização da manutenção preventiva e redução de custos a longo prazo, possibilitando ter exatidão nas manutenções a serem realizadas na assistência especializada, logo otimizando o tempo de manutenção/indisponibilidade do equipamento e garantindo a realização de todos os serviços necessários ao perfeito funcionamento do mesmo.

#### REFERÊNCIAS

BELHOT, Renato Vairo, CAMPOS, Fernando Celso de. **Relações entre manutenção e engenharia de produção: uma reflexão**. 1995, vol.5, n.2, pp.125-134.

FURTADO, Anderson Antônio dos Santos. **A importância da gestão estratégica da manutenção para qualidade, disponibilidade e confiabilidade dos ativos empresariais**. 2016. 53 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade Pitágoras. São Luís, 2016.

SOBRINHO, João Carlos Flügel. **Manutenção x Produtividade: A importância da gestão da manutenção para o aumento da produtividade em uma indústria de manufatura de madeira**. 2012. 57 folhas. Monografia de Especialização em Gestão Industrial – Produção e Manutenção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão; LIMA, Gilson Brito Alves; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. **Aspectos Da Aplicação Da Manutenção Centrada Em Confiabilidade**. XI Congresso Nacional De Excelência Em Gestão, 2015.

TELES, Jhonata. Plano de Manutenção Preventiva: Como Elaborar. **Engeteles**, 2017. Disponível em: < <https://engeteles.com.br/plano-de-manutencao-preventiva/>>. Acesso em 8 nov. 2018.

ABIMAQ. Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos. <http://www.abimaq.org.br/site.aspx/Imprensa-Clipping-Tendencias-detalle>. Acessado em 01 nov. 2018.

CAPÍTULO

# 5

## AUTORES

ANDRÉ LUÍS

ELIZIANE ROCHA

HEMERSON ARAÚJO

ISAC COSTA

NADLA ROSE

WAGNER ELVIO

## USO DE UM CONTROLADOR PID (Proporcional, Integral e Derivativo) PARA MONITORAR A TEMPERATURA COM O USO DE UM PLC

### RESUMO

O controlador PID, é o algoritmo de controle bastante usado na indústria. O objetivo do estudo é o uso do controle proporcional integral derivativo (PID) para controlar um valor de temperatura estabelecida em um equipamento. Foram realizadas pesquisas bibliográficas e estudos sobre os algoritmos de PID (Proporcional, Integral e Derivativo). Fez-se pesquisas também das funcionalidades do PID inseridas em um PLC. Foi utilizado o software do fabricante do PLC para acessar as funcionalidades deste equipamento através da linguagem *ladder*. Foi feito um circuito com o controle PID e seus componentes. A solução para o controle de temperatura com uso do PID em um PLC apresentou um custo de aquisição atraente e seu gerenciamento remoto, pois PLC com acesso a rede Ethernet permite o controle remoto de suas operações.

**Palavras-chave:** Linguagem Ladder; Controle de temperatura; Controlador PID.

## 1. INTRODUÇÃO

O controlador PID, é o algoritmo de controle bastante usado na indústria [1], [2], [3]. O trabalho abordou o uso do controle proporcional integral derivativo (PID) para controlar um valor de temperatura estabelecida em um equipamento. Será feito o uso de um PLC (*Programmable Logic Controller*) que é um tipo de computador industrial capaz de controlar máquinas e processos, com recursos necessários ao armazenamento de instruções para implementar lógica combinatória, sequenciamento, temporização e operações aritméticas, utilizando entradas e saídas digitais e/ou analógicas. Algumas funções e/ou ações de controle e ajustes de parâmetros já estão disponíveis nesse equipamento do PLC, proporcionando assim o uso do PID (Proporcional-Integral-Derivativo) em um PLC. Foi realizada pesquisa bibliográfica com o objetivo de obter; informações sobre o controle com o uso do PID, sua descrição vantagens e desvantagens, informações sobre as funcionalidades do PID inseridas em um PLC e a construção de um circuito para o controle da temperatura, utilizando a linguagem *ladder* para a simulação no PLC. O controlador PID em um PLC apresentou um bom desempenho e uma simplicidade funcional [1].

## 2. CONTROLE PID

A maioria dos controladores industriais em uso atualmente empregam esquemas de controle PID ou PID modificado. [2]. Métodos de sintonia automática vêm sendo desenvolvidos e alguns controladores PID tem a capacidade de fazer a sintonia automática [2], [3]. Controles PID e controles I-PD estão em uso na indústria. [2], [3]. Há controle PID comerciais disponíveis utilizando métodos práticos de comutação suave. [1], [2]. O uso do controle tem por objetivo fazer com que o sistema “siga” um valor de referência estabelecido, no caso a temperatura, por exemplo, e ao alcançar esse valor o sistema desliga, e quando o valor da temperatura ficar abaixo do valor desejado o sistema volta a ser ligado. [4]. Para tornar esse sistema mais eficiente e evitar que o mesmo fique ligando e desligando toda vez que um valor de referência é alcançado, faz-se o uso do controle PID. O uso deste controle torna mais eficiente para ser utilizado nesse sistema. Foi utilizado o controle PID baseado nas regras de ajuste de Ziegler e Nichols [2], [5], [6]. Esses ajustes referem-se aos parâmetros de , respectivamente, constante proporcional, constante integral e constante derivativa. [8], [9]. O uso do controlador PID envolve três parâmetros: o proporcional, o integral e o derivativo. A fórmula desse sistema de controle é dada pela expressão: (1). [7], [8] , [9].

$$u(t)=MV(t)=K_p e(t)+K_i \int_0^t e(t)dt +K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

Onde:

$u(t)$  é a saída em relação ao tempo

$MV$  é a variável manipulada

$e(t)$  é a entrada menos o erro em relação ao tempo

$K_p$  é a constante proporcional

$K_i$  é a constante integral

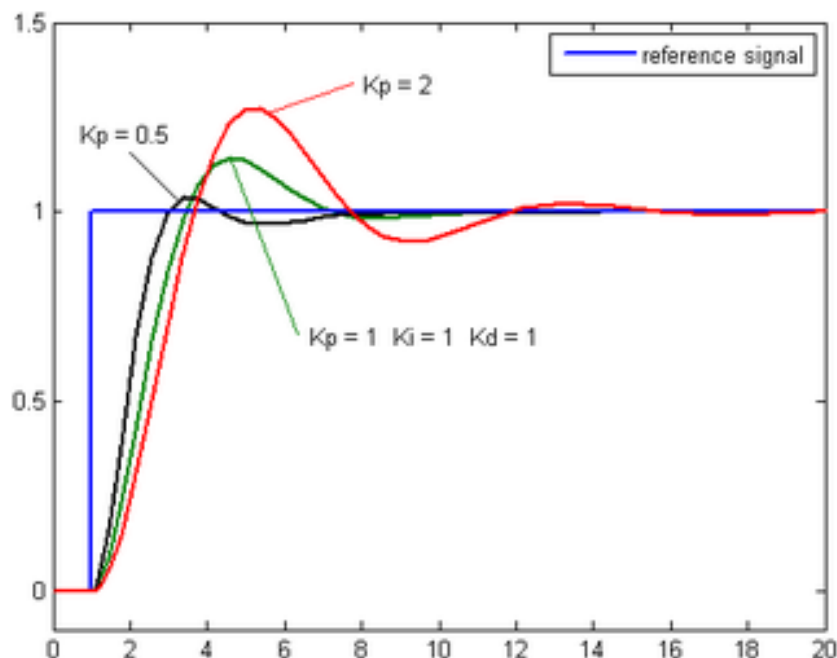
$K_d$  é a constante derivativa

## Função proporcional [7]

$$P_{out} = K_p e(t)$$

Essa função do controlador PID produz um valor na saída proporcional ao erro obtido na Realimentação. A resposta proporcional pode ser ajustada a partir da constante de ganho .[7] A figura 01 mostra um gráfico com uma entrada (linha azul) e as saídas com vários valores de .

Figura 01- Função Proporcional [7]



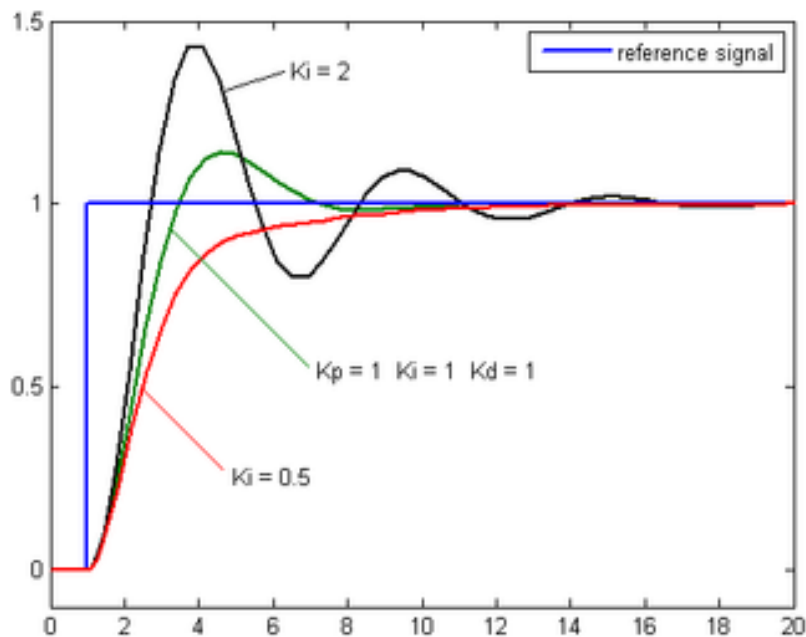
Fonte: CONTROLADOR PID (2018)

## Função Integral [7]

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

A função integral soma todos os erros instantâneos e essa somatória é multiplicada pela constante  $K_i$ . [7]. A função integral do controlador PID acelera o movimento do processo até o ponto desejado e elimina o erro que ocorre na função anterior [7]. O resultado do processo ultrapassa o ponto desejado, ponto de referência (*overshoot*). A figura 02 mostra um gráfico com uma entrada (linha azul) e as saídas com vários valores de .[7].

Figura 02- Função Integral [7]



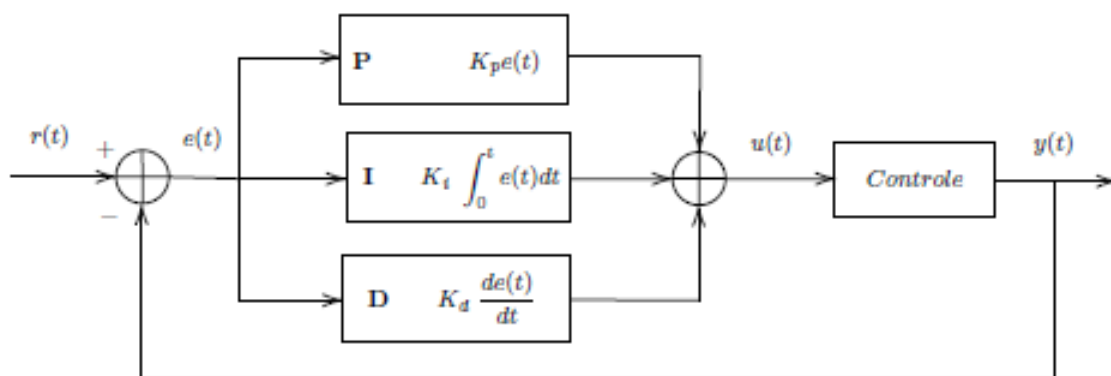
Fonte: CONTROLADOR PID (2018)

### Função Derivativa [7]

$$D_{out} = K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

Essa função do controlador PID produz um valor na saída proporcional ao erro obtido na realimentação. A resposta proporcional pode ser ajustada a partir da constante de ganho. Quanto maior a constante, maior será o ganho do erro e mais instável será o sistema. A figura 03, mostra o sistema com o controle de PID, as constantes envolvidas e o processo a ser controlado. [7]

Figura 03- Sistema de Controle

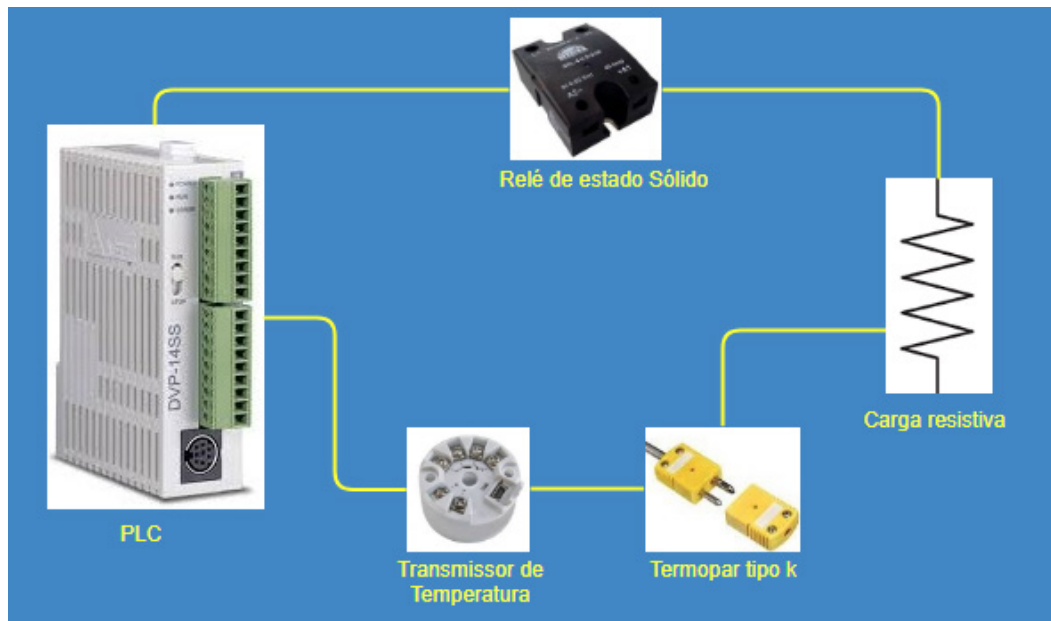


Fonte: Produção Própria.

### 3. USO DO PLC COM O CONTROLE PID

O controlador PID, (Proporcional-Integral-Derivativo) já está embutido em produtos comerciais de produtos como o da LabVIEW[1], do PLC da Allen-Badelly[10] e do PLC da Delta [12], este último será utilizado para o controle de temperatura com o uso do controlador PID. Foram utilizados blocos de funções de controle PID do PLC da Delta. Na figura 04, está mostrado a ligação dos componentes e o PLC.

Figura 04- Diagrama da ligação do PLC e os componentes



Fonte: Produção Própria.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

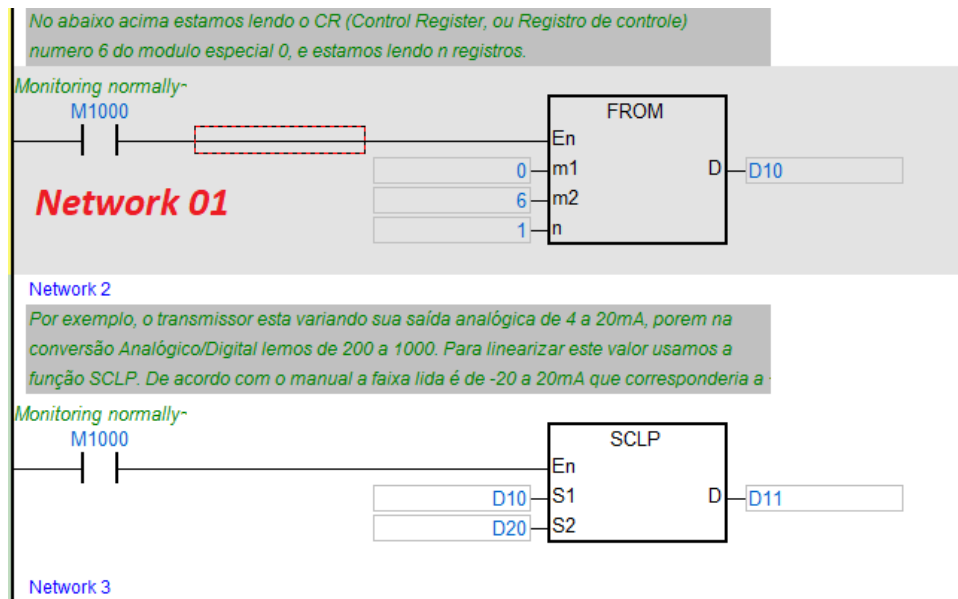
Foram realizadas pesquisas bibliográficas e estudos sobre os algoritmos de PID (Proporcional, Integral e Derivativo). Fez-se pesquisas também das funcionalidades do PID inseridas em um PLC. Foi utilizado o *software* do fabricante do PLC para acessar as funcionalidades deste equipamento através da linguagem *ladder*. [11] Foi feito um circuito com o controle PID e seus componentes. Este modelo de PLC já possui funções de um PID embutidas em sua programação. A instalação constou de: um CPL, uma placa analógica, um termopar tipo *k*, um relé de estado sólido, uma resistência de 10kohms. Foram realizadas as ligações dos componentes e iniciado as observações dos dados gerados pelo equipamento conectado a resistência (forno). Neste experimento definimos um valor de referência de temperatura igual a 140°C, o valor do *setpoint*. Este valor de temperatura será o valor a ser mantido pelo controle PID no *software* do PLC.

## 5. DESCRIÇÃO DO PLC COM PID

Na Figura 05, mostra-se a *Network 01*, que é responsável por lê o dado de temperatura não tratado. Nesta instrução, os dados são obtidos da seguinte forma: Leu-se um registro (n), o CR número 6 (m2) do módulo especial 0 (m1), conforme mostrado na Figura 06. A instrução SCLP, (Figura 08) irá linearizar a leitura feita através da instrução FROM (Figura 07). Em S1, ele RECEBE A LEITURA. Em S2, é declarado um registro e a partir dele e mais 3 posições são declaradas: Valor máximo da *word*; Valor mínimo da *word* e Valor máximo e mínimo do range da grandeza a ser lida. O resultado linearizado irá para o registro D11, com o valor real da grandeza medida, (Figura 06).

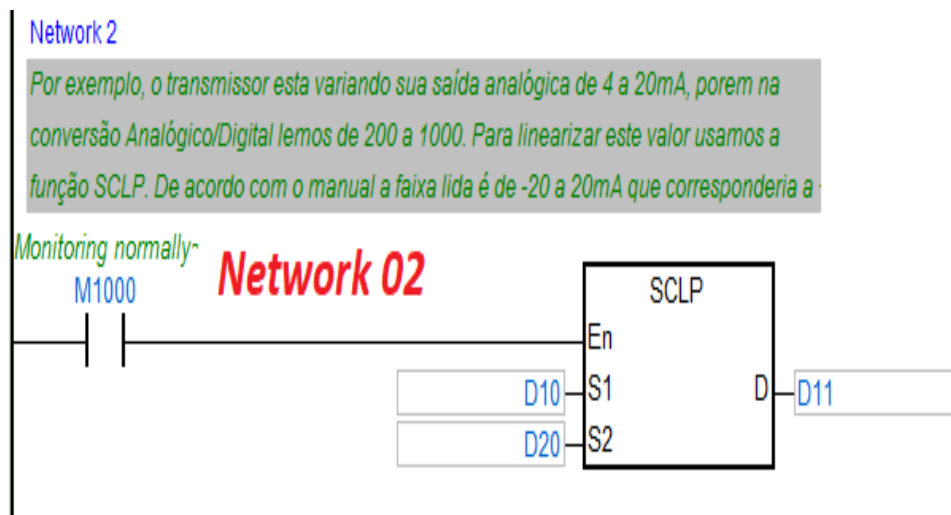


Figura 05 - Network 01



Fonte: Produção Própria.

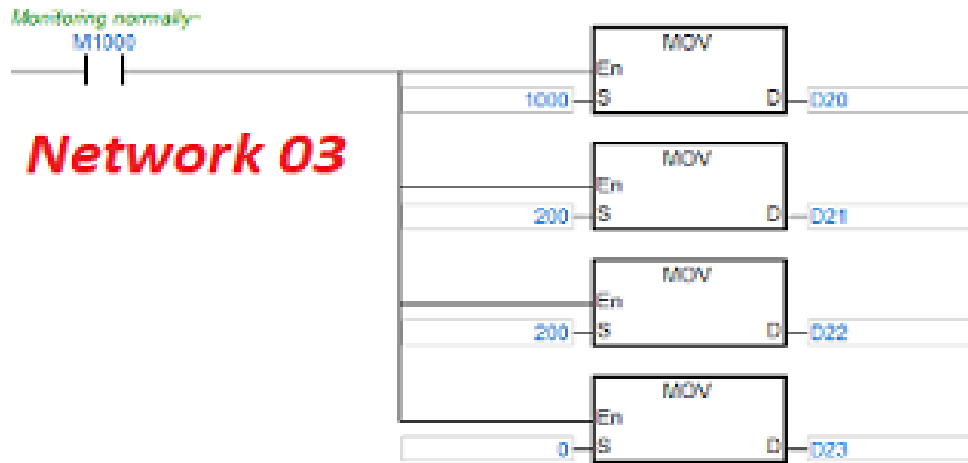
Figura 06 - Network 02



Fonte: Produção Própria.

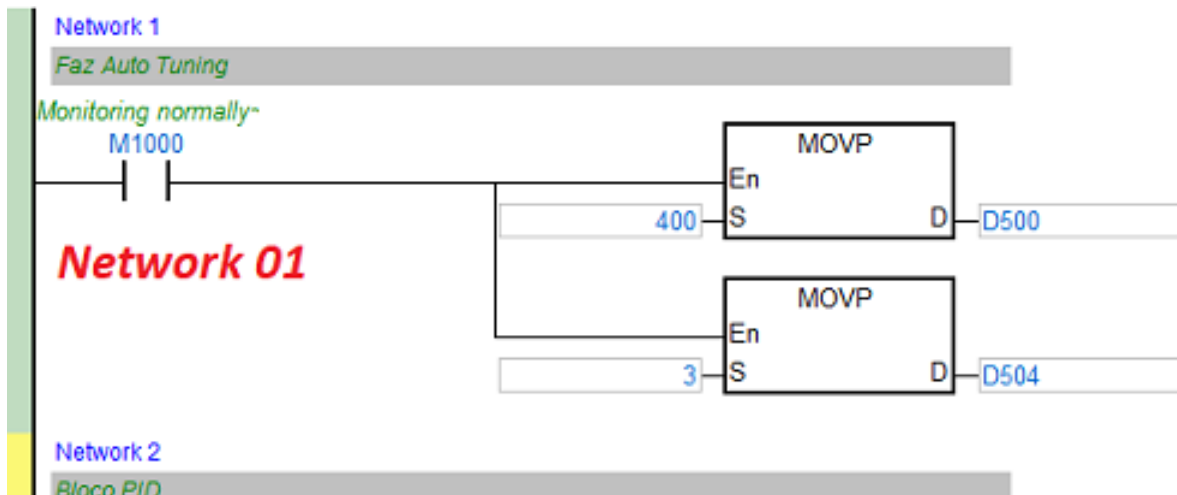
Na Figura 07, a instrução MOVP, na *Network 3* – move o tempo de amostragem para D500, que estará ligado a entrada S3 do bloco PID, responsável pelo tempo de amostragem responsável por atualizar a variável manipulada em função de alguma ação do PID.

Figura 07 - Network 03



Fonte: Produção Própria.

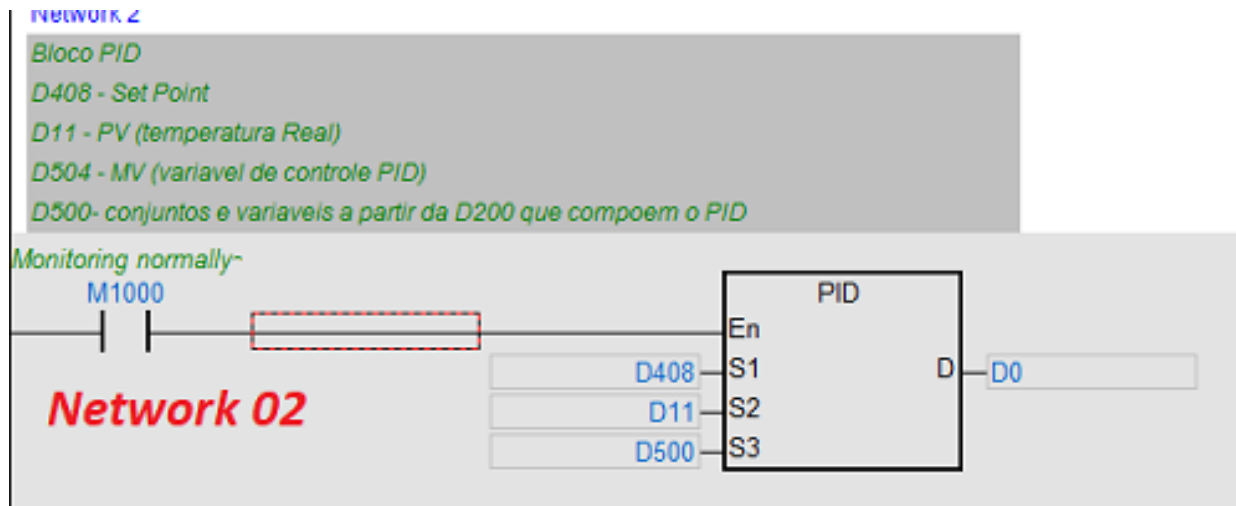
Figura 08- Network 01



Fonte: Produção Própria.

O segundo MOV, na Figura 08, *Network 1* é responsável por conduzir a auto sintonia para controle de temperatura (3) e informar quando os parâmetros de P, I e D estão “ajustados”. Na Figura 09, *Network 02*, a instrução PID, (bloco PID), tem os seguintes valores: D408 – valor desejado de temperatura ou set point (s1); D11 – valor de temperatura lido em tempo real(s2); D500 (tempo de amostragem) *update time*; D0 – saída do PID (d) recebe a saída do PID e conjugado com o valor parametrizado em D438 irá gerar uma forma de onda modulada em PWM (*Pulse Width Modulation*) que irá para saída Y0, esta por sua vez irá acionar o relé de estado sólido, que por sua vez irá controlar a potência que será entregue a resistência elétrica. O bloco abaixo, na Figura 09, *Network 2*, irá ser carregado com os valores de PID individualmente.

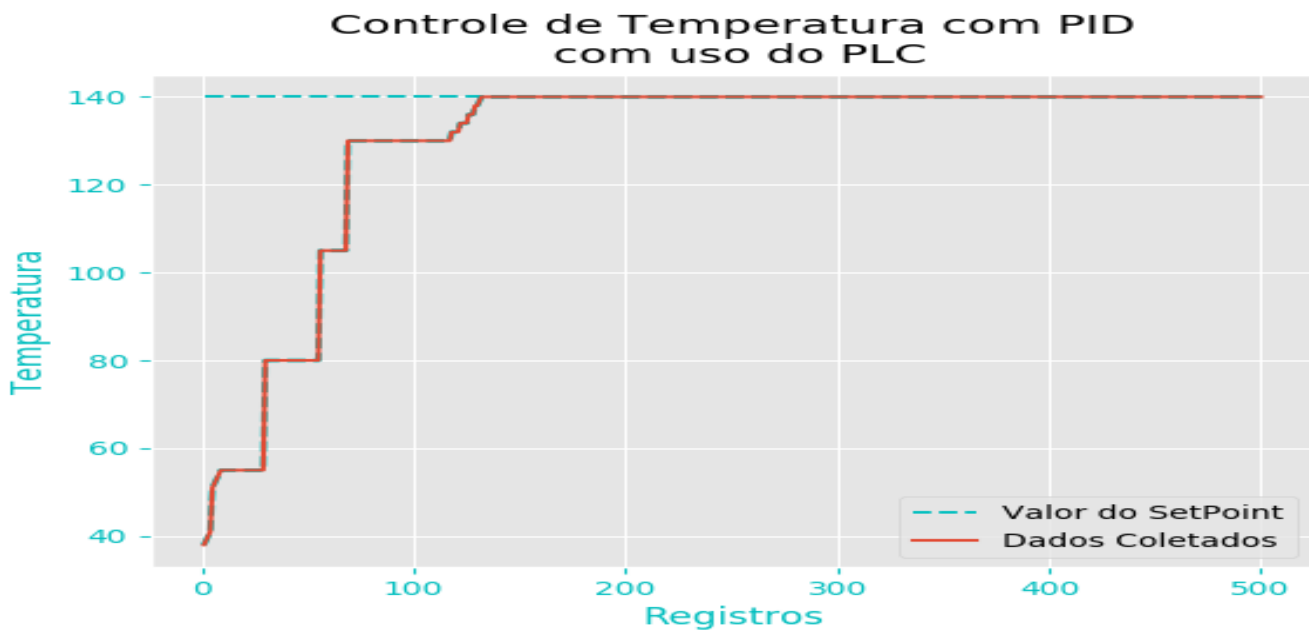
Figura 09: Network 01



Fonte: Produção Própria.

O controle de temperatura com o uso do PID em um PLC mostrou-se satisfatório. Atendeu as exigências e resultados esperados. O valor escolhido para o *setpoint*, (140°C,) foi alcançado. Na Figura 10, mostra o gráfico com os valores do *setpoint* (verde) e os valores dos dados coletados da temperatura (vermelho) no diagrama da ligação do PLC e os componentes, conforme mostrado na Figura 04.

Figura 10- Valores registrados do Controle de Temperatura com PID com uso do PLC



Fonte: Produção Própria.

A Tabela 01, apresenta algumas amostras para os valores de P, I e D (valores de temperatura e *setpoint*), coletados do PLC. Nesta tabela mostra-se os valores próximos do valor desejado.

Tabela 01 - Valores de P, I e D

P	I	D	Temperatura atual	Temperatura <i>Setpoint</i>
63	4	80	134	140
2	72	19	139	140
2	72	19	140	140
2	72	19	141	140

Fonte: Produção Própria.

## 6. CONCLUSÃO

Esta solução para o controle de temperatura com uso do PID em um PLC apresentou um custo de aquisição atraente, pois as funções do controle PID já estão inseridas no PLC, bastando apenas, fazer as configurações necessárias na linguagem *ladder* e ajustar o valor do *setpoint* desejado. Outra vantagem é seu gerenciamento remoto, pois PLC com acesso a rede Ethernet permite o controle remoto de suas operações, bem como o seu gerenciamento permitindo que o *status* de sua operação seja acompanhado a distância ou até mesmo uma mensagem de alerta seja enviada para o operador, caso ocorra algum evento fora do esperado. Um outro valor para o controle de temperatura (*setpoint*) com o uso de PID no PLC, pode facilmente ser alterado para um valor superior em um outro projeto de controle de temperatura que utilize controle PID com o uso de um PLC.

## REFERÊNCIAS

- [1] NATIONAL Instruments. **Explicando a Teoria PID**. Disponível em: <<http://www.ni.com/white-paper/3782/pt/>>. Acesso em: 11 nov. 2018.
- [2] OGATA, Katsuhito. **Engenharia de Controle Moderno**. 5ed. São Paulo: Ed. Pearson, 2014. 822p.
- [3] FRACHI, Claiton Moro. **Controle de processos industriais: princípios e aplicações**. 1ed. São Paulo: Ed. Érica e Saraiva. 2014, 255p.
- [4] MONK, Simon. **Movimento, Luz com Arduino e Raspberry Pi**. 1ed. São Paulo: Ed. Novatec, 2016. 5352p.
- [5] KAGUEYAMA, Cintia Ayumi. **Sintonia do controlador PID: método de Ziegler nichols modificado**. Disponível em: <[http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2011\\_CintiaAyumiKagueyama.pdf](http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2011_CintiaAyumiKagueyama.pdf)> Acesso em: 10 nov. 2018.
- [6] MATIAS, Juliano. **Teoria de Controle PID**. Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/beltrame/arquivos/disciplinas/me-dio\\_automacao\\_industrial/Artigo\\_Teoria\\_controle\\_PID.pdf](http://coral.ufsm.br/beltrame/arquivos/disciplinas/me-dio_automacao_industrial/Artigo_Teoria_controle_PID.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2018.
- [7] CONTROLADOR PID (Proporcional-Integral-Derivativo) - Parte 1-Introdução Disponível em: <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/artigo-controlador-pid-proporcional-integral-derivativo-parte-1>>. Acesso em: 11 nov. de 2018.
- [8] FERREIRA, Flávio Meireles. **Controle de velocidade em motor CA Trifásico utilizando controle PID do CLP**. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3122/2/20134882.pdf>> Centro Universitário de Brasília – UNICEUB, 2007. Acesso em 11 nov. 2018.
- [9] BASILIO, João Carlos; MANYARI, Rivera. **Integrated Online Auto-tuning and Digital Implementation of PID Controllers in Industrial Processes**. Disponível em: <[http://www.dee.ufrj.br/control\\_e\\_automatico/artigos/icca2011.pdf](http://www.dee.ufrj.br/control_e_automatico/artigos/icca2011.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2018.
- [10] CONTROLADORES programáveis. Disponível em: <<https://ab.rockwellautomation.com/pt/Programmable-Controllers>>. Acesso em: 11 de nov. de 2018.
- [11] FRACHI, Claiton Moro et al. **Controladores lógicos programáveis**. 2 ed. São Paulo: Ed. Érica e Saraiva, 2014. 352p.
- [12]. PLC da Delta. Disponível em: <<https://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060301&PID=ALL&hl=en-US>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

CAPÍTULO

6

## AUTORES

DARC MARIANNY FREIRE XAVIER

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES

FILHO

# ANÁLISE E CONTROLE DE ESTOQUE NO CANTEIRO DE OBRAS

## RESUMO

Para alcance de melhores resultados, empresas de todos os segmentos devem se atentar a proeminências considerados de grande acuidade para a gerência de uma empresa adentrando pro canteiro de obras, uma delas são a gestão e o controle de estoque. Saber o que deve permanecer no estoque, definir quando reabastecer o estoque e quão necessidade de estoques são indispensáveis, como controlar este estoque e identificar o estoque obsoleto, é um dos papéis do novo gestor de materiais dentro de uma empresa. Assim, o objetivo deste artigo é analisar os estoques, seus tipos e as ferramentas disponíveis de gestão com foco no planejamento e controle dos materiais, de forma que atenda a demanda de uma empresa independentemente do segmento em que atua, sem desperdícios no suprimento e com agregação de valor aos investimentos organizacionais. Para tanto, a metodologia de pesquisa utilizada foi o levantamento bibliográfico de caráter exploratório e análise qualitativa. Pode-se verificar que há um grande repertório de sistemas de gestão de estoques e ferramentas que facilitam a administração dos materiais na organização, contribuindo para uma maior agregação de valor neste processo, promovendo vantagens competitivas para as organizações.

**Palavras-chave:** estoque; construção civil; controle.

# 1. INTRODUÇÃO

A gestão dos estoques nas obras é essencial para que o engenheiro de produção tenha total controle dos materiais utilizados na obra, e assim passar para a empresa tudo o que se utiliza, sem desperdícios e nem faltas significativas, evitando problemas na produção e execução da obra. Para Borges et al. (2010), um bom gerenciamento de estoques ajuda na redução dos valores monetários envolvidos, de forma a mantê-los os mais baixos possíveis, mas dentro dos níveis de segurança e dos volumes para o atendimento da demanda.

O gerenciamento dos estoques que são enviados para as obras tem que acontecer desde o cálculo da necessidade real de materiais na obra (contando com possíveis erros e problemas), o pedido, o recebimento, o despacho para a obra, e posteriormente recebendo relatórios semanalmente como este material está sendo aplicado na obra para que não haja desperdícios significativos. Isso tudo de forma sequenciada e sem interrupções para que a obra não pare por falta de estoque.

A gestão de estoques visa elevar o controle de custos e melhorar a qualidade dos produtos guardados na empresa. As teorias sobre o tema normalmente ressaltam a seguinte premissa: “é possível definir uma quantidade ótima de estoque de cada componente e dos produtos da empresa, entretanto, só é possível defini-la a partir da previsão da demanda de consumo do produto” (DIAS, 2010, p.36).

No relatório enviado semanalmente será analisado cada item mandado para obra, tendo controle dos mesmos. Posteriormente com a junção dos relatórios semanais, tem-se o relatório mensal, avaliando assim um apanhado geral, verificando-se problemas ou não na produção.

O objetivo central da pesquisa é entender como o gerenciamento do controle de estoque nas obras pode impactar no crescimento da empresa. O mesmo é importante para que não haja desperdício havendo melhor investimento nos materiais necessários diminuindo assim custos da empresa sendo ele em armazenamento posterior de materiais não utilizados, ou descarte apropriado para materiais de construções, e também na falta de materiais na obra atrasando a mesma e incidindo em falta de lucro e credibilidade para a mesma.

A gestão de estoque é relevante nas empresas sendo vista como uma estratégia real para melhor avanço na obra, cálculo com erros para que não tenha-se problemas em falta de materiais e consequentemente não haja atraso na execução da obra, no que acarretará em uma empresa rápida na entrega da obra sem desperdícios e com mais lucro.

Esse trabalho tem como foco ajudar no menor desperdício possível de materiais na obra e também descarte correto do mesmo podendo-se utilizar de logística reversa para menor impacto ambiental, bem como tratar para que não falte materiais no canteiro de obra, utilizando maior margem de execução rápida, visando maior credibilidade para empresas novas e pioneiras no mercado, pois empresas que sabem descartar seus materiais, ou quase não precisam descartar pois utilizam dos mesmo quase que em sua totalidade, tem maior lucro e menor custo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 A engenharia de produção e a gestão de operações

A Engenharia de produção surgiu após a Revolução Industrial considerada assim relativamente nova em relação as outras engenharias, porém, a origem mais remota da Engenharia de produção pode ser considerada como o instante em que, além de produzir, o homem preocupou-se em organizar, integrar, mecanizar, mensurar e aprimorar a produção (CUNHA et al., 2010).

A definição mais utilizada para a Engenharia de produção de acordo com Afonso Fleury é: A Engenharia de Produção trata do projeto, aperfeiçoamento e implantação de sistemas integrados de pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia, para a produção de bens e serviços, de maneira econômica, respeitando os preceitos éticos e culturais. Tem como base os conhecimentos específicos e as habilidades associadas às ciências físicas, matemáticas e sociais, assim como aos princípios e métodos de análise da engenharia de projeto para especificar, prever e avaliar os resultados obtidos por tais

## 2.2 Gestão de operações

A gestão de operações corresponde ao conjunto das ações de planejamento, gerenciamento e controle das atividades operacionais necessárias à obtenção de produção e serviços oferecidos ao mercado consumidor (BATALHA, 2008).

A área de Gestão de Operações foi submetida a mudanças substanciais desde a aplicação das manufaturas do século XIX, com determinadas crises de identidades (SPRAGUE, 2007). Da gestão da fábrica, seguida pela Gestão da produção e finalizando na Gestão de Operações, as diferenças se reforçaram, principalmente nas últimas décadas, tendo como consequência um impacto na atividade empresarial quanto nas atividades de ensino e pesquisa. (GUPTA; VERMA; VICTORINO, 2006)

Para Kleindorfer et al. (2005) a gestão de operações é determinada como a soma das aptidões e conceitos que possibilitam às empresas estruturalizar e monitorar seus processos de negócio, para conseguir um retorno considerável e competitivo, sem linkar as necessidades específicas de um ou de outro independentes de serem internas ou externas, considerando o impacto das suas operações sobre cada pessoa e meio, com isso consequentemente alcançando maior produtividade e vantagem competitiva. A mudança no foco das competições externas com a globalização, faz-se necessário a promoção e busca influenciar o estudo e trabalhos práticos de Gestão de Produção e Operações (GPO) (ARKADER, 2003)

Falando de gestão da produção, que tem como objetivo determinar um conjunto de políticas que deem embasamento à dinâmica do posicionamento competitivo para uma empresa, consistindo em aspectos com desempenho e programação para diversas ramificações decisórias da produção. Com um sistema de produção (SP), em que insumos são combinados para guarnecer uma saída, a produtividade compete ao maior ou menor aproveitamento de recursos nesse âmbito do processo de produção. Assim um aumento da produtividade é consequência de um aproveitamento significativamente alto de funcionários, máquinas, de energia e dos combustíveis consumidos, da matéria prima e assim sucessivamente (RITZMAN; KRAJESWSKI 2004).

A gestão de operações (GPO) é um necessário ponto estratégico das empresas, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte, conforme Hayes et al. (2004), que comenta também que a GPO está cada vez mais sendo sinônimo de ampliação na concorrência expressivamente relevante nas suas táticas.

## 2.3 Gestão de estoque

Classifica-se por estoque tudo aquilo que gera ou tem a capacidade de gerar riqueza, no sentido econômico do termo. Um insumo do estoque é um recurso, pois, agrupado a um produto em processo, irá constituir-se em um produto acabado, que será comercializado por um preço maior ao somatório de todos os custos aplicados em sua fabricação (VENANZI; SILVA, 2013).

A gestão de estoque é principalmente definida de acordo com Corrêa et al. (2007, 36p) por “quando e quanto ressuprir determinado item à medida que ele será consumido pela demanda, ou seja, o momento do ressurgimento e a quantidade a ser ressuprida, para que o estoque atenda às necessidades apresentadas”.

No contexto, relata-se que empresas buscam destacar-se diferencialmente estruturando e organizando a sua logística de suprimentos, qualificando a gestão de aquisição de materiais, distribuição, controle e armazenamento dos mesmos, assim como os maquinários disponíveis no canteiro de obras (CARVALHO, 2009).

Essa qualidade na logística somente é possível quando o planejamento trabalha paralelamente ao setor de compras, ao setor contábil e ao controle de estoque (GOLDMAN, 2004). Como consequência e benefício tem-se a redução de desvios orçamentários, maior produtividade, diminuição do tempo improdutivo e minimização do desperdício e por resultado maior diminuição de custos durante e no fim da execução



da obra (CARDOSO, 2000).

A gestão de estoques é considerada como via fundamental para a minimização e controle dos custos totais e melhoria do nível de serviço prestado pelas empresas (WANKE, 2003 apud KUNIGAMI; OSÓRIO, 2009).

## 2.4 Controle de estoque

Segundo Venanzi e Silva (2013) os princípios básicos para o controle de estoque são:

- Determinar “o que” pode continuar em estoque (em números);
- Determinar “quando” os estoques devem ser reabastecidos (periodicamente);
- Determinar “quanto” de estoque se precisa para um determinado período predetermina (quantidade de compra);
- Informar o departamento de compras para fazer novos pedidos para suprimento do estoque (comprar);
- Receber, armazenar e atender os pedidos do canteiro de obras de acordo com a necessidade;
- Analisar estoques em termos de quantidade e valor para fornecimento de informações sobre a situação do estoque;
- Manter inventários periódicos para casa análise das quantidades e estados dos materiais estocados;
- Vistoriar estoque para identificar e retirar do estoque os itens obsoletos e/ou danificados.

Em acordo Chiavenato (2005) orienta classificar e definir antecipadamente o grau de importância de cada material à frente de serviço. Ele ainda sugere a utilização de projetos para execução, cronogramas da obra e a curva ABC como auxiliares para tomadas de decisões.

As técnicas de controle de estoque estão diretamente ligadas em modelos matemáticos (GUERRINI; BELHOT; JUNIOR, 2014) ainda de acordo com os autores, o sistema de estoque mínimo também é descrito como sistema de duas gavetas. O lote econômico de compras que é encontrado através da diferenciação da equação do custo total de estoques representa a quantidade associada ao menor custo total. O sistema de revisão aplicado periodicamente considera constante o período de tempo entre pedidos de reposição consecutivos, e variável, a quantidade pedida em cada solicitação de reposição de insumos.

## 3. IMPORTANCIA DO CONTROLE DE ESTOQUE

O estoque é um artigo imperioso para a formação de uma empresa, seja ela industrial ou comercial. A forma como ele é guardado e controlado pode elevar a lucratividade da empresa ou causar problemas para a mesma. Para isso, é indispensável que o gestor participe ativamente na administração da empresa.

De acordo com Tadeu (2010) para o gestor tomar uma decisão de forma eficiente, ele tem que analisar todos os fatores influenciadores, sendo eles externos ou internos, e analisar como chegar-se ao objetivo principal da empresa. Produtos acabados, comercialização correta, armazenamento adequado, melhor manuseio ou transferência de materiais para que não haja necessidade de descarte improprio ou armazenamento com tempo excessivo, utilizando de ferramentas e conhecimentos de gestão para melhor desenvolvimento da obra.

### 3.1 Canteiro de obras e a deficiência no gerenciamento de estoque

A NB-1367 (ABNT, 1991, 11p), define canteiro de obras como “áreas destinadas à execução e apoio dos

trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivências”.

Segundo Vollman, Berry e Whybark (1997) o planejamento e controle da produção ineficiente é uma das maiores fontes de falência das empresas. E muitas obras são prejudicadas pela má gestão de suprimentos (NAKAMURA, 2015).

Segundo Batalha et al. (2008) pode ter como consequência um péssimo atendimento ao cliente, excedente de estoques, escassez de mão de obra, matérias-primas e insumos para atender a necessidade da demandada de produção, mau uso de equipamentos e de mão de obra, alto índice de obsolescência de insumos, componentes e de produtos acabados, atraso nas entregas e alto índice de “apagar incêndio” no chão de fábrica.

## 4. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica com abordagem qualitativa, na qual serão utilizados livros, sites de bancos de dados, revistas, periódicos, etc., com publicações que não excedam vinte anos, utilizando-se para a busca as seguintes palavras-chaves: planejamento e controle de produção; gestão de estoque; canteiro de obras; administração de estoques; gerenciamento de estoque. Os critérios de exclusão utilizados serão: artigos e dados além do período de vinte anos, ou sem o aprofundamento necessário para enriquecimento do trabalho.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo de Cunha et al. (2010) analisa-se a engenharia de produção como precursora na organização, integração, mecanização, mensuração e aprimoração a produção, busca uma melhor utilização das funções, respeitando cada etapa e trabalhando-as para que sejam devidamente bem executadas para obtenção dos resultados esperados.

Analisando o que Fleury (2008) fala a engenharia de produção está ligada diretamente a gestão de produção mediante as explicações expostas, que tem como objetivo a busca da boa administração de cada setor da empresa, fazendo com que tudo tenha somente uma consequência a conquista da boa execução de tarefas e sinalizando cada risco que pode ocorrer para que tudo seja previamente organizado, e utilizar-se da melhor maneira para melhor solução do problema.

Com a execução de GPO na empresa temos uma melhor produtividade aparente, que podem ser estendidas por toda as áreas da mesma, tendo assim o máximo de fertilidade na empresa e consequentemente maior lucro como visto por Batalha, 2008.

Além disso o GPO trata da melhor formação para execução, analisando desde onde implantar a empresa, buscando referenciais de mercado, até as linhas de produção internas, analisando layouts para melhor execução de processos de acordo com Kleindorfer et al. (2005).

O estoque é um ativo importantíssimo na organização pois através dele, cria-se o serviço ou o produto final, de maneira que tem que ser bem armazenado, conservado e aplicado, portanto trata-se de um ativo que se não bem administrado acarretará em prejuízos para a empresa, com a gestão de estoque tem-se um melhor desenvolvimento dos processos, pois sabendo o que se precisa ter no estoque, não haverá necessidade de armazenamentos exorbitantes gerando custos desnecessários, e nem da falta de estoque ocasionando perda de tempo e atraso na obra (VENANZI; SILVA, 2013)

Analisando a visão sobre a gestão de estoque por meio de Corrêa et al. (2007) determina quando e quanto deverá ser repostado, analisando frequência de pedidos, recebimento dos mesmos, armazenamento (incluindo o tempo de armazenamento que é superimportante principalmente falando em materiais com validade), tendo assim uma constância no que será realizado com o que tem em estoque e tendo dimensão de tempo para conclusão da obra o que é tipicamente almejado por empresas, pois quem tem essa gestão de estoque solidificada, têm vantagem competitiva mediante as outras.

A partir do estudo de Carvalho (2009) conclui-se que quem sabe o tem, o que se fará com o que tem, em

quanto tempo terá que ser solicitado novos insumos, quando receberá, sabe automaticamente a previsão de conclusão e utiliza disso como vantagem externa, além do que, quem cumpre suas previsões é visto como bom administrador e tudo isso vende, tudo isso é marketing positivo para a organização.

Isso claro deve-se a uma boa comunicação interna, almoxarifados junto ao setor de compras que está ligado automaticamente com o setor financeiro, tudo é ligado quase que simultaneamente, se tudo funcionar da forma correta as respostas positivas serão mais que certas, aumentando a produtividade, diminuindo desperdícios e tempo de improdução tendo como consequência o fim mais rápido da obra e automaticamente maior retorno de investimento (lucro), porém se houver falha em qualquer uma das partes envolvidas a consequência virá encadeada de notícias reversas ao que foi tratado (GOLDMAN, 2004).

A gestão de estoque é vista como uma das melhores formas de minimização de custos totais das empresas fazendo assim com que se tenha um melhor aparecimento externo com serviços de qualidade e de rápida obtenção de resultados, determina-se que o controle de estoque é primordial para que a empresa obtenha vantagem competitiva (CARDOSO 2000; WANKE, 2003 apud KUNIGAMI; OSÓRIO, 2009).

O controle de estoque baseia-se em princípios que para aplicar-se nas empresas veem através de perguntas que determinam as necessidades dos estoques, fazendo com que cada empresa tenha suas particularidades com ele determina-se o que pode ficar em estoque, quando haverá necessidade de comprar mais insumos e o quanto precisa para suprir a necessidade por determinado tempo, ou para conclusão de alguma obra, além disso avisar quando haverá necessidade de novas compras para que o estoque não zere, gerando um gargalo na obra. Receber, armazenar e atender a necessidade do canteiro de obras, analisar através de relatórios o estado do estoque, para que a empresa gere um planejamento de compras, por fim sempre verificar o estoque para descartar itens obsoletos ou com algum tipo de avaria (VENANZI; SILVA, 2013).

É de grande importância classificar os insumos com maior importância principalmente com os níveis de preço, para que busque-se controlá-lo mais proximamente pois eles serão determinantes para a lucratividade da empresa, uma vez que tem-se muito desperdício ou utiliza-se do produto de forma inadequada a consequência virá em forma de despesas adicionais e declive do lucro (CHIAVENATO, 2005).

Para gerir uma empresa e tomar-se decisões sábias precisa-se analisar todos os agentes influenciadores sejam eles internos ou externos, para que a consequência positiva mediante os objetivos da empresa seja favorável (TADEU, 2010).

É mais que correto afirmar que a partir do estudo de Vollman, Berry e Whybark (1997) a ineficiência no PCP (planejamento e controle da produção) define a inexperiência de uma empresa e que em pouco tempo terá como consequência a falência, muitas obras são prejudicadas pela falta de gerência dos estoques, comunicação entre os setores é primordial e fator determinante também como Nakamura (2015) afirma em sua obra.

Com base em Batalha et al. (2008), o controle de estoque no canteiro de obras visa melhoramentos significativos para toda a empresa, principalmente no quesito custo, já que o estoque é um ativo importantíssimo para toda a empresa, pois o mau gerenciamento e controle do mesmo implicará em prejuízo em todas as áreas da empresa, assim é importantíssimo que tenha-se um boa análise do estoque e cálculos certos para utilização de cada material, trabalhando a margem de erro a cada dia, para que vá diminuindo e consequentemente os erros também diminuam, visando uma boa satisfação do cliente e gerando pontos positivos para uma empresa, principalmente quando trata-se de empresas novas no mercado.

Essa pesquisa teve como principal objetivo a obtenção de maiores conhecimentos sobre estoque, controle de estoque, planejamento e controle da produção e suas formas de análises contendo as melhores maneiras de trabalhar com o mesmo para que não haja perdas significativas no ativo da empresa.

## 6. CONCLUSÃO

A gestão de estoque tem uma importância substancial, visto que esta gestão trata de uma parcela do ativo da empresa. Se essa gestão falhar, a empresa poderá deixar de gerar lucros e agregação de valor a este

processo. Outro ponto fundamental dentro de uma empresa é a forma como os materiais são armazenados e movimentados. Pois se não for de uma forma correta incidirá danos aos materiais, em consequência, custo para a empresa. Estoques elevados e mal administrados aumentam o preço final dos produtos, bem como uma aplicação indevida do capital de giro.

Também se observou que uma empresa pode apresentar maior ganho e melhor serviço junto a seus clientes com o uso de um método adequado de controle de estoque e um processo de armazenagem satisfatório. Hoje, por meio da informatização, o gestor pode contar com os vários sistemas e ferramentas de gestão de estoque, auxiliando-o nas rotinas administrativas da empresa, trazendo melhorias e completo controle e organização para as melhorias futuras.

## REFERÊNCIAS

- BATALHA, organizador Mario Otávio. **Introdução à Engenharia de produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 41 p.
- BORGES C. T.; CAMPOS S. M.; BORGES C. E. Implantação de um sistema para o controle de estoques em uma gráfica/ editora de uma universidade. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 3, n. 1, p. 236-247, Jul./Dez. 2010.
- CARDOSO, F.C. **Organização e gestão da produção na construção civil**. Universidade de São Paulo. São Paulo: 2000.
- CARVALHO, K. **Planejamento. Construção Mercado**. São Paulo: 2009. 27 p.
- CHIAVENATO, I. **Administração de materiais: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 169 p.
- CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2007. 36 p.
- CUNHA, Gilberto et al. **Trajetória e estado da arte da formação, Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Brasília: 2010. 19 p.
- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- FLEURY, Afonso. **O que é Engenharia de Produção?** In: BATALHA, Mário Otávio. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, p. 312.
- GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4ª ed. Editora Pini, 2004 176 p.
- GUERRINI, Fábio Muller; BELHOT, Renato Vairo; JUNIOR, Walther Azzolini. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 140 p.
- GUPTA, S.; VERMA, R.; VICTORINO, L. Empirical Research Published in Production and Operations Management (1992-2005): Trends and Future Research Directions. **Production and Operations Management**, v. 15, n. 3, p. 432-448, 2006.
- KUNIGAMI, J.F.; OSÓRIO R.W. Gestão no controle de estoque: Estudo de caso Montadora Automobilística. **Revista Gestão Industrial**. v.05, n.04: p24-41.
- NAKAMURA, J. **Gestão à prova**. Técnica, São Paulo, 215 ed. P.-28-33, 2015.
- Nb-1367. **Áreas de vivências em canteiros de obra**. (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – 1991. Disponível em: <[wlmene.blogspot.com/2007/12/administraoda-producao.htm](http://wlmene.blogspot.com/2007/12/administraoda-producao.htm)> Acesso em: 10 de outubro de 2018.
- SILVA, Orlando Roque da; VENANZI, Délvio. **Gerenciamento da produção e operações**. Rio de Janeiro: LTC, 2013 88/89 p.
- SPRAGUE, L. Evolution of the field of operations management. **Journal of Operations Management**, v. 25, p. 219-238, 2007.
- TADEU, Hugo Ferreira Braga. **Gestão de Estoques: Fundamentos, modelos matemáticos e melhores práticas aplicadas**. 1ª edição. São Paulo: CENGAGE, 2010.
- VENANZI, Délvio; SILVA, Orlando Roque da. **Gerenciamento da produção e operações**. Rio de Janeiro: LTC, 2013 87 p.
- VOLLMAN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. **Manufacturing planning & control systems**. Nova York, McGraw Hill, 1997

CAPÍTULO

7

## AUTORES

FRANCISCO GOMES SOARES JÚ-  
NIOR

GÉSSICA DO NASCIMENTO OLIVEI-  
RA

LUCAS DE MORAES DUO

NILVANA SOUSA DOS SANTOS

TALISSA RAIANE T. DUTRA

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES  
FILHO

# ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET): TRABA- LHADORES FEIRANTES LO- CALIZADOS NA FEIRA DA COHAB ANIL II EM SÃO LUÍS - MA

## RESUMO

A ergonomia ressalta a interação entre o homem e o ambiente de trabalho, as condições na qual os funcionários estão submetidos, os quais influenciam diretamente na qualidade do produto e no desempenho dos processos e serviços. O estudo tem como objetivo realizar a Análise Ergonômica do Trabalho através da ferramenta Ergolândia e Owas aplicada aos feirantes nos seus postos de trabalho na cidade de São Luís na feira Cohab Anil II. A metodologia utilizada tratou-se de uma pesquisa qualitativa, quantitativa, exploratória, com escopo de estudo de casos múltiplos, através de entrevistas semiestruturadas e observação sistemática dos postos de trabalho. Os resultados que foram obtidos, ressaltam que o ambientes de trabalho dos feirantes não cumprem os requisitos estabelecidos pela NR 17, onde não são atendidas as condições básicas sanitárias extremamente importante para a realização das atividades. Destaca-se também, que muitos desconhecem as informações necessárias sobre os aspectos ergonômico. Com tudo no que tange o aspecto da qualidade de Vida no Trabalho, na qual visa o bem-estar no trabalhador, observou que os feirantes não se sentem motivados com suas atividades. E que a profissão desempenhada é mais uma forma de sobrevivência do que uma escolha profissional.

**Palavras-chave:** Ergonomia; Posto de Trabalhos; Ergolândia; Feira.



## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Norma Regulamentadora NR 17 do ano de 1990, a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), tem como objetivo, rastrear, observar e avaliar as relações existentes entre demandas de doenças, acidentes e produtividade com as condições de trabalho, com as interfaces, com os sistemas e a organização do trabalho. Neste contexto, a AET compreende três importantes fases: i) análise ergonômica da demanda; ii) análise ergonômica da tarefa (envolve a análise dos ambientes físicos, das condições posturais e antropométricas dos trabalhadores, dos aspectos psicológicos dos trabalhadores, da análise organizacional, das condições ambientais); e iii) a análise ergonômica das atividades. Por conseguinte, faz-se a formulação do diagnóstico, bem como as recomendações ergonômicas.

As condições de trabalho e o ambiente onde o trabalhador está inserido influenciam na qualidade do produto e desempenho dos processos, e reflete na qualidade de vida dos funcionários. Neste cenário, surge a importância da ergonomia, que destaca os aspectos físicos, relacionado com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física; os aspectos cognitivos, o qual refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema; e, os aspectos organizacionais, o qual concerne à otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos (ABERGO, 2017).

O objetivo do estudo consiste em realizar a AET aplicada ao posto de trabalho de feirantes na cidade de São Luís. A feira analisada acontece em todos os dias da semana, localizada próxima a Maternidade Marly Sarney, Bairro Cohab Anil II, de 5:30h às 16:00h. Neste contexto, emerge a importância de verificar como os trabalhadores e vendedores da feira conseguem suportar condições extremas, seja em suportar as condições ambientais do dia (odores ruins e temperatura elevada, principalmente). Portanto, o estudo propicia, não só oportunidade de investigar tais aspectos, como uma análise mais profunda, através dos preceitos de Ergonomia, para o estudo de tal posto de trabalho.

Avaliação ergonômica dos trabalhadores feira livre da COHAB, fizemos por meio de entrevistas perguntas sobre a higienização do local entre outros fatos, que ali se apresentam preocupantes, como riscos de acidentes, riscos físicos, químicos e biológicos. A falta de segurança no local e os descuidos praticados pelos feirantes com a sua alimentação deixam a desejar fazendo assim os riscos de doenças aumentarem ainda mais. Os objetivos específicos deste trabalho consiste em:

Verificar os principais riscos ergonômicos e a falta de segurança vivida pelos feirantes. Preparar e conscientizar os feirantes dos riscos presentes por má alimentação e por descuidos em suas posturas. Aplicar o uso da ferramenta Ergolândia para avaliar a ergonomia dos trabalhadores em prol de estabelecer uma melhoria contínua no ambiente em que os feirantes se encontram.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada no trabalho se classifica como um estudo de caso, que se deu por meio de entrevistas e técnica de observação. As observações das atividades realizadas naquele local aconteceram em uma visita, foram tiradas imagens dos equipamentos utilizados pelos feirantes e do ambiente de trabalho em que atuam. Analisou-se as condições dos feirantes ao realizar suas tarefas e como seus produtos eram armazenados

A metodologia é a essência principal em qualquer que seja a pesquisa na procura do conhecimento e permite definir as ferramentas e os meios utilizados (LEÃO, 2011).

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

Por volta do século XIX, houve uma crescente na quantidade de máquinas, atividades que necessitavam de grandes esforços físicos, até crianças eram inseridas nesses trabalhos, onde a importância estava

voltada para o quanto se produzia. Trabalhava-se durante 16 horas por dia! Backer, um médico da época propôs uma análise bastante criteriosa, relacionada aos impactos que a realização das atividades de trabalho afetaria na saúde do operário. A partir desse estudo outros países começaram a realizar esse mesmo tipo de investigação (PEREIRA, 2001).

O termo Ergonomia foi primeiramente mencionado no ano de 1857, por W. Jastrzebowski, que lecionava no Instituto Agrônomo de Varsóvia. O seu trabalho titulava-se “Ensaio de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”. A palavra ergonomia tem origem grega: “ergo” quer dizer “trabalho”, e “nomo” significa “regras”, portanto o termo representa, estudos normativos do trabalho (ABRANTES, 2004).

Há 27 séculos, o poeta grego Hesíodo escreveu os versos do Erga (Os Trabalhos e os Dias). Naquela obra, Érgon é enaltecido como o trabalho relacionado a subsistência e dignificação do homem. Pónos, um dos males que sai da jarra de Pandora, é o trabalho árduo, fatigante, que humilha o homem. Foi na raiz grega érgon que se inspirou o engenheiro inglês Murrell para, em 1949, cunhar o termo ergonomia, para significar o estudo sistemático do trabalho tendo como referência o bem estar do homem (OLIVEIRA e COLS., 1998, p. 125).

Contrariando o que ocorre com os demais tipos de ciência, que ao decorrer do tempo perdem o foco inicial, a Ergonomia foi oficializada no dia 12 de junho do ano de 1949, na Inglaterra, reuniram-se pesquisadores e cientistas integrantes do mesmo grupo que tinham o intuito de fazer debates e promover a oficialização dessa nova área específica da ciência e, em fevereiro de 1950, numa outra reunião foi acordado uma evolução da ergonomia (IIDA, 2005).

Em meados da década de 1950 a Ergonomia veio a tornar-se mais relevante, ao criar a *Ergonomics Research Society*, localizada na Inglaterra. Diversos estudiosos que detinham pesquisas pioneiras neste ramo, iniciaram a expansão de informações, considerando sua aplicabilidade nas indústrias, os principais países da Europa passaram a aplicar a Ergonomia, trazendo inovações em diversas áreas do trabalho (IIDA, 2005).

A valorização da saúde dos colaboradores é essencial para o bem estar da empresa, sendo que o local de trabalho deve atender as características individuais, passando a utilizar um sistema independente, colaborando com saber, promovendo um conforto maior na realização de atividades, diminuindo jornadas de trabalho, valorizando-se cada um dos colaboradores. Desta forma, resultados melhores serão alcançados (IIDA, 2005).

Inspecionar criteriosamente os movimentos funcionais do corpo humano é o princípio da ergonomia, deve-se adequar fisicamente e produtivamente da melhor forma possível o colaborador, relacionado ao local em que realiza suas atividades de trabalho, por meio de um método que lhe possibilite uma melhor execução (OLIVEIRA; COLS, 1998).

A prevenção à saúde é o principal foco da ergonomia, visando toda uma análise das relações humanas ao trabalho, interpretando de forma abrangente, não levando em conta apenas as máquinas e demais ferramentas, porém a relação humana e suas atividades ocupacionais, onde o colaborador de mesma forma deve apresentar evoluções positivas, transmitindo informações antecipadas, ao executar o trabalho e depois de realizar tal atividade. O desejo é alcançar uma equipe que tenha conhecimento em diversas áreas, juntamente com um sistema que abrange o homem, máquina e local de trabalho (IIDA, 2005).

Esta ciência é muito abrangente, anteriormente só era visada no cunho industrial. Logo após, começou a ser implantada, na mineração, agricultura e, atualmente, chegou a diversas áreas onde se tem a possibilidade de implementá-la, sempre buscando tecnologias inovadoras e conhecimento relacionado as organizações, economia e a sociedade (ABRANTES, 2004).

A Ergonomia é considerada como ciência pela Associação Brasileira, que estuda a relação do homem com as tecnologias em seu posto de trabalho, visando o bem estar do colaborador, realizando suas atividades na empresa de forma produtiva e com segurança. Trazendo ao profissional da ergonomia o comprometimento de planejar, elaborar meios para desenvolver a ergonomia em suas três totalidades, física, cognitiva e organizacional. Deste modo, sempre buscando diminuir a taxa de estresse, fadiga, acidentes, dentre outros diversos casos que possam ocorrer, com foco na segurança, satisfação e saúde do colaborador.



rador (IIDA, 2005).

Segundo Abrantes (2004), a ergonomia poder utilizada em diversas áreas, estudando e analisando, onde houver a realização de uma atividade, ali poderá se aplicar um estudo sobre ergonomia. A mesma é dividida em 3 tipos, havendo: a de conscientização, de correção e de concepção. A que se refere a conscientização tem o intuito de manter e capacitar os colaboradores para a realização das atividades. A de correção busca por pequenos ajustes nos locais de trabalho. Já a de concepção visa colocar informativos essenciais para os colaboradores relacionados ao ambiente em que realiza suas atividades.

De acordo com Iida (2005), a ergonomia de conscientização busca ensinar o colaborador, a entender e fazer correções de dificuldades existentes durante a jornada de trabalho. A ergonomia de correção atua na realização das atividades laborais, visando uma produção com qualidade, mas se preocupando com a fadiga e segurança dos colaboradores, tentando evitar doenças advindas das más posturas na prática de alguma atividade. E a ergonomia de concepção acontece nos momentos de se projetar algum produto.

A ergonomia traz grandes melhorias para as intuições, encontrando solução para problemas existentes, -satisfação do ser humano, visando um bom local de trabalho e aumento na produção, sempre focados na segurança e saúde dos colaboradores (VIEIRA, 1997).

Para Couto (1995), a ergonomia busca novas soluções para dificuldades já existentes, fazendo ajustes nos locais de trabalho focados na diminuição de riscos ergonômicos melhorando a prática de atividades laborais, inovando, apresentando informação relacionada ao nível de qualificação do serviço prestado, no decorrer do processo, criando pontos positivos e essenciais para as instituições.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Análise da Demanda**

Em todo o processo produtivo da feira observa-se que todos os trabalhadores não obedecia os princípios básicos da ergonomia. Ressalta-se que a falta de informação afeta diretamente o feriante no decorrer da sua atividade, através da má postura, prejudicando seu organismo, principalmente a coluna. Não há nenhum cuidado no carregamento de mercadorias, é feito nos ombros, diversas vezes ao dia. Além dos fatos já abordados, observou-se que todos os entrevistados durante horas ininterruptas, na posição em pé e que alguns já estão em idades pouco avançada.

### **4.2 Análise da Tarefa**

O estudo tem como assunto principal a AET aplicado às tarefas realizadas por trabalhadores da feira da da Cohab II, São Luís – MA, constatando a rotina diária dos feirantes e como se comporta no ambiente de trabalho, se estão realizando suas atividade de maneira adequada.

O vendedor de Peixe (Figura 1), primeiro a ser entrevistado, tem 46 anos de idade e trabalha com uma mulher (Figura 2) que tem 43 anos, no box da feira da Cohab a 17 anos e ela 23 anos de idade, possuindo folga apenas na segunda, sendo que a jornada de trabalho dos vendedores de peixe começa 7:00 horas e termina às 23:00 horas.

**Figura 1** – Feirante de pescado no seu ambiente de trabalho



Fonte: Autores

Ambos realizam suas atividades no seu posto de trabalho em pé, fazendo com que sintam dores constantes no pé, na lombar e raramente procuram alguma unidade de saúde.

**Figura 2** – Feirante no seu ambiente de trabalho



Fonte: Autores

Com a aplicação dos métodos OWAS (Figura 3 e 4), inserindo os dados obtidos através do estudo, pode-se perceber que há uma necessidade de organização do seu posto de trabalho e uma postura adequada para evitar futuras doenças ocupacionais, pois, suas ferramentas de trabalho estão deslocadas e a postura de ambos está com a postura inclinada com pequenos esforços. Logo, seu ambiente de trabalho torna-se propício a acidentes.

**Figura 3 - Aplicação do método OWAS no feirante da venda de peixe**

BANCO DE DADOS - MÉTODO OWAS

trabalhador

feira livre

peixeiro

1

feirante-peixeiro

esta tarefa

100 %

as costas

3 - Erreta e torcida

os braços

1 - Os dois braços abaixo dos ombros

as pernas

2 - De pé com ambas as pernas esticadas

1 - Carga menor ou igual 10 Kg

de ação

1 - Não são necessárias medidas corretivas

1 de 8

POSTURA NO TEMPO

VÍDEO

IMPRIMIR

EXCLUIR

PROCURAR

LISTA COMPLETA

VOLTAR

Fonte: Autores

**Figura 4 - Aplicação do método OWAS no feirante da venda de peixe**

BANCO DE DADOS - MÉTODO OWAS

Exportar

Nome do trabalhador

Empresa

Setor

Função

Tarefa

Tempo nesta tarefa

Postura das costas

Postura dos braços

Postura das pernas

Esforço

Categoria de ação

2 - São necessárias correções em um futuro próximo

9 de 10

POSTURA NO TEMPO

VÍDEO

IMPRIMIR

EXCLUIR

PROCURAR

LISTA COMPLETA

VOLTAR

Fonte: Autores

O vendedor de frutas (Figura 5), tem 42 anos de idade e 25 anos de trabalho, trabalha todos os dias, das 4h às 15h e precisa carregar aproximadamente 120 kg por dia,. Este fica maior parte do tempo em pé, logo no final da jornada de trabalho sente muitas dores nas pernas e pés, além de seu posto de trabalho

está próximo a um esgoto, deixando assim exposto a contaminações.

**Figura 5** - Apresenta o feirante em sua atividade laboral








Fonte: Autores

Aplicando o método OWAS (Figura 6) através de dados coletados, se mostrou necessário mudar sua postura dentro do seu ambiente de trabalho.

**Figura 6** - Aplicação do método OWAS no feirante da venda de frutas

**BANCO DE DADOS - MÉTODO OWAS**  
Exportar

Nome do trabalhador	xxxxxxxx	 POSTURA NO TEMPO	
Empresa	xxxxxxx		 VIDEO
Setor	feira livre		
Função	vendedor de frutas		 EXCLUIR
Tarefa	1 - vendedor de frutas		
Tempo nesta tarefa	100 %	 LISTA COMPLETA	
Postura das costas	2 - Inclineda		 VOLTAR
Postura dos braços	1 - Os dois braços abaixo dos ombros		
Postura das pernas	7 - Andando ou se movendo		
Esforço	1 - Carga menor ou igual 10 Kg		
Categoria de ação	2 - São necessárias correções em um futuro próximo		

3 de 8

Fonte: Autores

Já o vendedora de mariscos (Figura 7), tem 56 anos de idade e 43 anos de trabalho na feira, demonstrando um amor pela profissão, estando seu ambiente de trabalho exposto a esgoto a céu aberto, relatou sentir muitas dores na coluna, deve-se ao banco sem encosto no qual ela fica sentada durante sua jornada de trabalho, com isso o método OWAS foi aplicando (Figura 8), sendo obrigatório as mudanças de forma urgente na sua postura.






**Figura 7** – Apresenta o posto de trabalho da feirante de mariscos



Fonte: Autores

**Figura 8** – Aplicação do método OWAS no feirante da venda de mariscos

BANCO DE DADOS - MÉTODO OWAS  
Exportar

Nome do trabalhador	xxxxxxxxxx	 POSTURA NO TEMPO	
Empresa	xxxxxxxxxx		 VIDEO
Setor	Feira Livre		
Função	Vendedora de marisco		 EXCLUIR
Tarefa	1 - Vendedora de marisco		
Tempo nesta tarefa	100 %	 LISTA COMPLETA	
Postura das costas	4 - Inclineda e torcida		 VOLTAR
Postura dos braços	1 - Os dois braços abaixo dos ombros		
Postura das pernas	1 - Sentado		
Esforço	2 - Carga maior que 10 Kg e menor ou igual 20 Kg		
Categoria de ação	3 - São necessárias correções tão logo quanto possível		

2 de 8

Fonte: Autores

Todos os entrevistados realizam suas tarefas, como já foi relatado anteriormente, em pé. Eles ficam durante muitas horas numa mesma posição, sem alternar sua postura, o que lhes conferem dores na coluna e nas pernas. Além disso, todos utilizam utensílios afiados para a realização de suas atividades que requerem um manuseio cuidadoso e uma posição certa para segurá-los, pois caso contrário, podem causar dores nos pulsos e braços. verificou-se que os postos de trabalho não cumprem os requisitos estabelecidos pelas normas acima, onde não são respeitadas condições básicas ambientais e sanitárias necessárias para a realização das atividades, e não possuem regras predefinidas para sua elaboração. Além disso, os feirantes desconhecem informações importantes que facilitariam suas atividades, principalmente em relação aos aspectos ergonômicos, como por exemplo: como adotar posturas corretas; como se abaixar segurando as cargas de modo correto; como segurar os equipamentos impedindo o surgimento de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) e outras dores nas articulações; e a importância de ter um local para sentar



e alternar as posições.

## 5. CONCLUSÃO

A equipe pôde coletar informações preciosíssimas que podem ser de grande utilidade à sociedade. Mas dentre as melhorias que os feirantes relataram que podem ser implantadas estão a limpeza, ventilação, saneamento básico, descanso para almoço e maior conforto aos feirantes. Mas a equipe pode observar também que a criação de uma cooperativa exclusiva para o comércio de feirantes seria uma boa saída para as problemáticas identificadas na pesquisa. Nossa sugestão para corrigir os problemas da melhoria do local é uma reunião de primeira instância com os feirantes para organizarem entre si um órgão responsável por eles e por tudo ao seu redor do ambiente de trabalho e que ao mesmo tempo é um garantidor de que as suas leis trabalhistas de acordo com a CLT estejam sendo cumpridas da maneira que devem ser.

Montando assim então um sindicato ou se enquadrando em algum de suas referências. Assim irão garantir as melhorias no local de trabalho e na execução de seu trabalho, rendendo assim mais para o feirante garantindo então seu rendimento necessário para viver.

## REFERÊNCIAS

- ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. **O que é Ergonomia**. 2011. Disponível em: <[http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)>. Acesso em 06 de abril de 2019.
- ABRANTES, A. F. **Atualidades em ergonomia: logística, movimentação de materiais, engenharia industrial, escritórios**. São Paulo: Imam, 2004.
- CAV, Santos LF. **Distúrbios osteo-musculoligamentares relacionados ao trabalho (Dort): uma revisão. Saúde e qualidade de vida**. Dynamis: Revista Técnico Científica 2000;8(3):36-41.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana**. 2.ed. Belo Horizonte: Ergo, 1995.
- FERREIRA, L. C.; PEREIRAL, T. S.; SANDOVAL, R. A.; VIANA, F. P. **Avaliação da qualidade de vida de trabalhadores feirantes**. Revista Movimenta; Vol 2, n. 4, 2009.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- LEÃO, A. (2011). “**Eficiência na Produção Utilizando a Metodologia Kaizen na Empresa Bunge Brasil de Rondonópolis-Mt**”, Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas da Eduvale, N.6.
- PEREIRA, E. R. **Fundamentos de ergonomia e fisioterapia do trabalho**. 2.ed. Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2001.
- OLIVEIRA, C. R. E COLS. **Manual Prático de LER: Lesões por esforços repetitivos**. Belo Horizonte: Heath, 1998.
- VIEIRA, S. D. G. **Estudo caso: análise ergonômica do trabalho em uma empresa de fabricação de móveis tubulares**. 1997. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/77303/106975.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >(Acessado em 01 de abril de 2019, às 14h35min.).

CAPÍTULO

8

## AUTORES

RONALDO MARCIO GONÇALVES

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

# A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL EM UMA LINHA DE LAPIDAÇÃO NAS INDÚSTRIAS DE VIDROS

## RESUMO

Com o desenvolvimento das indústrias de vidros ao longo dos anos e a modernização de suas linhas produtiva, o treinamento operacional e a manutenção necessitaram de um novo olhar que acompanhasse esta evolução, que transformasse o sistema da era Industrial neoclássica já ultrapassada em um sistema da era da Informação. A aplicação da TPM como método de trabalho nas indústrias de vidros citadas neste trabalho e a padronização do sistema de manutenção, tornaram-se paradigmas a serem estudados e aplicados por todos. Com a implantação de determinadas técnicas, resultou-se na satisfação de todos os envolvidos no processo, oferecendo serviços com qualidade, tempo útil para produzir, controle e minimização de custos, aumento na vida útil dos equipamentos e estratificar os objetivos da empresa, buscando a melhoria contínua da prática da TPM. Nesse trabalho está incluído o levantamento de problemas crônicos que afetam a produção em uma linha de lapidação, o equipamento e a qualidade do produto, o estudo das reais causas desses problemas, a identificação de pontos de melhoria e a criação de um plano de manutenção otimizado para o equipamento estudado.

**Palavras-chave:** Manutenção Produtiva Total, Treinamento Operacional, Padronização do Sistema.



## 1. INTRODUÇÃO

O Vidro está presente na vida do ser humano em todos os momentos, seja em um reflexo no espelho, no para-brisa de um carro, na instalação de uma janela ou até mesmo em casos sofisticados como em painéis solares. Sua beleza é de forma imensurável, considerado pelos cientistas como o material mais importante do futuro, por ser 100% reciclável e possuir diversas aplicações. Porém, este mesmo vidro pode oferecer riscos de acidentes se forem produzidos de forma deficiente, fora dos critérios de aprovação das normas técnicas, por isso a necessidade de ser produzido por máquinas em perfeitas condições de trabalho e com um operacional qualificado.

A manutenção de máquinas e equipamentos em uma indústria é importante tanto para garantir a segurança dos que operam essas máquinas quanto para melhorar a qualidade, minimizar os custos de produção e evitar determinados desperdícios. A elaboração de um plano de manutenção deve ser tão priorizada quanto o planejamento de produção, porém em virtude da acirrada concorrência de mercado muitas empresas optam por alcançar um maior índice de produção para gerar mais lucro em menos tempo.

Nas indústrias de vidros, a produção por ser consideravelmente complexa e algumas vezes lenta, força os gestores de produção a acelerar todo o processo para alcançar metas estabelecidas, por isso a manutenção destas máquinas e equipamentos acaba ficando em segundo ou até mesmo em terceiro plano, e a consequência disso são máquinas trabalhando quase que ininterruptamente sem as pausas para manutenções necessárias.

Uma falha considerada grave nestas indústrias de vidro é o fato das mesmas minimizarem a importância de um plano de manutenção. Se houvesse esse plano de manutenção obedecendo fielmente as datas de execução evitar-se-ia danos às máquinas, paralisações na produção, desperdício de matéria bruta ao passo que aumentaria a produtividade e consequentemente daria maior poder competitivo no mercado, visto que suas máquinas trabalhariam com mais precisão, qualidade e rapidez, diminuindo o estresse dos operadores e alcançando uma alta performance de produção sem perda de qualidade.

## 2. EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO NAS INDÚSTRIAS

Hoje em dia vivemos em um mundo globalizado, ou seja, com integração econômica e tecnológica em todos os países. Com essa globalização, as indústrias precisaram se adequar a todas as exigências do mercado como: defeitos zero, produção em dia sem atrasos e interrupções, qualidade nos produtos oferecidos, custos mínimos e o mais importante, a satisfação do cliente. Nada disto seria possível sem um plano de manutenção efetivo para favorecer a todas estas possibilidades.

Por volta do século XVI, as máquinas mecânicas começaram a surgir de forma tímida nas indústrias, elas foram ganhando o seu espaço favorecendo o crescimento durante a revolução industrial. Com esse crescimento, surgiu então a necessidade de cuidar dos equipamentos para que não houvesse interrupções durante a produção. Porém, foi durante a segunda guerra mundial que o conceito de manutenção ocupou um espaço importante nos meios de produção e após este período a manutenção nunca mais foi vista simplesmente como momentos de consertos corretivos de máquinas. Ela passou a ganhar proporções nas indústrias, levando os técnicos e gestores conhecerem e assumirem a sua importância no meio produtivo.

Podemos entender a manutenção como um conjunto de cuidados técnicos necessários para conservar o bom funcionamento de um equipamento e também ao reparo de máquinas, peças e ferramentas. Estas técnicas podem ser simples como a limpeza de um componente até substituição de um sistema defeituoso. Silva (2004) em seu projeto de conclusão de curso é mais específico em sua definição de manutenção:

Formalmente, a manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (SILVA, 2004, p. 18).

Fazer manutenção significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido. Então podemos

observar que o objetivo da manutenção é manter um equipamento em perfeito estado de conservação e desempenho. Para Kardec e Nascif (2009, p. 01) “nos últimos 30 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade”. Isso devido ao aumento acelerado das diversidades das instalações e equipamentos, projetos mais complexos, novas técnicas de manutenção e o aumento da competitividade das organizações. A manutenção adquiriu um espaço em diferentes setores.

Conforme afirma Almeida (2014, p. 15), “a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos que estão em operação, atua também na concepção de um projeto”. Almeida (2014) disse isto visualizando a disposição de peças, a acessibilidade dos conjuntos pelo mecânico e até mesmo o dimensionamento das peças e dos componentes que devem obedecer a critérios para facilitar as operações de manutenção futura.

De acordo com Nogueira (2012, p. 176) em seu artigo sobre Manutenção Industrial, afirmam que “a evolução da manutenção teve o seu marco a partir da segunda guerra mundial, quando a indústria, necessitou se adequar para atender a demanda do mercado”. Antes disto, as máquinas não eram tão mecanizadas e eram superdimensionadas necessitando de uma mão de obra para a conclusão do processo industrializado. Com a chegada da modernização tecnológica, as máquinas industriais passaram a ter um papel relevante nos meios de produção, diminuindo o dimensionamento, facilitando a operação e aumentando o resultado final da produção.

Com a chegada da automação, mudou-se o conceito de produção, ela está presente em diversos segmentos diferentes. Sobretudo, a mecanização tem evoluído de forma a apresentar resultados satisfatórios, o crescimento da automação e da mecanização passou a indicar que a confiabilidade e a disponibilidade tornaram-se pontos chave em setores tão distintos. Entretanto, a manutenção destes equipamentos era dispendioso, e o papel da manutenção era subvalorizado, isso fazia com que apenas os fabricantes de máquinas exercessem a manutenção dos equipamentos, isto causava transtorno na produção com máquinas parada e aumento nos preços a fim de cobrir despesas com a manutenção corretiva. Em virtude da necessidade crescente, a manutenção passou a conquistar cada vez mais espaço nas indústrias e consequentemente objeto de estudo nas engenharias, de acordo com Silva (2004, p. 13) “a manutenção de máquinas, por sua vez, deixou de ser centralizada, para ser descentralizada, ou seja, cada área produtiva passou a ter a sua própria manutenção”. Desta forma, o mercado industrial cresceu e começou a ficar mais competitivo. Com máquinas trabalhando em boas condições, os prazos de entrega diminuíram e as receitas aumentaram.

Com o aumento da produção, novamente começaram a surgir problemas na qualidade dos produtos industrializados e falhas nos cronogramas de manutenção. Visto que a concorrência acirrou o mercado forçando os gestores a tomarem medidas mais severas para agilizar a produção, resultando em produtos de má qualidade e quebra das máquinas por falta de manutenção preventiva. Nogueira (2012) ilustra claramente o significado desta atitude em seu artigo sobre implementação da manutenção produtiva total.

“Ao se tratar de qualidade e produtividade, a manutenção exerce um papel vital, evitando com que o equipamento sofra uma parada não programada ou que comece a produzir fora de padrão” (NOGUEIRA; GUIMARÃES; SILVA, 2012, p. 176).

E este conflito entre manutenção, produção e qualidade permanece constante até os dias de hoje. Enquanto algumas indústrias focam em produção e outras em qualidade, a manutenção tem perdido o seu lugar neste planejamento. Nogueira (2012) disse que “quando a manutenção é bem estruturada, pode ser considerada como fonte de lucro e um diferencial competitivo no mercado”. Para os gestores compreenderem que a manutenção precisa fazer parte do seu planejamento estratégico, significa em seu entendimento limitar o processo de produção e reduzir os lucros, devido as paradas para manutenção. Então, ignoram o planejamento principalmente por não conhecer o resultado que este programa oferece. Alguns optam até mesmo por trabalharem com manutenção corretiva, explorando o máximo que um equipamento pode oferecer até a sua quebra. Esse tipo de manutenção como manutenção por quebra, “O processo de manutenção realizado após uma quebra é intitulado de Manutenção por Quebra” (PALMEIRA; TENÓRIO, 2002, p. 83). O objetivo da manutenção, não é atrapalhar a produção e gerar despesas.

De acordo com Silva (2004, p.13), “basicamente, as atividades de manutenção existem para evitar a

degradação dos equipamentos e instalações, causados pelo seu desgaste natural e pelo seu uso”. Esta degradação se manifesta de diversas formas, desde a aparência externa ruim dos equipamentos, até perdas de desempenho e paradas da produção e a fabricação de produtos de má qualidade.

Nas indústrias de vidro a situação não é diferente das demais, os gestores por sua vez desprezam a importância da formação de um setor de planejamento estratégico de manutenção, da qualificação da mão de obra tanto para o setor de manutenção como para o operacional. Harduin Reichel (2008) em seu livro “treinamento e desenvolvimento” cita a importância de um operacional treinado e capacitado para exercer as suas atividades de forma eficiente.

“As empresas precisam de pessoas bem preparadas para realizar corretamente as suas atividades, a fim de repetir as operações dentro dos padrões estabelecidos para obter seus produtos com a qualidade desejada. Dessa forma elas precisam de treinamento técnico” (REICHEL, 2008, p. 111).

Não resolve para uma empresa, possuir um planejamento de manutenção se o conjunto operacional for deficiente em conhecimento. É necessário que haja uma sintonia entre os operadores com os seus respectivos equipamentos de trabalho e os responsáveis pela manutenção. A manutenção em si, inicia-se com os operadores durante o seu expediente de trabalho. Uma inspeção visual, uma limpeza na máquina, a retirada de água do filtro pneumático, todas estas e outras tarefas, são ações de manutenção diária que precisam ser executadas. Ao verificar qualquer sinal de anomalia no equipamento fora do normal, é motivo para que o setor de manutenção seja acionado para tomar as devidas providências.

### 3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM

Este é o tipo de manutenção proposto neste artigo, é a manutenção mais abrangente, com foco em qualidade, produção, capacitação de operadores de máquinas, manutenção preditiva e preventiva. A manutenção produtiva total (*Total Productive Maintenance* – TPM) teve início no fim da segunda guerra mundial, introduzida nas indústrias japonesas por volta de 1950. As empresas do Japão precisavam se reerguer e se reorganizar para se manterem novamente no mercado. Conseguir um emprego ou manter o próprio emprego durante esse período era considerado uma luta por sobrevivência. Então a manutenção produtiva total surgiu em meio a essa crise. As empresas japonesas, como a Toyota criaram várias ferramentas administrativas para reestruturar a sua infraestrutura. Isso mexeu com a forma de pensar dos japoneses, surgindo então um plano de manutenção que tinha como modelo a manutenção preditiva e preventiva.

Este tipo de manutenção envolve uma postura diferenciada de toda a indústria, pois há uma necessidade de que todos participem e respeitem o processo de interação com disciplina e comprometimento. A empresa precisa estar preparada para receber a implantação deste tipo de manutenção. Hoje em dia, a TPM abrange diversos tópicos importantes da manutenção dentro das indústrias, como:

Reparo corretivo.

Gestão mecânica da manutenção.

Manutenção preventiva.

Visão sistemática.

Manutenção preditiva.

Abordagem participativa.

Manutenção autônoma.

Por isso há uma necessidade de mobilização de todos os colaboradores efetivos na indústria. O interesse em uma indústria confiável, segura e organizada passa a ser de todos. Pois a TPM possui metas a serem alcançadas como:

Defeito zero.

Falha zero.

Aumento de disponibilidade de equipamento.

Aumento de lucratividade.

Para atingir estas metas é necessário que exista um planejamento de ação que possa abranger os pilares da TPM e esses pilares precisam ser alcançados por todos os envolvidos na produção através de treinamentos e capacitação técnica. É através destes pilares que se mantêm a base da estrutura deste planejamento tão efetivo, realizando atividades que aumentem a eficiência do equipamento, estabelecendo sistemas de manutenção autônoma pelos operadores, estabelecendo um sistema planejado de manutenção e treinamento operacional. Os pilares da TPM são:

Eficiência.

Auto reparo.

Planejamento.

Treinamento.

Ciclo de vida.

Os operadores de máquinas precisam ser capacitados de modo a executarem a manutenção periódica de forma voluntária assumindo várias responsabilidades como a limpeza do setor, organização e arrumação. Neste processo de inclusão de responsabilidades, os operadores de máquinas são treinados e capacitados a atuarem como mantenedores e os mantenedores são acionados quando estes mesmos operadores não conseguem resolver algum tipo de problema. Quanto aos gestores das indústrias, é necessário que incentivem a todos para buscarem melhorias tanto no processo de produção quanto manutenção. Pode-se dizer que a Manutenção produtiva Total é muito mais do que fazer manutenção. Ela é abrangente, uma filosofia gerencial e operacional que atua na forma organizacional, no comportamento das pessoas de como tratam os problemas, um modelo a ser seguido não só na manutenção, mas em todos os setores ligados ao processo produtivo, gerando um comprometimento dos colaboradores onde todos se sentem parte integrante do processo.

#### 4. METODOLOGIA

Para elaboração desse trabalho optou-se pelo estudo de caso como método de abordagem à nortear a pesquisa a ser realizada, essa opção se deu pela identificação de uma problemática que necessita de coleta e análise de informações pertinentes ao problema para posteriormente apresentar uma solução viável a empresa detentora da problemática.

Segundo Yin (2001),

O estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa (YIN, 2001, p. 384).

Esse estudo de caso possui um foco múltiplo, pois vários indivíduos participam e tem objetivo instrumental, pois deseja estudar questões mais amplas e tornar-se ainda orientador e instrumento para pesquisas futuras. Como método de abordagem, foi utilizado o método indutivo, Lakatos e Marconi (2003, p. 106) definem o método indutivo como “um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas”.

Respeitando as etapas do método indutivo que são: observação, hipótese, experimentação, comparação e generalização, objetivam-se chegar ao propósito estabelecido.

A pesquisa foi realizada envolvendo dados de duas indústrias de vidro, uma situada em Belo Horizonte - MG e a segunda em São Luís – MA, ambas as indústrias são classificadas como empresas de médio porte, tendo em seu corpo operacional 60 e 80 pessoas respectivamente. A razão da escolha dessas duas indústrias se deu em virtude de minha experiência profissional de 16 anos no total, o que viabilizou e



fundamentou minha escolha. Estas empresas aceitaram a divulgação das informações estudadas em seu estabelecimento, porém exigiram que suas identidades fossem mantidas em sigilo.

Esse trabalho tem como base a observação “utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Consiste de ver, ouvir e examinar fatos ou fenômenos” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 106). Por ser essa observação planejada sistematicamente e estar sujeita a verificações a mesma é considerada científica. O observador é um participante natural, visto que esteve integrado ao grupo que investiga. Seguiram-se as seguintes etapas de observação:

Escolha das formas de observação.

Definição sobre o levantamento de dados.

Escolha das características a serem observadas.

Elaboração do sistema final de observação.

Aplicação dos resultados da observação.

Primeiramente foi feita uma observação para constatação ou não de existência de plano de manutenção das máquinas em operação bem como das pausas devido a problemas técnicos resultantes em manutenções corretivas, foram coletadas informações sobre diminuição de produção durante essas pausas, bem como de eventuais treinamentos para a equipe técnica que opera as máquinas, todas essas informações foram coletadas.

Em um segundo momento, pós-observação, foi feita a análise dos dados obtidos nessa observação, ou seja, detalhou-se e organizou-se os dados obtidos no transcorrer da pesquisa, buscando responder ao objetivo proposto.

Para a implantação da TPM nestas duas indústrias de vidros, houve a necessidade da colaboração de todos os envolvidos, desde o diretor da empresa até os auxiliares de operação. Foi necessário um comprometimento de todos para cumprir os procedimentos criados. As empresas adotaram a implementação da capacitação técnica e por meio deste programa os mecânicos e operadores de máquinas puderam passar por treinamentos e reciclagem de conhecimentos.

Não foi usado nenhum software de planejamento de manutenção, apenas planilhas elaboradas no Excel, justamente para demonstrar que a metodologia da TPM não se baseia somente em gastos e sim na forma como é gerenciada e planejada. A grande diferença está no método de aplicação das propostas e do treinamento e na forma de como este plano de manutenção é recebida pelos colaboradores da empresa e na disposição em executá-las. A TPM cria nas pessoas um pensamento diferenciado e um sentimento de responsabilidade e compromisso, assim como envolvimento de todos no processo. A empresa deve se atentar em cuidar sempre da manutenção e motivação dos seus colaboradores, pois eles são os principais responsáveis pelo processo.

## **5. ESTRATÉGIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA TPM**

A maioria das indústrias de vidros tem algo bem comum entre elas, o desinteresse pela necessidade de um setor estratégico de manutenção planejada. Os gestores dificilmente enxergam a importância de criar esse setor, principalmente por achar desnecessário e dispendioso. Porém, sentem no bolso quando há a necessidade de solicitar uma visita técnica que muitas vezes vem de outros estados e até mesmo de outros países para a correção de algum problema. Passagens aéreas, hospedagens, horas de trabalho que inicia com a saída do técnico na fábrica, peças de reposição que na maioria das vezes levam dias para chegarem, tudo isso são situações reais de custo que acontecem por falta de manutenção preventiva, falta de conhecimento técnico do setor de manutenção ou ação indevida dos operadores de máquinas.

A implantação da TPM nestas indústrias de vidros, só foi possível mediante a uma proposta contendo informações importantes sobre a manutenção produtiva total associada aos relatórios anteriores de manutenção e produção. Através dos resultados negativos aceitou-se por um período de seis meses a implantação deste método de manutenção e completado esta etapa, uma nova análise foi realizada para

decidir a sua continuação ou não.

Nesta proposta de implantação da TPM, havia informações importantes que destacava que este método oferecia plenas condições para o desenvolvimento das pessoas que atuavam tanto na produção quanto na manutenção. É bom lembrar que o método de trabalho da TPM foi aplicado em todos os setores da indústria, porém só será apresentado aqui os efeitos positivos em uma linha de lapidação. A proposta continha metas a serem alcançadas e que contribuiriam para o crescimento de todos os colaboradores envolvidos, a participação de cada um, resultaria em vários benefícios pessoais como:

Auto realização (saber ser).

Aumento da atenção no trabalho (saber fazer).

Aumento da satisfação pela realização do trabalho (amor no que se faz).

Melhoria do espírito de equipe (efeito sinérgico).

Melhoria na comunicação entre os membros da equipe, com propostas de soluções e melhorias.

Aquisição de novas habilidades.

Desenvolver o senso de pertença das máquinas, (cuidar da máquina como se fosse sua).

No início do processo, surgiram muitas dúvidas e até rejeições quanto ao método. Por isso, houve a necessidade da realização de muitas reuniões para que cada um soubesse das suas tarefas, a sua importância no processo e os resultados satisfatórios que seriam alcançados. Foi necessário um pronunciamento dos diretores e dos seus respectivos gestores de produção para enfatizar a importância do projeto e a necessidade da colaboração de todos. O objetivo foi criar um senso de importância, auto valorização pessoal e sentimento voluntário em cada um dos envolvidos.

Durante o processo da implantação da TPM nestas indústrias, a grande preocupação também era com relação a estrutura organizacional e também cultural. Pela dificuldade em encontrar pessoas comprometidas com o trabalho e baixos salários oferecidos, a rotatividade de pessoas era consideravelmente alta. Isto dificultava o processo principalmente porque havia necessidade de treinamentos constantes e isto exigia uma baixa rotatividade operacional. Era necessário realizar um processo de familiarização com a empresa, o maquinário, a matéria prima produzida, relatórios de manutenção e principalmente melhoria no relacionamento humano.

Foi pesquisado diretamente com o fabricante das máquinas, as informações importantes pertinentes a manutenção preventiva e dados técnicos sobre as ferramentas diamantadas. Após todos os materiais em mãos, foi elaborado um calendário de treinamentos teórico e prático sobre os procedimentos necessários a cada situação. Houve treinamentos dos operadores de máquinas juntamente com os mecânicos de manutenção para conhecimentos mais básicos e também treinamentos somente para os mecânicos com informações mais técnicas. O intuito destes encontros era justamente proporcionar uma interação entre as equipes e compartilhar conhecimentos. Geralmente os encontros eram agendado aos sábados e todos anotavam suas dúvidas da semana para que pudessemos discuti-las e propor novas soluções.

Buscou-se a realização de algumas parcerias com fornecedores de peças e acessórios como; rolamentos, borrachas, rebolos e até mesmo distribuidores de vidros. Estas parcerias foram feitas estrategicamente a fim de conseguirmos palestras gratuitas sobre as peças de reposição usadas nas máquinas e que seriam substituídas mediante o processo de manutenção. Além de conseguirmos descontos nos materiais comprados pela empresa, adquirimos conhecimentos mais aprofundados oferecidos por estes fornecedores. Atualmente, há diversos tipos de lapidadoras no mercado, podemos encontrar hoje em dia nas indústrias, máquinas italianas, chinesas e até mesmo nacionais. As peças de reposição e rebolos não são padronizados para todas as fabricantes, cada fabricante possui suas próprias características de projetos justamente para diferenciá-los dos demais. Isto dificulta e muito o processo de conhecimento e aquisição de peças para reposição. Então não é vantagem para a indústria possuir em sua linha de lapidação, máquinas

de fabricantes diferentes, pois isso iria gerar configurações diferentes e pensamentos distintos entre os operadores de máquinas. Por essa razão, nas duas empresas adotou-se o método de padronização de máquinas lapidadoras, facilitando o conhecimento, o treinamento e principalmente as informações técnicas para a manutenção.

As peças de reposição substituídas com mais frequência nas máquinas eram listadas em uma tabela e classificadas como original ou paralelo. Assim, sabíamos quais peças precisaríamos adquirir direto do fabricante e quais peças poderíamos adquirir com os outros parceiros. Esta planilha era muito útil para a programação da manutenção preventiva, pois permitia a sua realização em equipamentos onde estivesse operando normalmente, sem problemas de falhas. Com uma manutenção planejada já sabendo quais peças seriam substituídas e preparadas, a execução da manutenção era realizadas em datas previstas, com paradas programadas. A sua importância é sempre enfatizada quando o assunto é manutenção e quando o seu acompanhamento é seguido de forma eficiente traz grandes retornos para uma indústria. O quadro 1 a seguir discrimina algumas destas peças:

Quadro 1. Relação de peças substituídas com frequência.

CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		
RELAÇÃO DE PEÇAS SUBSTITUÍDAS COM FREQUÊNCIA		
Nº DA MÁQUINA / EQUIPAMENTO	MÁQUINA / EQUIPAMENTO	SETOR
XXXXXX	CR 1111	LAPIDAÇÃO
TIPO	FABRICANTE	ANO DE FABRICAÇÃO
LAPIDADORA COPO	Z.BAVELLONI S.p.A	2004
Descriminação das peças	Original	Paralelo
Encoder	Sim	
Correia transportadora	Sim	
Rolamentos		Sim
Esguichos de refrigeração		Sim
Sapatas de borrachas do prensador		Sim
Coifas de proteção do motor		Sim
Filtro pneumático		Sim
Kit de vedação interna	Sim	
Tampa de vedação da caixa dos rebolos		Sim
Rodízios do cavalete de apoio	Sim	
Polias		Sim
Correias de acionamento dos mandris		Sim
Mandril	Sim	
Parafusos		Sim
Sensores	Sim	
Disjuntores		Sim
Acionadores de contato		Sim
Relés		Sim
Bombas de água		Sim
Engrenagens	Sim	

Com quadro 1 conseguiu-se saber antecipadamente o custo que uma manutenção iria proporcionar e também em qual fornecedor solicitar a peça a ser substituída, isto favorecia o planejamento de manutenção em conjunto com o setor de compras que previamente se programava para não atrapalhar o financeiro das empresas. Algumas peças por motivo de garantia e precisão, eram solicitadas diretamente da fábrica e as outras poderíamos adquirir diretamente com os parceiros fabricantes, visto que o custo eram menores e o tempo de entrega muitas das vezes era mais rápido. Os fornecedores geralmente se



instalavam na cidade de São Paulo e regiões adjacentes, por este motivo, buscávamos fornecedores mais perto para podermos então evitarmos estoque desnecessários. Alguns parceiros distavam de 15 minutos da fábrica, isso otimizava o processo entre compras e manutenção.

A manutenção corretiva nunca deixou de fazer parte do cotidiano, porém minimizou e muito esse tipo de ação entre as máquinas. E sempre que houve essa necessidade de parada não programada, eram anotados todas as informações necessárias para que fossem estudadas mais adiante e então a equipe de manutenção poderia se preparar uma ação preventiva na próxima vez.

Segundo Almeida (2014),

O planejamento é possível utilizando das documentações das operações de manutenção corretiva realizadas (Ficha de Execução de Manutenção Corretiva) e informações sobre a vida útil das peças, fornecidas pelo fabricante (ALMEIDA, 2014, p.17).

Uma bomba que queimava, um elo poliacetal da esteira transportadora que quebrava, uma sapata plástica que não suportava a pressão exercida sobre um vidro de espessura errada e era danificada juntamente com as capas corrugadas de borracha. Tudo isso fazia parte de uma rotina de manutenção corretiva que era encontrada quase que com frequência. E todas as vezes que uma situação dessas acontecia, a produção parava para uma ação corretiva e substituição da peça avariada. Isso gerava atrasos e muitas das vezes problemas mais graves que necessitavam de mais tempo para a solução. O quadro 2 representa uma ficha de manutenção corretiva muito utilizada pela equipe de manutenção para manter um histórico, esse histórico era importante até para os gestores de produção justificarem uma possível queda de rendimento da produção.

Quadro 2. Ficha de manutenção corretiva.

FICHA DE MANUTENÇÃO CORRETIVA						N° 112	
N° DA MÁQUINA / EQUIPAMENTO		MÁQUINA / EQUIPAMENTO		SETOR		LINHA DE PRODUÇÃO	
XXXXXXXX		CR 1111		LAPIDAÇÃO		3° MAQ.	
TIPO		FABRICANTE		ANO DE FABRICAÇÃO		Mecânico	
LAPIDADORA COPO		Z. BAVELLONI S. p. A		2004		XXXXXXXX	
Data	Serviço executado	Peça substituída	Quantidade	Custo	Início	Término	Tempo Horas
05/mar	Substituição de sapatas danificadas	Sapatas plástica	5	200,00	13:40	17:15	03:25
	Substituição das capas corrugadas	Capas corrugadas	8	160,00			
	Substituição do Segundo DMTD Pos. 2	Rebolo DMTD Pos. 2	1	440,00			
	Regulagem de corte da máquina				17:20	18:00	00:40
				<b>Custo total com peças substituídas</b>	<b>R\$ 800,00</b>	<b>Tempo total de manutenção</b>	<b>04:05</b>
<b>Observações</b> <p>O operador de máquina ajustou o prensador para vidros de 15mm e entrou com uma peça de 12mm para a lapidação, a peça desceu no compartimento dos rebolos quebrando o segundo rebolo diamantado e danificando parte do equipamento. Aproveitamos a oportunidade para executar a lubrificação da esteira e das guias do prensador.</p>							
<hr/> Supervisor de produção				<hr/> Assinatura do oficial de manutenção			

As fichas de manutenção corretiva não eram simplesmente arquivadas, eram discutidas com os gestores de produção para uma melhor ação a serem tomadas antes mesmo que houvesse uma prestação de contas com a diretoria. Afinal, o problema foi ocasionado por uma ação indevida do operador de máquinas, um

ajuste equivocado no prensador que é o sistema que mantém o vidro firme no interior da máquina durante o processo de lapidação. O que fazer neste caso quando se trata de um erro humano que também é considerado grave, gerando custos desnecessários para a empresa e paradas na produção? A TPM permitiu que os colaboradores recebessem uma participação nos lucros mediante a metros lineares lapidados durante o mês e quando havia um problema como esse, este custo era abatido no bônus oferecido. Assim, os operadores se esforçavam para minimizar qualquer tipo de quebras nas máquinas e interrupções na produção. O quadro 3 representa uma planilha com ações semanais que um mecânico de manutenção devia seguir:

### Quadro 3. Controle preventivo semanal

CONTROLE PREVENTIVO				SEMANAL		
Nº DA MÁQUINA / EQUIPAMENTO	MÁQUINA / EQUIPAMENTO	SETOR	LINHA DE PRODUÇÃO			
XXXXXXX	CR 1111	LAPIDAÇÃO	4º MAQ.			
TIPO	FABRICANTE	ANO DE FABRICAÇÃO	Mecânico			
LAPIDADORA COPO	Z. BAVELLONI S. p. A	2001	XXXXXXX			
Nº	Atividade preventiva	Visto	Início	Término	Tempo Horas	
1	Verificação do nível de óleo nos redutores					
2	Verificação do nível de óleo no reservatório de lubrificação das esteiras					
3	Bater graxa nos pinos de lubrificação dos rolamentos					
4	Verificar folga nos mandris					
5	Verificar vazamentos de óxido de cério					
6	Verificar esticadores e desgastes das correias					
7	Acionar manualmente os cilindros pneumáticos para testes					
8	Verificar o sistema pneumático, filtros, mangueiras e medidores.					
9	Abrir o prensador para a verificação de pedaços de vidros quebrados.					
10	Vistoriar manutenção executada pelos operadores de máquinas					
			Tempo total de manutenção			
Observações						
<div>Assinatura do oficial de manutenção</div>						

Os mecânicos por sua vez trabalhavam seguindo fielmente seus roteiros de atividades preventivas, se baseavam na utilização de planilhas semanais, mensais e trimestrais. Através desta planilha, podemos perceber dez itens importantíssimos para serem acompanhados semanalmente, além de os mecânicos executarem todas estas atividades, eles estavam atentos a ruídos estranhos vindo dos equipamentos, vibração fora dos padrões e também a contaminação da água pela presença de óleo. Geralmente este tipo de contaminação ocorre devido ao excesso de óleo durante a lubrificação das esteiras dianteira e traseira do prensador, escorrendo pelas pinças e então contaminado a água nos compartimentos dos rebolos. Esta contaminação é prejudicial justamente pelo fato do óleo diminuir o atrito entre a ferramenta abrasiva e o vidro durante o processo de lapidação. Esse efeito pode ser mais devastador quando chega ao processo de polimento, pois o rebolo emborrachado desliza sobre a borda do vidro sem nenhum atrito, não permitindo que o rebolo de polimento trabalhe conforme planejado. Este evento pode ser capaz de enganar os operadores por julgarem a situação de forma errada acreditando que seria apenas falta de pressão nos polimentos. Então abrem mais as válvulas de pressão permitindo mais força nos rebolos até os mesmos se partirem por não suportarem tamanha pressão. Isto foi muito comum nestas indústrias e ainda continua sendo em muitas outras indústrias. A falta de conhecimento sobre o processo de trabalho faz com que colaboradores mal preparados executem atitudes impensáveis, gerando prejuízos incalculáveis para a empresa. Saber fazer é tão importante como saber como fazer, pois não basta um bom dia de produção sem perdas sendo que no dia seguinte a máquina vai parar prejudicando o restante da produção. Um

colaborador, seja ele um operador ou um mecânico de manutenção, sempre precisará de novos conhecimentos para ter a plena capacidade de suas atividades.

Como podemos observar que o treinamento teórico para a implantação da TPM abrangeu tanto a operação das máquinas quanto o processo de fabricação como um todo. O objetivo era alcançar um equilíbrio entre a produção e qualidade que fosse satisfatório e permitisse uma produção mais confiável.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 FUNCIONAMENTO DE UMA LINHA DE LAPIDAÇÃO

Em todas as indústrias de vidros, sejam elas de vidros temperados, laminados ou vidros comum, há a necessidade de uma linha de lapidação. A lapidação do vidro consiste de um trabalho executado nas bordas dos vidros, desbastando a área cortante e favorecendo um acabamento agradável e tornando o vidro mais seguro. Há diversos tipos de lapidação de vidro, por exemplo:

Lapidação reta

Lapidação abaulada ou meia cana

Lapidação OG

Lapidação 2 OG

Lapidação 3 OG

Lapidação formato Bisotê

Porém focaremos em apenas uma para melhor compreensão do trabalho, visto que a mesma técnica se aplica a todos os tipos de lapidação. A única diferença é a forma do processamento, visto que se usam ferramentas diamantadas com configurações e formatos diferentes.

A lapidação reta, também conhecida como lapidação plana é a mais utilizada atualmente. Este tipo de lapidação pode ser produzido em uma máquina manual, semiautomática ou automática. Entretanto, como o propósito do trabalho se refere a importância da manutenção produtiva total em uma linha de lapidação, focaremos em máquinas automáticas porque possuem alto índice de produção quando comparado com as demais. Com a configuração dos seus rebolos no formato copo, permite trabalhar com diversas espessuras sem a necessidade de substituição das ferramentas abrasivas para desbaste e acabamento.

Os rebolos são ferramentas fabricadas com materiais abrasivos, usados tanto para desbastar o vidro como para proporcionar o polimento. Em alguns casos, quando há a necessidade de uma qualidade extra, se usa um feltro de lã com óxido de cério para proporcionar um brilho deixando o vidro com um acabamento mais fino e delicado. Porém, esse processo só pode ser executado se houver na máquina uma configuração disponível para o trabalho com óxido cério. Todos os rebolos possuem o seu movimento retilíneo fornecido diretamente ou indiretamente por um motor. Diretamente quando o rebolo é acoplado ao próprio eixo de um motor elétrico e indiretamente quando um motor elétrico movimenta uma correia e através de um outro eixo com uma polia, o rebolo então é acionado para o trabalho.

Uma máquina de lapidação possui um cavalete de entrada e um outro de saída, estes cavaletes possuem uma esteira que movimenta o vidro sobre a máquina. O vidro é colocado sobre o cavalete de entrada e conduzido pela esteira até o interior da máquina para a execução do trabalho, sendo posteriormente retirado no cavalete de saída. Como um vidro padrão possui quatro lados, uma linha de lapidação em uma indústria possui quatro máquinas, uma para cada lado do vidro. Geralmente todas instaladas em série para facilitar o fluxo da produção e também a redução de operadores, pois o mesmo operador que retira o vidro no cavalete de saída de uma máquina é o mesmo que colocará no cavalete de entrada da próxima máquina.

A velocidade de trabalho de uma máquina de lapidação é determinada em Ml/m (metros lineares por minuto) e esta velocidade é determinada levando em conta os critérios de quantidade de rebolos disponíveis

para o trabalho de lapidação e também da espessura do vidro a ser lapidado. Esta relação é inversamente proporcional de acordo com a expressão:

Quanto maior for a espessura do vidro, menor será a velocidade de trabalho.

Quanto menor for a espessura do vidro, maior será a velocidade de trabalho.

Quanto maior o número de rebolos disponíveis para a execução do trabalho, maior a possibilidade de trabalhar com velocidades de avanço e melhores serão as possibilidades de alcançarem um bom acabamento.

As máquinas mais utilizadas em uma linha de lapidação de vidros possuem as seguintes configurações conforme a figura 1 a seguir:



Figura 1. Configuração dos rebolos copos para a máquina PR88.

A figura 1 representa uma sequência de oito rebolos, entre diamantados e polimentos que são disponíveis para o trabalho nestas máquinas. A sua configuração, bem assim como alguns dados técnicos estão relacionadas abaixo:

Primeiro rebole: rebole DMTD para o desbaste inicial do vidro, grão 140 e dimensões 150x39x11.

Segundo rebole: rebole DMTD grão 270 ou à base de resina grão 200 para correção e preparação para o polimento, dimensões 150x39x11.

Terceiro rebole: rebole DMTD filete traseiro para desbaste, grão 325 e dimensões 100x24x11.

Quarto rebole: rebole de polimento do filete traseiro à base de resina ou borracha, dimensões 100x45x11.

Quinto rebole: rebole DMTD de filete dianteiro para desbaste, grão 325 e dimensões 100x24x11.

Sexto rebole: rebole de polimento do filete dianteiro à base de resina ou borracha, dimensões 100x45x11.

Sétimo rebole: primeiro rebole de polimento, geralmente utilizado em grãos 40 ou 60 mais conhecido como 10S40, dimensões 150x40x70.

Oitavo rebole: último rebole de polimento, geralmente utilizado o rebole com óxido de cério, dimensões 150x30x70.

Este tipo de máquina é muito utilizado em uma linha de lapidação de têmpera, visto que o foco é um alto índice de produção e menos qualidade. No caso da têmpera, 80% dos vidros são de projetos de engenharia e os outros 20% são divididos entre vidros padrões como boxes, janelas, portas que já possuem seus vãos padronizados e definidos pelo arquiteto responsável pela obra. Então, existe um conceito entre as indústrias de vidros temperados de que não há necessidade de um perfeito acabamento na lapidação destes vidros.



Figura 2. Configuração dos rebolos copos para a máquina CR1111.

Pode-se observar na figura 2 que se trata de uma máquina copo de 11 rebolos que é o ideal para uma linha de lapidação de vidros para movelaria. Com um rebolo DMTD a mais para o processo de desbaste, outro para o polimento e um para o uso do feltro de lã com óxido de cério que resultará em um brilho mais intenso, este modelo de máquina é ideal para a lapidação de vidros com maior espessura como 12mm, 15mm e 19mm, visto que por possuir mais rebolos, possuem maior capacidade de trabalho em velocidade e acabamento. Sua configuração é distinta da PR88 em números de rebolos, porém as ferramentas são basicamente as mesmas.

Números de rebolos disponíveis para o trabalho: 11 (Onze).

Primeiro rebolo: rebolo DMTD para o desbaste inicial do vidro, grão 100 e dimensões 150x39x11.

Segundo rebolo: rebolo DMTD grão 240, dimensões 150x39x11.

Terceiro rebolo: rebolo DMTD grão 270 ou à base de resina grão 200 para correção e preparação para o polimento, dimensões 150x39x11.

Quarto rebolo: rebolo DMTD filete traseiro para desbaste, grão 325 e dimensões 100x24x11.

Quinto rebolo: rebolo de polimento do filete traseiro à base de resina ou borracha, dimensões 100x45x11.

Sexto rebolo: rebolo DMTD de filete dianteiro para desbaste, grão 325 e dimensões 100x24x11.

Sétimo rebolo: rebolo de polimento do filete dianteiro à base de resina ou borracha, dimensões 100x45x11.

Oitavo rebolo: primeiro rebolo de polimento, geralmente utilizado em grão 40 ou 60 mais conhecido como 10S40, dimensões 150x40x70.

Nono rebolo: segundo rebolo de polimento, geralmente utilizado em grão 40 ou 60 mais conhecido como 10S40, dimensões 150x40x70.

Décimo rebolo: terceiro rebolo de polimento, geralmente utilizado em grão 60 (10S 60) ou até mesmo grão 120, dimensões 150x40x70.

Décimo primeiro rebolo: último rebolo de polimento, este rebolo geralmente usa feltro de lã espiralado ou prensado, usa óxido de cério líquido para o processo de acabamento, dimensões 150x30x70.

O ideal seria que toda linha de lapidação usasse uma máquina com onze opções de rebolos como essa. Uma linha de produção com quatro máquinas nestas configurações realizaria um processo de lapidação muito mais rápido e com um acabamento muito mais eficaz. Ou seja, perfeita para um alto índice de produção com qualidade sem precedentes. Porém esta não é a realidade de muitas indústrias, pois como o objetivo é diminuir sempre os custos, os empresários não adotam este tipo de máquina em uma linha de produção de vidros temperados, visto que o seu preço é maior do que as máquinas de configuração geral.

Este trabalho foi realizado tomando como base uma linha de lapidação com máquina de oito e onze rebolos. As duas empresas em que foram realizadas as pesquisas, o foco de produção e a filosofia de trabalho entre ambas são distintas. A empresa de Belo Horizonte - MG, tinha como principal meta para se diferenciar dos concorrentes, o fator qualidade. Pois tinha uma ampla gama de clientes moveleiros que dependiam de produtos com o maior qualidade possível. Sendo assim, as máquinas necessitavam de ferramentas diamantadas de melhores qualidades e um processo de lapidação mais lento, consequentemente um menor índice de produção. Os operadores de máquinas foram treinados e qualificados para atingir a meta de qualidade em medidas e acabamentos.

Na outra empresa localizada em São Luis – MA, que possuía uma linha de produção de vidros temperados, o alto índice de produção é o que sempre esteve no planejamento. Por lapidar mais vidros na espessura de 6mm, 8mm e 10mm que são considerados padrão para os projetos de engenharia, isso resultava em maior possibilidade de produção. O fator qualidade não era o foco principal, e os operadores de máquinas estavam qualificados para atingir a meta mensal que varia entre 10.000M<sup>2</sup> a 14.000M<sup>2</sup> de vidros temperados, ou seja, de 40.000 a 56.000 Ml (metros lineares).



## 6.2 A EFICIÊNCIA DA TPM EM UMA LINHA DE LAPIDAÇÃO

Para se obter o melhor rendimento de uma máquina, explorando o máximo que ela pode oferecer sem a perda de qualidade e produção, é necessário um conhecimento mais aprofundado sobre os seus sistemas. Uma máquina de lapidação de vidro consegue executar o seu trabalho com um índice considerável de produção sem comprometer sua qualidade e o mais importante, a sua estrutura física. Porém, se um operador sem conhecimento suficiente, assumir o comando de um lapidadora, pode provocar danos nos sistemas por uma ação indevida, como erro de ajuste de pressão dos pneumáticos, velocidade de lapidação fora dos parâmetros de corte dos rebolos diamantados, erro nas configurações dos polimentos, interpretação errada do sistema de alarme. Isto compromete a produção, a qualidade e aumenta a proporção de custo com manutenção corretiva ou desgaste prematuro das ferramentas abrasivas.

O papel da manutenção produtiva total nesse processo é justamente corrigir as falhas como um todo. Desde a elaboração eficiente de um plano de manutenção preventiva, treinamento para se compreender e executar a manutenção preditiva, proporcionar aos operadores de máquina conhecimentos sobre o material fabricado e sobre as lapidadoras que executam um dos principais acabamentos em uma linha de produção de vidros.

Para Almeida (2014),

O objetivo global da TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos, etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacidades pessoais envolvendo conhecimentos, habilidades e atitudes) (ALMEIDA, 2014, p.26).

Uma das características da manutenção produtiva total e que foi estabelecido neste projeto de implantação, é a ação dos operadores de máquinas como os primeiros a executarem a manutenção preventiva e preditiva, Eles foram motivados e capacitados a conduzirem as operações de manutenção constantes no programa de forma voluntária.

Houve em seu programa de manutenção, atividades discriminadas como tarefas diárias e semanais. As tarefas diárias estão compreendidas em:

Limpeza do setor eliminando qualquer tipo de coisa supérflua.

Limpeza externa da máquina.

Eliminação da água nos filtros de ar para não contaminarem os cilindros pneumáticos.

Limpeza do reservatório individual de água.

Limpeza do compartimento dos rebolos.

Além destas atividades, houve a necessidade de atenção a qualquer ruído ou barulho estranho gerado pela máquina. Como tarefas semanais, as atividades eram discriminadas como:

Retirada dos tubos de refrigeração de água para limpeza geral.

Retirada dos rebolos diamantados e polimentos para inspeção visual e análise de defeitos.

Verificação de borrachas soltas no interior da máquina.

Todas estas tarefas estão inclusas no plano de manutenção preventiva e preditiva, que foram executadas pelos operadores e não pelos oficiais de manutenção. O setor de manutenção também possuiu em seu programa, atividades discriminadas como tarefas semanais, mensais e trimestrais. Podemos citar como tarefas semanais:

A verificação do nível de óleo nos redutores.

Verificar o nível de óleo no reservatório de lubrificação da esteira.

Verificar se as correias transportadoras de entrada e saída estão devidamente esticadas.

Colagem e preparação dos rebolos.

As tarefas mensais estão incluídas como:

Conferência e ajustes do prensador para que forneça uma leitura precisa da espessura do vidro.

Conferência do nível e alinhamento dos cavaletes de entrada e saída.

Medição de corrente do painel elétrico.

Rotação dos motores.

As tarefas trimestrais estavam inclusas no programa como:

Substituição do conjunto de escovas e borrachas fixadas no interior da máquina.

Conferência de desgaste nas guias do prensador.

Verificação de buchas e rolamentos.

Todas estas tarefas tiveram como base, as informações contidas nas planilhas de manutenção preventiva, onde havia um calendário com os cronogramas de manutenção e datas a serem seguidas. Cada máquina possuía sua planilha e sua pasta de arquivos que ficava no setor de manutenção para pesquisa de dados, estudo de caso e consulta preventiva. As planilhas foram projetadas de acordo com a necessidade de cada equipamento dentro das indústrias e também dentro das informações fornecidas pelo fabricante do equipamento.

Os operadores de máquinas e o setor de manutenção tiveram encontros marcados no auditório duas vezes por mês, geralmente aos sábados. Foram discutidos novos meios de manutenção preventiva, técnicas de lapidação, como explorar mais o equipamento e segurança no trabalho. Além destes tópicos houve interpretação do manual de manutenção, visto que os mesmos são escritos em inglês ou no país de origem onde as máquinas foram produzidas.

A manutenção produtiva total mudou a forma de pensar dos operadores de máquinas e oficiais de manutenção, eles sentiram ser mais importantes e valorizados dentro da indústria. O conceito de que o operador não precisava conhecer sobre manutenção e o oficial de manutenção não conhecer sobre o vidro a ser produzido tinha acabado. Ambos sentiam a importância de alcançar e compartilhar novos conhecimentos.

Assim as empresas tiveram o seu retorno com uma produção mais competitiva no mercado, vidros com qualidade e máquinas prontas para atender a necessidade do setor de planejamento de produção. O índice de gastos com a manutenção corretiva diminuiu, aumentando a confiabilidade na produção.

## **7. ANÁLISE DE DADOS**

### **7.1 ANÁLISE OPERACIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE**

Antes da implantação da TPM nestas indústrias, haviam muitos problemas devido ao uso de rebolos de baixa qualidade e dentro das configurações erradas. Rebolos paralelos com preços menores nem sempre foi a melhor das opções. Os problemas durante o processo de lapidação eram constantes, máquinas que trabalhavam forçadamente porque um reboło diamantado de má qualidade não tinha a mesma precisão de corte que um reboło original ou um paralelo com boa qualidade. Foi também encontrado rebolos de fabricantes diferentes trabalhando juntos, esta configuração nunca deu certo, pois os rebolos possuem uma sequência, ou seja, a configuração de um diamante Pos.1 precede a configuração do diamante Pos. 2 e assim por diante, toda esta sequência reflete justamente no acabamento final fornecido pelos polimentos. Isto só é possível quando todo o jogo de ferramentas diamantadas ou de polimentos pertencem ao mesmo fabricante respectivamente.

Os rebolos de polimentos por sua vez trabalhavam quase que no limite de pressão dos pneumáticos e sem apresentar qualidade no acabamento. Muitas das vezes a pressão era demasiadamente grande ao ponto de quebrar o vidro ou romper os ligamentos do reboło causando prejuízo ou diminuindo a vida útil dos rebolos. Vamos fazer uma análise mais aprofundada sobre o uso correto das ferramentas de lapidação e



o resultado que esta diferença proporcionou para produção. Em primeiro lugar, vamos analisar um conjunto de rebolos diamantados de desbaste, pois o processo de lapidação se inicia com eles.

Tendo em vista a necessidade da eficiência e de um poder de corte das ferramentas diamantadas, podemos então dizer que os rebolos também ditavam o ritmo de produção nestas indústrias. Antes da implantação da TPM, usavam-se somente rebolos de má qualidade para diminuir os custos com a produção (não serão fornecidos os nomes dos fabricantes destes rebolos por questão de ética), pois nem todos os rebolos paralelos são ruins, existem muitos rebolos de boa qualidade. Percebia-se uma diminuição de corte executado pela máquina, então forçava-se mais o trabalho dos rebolos para suprir a falta do corte. Este esforço era representado pelo amperímetro da máquina que fornecia eletricamente informações sobre a força de atrito durante o trabalho executado de cada motor. Para não correr o risco de quebra de vidros durante o processo de desbaste ou o desarme do relé térmico por motivo de aquecimento, usava-se o método mais prático, diminui-se a velocidade de trabalho para permitir que a ferramenta diamantada tenha tempo para executar o corte necessário. Agindo desta forma, diminuía-se sempre o índice de produção e vidros sem qualidade. Foi feito um estudo sobre os rebolos e suas configurações, testes de produção e chegou-se à conclusão após muitas discussões entre as equipes sobre o assunto de que tanto os rebolos originais quanto alguns rebolos chamados paralelos possuíam bons índices de trabalho. Então passou-se a trabalhar dentro das configurações próprias de cada fabricante e o objetivo que era alcançar o índice de produção foi atingido.

Quadro 4. Tabela comparativa para a operação de máquinas.

Tabela comparativa para a operação de máquinas												
MÁQUINA / EQUIPAMENTO				Polimento óxido de cério líquido			TIPO			FABRICANTE		
CR 1111				PH 7			LAPIDADORA COPO			Z. BAVELLONI S. p. A		
ORIGINAL							PARALELO					
Z. BAVELLONI S. p. A							XXXXXXXXXXXX					
Espessura	Remoção 1mm	Veloc. de trabalho MI/m	Pressão dos pneumáticos (bar)	Remoção 2mm	Veloc. de trabalho MI/m	Pressão dos pneumáticos (bar)	Remoção 1mm	Veloc. de trabalho MI/m	Pressão dos pneumáticos (bar)	Remoção 2mm	Veloc. de trabalho MI/m	Pressão dos pneumáticos (bar)
4mm	1	4	3,5	2	3,5	3,5	1	3,5	3,8	2	3,2	3,8
5mm	1	3,8	3,5	2	3,2	3,8	1	3,5	3,8	2	3,2	3,8
6mm	1	3,5	3,8	2	3	3,5	1	3,2	3,8	2	3	3,8
8mm	1	2,5	4,5	2	2,2	4,5	1	2	4,7	2	2,2	4,7
10mm	1	2,2	5	2	2	5	1	2	5	2	1,8	5
12mm	1	1,8	5	2	1,5	5	1	1,7	5	2	1,5	6
15mm	1	1,6	6	3	1,2	6	1	1,4	6	3	1,2	6
19mm	1	1,5	6	3	1	6	1	1,3	6	3	1	6
Considerando os rebolos diamantados e polimentos originais.							Considerando diamantados de um fabricante e polimentos de outro fabricante.					

Através do quadro 4 conseguiu-se estabilizar o fluxo de produção sem perder a qualidade dos vidros. Antes da TPM, este levantamento não era possível, pois havia falta de conhecimento suficiente para compreender a mecânica do trabalho. O rendimento dos operadores de máquinas que antes era ditado por eles mesmo, agora era analisado pelo gestor de produção. Pois antes mesmo que os vidros fossem para a linha de corte e produção, já se tinha uma ideia de quanto tempo levaria para que todos ficassem prontos e então elaborar um planejamento de produção mais preciso, eficaz e confiável. A tabela fornecia informações de produção com ferramentas nacionais e importadas (originais) e suas respectivas referências de velocidade de produção e pressão necessária para a execução do trabalho de polimento.

Outros fatores que são relevantes para a análise operacional é o setor de trabalho dos lapidadores, o local que antes era sujo e desorganizado, passou a obter características de limpeza e organização. As máquinas permaneciam sempre limpas e a água para refrigeração dos rebolos que é um fator muito importante para o processo de lapidação eram trocadas todos os dias. Não se via mais objetos obsoletos nos setores e nem EPI's pendurados nas máquinas, todos os materiais eram guardados nos devidos armários dos respecti-

vos proprietários. O incentivo que a TPM trouxe para os operadores de máquinas despertou até mesmo o interesse pelo retorno aos estudos, colaboradores que antes não estudavam, passaram a fazer um curso profissionalizante e até mesmo técnico. Pois perceberam que tinham plena capacidade de conseguir crescer tanto intelectual quanto financeiramente e serem mais do que operadores de máquinas com expectativas de ascensão funcional no trabalho.

Eles eram constantemente treinados para serem supervisores e atuarem como mantenedores em primeiro nível, executavam sem a necessidade dos oficiais de manutenção, atividades que foram atribuídas de modo que tanto a manutenção preventiva como a de rotina estivessem sempre em seu cotidiano. Este tipo de manutenção foi bem conhecido por eles como “manutenção autônoma” que faz parte do projeto de implantação da TPM. Além da correta operação das máquinas e equipamentos, os operadores anotavam em seu registro diário todas as ações e ocorrências observadas e até mesmo atividades executadas por eles. Aprenderam a diferença entre a manutenção preventiva e a preditiva, monitorando as máquinas através dos sentidos humanos.

## 7.2 ANÁLISE DE MANUTENÇÃO

Nestas indústrias, não havia manutenção preventiva, apenas a manutenção corretiva. Os custos com manutenção, as paradas não planejadas eram constante e sempre prejudicavam a produção. Na linha de produção que haviam quatro máquinas em sequência, quando uma dessas máquinas parava para uma manutenção não planejada, o processo de produção praticamente parava também, pois uma das máquinas precisava executar dois serviços, ou seja, além de cumprir com o seu trabalho, encarregava-se de executar o trabalho da máquina que parou, isso causava atrasos, transtornos e muito estresse aos operadores. Esporadicamente esta situação acontecia nestas fábricas.

Após a implantação da TPM, este índice de paradas indesejadas diminuíram, com a colaboração dos operadores de máquinas executando tarefas mais simples e menos importantes de manutenção, favorecia para que as máquinas permanecessem sempre em bom estado para o trabalho. Os mecânicos por sua vez, não tinham conhecimentos suficiente sobre os equipamentos e sobre os materiais utilizados na manutenção. Não conheciam sobre óleos de lubrificação e sua viscosidade, PH da água de refrigeração e do óxido de cério. Após os treinamentos com materiais que foram fornecidos pelos próprios fabricantes e pesquisas técnicas elaboradas pelo setor de coordenação técnica, foi possível envolver todos em busca do pleno entendimento e execução ideal de trabalho. Os mecânicos se tornaram ágeis para solucionar entraves e problemas com mais rapidez. Ser rápido no conceito da TPM não significava para eles, fazer o trabalho se preocupando somente com o tempo, era imprescindível manter constantemente a concentração e realizar o reparo com todo o cuidado, ainda que levasse algumas horas a mais do que o planejado.

O corpo operacional responsável pela manutenção, passou a ser mais criativo, pois percebeu que apenas conhecimentos técnicos não eram suficientes para resolver um problema em uma máquina. Soluções inesperadas surgiam tanto em situações mais simples como aquelas mais complexas.

## 7.3 ANÁLISE GERAL

Constatou-se que as duas empresas citadas neste trabalho e que foram o campo de toda essa pesquisa, após adotarem o método da TPM obtiveram grandes diferenças principalmente na diminuição de perdas que eram frequentes no dia a dia das mesmas, essas diferenças estão listadas a seguir:

Perdas por paradas inesperadas, pois através do cronograma de manutenção preventiva, as ações corretivas diminuíram.

Perdas por demora na troca de ferramentas e preparação, visto que os operadores já conheciam os métodos adequados para a substituição dos rebolos, possíveis problemas a serem encontrados e suas devidas soluções.

Perdas por redução da produção, pois com as máquinas em perfeito estado para o uso passaram a gerar

confiabilidade nas negociações entre os vendedores e os clientes por prazos de entrega mais rápido. Sendo assim, o índice de produção também aumentou.

Perdas por vidros defeituosos, pois com os operadores de máquinas mais capacitados e com máquinas em perfeito estado para o uso, os índices de vidros com lapidação defeituosa e insegura diminuíram resultando em uma melhor qualidade.

Perdas de queda de rendimento, todos os envolvidos no processo de produção e manutenção trabalhavam com uma comunicação mais constante que proporcionava mais rapidez na resolução de entraves e problemas encontrados na produção.

## 8. CONCLUSÃO

Ao longo deste artigo, foram apresentadas as técnicas de implementação da TPM utilizadas no setor de lapidação e manutenção de duas médias empresas do setor vidreiro, ambas em estados diferentes, possuindo também pensamentos e culturas diferentes em virtude de suas localizações. À medida que as novas técnicas de trabalho eram executadas, surgiram as dificuldades de adaptação em relação aqueles que compunham o grupo operacional destes setores. Isso se deu ao despreparo cultural ou comportamental, o que dificultou a adaptação de novas técnicas que buscavam ajudar no gerenciamento da manutenção produtiva total. O fator humano foi o alvo presente durante toda a implantação da TPM, no início do projeto ocorreram resistências principalmente por parte do corpo técnico com mais tempo nas empresas fato que foi até certo ponto um obstáculo para a implantação de algumas práticas.

O exercício da TPM nestas empresas sempre buscou o alinhamento das diretrizes do sistema produtivo, a competitividade pela concorrência local, satisfação do cliente, minimização dos custos tanto de manutenção quanto de matéria prima perdida no processo de lapidação e o mais importante, favorecer a integração da manutenção com a produção, valorizando a capacidade e o respeito profissional de todos os envolvidos no processo. A manutenção e a produção evoluíram juntamente com a demanda do meio produtivo, porém, esse trabalho mostrou que a qualidade no produto final acabado, ainda carece de maior atenção nas indústrias, sendo ela uma grande oportunidade de diferenciação da concorrência e aumento da competitividade

Os resultados alcançados nos indicadores e relatórios, foram satisfatórios devido à esta prática que ainda é desconhecida por muitos. O envolvimento e o interesse das equipes foi também fundamental para que o processo tivesse êxito, pois, para eles foi um meio de crescimento profissional através do constante aperfeiçoamento da relação de uso com seu equipamento de trabalho e seu meio de produção. Na busca por maior competitividade nenhuma área pode ser esquecida ou menosprezada, e neste sentido, não buscar a melhoria contínua da qualidade da manutenção e produção é um erro que compromete a permanência de uma organização. O sucesso está na medida em que todos os setores da empresa e todos os níveis de colaboradores acreditam e fazem por onde para que ele aconteça.

Desta maneira, pode-se concluir que um grande aperfeiçoamento nos processos de lapidação e manutenção com proporções de ganhos em todos os aspectos foi alcançada com a implementação da técnicas de manutenção produtiva total. Com as melhorias na produtividade, eliminação de perdas, minimização dos custos de produção, manutenção e principalmente na qualidade do produto final, as empresas obtiveram melhores e maiores ganhos, aumentando o prestígio diante dos clientes e ampliando sua participação no mercado.

## REFERÊNCIA

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. São Paulo: Érica, 2014.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Metodologia científica**. Rio de Janeiro, Editora Atlas, 2003).
- NOGUEIRA, Cássio Ferreira; GUIMARÃES, Leonardo Miranda; SILVA, Margarete Diniz Bráz da. **Manutenção Industrial: Implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM)**. Belo Horizonte, e-xacta, 2012.
- PALMEIRA, Jorge N.; TENÓRIO, Fernando G. **Flexibilização Organizacional: Aplicação de um modelo de produtividade total**. Rio de Janeiro, Editora FGV, 2002.
- REICHEL, Harduin. **Treinamento e desenvolvimento**. Curitiba, IESDE Brasil S.A., 2008.
- SILVA, Romeu Paulo da. **Gerenciamento do setor de manutenção**. Universidade de Taubaté – Taubaté, 2004.
- YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.
- Z. BAVELLONI S.P.A; Manual for use and Maintenance – CR1111. **Instructions for use**. Bregnano CO Italy.

CAPÍTULO

9

## AUTORES

ANTÔNIO DAVID PINHEIRO LOPES

KLYCYA TAYANNE MORAES SILVA

HELENILTON PEREIRA RODRIGUES

RODRIGO DE SOUSA MUNIZ

VICTOR HENRIQUE FERREIRA LOBÃO

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

# LOGÍSTICA DE TRANSPORTE APLICADA NO ESCOAMEN- TO DE GRÃOS DE SOJA DOS PRODUTORES DO SUL MARA- NHENSE PARA O PORTO DO ITAQUI

## RESUMO

A região sul do maranhense é hoje uma grande produtora de grãos de soja do país, mas assim como outras regiões agrícolas do Brasil tem um sofrido com o alto custo do transporte de sua produção até os portos por onde essa produção é exportada, nesse caso, o Porto do Itaqui, que fica na capital São Luís, esse é um ponto de fundamental importância para toda a cadeia produtiva e de exportação da soja, a Logística de Transporte nesse caso surge como uma grande aliada no planejamento e na otimização do processo de transporte e na redução dos custos envolvidos, através de uma melhor utilização dos modais disponíveis, isso torna a cadeia produtiva mais eficiente aumentando a competitividade da soja sul maranhense junto ao mercado nacional e internacional.

**Palavras-chave:** Soja, Transporte, Logística, Custo.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de grãos do mundo, e o Estado do Maranhão contribui para isto com uma produção de cerca de 4,843 milhões de toneladas de grãos segundo dados presentes em nota do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC), baseada nos resultados do Levantamento Sistemáticos de Produção Agrícola (LSPA) do 1º trimestre de 2019, referente à safra de grãos 2018/19.

Os produtores de soja localizados na região sul do Estado são responsáveis por mais da metade dos grãos produzidos e exportados através do Porto do Itaqui, que fica na parte litorânea do Estado, o que cria um problema de logística para os produtores escoarem a sua produção, por causa da distância de cerca de 815 km entre eles e o porto. A Logística de Transporte foi criada exatamente no intuito de solucionar problemas e dificuldades como a apresentada. Ela auxilia os profissionais responsáveis no planejamento dos melhores trajetos, quais os melhores períodos para o transporte e parada da carga e etc.

Quando bem planejado e executado, o plano logístico evita o desgaste físico dos trabalhadores responsáveis pelo transporte, causa uma redução de custos com a economia de tempo do deslocamento entre os pontos de partida das cargas e o ponto de descarga, no caso o porto.

Este artigo tem como objetivo apresentar a importância do uso da Logística de Transporte para a exportação de grãos de soja no Estado do Maranhão, os problemas enfrentados por ela e apontar possíveis soluções para esses problemas, haja vista que o Estado tem tido ao longo dos anos um aumento contínuo de sua produção deste tipo de grão, o que exige um planejamento cada vez mais eficiente no que tange ao transporte desse tipo de carga, evitando assim desperdícios e perdas ao longo do trajeto.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pela definição do Council of Supply Chain Management Professionals “logística é a parte do Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semiacabados e produtos acabados, bem como as informações a eles relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes”. (CARVALHO, 2002).

Para Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) a logística é um verdadeiro paradoxo, pois é ao mesmo tempo, uma das atividades mais antigas e um dos conceitos gerenciais mais modernos. Já Novaes (2004) classifica a logística como o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

O objetivo da logística segundo Ballou (1993) é assegurar disponibilidade do produto correto, na quantidade correta, na condição correta, no lugar certo e na hora certa para o consumidor correto por um custo ideal.

Fleury (2000) explica que desde que o homem abandonou a economia extrativista, e deu início às atividades produtivas organizadas, com produção especializada e troca de excedentes com outros produtores, surgiram três das mais importantes funções logísticas, ou seja, estoque, armazenagem e transporte.

Goulart e Campos (2018) afirmam que a logística completa o envolvimento de informações relacionadas ao recebimento, armazenagem, estoque, embalagem e transporte de materiais e produtos. E que “o transporte é dentre as operações logísticas a mais importante.” (GOULART e CAMPOS, 2018).

Wanke (2000) diz que o transporte é uma das principais funções logísticas. Além de representar a maior parcela dos custos logísticos na maioria das organizações, tem papel fundamental no desempenho de



diversas dimensões do Serviço ao Cliente e, do ponto de vista de custos, representa em média, cerca de 60% das despesas logísticas.

Para Goulart e Campos (2018) a locomoção de produtos entre as regiões é feita por meio do transporte o que o torna vital para a logística e significa que a infraestrutura de transportes é importante para o crescimento e desenvolvimento econômico e social. Afirmando ainda que: “a eficiência no transporte reduz os custos para as empresas e que a eficiência no transporte também reflete no aumento do seu potencial no comércio externo, na importação e exportação. Os custos muito altos de transporte encarecem os produtos e reduzem a competitividade comercial do país.” (GOULART; CAMPOS, 2018).

Referente ao transporte de sua produção agrícola, estudos como os realizados por Dohlman, Schnepf e Bolling (2001), Pinazza (2008), dentre outros, demonstram vantagens de custo do Brasil frente a seus competidores internacionais referente a produção de grãos.

Mas Ometto (2006) revela que o país perde a competitividade e essa vantagem diminui significativamente quando o produto agrícola sai pela porteira das propriedades rurais com preços baixos e chega ao destino com custos altíssimos por causa dos problemas logísticos e estruturais do transporte. O que tem dificultado significativamente uma maior expansão sustentada do agronegócio brasileiro em geral e em particular dos grãos de soja.

Segundo Alvarenga e Novaes (2000), para se organizar um sistema de transporte é preciso ter uma visão sistêmica, que envolve planejamento, mas para isso é preciso que se conheça: os fluxos nas diversas ligações da rede; o nível de serviço atual; o nível de serviço desejado; as características ou parâmetros sobre a carga; os tipos de equipamentos disponíveis e suas características.

No início da década de 80, segundo Freitas (2003) a infraestrutura logística brasileira sofreu um processo de estagnação e degradação, que só foi atenuada em meados da década seguinte. Embora o Brasil já tenha aumentado a competitividade das suas unidades produtivas, seu posicionamento no mercado internacional está comprometido em função dos elevados custos logísticos.

Fleury (2005) nos mostra que houve um aumento explosivo das exportações entre 1999 e 2003, o que teve vários impactos positivos, dentre os quais destaca-se o aumento da participação do Brasil nas exportações mundiais, que saltou de 0,86% para 1,03%, o crescimento da participação das exportações no PIB nacional, que pulou de 7% para 13%, e o aumento das reservas cambiais do país. Mas que ao mesmo tempo, esse aumento nas exportações revelou uma série de fragilidades logísticas do país.

Essa fragilidade foi representada pela falta de infra-estrutura logística do Brasil, as condições precárias das rodovias, a baixa eficiência e falta de capacidade das ferrovias existentes, pela desorganização e excesso de burocracia dos portos. O que resultou no aumento das filas de caminhões nos principais portos, longas esperas de navios para a atracação, o não cumprimento dos prazos de entrega ao exterior, tudo isto resultando no aumento dos custos e redução da competitividade dos produtos brasileiros no exterior (FLEURY, 2005).

### 3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste artigo foi realizado um levantamento bibliográfico a fim de se fazer uma análise literária sobre a utilização da logística no transporte, para tanto se fez uso de periódicos específicos, livros e de informações de bancos de dados nacionais e internacionais na busca de ampliarmos nosso conhecimento sobre o tema, abrangendo também o transporte agrícola no Brasil, de modo particular o dos grãos de soja.

### 4. LOGÍSTICA DA SOJA

A soja foi introduzida oficialmente no país em 1914, no Rio Grande do Sul. Mas, a sua expansão deu-se

efetivamente a partir da década de 1970, com aumento do interesse da indústria de óleo e da demanda do mercado internacional. Ao longo dos anos houve uma melhoria no cultivo e produção o que levou a soja para diversas regiões brasileiras, dando estabilidade às áreas de fronteira agrícola do País (OJIMA, 2004).

No Estado do Maranhão o Sr. Leonardus Phillipsen foi quem deu início, no ano de 1977, a produção comercial da soja na região sul maranhense com uma plantação de 32 hectares, que não gerou o retorno financeiro esperado, haja vista a falta de tecnologias adequadas ao plantio da soja naquele momento, o que evidenciou a necessidade de investimentos em pesquisas que gerassem tecnologias, principalmente de cultivares adaptadas a região (PALUDZYSZYN FILHO, 1995).

Segundo relato de Paludzyszyn Filho (1995) esta condição motivou, na década de 80, a ida de vários pesquisadores à região, o que resultou na criação de uma unidade de pesquisa no município de Balsas no ano de 1987, onde atualmente funciona a Unidade de Execução de Pesquisas – UEP/Balsas, ligada a Embrapa Cocais.

Além das melhorias alcançadas por conta das pesquisas o aumento da produção de soja na região foi incentivado através de parcerias feitas com antiga Cia Vale do Rio Doce – CVRD, hoje denominada Vale, através da Superintendência da Estrada de Ferro Carajás, estudos conjuntos para a criação do Corredor de Exportação Norte, embasados nos estudos da Embrapa, dos recursos técnicos e humanos presentes na região que tornou favorável a produção de grãos em larga escala que foi financiada pela Diretoria de Credito Rural do Banco do Brasil. (PALUDZYSZYN FILHO, 1995).

Foi fundamental a participação da CVRD (Vale) para a exportação da soja colhida pelos produtores sul maranhenses naquele momento, já que os mesmos não possuíam uma estrutura de transporte bem definida para levar suas colheitas até a capital do Estado, São Luís, de onde a soja seria exportada. A CVRD viabilizou esse transporte com a construção de infraestrutura de embarque de grãos, em Imperatriz, o transporte em vagões de cerca de 89,0 toneladas de soja levados da região sul do Maranhão para armazenagem no terminal da Ponta da Madeira, em São Luís, através das ferrovias Norte-Sul e Carajás (CVRD, 1993).

Segundo informações do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) divulgada no dia 03 de dezembro de 2018, as exportações brasileiras do complexo soja, isto é, grão-farelo-óleo, somaram 6,185 milhões de toneladas em novembro, gerando receita de US\$ 2,477 bilhões o que em comparação com igual período de 2017, nos mostrou que a receita praticamente dobrou, aumentando em 98,7%, e o volume cresceu 88%.

O complexo soja produzido pelo Brasil é utilizado em diversos processos agrícolas e industriais internamente no país e exportada tanto in natura, quanto como farelo e óleo, como mostrado na Figura 1.

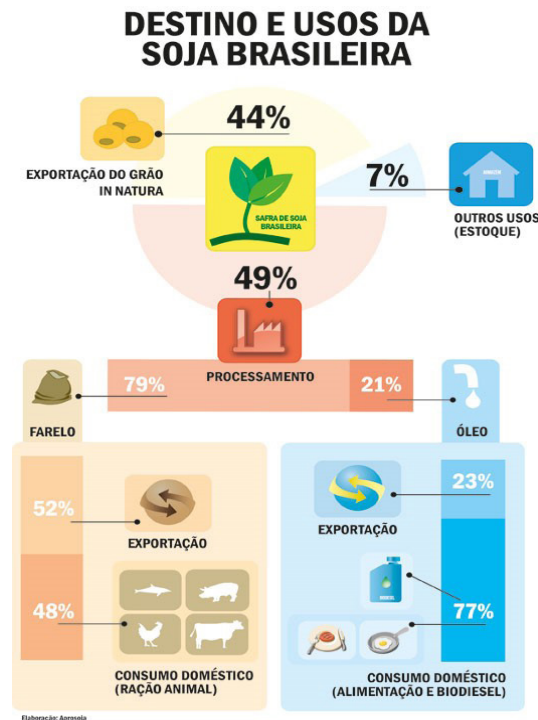


Figura 1 - Destinação e uso do complexo soja produzido no Brasil

Fonte: Associação Brasileira dos Produtores de Soja - APROSOJA

Essas informações demonstram quão importante é o complexo soja como commodities para o Brasil. Mas os resultados poderiam ser ainda melhores haja vista que se faz necessário melhorias na infraestrutura logística do transporte entre a produção e os portos por onde a soja é exportada, visando uma maior redução de custos e de tempo. Grandes empresas brasileiras exportadoras de soja apontam que as principais restrições enfrentadas por elas para a ampliação do volume exportado tem relação com os custos e incertezas presentes no processo de escoamento da produção. (MEREGE; ASSUMPÇÃO, 2002).

Há no Brasil um grande gargalo para os produtos agrícolas que se relaciona com a logística, provocado pela precariedade no transporte entre as fontes de produção (áreas plantadas) e as áreas de armazenagem e exportação, o que representa um enorme prejuízo para o setor. Grande parte das rodovias brasileiras, quer seja estadual ou federal, necessitam de melhorias e ampliações, assim como no modal ferroviário, que precisa de aumento de sua malha a fim de atender um maior número de municípios, e consequentemente seus produtores. Quanto ao modal hidroviário, é necessário que se faça um melhor aproveitamento, além do aperfeiçoamento da produtividade dos portos e armazéns (OMETTO, 2006).

A necessidade de melhorias na infraestrutura logística presente no país nos mostra que a mesma ainda encontra-se em um nível de pouco desenvolvimento, as empresas estão começando agora a integrar as suas atividades logísticas. Esse panorama é fruto da política econômica adotada pelo governo brasileiro ao longo das décadas. A política adotada favoreceu o desenvolvimento interno em detrimento do avanço internacional. A infraestrutura logística, principalmente o transporte, foi desenvolvida pelo governo, seguindo um padrão estatal, para contemplar a integração do mercado interno, sem preocupação com custos, qualidade e produtividade (FREITAS, 2003).

Os produtores e exportadores de soja do país tiveram que se adaptar à infraestrutura existente na criação do seu processo de comercialização da soja, que se inicia com o produtor, que vende os grãos para a agroindústria, para as cooperativas ou as empresas de trading, que costumam ser as responsáveis pelas exportações da soja em grão. A negociação da safra da soja é frequentemente realizada com antecipação. Esta é uma forma de evitar uma pressão excessiva nos preços nos meses de safra e, ao mesmo tempo, financiar a lavoura, pois parte da safra é entregue às empresas de trading em troca de insumos (COELI, 2004).

Segundo Coeli (2004), o escoamento da produção de grãos de soja ocorre em duas etapas:

1. Com o transporte das lavouras para um armazém dentro da área da fazenda, cuja responsabilidade costuma ser do produtor, sendo feito através de carretas. Seu custo se torna elevado devido à ausência de pavimentação nas estradas rurais.
2. Com o transporte dos armazéns dos produtores diretamente para exportação ou para a indústria de processamento. A partir dos armazéns dos produtores, a soja em grão segue por ferrovias, rodovias ou hidrovias, para ser direcionada para exportação (portos).

Cada um deles modais possui custos e características operacionais próprias, que os tornam mais adequados para determinados tipos de operações e produtos. Os critérios para escolha de modais devem levar em consideração por um lado aspectos de custos, e por outro as características de serviços (NAZÁRIO, 2000).

Dos cinco modais de transporte existentes (ferroviário, rodoviário, hidroviário, dutoviário e aéreo) apenas três são utilizados no escoamento da soja, rodoviário, ferroviário e hidroviário. O modal dutoviário não é utilizado devido às características físicas do produto, enquanto que o modal aéreo é extremamente caro para o transporte de commodities. Segundo Batalha (1997) o sistema de transporte é especialmente relevante aos produtos agroindustriais devido à perecibilidade e alta relação peso-valor que frequentemente caracterizam esses produtos.

De acordo com Hijjar (2004), os modais tipicamente mais eficientes para exportação da soja produzida no Brasil, que possuem grandes volumes, longas distâncias a serem percorridas e valor agregado relativamente baixo, são as ferrovias e hidrovias. Tais modais, embora exijam um maior tempo de transporte, têm capacidade bem mais elevada e, quando disponíveis, podem trazer economia de custos e redução de perdas. O papel do modal rodoviário, por sua vez, seria de atuação nas “pontas”, levando os grãos aos terminais ferroviários e/ou hidroviários.

A movimentação da soja dos principais polos produtores com destino ao mercado externo pode se dar por diferentes modais de transporte. Segundo estudo desenvolvido por Ojima (2005), os produtores de soja do Estado do Maranhão utilizam-se da rodovia BR-230 até o município de Estreito (MA), onde a opção é seguir pela a ferrovia Norte-Sul, que por sua vez se liga à estrada de Ferro Carajás, de onde segue para o porto de Itaqui (Figura 2).

## Sistema Logístico Norte

A **Estrada de Ferro Carajás** e a **Ferrovias Norte Sul** formam um extenso corredor de transportes que liga o interior dos estados do Pará, Maranhão e Tocantins ao Terminal Marítimo de Ponta da Madeira e Porto de Itaqui, localizados em São Luís. Além de terminais multimodais localizados estrategicamente ao longo do corredor.



5



Figura 2 - Traçado das Ferrovias Norte/Sul e Estrada de Ferro Carajás

Fonte: Planos de Negócio de Carga Geral das Ferrovias da Vale

Segundo Ballou (1993) existem duas formas de serviço ferroviário, o transportador regular e o privado. Um transportador regular presta serviços para qualquer usuário, sendo regulamentado em termos econômicos e de segurança pelo governo. Já o transportador privado pertence a um usuário particular, que o utiliza em exclusividade.

O transporte ferroviário apresenta um custo fixo de implantação e manutenção elevado, porém, apresenta grande eficiência de energia. Os fatores distância e densidade do tráfego determinam a viabilidade da ferrovia, sendo o modal excelente para grande volume de cargas. (RODRIGUES, 2001)

Segundo Coeli (2004), no modal ferroviário consome-se quatro vezes menos combustível que no rodoviário, tornando o primeiro mais vantajoso para o escoamento de cargas a longas distâncias. Assim, se operado eficientemente, o transporte ferroviário de elevada capacidade de carga e caracterizado por baixos custos variáveis, poderia apresentar menores custos de transporte (CAIXETA, 1998).

Da mesma forma, quanto ao modal hidroviário, Caixeta (1998) apontam que um conjunto de barcaças consome menos da metade do combustível gasto por um comboio ferroviário, para mesmos volume de carga e distância, o tornaria seus custos ainda menores entre todos os modais.

A respeito do transporte rodoviário Maluf (2000) afirma que, é o tipo de transporte mais usado em curtas e médias distâncias. É também o mais flexível e o mais ágil no acesso às cargas, e permite integrar regiões, mesmo as mais afastadas dos grandes centros, bem como o interior dos países.

Keedi (2001) quando se refere ao modal rodoviário apresenta que sua importância futura será dada mais em termos de qualidade de transporte, fazendo parte da cadeia logística como o mais importante elo de transporte, já que é o único modal que pode unir todos os demais, bem como os pontos de origem e entrega da carga.



## 5. CONCLUSÃO

É notável os desafios logísticos referentes ao transporte da soja em grão em todo o país, principalmente se tratando de uma commodity tão importante quanto essa, a qual é perecível e tem baixo valor agregado. Apesar dos intensos esforços governamentais feitos nos últimos anos visando à modernização do setor de infraestrutura logística, observa-se que ainda existem dificuldades para a implantação de serviços de logística dentro de padrões internacionais de qualidade e de confiabilidade.

Mas como observado neste artigo se faz necessário uma melhor utilização de ferramentas, como a Logística de Transporte para um planejamento e execução mais adequando e eficiente no que tange ao uso dos modais para o transporte dos grãos de soja das áreas produtoras até o porto por onde essa soja será exportada para outros países. Infelizmente ao longo dos anos os governos brasileiros tem feito poucos investimentos na qualidade das estradas por onde essa produção é escoada e quase nenhum na construção de novas ferrovias ou hidrovias, o que tornaria o transporte das colheitas mais rápido, com um menor custo e de maneira mais eficiente, com a redução das perdas de grãos ao longo do trajeto percorrido.

É esperado que planos de melhorias tragam ganhos competitivos para a soja em grão nacional frente ao mercado internacional são necessários que os diversos setores do sistema logísticos tenham investimentos com planejamento sem que haja favorecimentos, como ocorreu no passado com o transporte rodoviário. A resolução dos principais problemas logísticos no país aumentará a competitividade internacional do Brasil, e consequentemente de seus produtos agrícolas, em particular a soja, aumentando a confiabilidade referente aos tempos de entrega e reduzindo os custos das ineficiências no processo de exportação.

## REFERÊNCIAS

- ALVRENGA, A. C., NOVAES, A. G. N. **Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física**. 3a ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.
- BALLOU, R. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2003.
- BATALHA, M. O. et al. *Gestão Agroindustrial*. Atlas: São Paulo, 1997.
- CAIXETA FILHO, J. V. *Competitividade no agribusiness: a questão do transporte em um contexto logístico*. Piracicaba, FEALQ, 1998.
- CARVALHO, José Meixa Crespo de - **Logística**. 3ª ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.
- COELI, C. C. de M. *Análise da demanda por transporte ferroviário: o caso do transporte de grãos e farelo de soja na Ferronorte*. Tese de Mestrado (Administração) - Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2004.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Superintendência da Estrada de Ferro Carajás**. Diagnóstico do Corredor de Exportação Norte. São Luís: CVRD, 1993.
- DOHLMAN, E.; SCHNEPF, R.; BOLLING, C. **Soybean production costs and exports competitiveness in the United States, Brazil, and Argentina**. Economic Research Service, USDA, 2001. Special Article. Oil Crops Situation and Outlook/OCS-2001.
- FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.
- FREITAS, L. **A importância da eficiência logística para o posicionamento competitivo das empresas no mercado internacional**. RAU - Revista de Administração Unime. 2003
- GOULART, V. D. G.; CAMPOS A. De. **Logística de Transporte - Gestão Estratégica no Transporte de Cargas**, 1ª Ed. São Paulo: Erica, 2018
- HIJJAR, M. F. **Logística, soja e comércio internacional**, 2004.
- IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. v.4, n.6, nov./dez., 2018 – São Luís: IMESC, 2019. Disponível em <[http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/Nota\\_de\\_Agricultura\\_6%C2%BA\\_Bimestre\\_2018.pdf](http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/Nota_de_Agricultura_6%C2%BA_Bimestre_2018.pdf)>
- KEEDI, S.. **Logística de Transporte Internacional: veículo prático de competitividade**. São Paulo: Aduaneiras, 2001.
- MALUF, Sâmia Nagib. **Administrando o Comércio Exterior da Brasil**. São Paulo: Aduaneiras, 2000



MEREGE, A. A; ASSUMPÇÃO, M. R. P. **Logística para exportação da soja paranaense**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Curitiba: Paraná, 2002.

NAZÁRIO, P.; WANKE, P.; FLEURY, P F. **O Papel do Transporte na Estratégia Logística**. 2000.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

OJIMA, A.L.R.O. **Análise da movimentação logística e competitividade da soja brasileira: uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial de programação quadrática**. Campinas: 2004

OMETTO, J. G. S. **Os gargalos da agroindústria**. O Estado de São Paulo, 22 de maio 2006.

PALUDZYSZYN FILHO, E. **A cultura da soja no sul do Maranhão**. Balsas: EMBRAPA-CNPSO, 1995. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/445817/a-cultura-da-soja-no-sul-do-maranhao>> Acesso em: 15 de abril de 2019.

PINAZZA, G. G. M. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da soja no Brasil vis-à-vis os demais países exportadores sul-americanos**. São Carlos: 2008. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/43009768-Gustavo-galvao-de-miranda-pinazza.html>>. Acesso em: 14 de abril de 2019.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. São Paulo: Aduaneiras, 2004.

WANKE; P. **O papel do transporte na estratégia logística**, 2000. Disponível em < <http://www.ilos.com.br/web/o-papel-do-transporte-na-estrategia-logistica/>>. Acesso em: 15 de Abril de 2019.

CAPÍTULO

10

## AUTORES

JUDSON DAVID DA SILVA SOUSA

LEONAM DE OLIVEIRA DIAS COSTA

MICHELLE SUZANE MENDES PI-

NHEIRO OLIVEIRA

# DESENVOLVIMENTO DE REATOR EM BATELADA AUTOMATIZADA POR MI- CRO CONTROLADOR

## RESUMO

**E**ste projeto que tem como principal finalidade mecânica de controlar agitação do material, temperatura do material com auxílio de um atuado para aquecer o agente; ligado a um relé tendo um sensor de temperatura para controle. Utilizando uma hélice para agitação, alimentado por uma tensão de 220 v, podendo ser controlado via celular bluetooth usando os componentes. Apresentaremos proposta de estudo que possa discutir formas de melhorar a Capacidade de produção, reduzir custos operacionais, permite um bom controle de temperatura, bom controle de qualidade do produto devido ao controle de automático.

**Palavras-chave:** Reator, Produção, Temperatura

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de automatizar vem se tornando crescente, pois com o desenvolvimento desse sistema, há uma melhoria no desempenho de suas funções. Já é comum se deparar com diversos desses sistemas no cotidiano, seja de coisas simples ou mais complexas.

O uso e ampliação desses sistemas automatizados vêm sendo indispensáveis nas indústrias, levando-se em consideração que o controle do processo é proporcional a qualidade do produto. O controle da temperatura no processo de tratamento d' água foi mostrado por Dunn (2013) que deve ser constante independentemente da quantidade que estar sendo trabalhada. Para isto, é necessária uma instrumentação eficiente.

A instrumentação pode ser a interação dos elementos que compõem o sistema automatizado, sendo estes: sensores, atuadores e controladores. Basicamente os sensores transmitem dados de grandeza física através de sinais eletrônicos para um controlador, que este é programável para enviar sinais lógicos para um instrumento que atua modificando o processo, ações estas que serão explicadas posteriormente. As CLPs são controladores comuns de sistema fechado encontrados nas indústrias que executam atividades específicas, tratando-se de projetos finais. Então o acesso a prototipagem veio se tornar possível e mais simples a partir dos micros controladores open source que serão discutidos

O sistema de automatização de reatores em batelada tem como objetivo manter o controle de temperatura através de sensores que transmitem sinais eletrônicos para um controlador, se o processo for precisar de ajustes o controlador envia sinais lógicos para um instrumento responsável pelo processo de modificações, neste projeto estudaremos todos esses processos do sistema e sua viabilidade na produção

Estes vasos projetados para conter reações químicas de interesse em escala industrial. O projeto de um reator químico trata com múltiplos aspectos sobre os quais os engenheiros trabalham para obter a maximização dos valores obtíveis para a reação dada. Projetistas trabalham para garantir que a reação se processe com maior eficiência para o produto de saída desejado, produzindo o mais alto rendimento do produto, mas gerando o mínimo de custos para serem comprados e operarem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O início da metodologia foi dado com a utilização de motor elétrico para a movimentação de ventoinha que de uma vez agita a solução de água mais hidróxido de Sódio gerando uma reação exotérmica. O teste é que ao receber o líquido, e após chegar na temperatura ideal o reator liberar o líquido, deixando o líquido na não está temperatura ideal ficará no reator fazendo do reator em batelada um reator contínuo.

A modelagem dos reatores é obtida das leis básicas de conservação de massa e energia, consistindo primeiramente em determinar as variáveis que influenciam o funcionamento dos reatores, sendo o volume inicial, as vazões de entrada e saída, a equação de taxa, a constante cinética e a densidade, algumas delas. Conhecer a temperatura utilizando as placas de Arduino de entrada e a temperatura de saída e faremos um cálculo de temperatura de entrada menos temperatura de Saída para determinar a eficiência do reator, e sabermos qual temperatura está sendo utilizada para geração de energia do motor térmico

Utilizando um motor de 0,5 cv para o acionamento das hélices internas do reator que será desligado quando não houver líquido dentro do reator. A pressão gerada pela alta temperatura será utilizada para mover um motor térmico que ficará fora do processo de homogeneização do líquido que acionar um hélice internas. A máquina térmica vai transformar a energia térmica em energia mecânica transformando o calor no trabalho, ele funciona como um motor. Por outro lado, se transformar o trabalho em calor, ele funciona como uma bomba de calor.

Notamos no teste que o reator de batelada não admite entrada nem saída de reagentes ou produtos durante o processamento da reação. Os reagentes são colocados no reator de uma só vez. Em seguida são

misturados e reagem entre si. Passados certo tempo, os produtos obtidos são descarregados de uma só vez. A reação que ocorre é exotérmica, há um fluxo de água de resfriamento que passa pela camisa.

Utilizamos em experimento em pequena escala com pequenas vazões para dimensionar as condições de operação reais de um reator em batelada consiste na adição de um volume  $V$  com uma concentração hidróxido de Sódio no interior do reator. O reator é então fechado e é dada a partida do motor tudo com a supervisão do sistema *Auto Desk* e as das placas de arduino. O reator opera por um intervalo de tempo  $t$ , no qual ocorrem reações. O reator é mantido sob agitação de modo que o contato entre os componentes em seu interior permita homogeneidade da solução. Após o intervalo  $t$ , o reator é desligado, esvaziado, limpo e preparado para receber um novo volume.

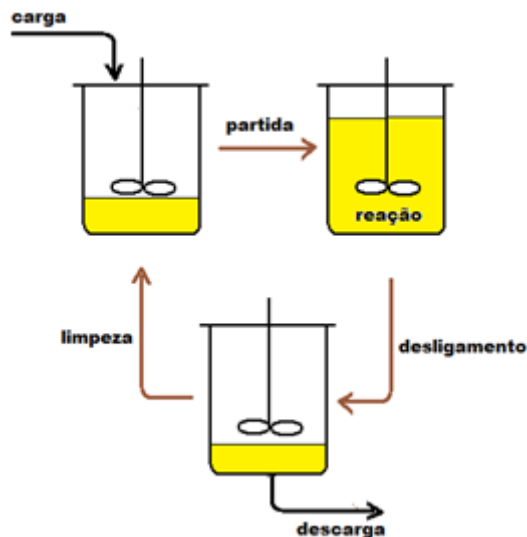


Figura 1 - Fluxo do processo

### 3. DESEMPENHO DO REATOR

O reator de batelada foi projetado para possibilitar sua constante operação sem interrupções a continuidade de manutenção do mesmo, sua utilidade em processos de agentes químicos se destaca com resultado positivos. O monitoramento do sistema foi realizado com a determinação de parâmetros físico-químicos. Os seguintes parâmetros físico-químicos foram analisados: vazão, temperatura. As determinações de temperatura e vazão foram realizadas em loco. Em virtude das perturbações dinâmicas decorrentes do calor gerado da mistura da água com o hidróxido de sódio gerando uma reação exotérmica, os desempenhos adequados do sistema de controle são facilmente alcançados.

- A mistura no reator é perfeita
- Transformar um Reator batelada em continuo
- Aumento de produção

O reator de batelada não admite entrada nem saída de reagentes ou produtos durante o processamento da reação. Os reagentes são colocados no reator de uma só vez. Em seguida são misturados e reagem entre si. Passado certo tempo, os produtos obtidos são descarregados de uma só vez.

Os reatores sequenciais (RBS) são intermitentes para o processo de vazão nos canos, promovendo um aumento de produção na linha de reatores. Isto consiste na etapa de operação associada ao um tanque ou reservatório, onde consiste um revezamento de trocas de calor, este controle é realizado com a parte de supervisão de

O monitoramento do reator temos que levar em consideração a temperatura que a mistura de água com

Hidróxido de Sódio irá apresentar respectivamente durante o ciclo. A maior taxa de oxigênio absorvido deve ter alguma relação com o vapor de calor em relação a mistura provocada pelo ciclo e devido a concentração elevada de oxigênio dissolvido, consequentemente gerou um alto consumo de energia pelo sistema. Os valores de oxigênio dissolvido foram resultantes da vazão de ar quente aplicada para a obtenção de trabalho resultante na ventoinha. As temperaturas médias para o ciclo foram, respectivamente, de 110 a 120 °C, estando dentro da faixa recomendada para a realização de trabalho através do calor.

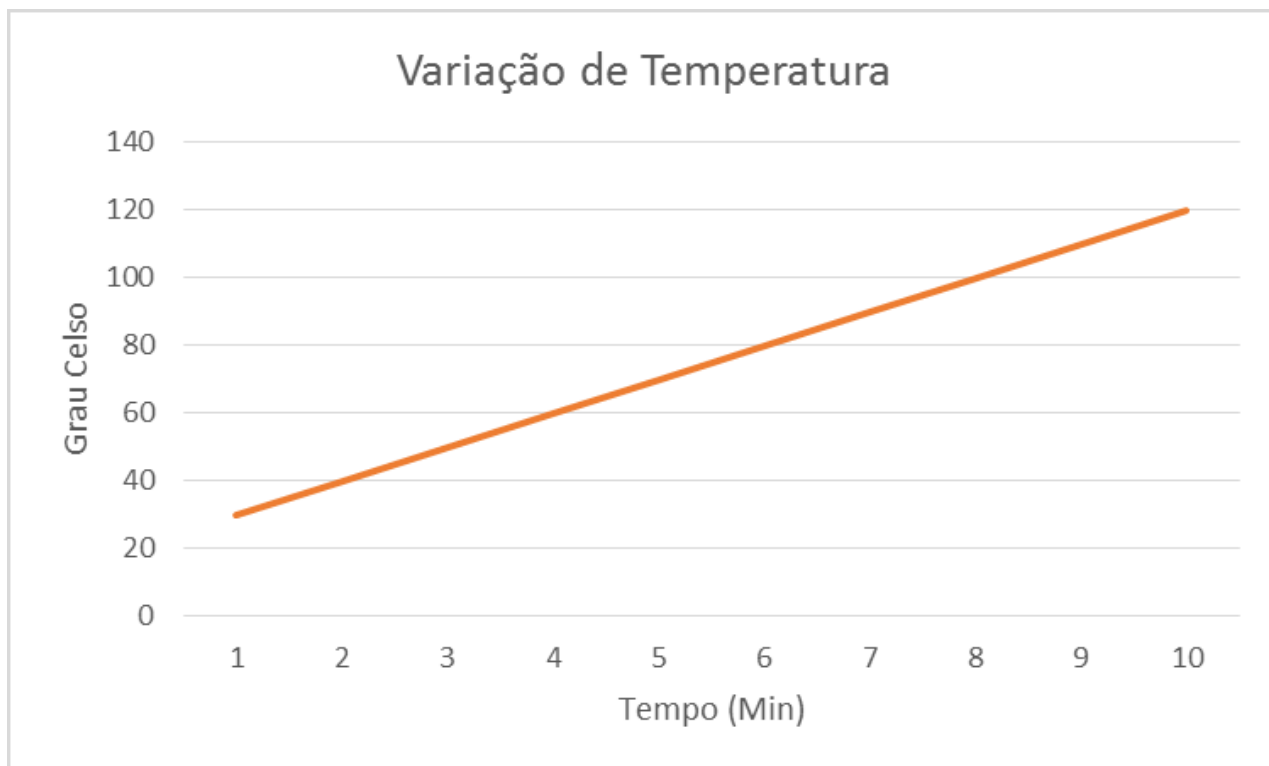


Figura 2 - Gráfico de Temperatura X Tempo

Os resultados do desempenho do reator do presente estudo utilizados água e hidróxido de sódio em ciclos operacionais apresentam resultados que indicam a grande produção no aproveitamento do calor gerado pelo ciclo e esse calor dispersado sendo utilizado em um motor térmico para gerar trabalho. De maneira geral, ciclos de curta duração podem impedir o crescimento de sua produção, por outro lado, com o aumento da duração do ciclo observou-se um aumento de produção e consequentemente uma melhora significativa no desempenho do reator. Quando obtivemos o comportamento da concentração de mistura no afluente tratado de respectiva eficiência em seu objetivo final.

Operando o reator em ciclos variados, houve um aumento de temperatura na concentração de sua mistura e velocidades variadas na ventoinha. Além disso, as eficiências aparecerão depois de horas de operação, o que corresponde ao período em que o processo de homogeneização do reagente com a água no reator.

Para visualizar o conceito de um Reator de batelada em contínuo fizemos um sistema de mistura completa e ambos recebem uma vazão de 2 L/h cada. Um dos tanques tem volume de 4 litros.



Figura 3 - Motor térmico

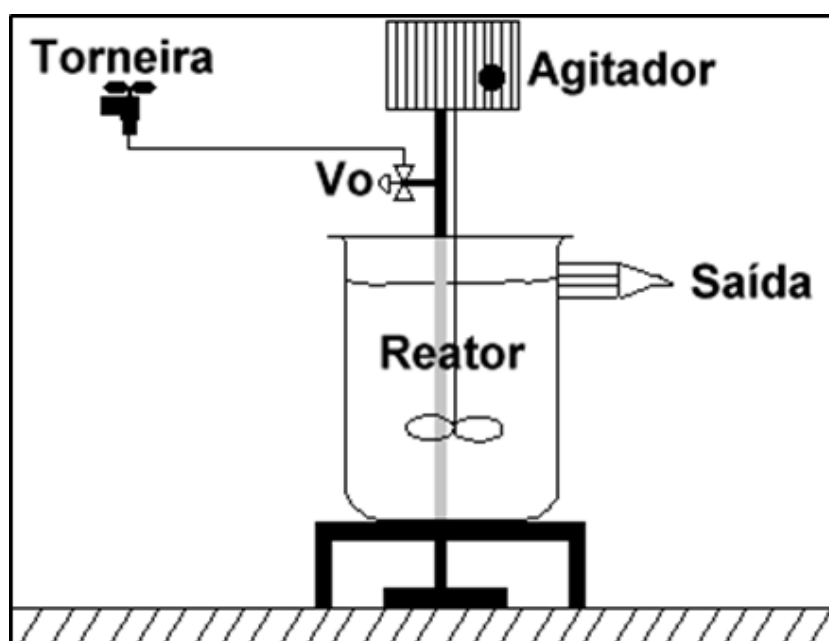


Figura 4 -Reator em Batelada

Os ensaios de foram repetidos quando os *dutos* liberavam o material manualmente. Isso quer dizer que o volume do primeiro reator se renova conforme os cálculos utilizados neste estudo. Esse tempo de renovação é o tempo de retenção hidráulica. Significa quanto tempo a efluente “demora” da entrada até a saída do sistema. Quanto maior o volume do reator, mais tempo o efluente ficará retido.



#### 4. CALCULO UTILIZADO

Cálculos utilizados para determinar o ganho de produção.

$$dt = CAo \frac{dx_A}{(-r_A)}$$

$$(-r_A) = K \cdot CA$$

$$CA = CAo \cdot (1 - X_A)$$

$$dt = CAo \frac{dx_A}{(-r_A)}$$

$$dt = CAo \cdot \frac{dx_A}{K \cdot CAo \cdot (1 - r_A)}$$

$$\int_0^t dt = \frac{1}{K} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1 - X_A)}$$

$$t = \frac{1}{K} \cdot \ln\left(\frac{1}{1 - X_A}\right)$$

$$t = \frac{1}{0,001} \cdot \ln\left(\frac{1}{1 - 0,85}\right)$$

$$t = 1897,11 \text{ s}$$

Somando com tempo de descarregamento e carregamento com fluido de Água mais Hidróxido de Sódio, normalmente seria de 600 s mais como esse fluido cai para metade (300s).

$$t_{\text{total}} = t + t_{\text{operação}}$$

$$t_{\text{total}} = 1897,11 + 300 \text{ operação}$$

$$t_{\text{total}} = 2287,11 \text{ s}$$

Números de Bateladas em 24 horas

$$1 \dots \dots \dots t_{\text{total}} 2287,11 \text{ s}$$

$$\text{Nº de Bateladas} \dots \dots \dots 86400 (24 \text{ horas})$$

$$\text{Nº de Bateladas} = 86400 / 2287,11$$

$$\text{Nº de Bateladas} = 38 \text{ bateladas em 24 horas}$$

Normalmente são 34 bateladas, mas com este fluido temos um ganho de 10,52% de velocidade.

$$VBR = (\text{Massa Total a ser processado em um dia}) / (\text{Nº de Bateladas} \cdot \rho \cdot \text{mistura reacional})$$

$$VBR = 10000 / (38 \cdot 2400)$$

$$VBR = 0,109,64 \text{ m}^3$$

$$VBR = 109,64 \text{ Litros}$$

A máquina Térmica transforma Forte Quente (Q1) em Trabalho (w).

$$w = Q1 - Q2$$

Eficiência do Reator

Foram feitas formas de alimentação apresentadas na Figura anterior, a Tabela abaixo apresenta um resumo da análise da variação do volume e da composição do meio reacional em função do tempo e temperatura do teste em cada tipo de reator batelada para transformação em reator contínuo.

## 5. BALANÇO DE MASSA

A equação fundamental do balanço de massa considera um sistema com entradas e saídas de componentes. Pelo princípio da conservação de massa, a quantidade de matéria que entra no sistema é igual à quantidade que sai. Isso pode se tornar complicado à medida que os sistemas analisados fogem desta condição e a utilização do desperdício em uso energia para um motor térmico.

Em nosso estudo já foi definido que um fluido de água e Hidróxido de Sódio não apresenta forma própria e se adapta à forma do recipiente em que está contido. Ao analisarmos o movimento deste fluido devemos separar suas características, tais como: densidade, pressão, temperatura, velocidade.

Sendo assim, quando temos um líquido saindo por um sistema de canos (tubulação), vemos que a vazão de tal fluido pelo cano é a mesma, ou seja, a vazão é constante em toda a tubulação. Porém, quando o fluido sai de um cano, logo recebemos outro líquido para outra homogeneização.

O fluido escoa para o produto final e a temperatura é dividida entre o processo do reator e processo do motor térmico a fim de que a quantidade de massa ou volume do fluido permaneça a mesma. Sendo assim, podemos concluir, diante do exposto, que a quantidade de fluido que entra em uma parte do cano deve ser a mesma quantidade de fluido que sai na outra parte.

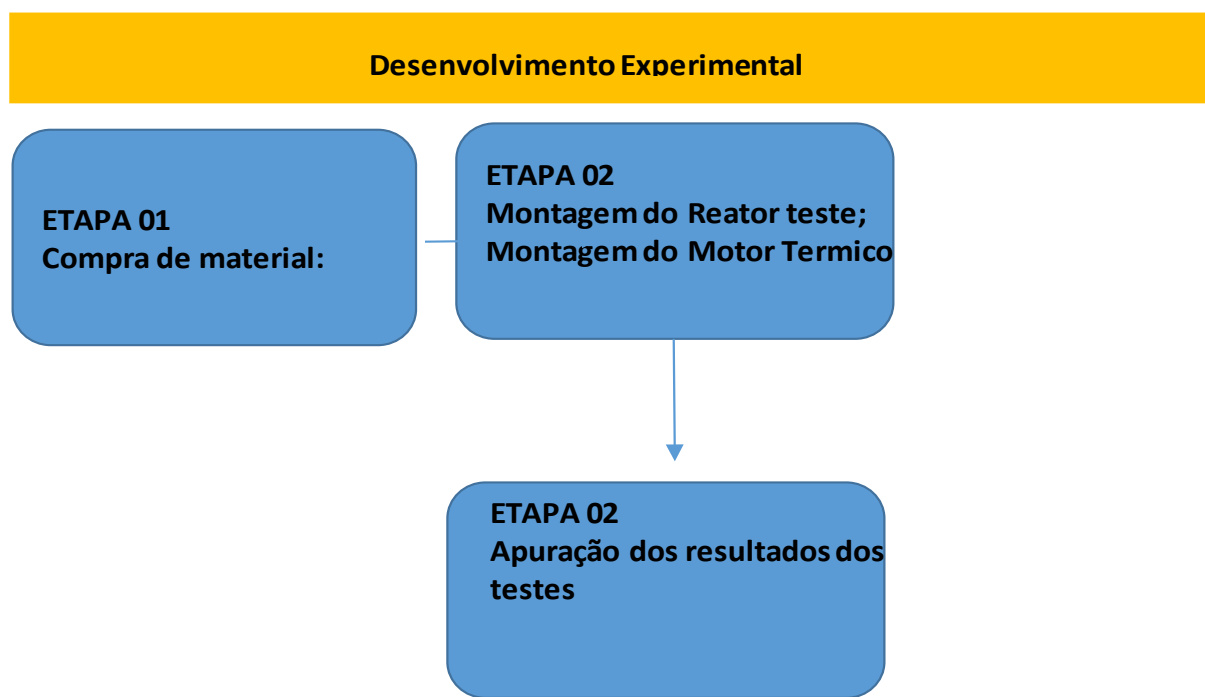


Figura 5 - Fluxograma das etapas

## 6. REATOR OBTIDO PELO REATOR AUTOMATIZADO

O resultado principal deste reator controlar e melhorar o tempo e temperatura de o monitoramento constante do mesmo é agitação, que no caso no produto a ser utilizado, H<sub>2</sub>O e Hidróxido de sódio seria extremamente necessário para nosso propósito; também podendo ser utilizado para outros tipos de controles e misturas.

Não havendo o controle estável de temperatura, agitação o produto pode sofrer alterações no decorrer do processo, teria que ficar com temperatura e agitação estável de acordo com a temperatura pedida no processo podendo ser mais longo ou mais curto.

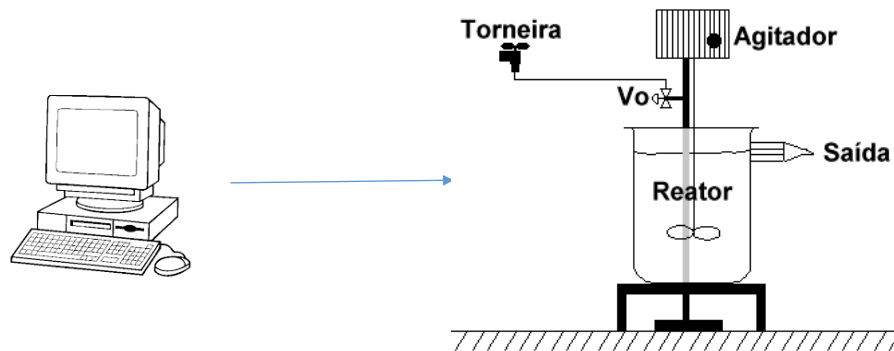


Figura 6 - Sistema Supervisório

As principais dificuldades encontradas no protótipo é programações no Arduino foram alguns componentes eletrônicos que não obtivemos por falta no mercado como alguns sensores e reles apropriados e principalmente a termo resistência que tivemos que fazer adaptações. No processo seria o controle da temperatura para o fluido utilizado para saber se o processo seria mais longo ou mais curto de acordo com a variação de temperatura.

## 7. CONCLUSÃO

A partir das informações apresentadas neste estudo, observa-se que o sistema de bateladas sequenciais, atrelado a um sistema de automação robusto e adequado, surge como ótima alternativa para o aumento de produção e eficiência no processo, utilizando as perda de energia como ganho de energia na realização de trabalho ( $w$ ) em outro processo de motor térmico, observou-se que a maior flexibilidade operacional frente aos sistemas automatizado, tem além de requisitos de área para sua construção inferiores aos sistemas de fluxo contínuo, em virtude da execução de todas as etapas do processo

O sistema de armazenamento dos dados executado pelo programa supervisório chamado *Auto Desck*, que foi importante para a determinação de desempenho do sistema, haja vista que informações como duração de cada etapa do processo e dinâmica da concentração de oxigênio dissolvido são primordiais para se verificar o comportamento do sistema e, caso necessário, quais mudanças deveriam ser promovidas para se obter melhores resultados

## REFERÊNCIA

- AG, S. **SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual**. Nuernberg, Germany, set.2007.
- BARBOSA, A. O. **Automação de Reatores de Bateladas Sequenciais para o Tratamento de Esgotos Domésticos Visando a Remoção de Matéria Orgânica e Nutrientes**. XVII Congresso Brasileiro de Automática, set. 2008.
- CASTRO DANIEL, L.M.C. (2005). **“Remoção de Nitrogênio via Nitrito em Reator Operado em Bateladas Sequenciais Contendo Biomassa Imobilizada e Aeração Intermitente.”** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP.
- IAMAMOTO, C.Y. (2006). **“Remoção de Nitrogênio de Águas Residuárias com Elevada Concentração de Nitrogênio Amoniacal em Reator Contendo Biomassa em Suspensão Operado em Bateladas Sequenciais e sob Aeração Intermitente.”** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 139p.
- VON SPERLING, M. **Lodos Ativados – Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, v.4. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Minas Gerais, 2002. 428 p.
- ZAIAT, M., RODRIGUES, J. A. D. E RATUSZNEI, S. M. (2001). **Anaerobic sequencing batch reactors for wastewater tratament: a developing technology**. Appl Microbiol Biotechnol, 55, 29-35.

CAPÍTULO

11

AUTORES

FÁBIO OLIVEIRA CURVELO

## A INFRAESTRUTURA MECÂNICA DOS PORTOS BRASILEIROS QUE EXPORTAM CAFÉ

### RESUMO

O artigo foi elaborado com intuito de promover uma pesquisa que esclareça alguns pontos relativos a importância da infraestrutura mecânica das vias de escoamento da produção brasileira, tendo como base a logística portuária. Com essa proposta de estudo, pretendeu-se permitir um conhecimento abrangente sobre o sistema portuário brasileiro, suas características, sua importância para o desenvolvimento do país, suas limitações e atuais perspectivas. A metodologia adotada foi à pesquisa bibliográfica e documental, que se utilizou de fontes secundárias como artigos científicos que abordem o assunto da política de exportação do café e também sobre a infraestrutura portuária bem como a ausência de políticas públicas para enfrentar os problemas sociais e ou ambientais nos portos.

**Palavras-chave:** Logística Portuária. Infraestrutura. Produção. Maquinário.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui vários problemas de infraestrutura em diversos setores da indústria, mas poucos são graves diante da logística portuária. Muito se fala, muitos projetos existem, mas pouco é colocado em prática, e enquanto esperamos, sofremos com atrasos, custos altos, e perdas nos mais diversos níveis: perdas de grãos, de competitividade, de mercado, etc.

Hoje em dia a logística portuária brasileira apresenta muitos sinais de desenvolvimento econômico para o país, principalmente as cidades que ficam próximas às instalações portuárias que foram construídas para o escoamento da produção local e nacional, além de suas áreas de influência. Sendo um dos produtos mais produzidos no Brasil, o café é sem dúvida um dos maiores produtos que movimentam a economia brasileira, entretanto essas virtudes no alto desenvolvimento da política cafeeira brasileira segue limitada por falta de infraestrutura que potencialize o escoamento dessa produção, pois nem, todos os portos brasileiros possuem instalações adequadas para suprir as necessidades de armazenagem e embarque do produto, sendo uma falha bem prejudicial para o desenvolvimento da economia levando em consideração que o café brasileiro é de excelente qualidade, então seria de muito interesse dos exportadores em colocar o café brasileiro nas prateleiras dos supermercados de todos os continentes assim fortalecendo a entrada de capital no país e levando a imagem do nosso produto a um patamar de primeiro mundo.

Diante disso, a problemática deste artigo consiste na seguinte interrogativa, quais as melhorias necessárias em relação a infraestrutura dos portos nacionais para atender as reais necessidades do processo de exportação do café brasileiro?

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar quais as deficiências que a logística portuária brasileira apresenta como fatores que interferem negativamente para o escoamento da produção de café brasileiro. E os específicos: Compreender sobre a importância da logística portuária para a indústria brasileira; Proporcionar métodos de melhoria da capacidade operacional dos portos para a armazenagem do café; Definir estratégias para maximizar a capacidade de embarque e desembarque nos portos brasileiros garantindo a qualidade do café que é exportado.

Este artigo esta estrutura do em quatro tópicos, sendo o primeiro deles a introdução que apresentou toda a caracterização da pesquisa sendo, a problematização, hipóteses, objetivos, justificativa e metodologia. O capítulo dois apresentará a logística portuária nas suas características gerais e um pouco da sua história ao longo da política de exportação do café. O capítulo três apresentará a infraestrutura dos principais portos brasileiros. O capítulo quatro apresentará conceitos as fragilidades da infraestrutura portuária no Brasil e finalizando com as considerações finais aonde será apresentada um pequeno resumo sobre a compreensão geral acerca do tema.

## 2. AVANÇOS, FRAGILIDADES E DESAFIOS DA MAQUINÁRIA DOS TRANSPORTES PORTUÁRIOS

O transporte de cargas no Brasil está vinculado a um setor da economia que é responsável por toda a logística nacional, permitindo que o Brasil entre para o mundo globalizado e permita que seja atendida as necessidades dos consumidores e empresários. Não tem como negar que o desenvolvimento econômico de um país está totalmente vinculado aos seus modais de transporte, mas mais necessariamente o modal marítimo que é o que mais se aplica no transporte de cargas, tanto nacionais, entretanto existem situações em que mais de um modal é utilizado no transporte.

Segundo Barat,

O transporte multimodal, especialmente pela intensiva utilização de contêineres, tem uma importância decisiva para a consolidação de complexas cadeias logísticas, tendo em vista tanto o abastecimento interno quanto o escoamento de produtos em escala mundial (BARAT, 2004, p.34).

Os portos são estruturas de extrema necessidade dentro da cadeia de suprimentos, pois o mesmo é responsável por uma etapa fundamental para a movimentação do comércio, principalmente o comércio exterior, seja na movimentação de cabotagem e principalmente na movimentação de longo curso. Só recentemente, com a criação da Secretaria Especial de Portos da Presidência da República, com status de ministério, o setor portuário brasileiro passou a ocupar espaço de destaque na agenda governamental. Neste contexto, podemos citar o Decreto 6620/08 que dispõe sobre políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos e terminais portuários, que desde a sua edição já propiciou investimentos privados, da ordem de R\$ 32 bilhões.

Citamos também o Programa Nacional de Dragagem, uma meta estabelecida pela SEP/PR, em desenvolvimento em portos estratégicos, que irá permitir uma dragagem de mais de 100 milhões de metros cúbicos, aprofundando canais de acessos, bacias de evolução e cais de atracação, permitindo maior fluxo de navios, alavancagem do desempenho das exportações, redução de custos operacionais, aumento da produtividade e principalmente dotando os portos de condições de receber navios de maior porte o é que uma tendência na navegação mundial.

No que se refere à capacitação, gestão e força de trabalho, a preocupação deve se prender na institucionalização de um sistema de gestão profissional nas companhias docas, uma alteração das relações trabalhistas dentro do sistema e principalmente um programa de qualificação ou requalificação em todas as áreas atuantes do sistema.

A modernização portuária no Brasil, como dito, vem exigindo uma atualização em seu marco regulatório, como, também, o um forte investimento na infraestrutura e equipamentos dos portos.

Segundo Araujo,

O Sistema portuário, considerado um sistema altamente complexo, está inserido em sistemas ambientais, sociais e econômicos ainda mais complexos. As ocorrências de impactos ambientais diretos e ou indiretos, decorrentes da construção, ampliação ou operação portuária, gera conflito caracterizados por interesses concorrentes (pesca, turismo, expansão urbana e proteção ambiental). Daí, a importância de trazer para o debate a questão portuária ambiental, as relações que se estabelecem entre porto e cidade. O grande desafio que se apresenta para o setor é entender e encampar outra abordagem denominada de revisionista, ou hipótese de Porter, que considera a imposição de padrão ambiental estimulante à busca de inovações tecnológicas para melhor utilizar ou reutilizar os insumos, diferenciando os produtos, determinando, consequentemente, a vantagem competitiva de um concorrente sobre os demais. Assim, os portos ambientalmente mais adequados, dentro de um mercado que trabalhe com certificação ambiental ou com barreiras técnicas no chamado ciclo 34 de vida do produto, tanto podem diminuir impactos e custos, quanto conseguir manter e atrair novas cargas para suas operações. (ARAÚJO, 2010 p. 18)

Diante do que foi explanado pelo autor acima, os investimentos em novas instalações ou nas modernizações além de proporcionar melhorias operacionais, também visam a qualidade de vida da população no momento em que há uma preocupação com a questão portuária ambiental, visando portos ambientalmente mais adequados.





figura. 1 – Distribuição do sistema portuário brasileiro

Fonte: SEP / <http://www.portosdobrasil.gov.br/sistema-portuario-nacional>

Na imagem acima, é possível ver a distribuição dos portos no Brasil, e que cada porto tem uma influência econômica muito importante para a região em que o mesmo está inserido, além disso o sistema apresenta alternâncias entre a participação do Estado no processo operacional, delegação dos serviços e instalações e da iniciativa privada, que nem sempre assumia de forma integral ou pelo menos parcial suas obrigações com os investimentos necessários dentro dos portos concedidos.

Ao longo da história, os portos Brasileiros foram e são considerados, a exemplo dos demais portos internacionais, como os principais equipamentos indutores do desenvolvimento do país. Os nossos portos, especificamente, sempre foram e são os vilões do chamado “custo Brasil”. Recentemente, junho/2013, foi aprovada a Lei 12.815 que pode ser considerado um novo marco regulatório para o sistema portuário nacional, apresentando um avanço importante para o setor, tendo como maior desafio a sua regulamentação e implementação.

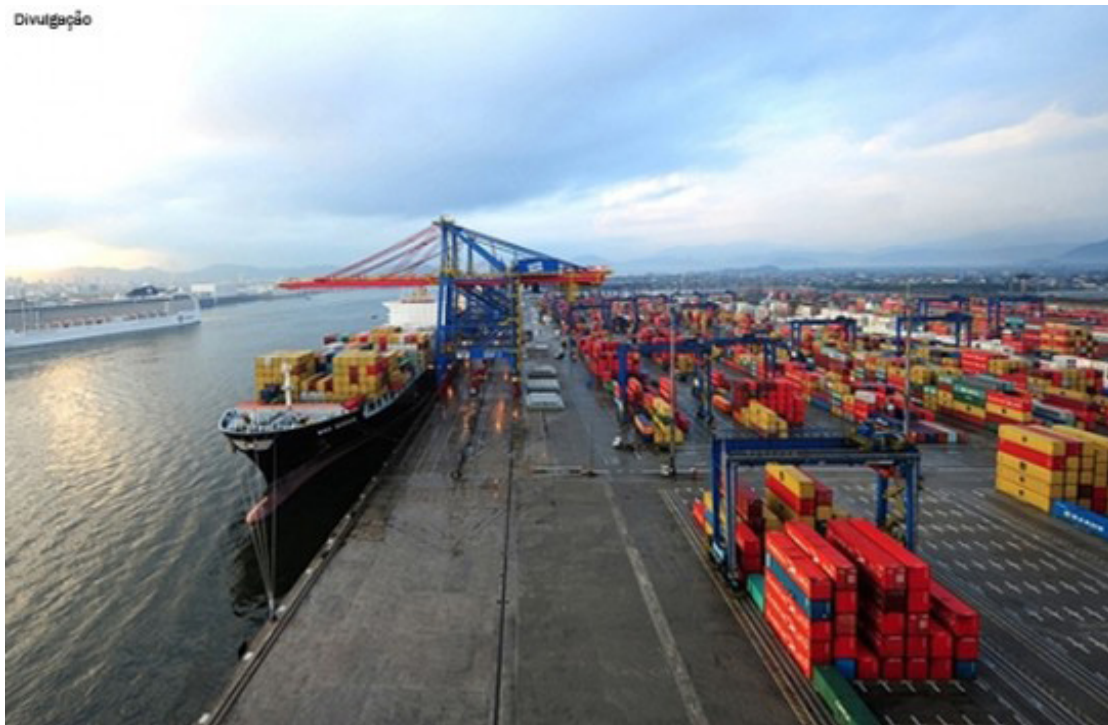
### 3. PRINCIPAIS PORTOS BRASILEIROS

#### 3.1 Porto de Santos

Sendo um dos portos mais importantes do Brasil, situado nos municípios de Santos e Guarujá, no estado de SP, o porto de Santos permanece como o porto mais influente no conjunto de movimentação de contêineres na América Latina.

A atividade do porto é de 27,40% da movimentação quando comparado aos demais portos brasileiros. Na imagem abaixo é possível ver um pouco de sua grande estrutura.

Figura. 2 – Porto de Santos (SP)



Fonte: (<http://www.informativodosportos.com.br/novos-terminais-de-santos-so-entrarao-em-operacao-em-2016/>)

Suas principais mercadorias mais transportadas são produtos como: açúcar, soja, granel sólido, álcool, café em grãos, gasolina, milho dentre outros produtos. Segundo os dados tirados da Web Portos a carga anual em toneladas do porto de Santos é de 96 milhões.

O volume anual de contêineres é de 2,697 milhões de TEUs (unidade equivalente a 20 pés).

### 3.2 Porto de Itaguaí

O Porto de Itaguaí, também conhecido como porto de Sepetiba, fica no estado do Rio de Janeiro e foi inaugurado no dia 7 de maio de 1982. O Porto é administrado pela Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) e possui 15,31% de movimentação dos portos brasileiros.

Figura. 3 – Porto de Itaguaí (RJ)



Fonte: (<http://rio-negocios.com/investimentos-em-portos-no-rio-somam-r-4-bilhoes/>)



Suas principais mercadorias mais transportadas são produtos como: graneis sólidos, carvão e coque, minério de ferro dentre outras coisas. Segundo os dados tirados da ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) a movimentação de carga anual em toneladas do porto de Itaguaí é de aproximadamente 57,41 milhões de reais.

### 3.3 Porto de Paranaguá

O Porto de Paranaguá, que também foi conhecido como Porto Dom Pedro II (homenagem ao Imperador do Brasil), está localizado no município de mesmo nome, no estado do Paraná.

Atualmente é administrado pela APPA (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina) e sua inauguração ocorreu em 17 de março de 1935. O Porto tem 13,37% da movimentação dos portos brasileiros.

Figura. 4 – Porto de Paranaguá (PR)



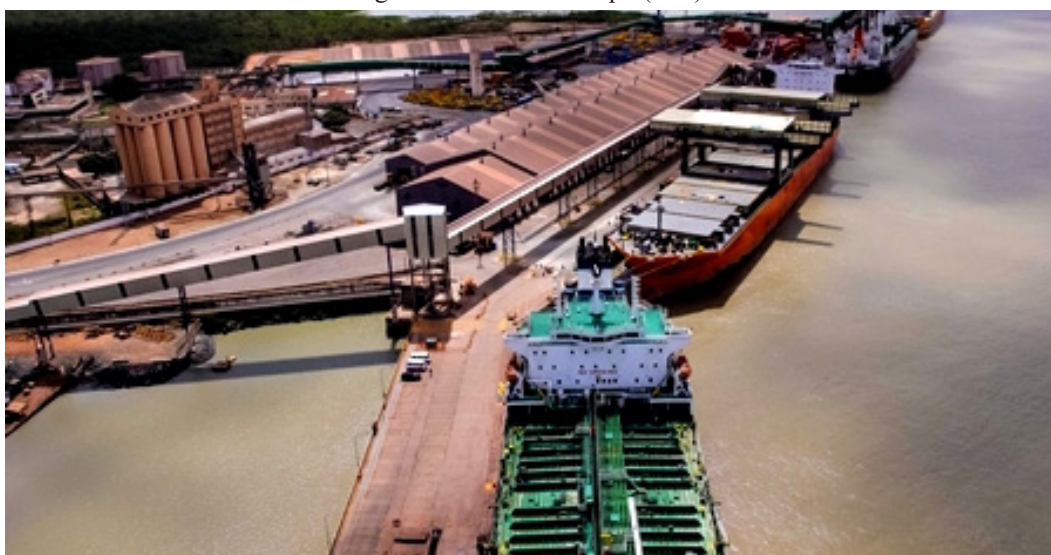
Fonte: (<https://diario24h.com/emprego/porto-de-paranagua-abre-concurso-para-28-vagas-e-salarios-de-r-45-mil/>)

Suas mercadorias mais transportadas são produtos como: graneis líquidos, fertilizantes, graneis sólidos, algodão, milho, açúcar e papel dentre outros. Segundo os dados retirados da Web Portos, a carga anual em tonelada do porto Paranaguá é de 43,3 milhões de reais.

### 3.4 Porto do Itaqui

O Porto do Itaqui está localizado na Baía de São Marcos, município de São Luís, no estado do Maranhão. O Porto é administrado pela EMAP (Empresa Maranhense de Administração Portuária). O Porto tem 3,63% de movimentação dos portos brasileiros.

Figura. 5 – Porto do Itaqui (MA)



Fonte: (<http://www.ma.gov.br/porto-do-itaqui-bate-o-recorde-de-cargas-movimentadas-do-ano-em-outubro/>)

Suas principais mercadorias mais transportadas são produtos como: grãos, cargas vivas, fertilizantes e permitir a atracação de navios do tipo Panamax.

A CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) divulgou números próximos das projeções apresentadas pelo IBGE. Segundo a Conab, a safra 2016/2017 deve chegar a 215,3 milhões de toneladas, com aumento de 15,3% ou 28,6 milhões de toneladas.

Segundo o portal da EMAP,

O local do antigo Porto de São Luís, escolhido pelos franceses quando ali se estabeleceram em 1612, serviu a cidade praticamente até o início das operações do Porto do Itaqui, em 1974. Em 1918, o Decreto nº 13.133, de 7 de agosto, previa a construção de instalações para acostagem ligadas ao centro comercial do município de São Luís, com a empresa C.H. Walker & Co. Ltda., contratada para executá-las. No entanto, tais obras, definidas por meio da concessão outorgada pela União ao Governo Estadual pelo Decreto nº 13.270, de 6 de novembro de 1918, não prosperaram. Assim, a concessão às obras foi extinta pelo Decreto nº 16.108, de 31 de julho de 1923, surgindo, então, o desenvolvimento do projeto para a construção do Porto do Itaqui. Os estudos realizados em 1939 pelo Departamento Nacional de Portos e Navegação, do Ministério da Viação e Obras Públicas, indicaram a região de Itaqui para a criação de um porto no Maranhão. Em 1976 foram concluídos os trechos dos berços 101 e 103. Em 1994, a extensão do cais foi ampliada com a construção dos berços 104 e 105. Em 1999 as obras dos berços 106 e 107 foram realizadas e em dezembro de 2012 o berço 100 foi inaugurado. Em 2015 foi construído o berço 108 e será especializado na movimentação de derivados de petróleo. No dia 28 de dezembro de 1973 foi criada a Companhia Docas do Maranhão (Codomar), subordinada ao Governo Federal, para administração do Porto. A partir de fevereiro de 2001, por meio do Convênio de Delegação nº 016/2000, assinado entre o Ministério dos Transportes e o Governo do Estado, o Porto do Itaqui passou a ser gerenciado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP).

Figuras. 7 e 8- Evolução do Porto do Itaqui de 1970 a 2016



Fonte: <http://www.emap.ma.gov.br/porto-do-itaqui/historico>

As imagens acima apresentam uma relevante evolução estrutural no Porto do Itaqui, é possível perceber o alto grau de investimento que o mesmo recebeu nos últimos 40 anos. Além disso, hoje em dia o Porto do Itaqui é considerado um dos mais importantes do mundo, ele representa uma grande ferramenta para o desenvolvimento da logística brasileira. Através dele toneladas de cargas embarcam e desembarcam diariamente com destinos nacionais e internacionais, fortalecendo assim a economia brasileira e mais em particular a economia maranhense, que vai desde a geração de empregos, como também os produtos que tem como destino o mercado local. A logística portuária brasileira conta atualmente com o Porto do Itaqui para o envio e recebimento de produtos importados e nacionais. O porto do Itaqui tem uma posição geográfica privilegiada, facilitando o transporte para Europa e América do Norte, entretanto mesmo com os atuais investimentos, ainda é extremamente necessário que o mesmo tenha sua capacidade de operação ampliada, para evitar que vários navios fiquem por muito tempo ancorados na orla marítima maranhense a espera de desembarque, pois tal situação eleva os custos das operações logísticas, que por sua vez eleva os custos dos produtos que são repassados para os consumidores.



### 3.5 Porto da Vila Conde

O Porto de Vila do Conde está situado no município de Barcarena, no local denominado Ponta Grossa, Estado do Pará. No dia 24 de outubro de 1985 o porto da vila do conde foi inaugurado pela CDP (Companhia Docas do Pará). O Porto tem 4,84% da movimentação dos portos brasileiros.

Figura. 6- Porto da Vila do Conde (PA)



Fonte: (<https://www.flickr.com/photos/pacgov/sets/72157627649379417/>)

No presente momento o Porto de Vila do Conde dispõe de 7 berços de atracação, divididos entre 3 píeres. Lá se opera cais de graneis sólidos e carga geral e também acontece a exportação de alumina, a importação de coque e piche e a importação e exportação de carga geral. Segundo os dados tirados da ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) e da Web Portos, a movimentação do porto é de 16,5 milhões de toneladas e que promete crescer em 7,2% ao ano.

### 4. INFRAESTRUTURA MECÂNICA DOS PORTOS PARA A EXPORTAÇÃO DE CAFÉ

O Brasil possui a sétima economia mundial, mas no ranking de países exportadores ocupa o 22º lugar, onde as vendas externas representam pouco mais de 1% no cenário mundial. Se analisarmos somente as manufaturas, essa posição é ainda pior, ocupando o 29º lugar, onde a participação no cenário mundial cai para 0,7% (AEB, 2014). O país ainda mantém uma cultura de exportar commodities e o escoamento do agronegócio é apontado pelos exportadores como ineficaz (CNI, 2014).

As empresas exportadoras brasileiras enfrentam várias dificuldades, que estão relacionadas à infraestrutura precária, à burocracia alfandegária e aduaneira, às linhas de financiamento para exportações e ao sistema tributário. (AEB, 2014).

Entretanto muitos empresários e produtores de café brasileiro acabam por retrair um pouco os investimentos em exportação por consequência da falta de infraestrutura dos portos brasileiros para a exportação de café, uma vez que os portos precisam estar equipados com armazéns adequados tanto em tamanho físico como instalações específicas que mantêm o café condicionado a uma determinada temperatura refrigerada, sem a presença de luz solar e umidade. (BRUM, 1996)

Em 2013 foi comemorado 205 anos da abertura dos portos brasileiros às nações amigas, mecanismo criado por Dom João 6º. Entretanto tal evolução não se converteu em modernização dos portos, pois o que se verifica atualmente é um cenário muito conflituoso o que impede que tal data tenha sido comemorada na época já que problemas antigos permanecem dificultando a evolução da logística portuária brasileira, principalmente no que diz respeito a exportação de café, pois o Brasil com uma área muito ampla destinada a agricultura esta perdendo espaço para outros cultivos por falta de opções de escoamento para a cultura do café que em grande parte só é cultivada nas regiões próximas aos portos que possuem ins-

talações mínimas para este tipo de embarque, sendo que o Brasil um dos maiores produtores de café do mundo deveria estar mais voltado à investimentos na área de logística e comércio para reforçar o seu alto potencial de exportador.

O comércio internacional cresceu muito nos últimos anos, grande parte de seu crescimento se deu por meio da globalização, onde hoje em dia pode-se comprar e importar qualquer coisa através da internet, o que facilmente liga os países conectando vendedores e compradores, porém além do pouco investimento, um dos principais problemas enfrentados pela logística portuária brasileira ainda é o grande volume de cargas, a burocracia, as greves que são muito frequentes, a competitividade e o preço elevado dos combustíveis e principalmente os problemas de infraestrutura e os altos custos dos terminais nos principais portos brasileiros, com todos esses entraves o comércio brasileiro de exportação acaba perdendo espaço para outros países que possuem uma logística portuária mais avançada do que a brasileira (FURTADO, 1976).

Os principais fatores que estão afetando e atrasando o desenvolvimento da logística portuária brasileira é justamente a sua ineficiência no processo de embarque, o que resultou em um cenário de um Brasil que vende, mas que não consegue embarcar os produtos vendidos de uma forma eficiente, fazendo com que o país seja visto de uma forma negativa na comunidade internacional, pois de certa forma os investidores ficarão com um certo receio de importar produtos brasileiros, mas sem a certeza de que seus produtos irão chegar ao destino final dentro dos prazos estabelecidos no momento da compra e até mesmo se irá chegar em perfeitas condições de qualidade, no momento em que muitos produtos sofrem degradação com os enormes atrasos de embarque nos portos brasileiros (COLLYER, 2008).

Dentre os principais portos brasileiros, é possível citar o porto de Santos que é considerado o maior porto da América Latina, o mesmo responde por um quarto de tudo que se exporta e se importa no Brasil. Entretanto, o porto de Santos está condenado a prestar um péssimo serviço no momento em que suas instalações atuais estão vinculadas a moldes do século XX, período em que a logística portuária brasileira possuía bens de exportação locais e sem a necessidade de comunicação entre as economias regionais, com isso o país sofre uma grave degradação em seus transportes marítimos, perdas elevadíssimas de capital são sofridas diariamente pelo fato do porto não abrigar de forma eficiente todos os navios de embarque e desembarque, isso sem mencionar que as rotas de escoamento terrestres e ferroviárias acabam gerando uma super lotação em seus armazéns, fazendo com que o porto torne-se problemático e com um alto custo, custo esse que é pago pelo consumidor final, no momento que grande parte de nossa inflação vem sendo gerada por essa ineficiência logística em que o país está centrado (OLIVERIA, 2007).

É necessário investimentos específicos para que o país atenda a necessidades mínimas exigíveis em seus embarques e desembarques, isso sem falar da armazenagem, escoamento e a burocracia (LEVY, 2002).

Na realidade, mesmo após se passar pouco mais de 200 anos depois da abertura dos portos às nações amigas, o que nota-se é que não apenas o porto de Santos, mas sim todos os portos brasileiros carecem de investimentos em todos os setores, além disso, grande maioria dos portos brasileiros aguardam uma nova abertura que possa beneficiar a eficiência de operações logísticas e acelerar os investimentos em logística portuária de forma paralela ao crescimento e desenvolvimento comercial do Brasil (BRASIL, 2015).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizando este trabalho, chegou-se a uma compreensão precisa sobre a necessidade de melhoria da infraestrutura que os portos brasileiros para a exportação de café. Como foi visto, o nosso sistema portuário, contempla especificidades e de forma geral é o grande indutor do desenvolvimento de regiões e do próprio Brasil. Entretanto ainda carece de muito investimento físico e tecnológico para atender a atual demanda, além disso ficou expresso de forma precisa que o Brasil tem os portos como sua porta de entrada para o crescimento econômico, mas é necessário muito mais do que teoria para fortalecer a economia, é necessário ação tanto do poder público quanto privado, pois todos tem a ganhar com a modernização



dos nossos portos. Dentro da logística de transportes, considerando a intermodalidade, a instalação portuária é o equipamento final para atender, em pelo menos 90%, as demandas por serviços apresentadas pelos diversos importadores e exportadores no fluxo do comércio exterior. No transporte interno de cabotagem, no que pese a invertida matriz de transporte, o modal aquaviário tem muito a desenvolver, sendo o transporte que poderá trazer soluções diversas aos problemas estruturais, de custos e meio ambiente.

O alto custo e inoperância do nosso sistema portuário são caracterizadores do chamado custo Brasil o que nos coloca em grande desvantagem diante da concorrência internacional quando falamos em exportação e eleva sobremaneira o custo do nosso setor produtivo quando das importações. Tal situação tem que ser tratada pelo Governo dentro das suas maiores prioridades, contemplando, em seu planejamento, novos investimentos e uma revisão no seu marco regulatório.

Dentro desta perspectiva, mudanças estruturais são reclamadas dentro do nosso setor portuário que devem passar desde as condições físicas dos portos atuais até os entraves burocráticos hoje experimentados. Um choque de gestão e a modernização das operações não podem deixar de ser considerados.

## REFERENCIAS

AEB, **Associação do Comércio Exterior Brasileiro**. 2014. Disponível em: Acesso em: 10/03/2018

ARAÚJO , Francisco Humberto Castelo Branco. **Sistema Portuário Brasileiro: Evolução E Desafios**. Florianópolis/SC Novembro de 2010

BARAT, Josef **Logística, transporte e desenvolvimento econômico: a visão setorial**. V.IV Rio de Janeiro:CRA Editora,2004

BRASIL. **Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Projeções do agronegócio: Brasil 2014/2015 a 2024/2025 projeções do longo prazo**. 6ª ed. Brasília: Julho de 2015. Disponível em: < [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/PROJECoes\\_DO\\_AGRONEGOCIO\\_2025\\_WEB.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECoes_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf)> Acesso em: 07 de janeiro de 2018

BRUM, Argemiro J. **O desenvolvimento econômico brasileiro**. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

CNI, **Confederação Nacional da Indústria. Entraves às exportações brasileiras**. 2014. Disponível em: . Acesso em: 05/03/2018

COLLYER, Wesley. **Lei de portos: O conselho de autoridade portuária e a busca da eficiência**. São Paulo: Aduaneiras, 2008.

EMAP disponível em <http://www.emap.ma.gov.br/porto-do-itaqui/historic>. acesso em 22/01/2018.

FURTADO, Celso. **A economia latino-americana (formação histórica e problemas contemporâneos)**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.

LEVY, L.F. **O novo Brasil** . São Paulo: Gazeta Mercantil/ Nobel, 2002

OLIVERIA,Luís Valente de;RICÚPERO,Rubens. **A abertura dos portos**. São Paulo: Editora Senac , 2007.

CAPÍTULO

12

## AUTORES

FERNANDO OLIVEIRA ASSUNÇÃO

RONDNEY MARTINS NUNES

VICTOR HUGO RABÊLO DOS SANTOS

GUSTAVO DA COSTA CARVALHO

KAYTHELIN FERREIRA SOARES

MARCOS CLIVER DOS SANTOS OLIVEIRA

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

# ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) DA ATIVIDADE DO FORNEIRO DE FARINHA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE JUSCELINO - MARANHÃO

## RESUMO

As alterações posturais são consideradas um problema sério de saúde, tendo em vista a sua grande prevalência sobre a população, incapacitando-a definitivamente ou temporariamente. A casa de forno é o lugar onde é produzida a farinha de mandioca na região do Munim (Povoado Boa Vista dos Pinhos Presidente Juscelino) foi o local escolhido para o estudo por ser uma região pela qualidade do seu produto. Sua produção que já tem mais de 50 anos, se estendendo a família e até as pessoas da comunidade, que produz de forma artesanal, que participam desde o plantio até a torração que é a parte final do processo. Buscou-se conhecer as condições de trabalhos do forneiro de farinha, e os riscos ocupacionais no qual é exposto no meio do trabalho. Pretende-se através desse estudo sugerindo melhorias para os trabalhadores.

**Palavras-chave:** Forneiro, farinha de mandioca, condições de trabalho, riscos ocupacionais.

## 1. INTRODUÇÃO

A ergonomia começou a ter grande importância para as empresas, quando passou a ser uma das maiores causas de afastamento dos postos de trabalho. Com esse afastamento os custos diretos e indiretos têm aumentado muito, e diminuindo a qualidade de vida dos trabalhadores. A ergonomia tem como objetivo principal adequar os postos de trabalho ao ser humano.

A postura humana vem sendo objeto de estudo biomecânico, devido os desvios estruturais e funcionais da atitude do corpo em causar desequilíbrios no sistema corporal, podendo assim apresentar compensações que podem gerar alterações em suas funções, isso faz com que essa atividade leve a desvios da coluna vertebral, uma vez que a mobilidade é extrema e a postura se adapta às atividades desenvolvidas, desta forma a coluna vertebral está sujeita as diversas alterações (LUZ *et al.*, 2008).

As alterações posturais são consideradas um problema sério de saúde pública, tendo em vista a sua grande prevalência sobre a população, incapacitando-a definitivamente ou temporariamente, de suas atividades laborais e Atividades de Vida Diária (AVD) (MANSOLDO; NOBRE, 2007).

A postura em que a atividade é realizada, define o grau de conforto/desconforto do trabalhador. A distribuição do peso do corpo é desigual entre suas partes, desde a cabeça, tronco e membros; conforme a postura, este peso pode ser fator de cansaço (MARTINS NETO, 2000).

Cerca de 80% da população em algum momento de sua vida apresentara dor lombar, representando um auto custo no seu tratamento para o sistema de saúde e para a previdência social, devido ao auto índice de afastamento e incapacidade no trabalho (CARAVIELLO *et al.*, 2005).

Na produção da Farinha de Mandioca na região do Munim, no povoado chamado Boa Vista dos Pinhos localizado no município de Presidente Juscelino com população de 12.532, segundo o senso do IBGE (2010), que fica a 117 Km de São Luís, onde a produção de farinha é realizada de forma artesanal e percebemos que no ponto de vista ergonômico, os trabalhadores exercem sua função de forma inadequada que comprometem a saúde e seu desempenho.

Ao longo dos anos, essa atividade vem sendo exercida por várias gerações, e é de suma importância economicamente para o povoado, pois é de onde vem a maioria de sua renda, criando assim alternativas de mercado e fortalecendo o desenvolvimento na região e garantindo o atendimento das necessidades atuais e futuras.

Este estudo tem como objetivo principal verificar as condições do trabalhador em uma casa do forno na região do Munim, avaliando os riscos ocupacionais que os trabalhadores estão expostos de natureza ergonômica.

## 2. REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS

### 2.1 ERGONOMIA

Alguns fatores são determinantes para o bom desenvolvimento corpóreo do ser humano, como por exemplo, a coluna vertebral e os músculos a ela associados, pois de tais estruturas depende o equilíbrio e a distribuição das forças e dos esforços na realização das atividades diárias. Entretanto, muitos outros fatores são fundamentais para a manutenção da postura (MOREIRA; CORNELIAN; LOPES, 2013).

A postura corporal do indivíduo depende do estado emocional em que ele se encontra, do momento e da consciência corporal. Assim, o corpo é capaz de adotar diferentes posturas e posições ao longo do dia, seja para amenizar a sensação de dor, ou para tentar ocasionar maior conforto durante a realização de tarefa, executada em posição sentada, deitada ou ereta (STROTTMANN; SANTANA, 2007).

De acordo com a NR-17 Brasil (2013), sempre que o trabalho poder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser adaptado para o trabalhador (BRASIL, 2013).

### 3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa quantitativa e analítica, realizada no mês de maio de 2017 que obteve uma amostra de 10 (dez) forneiros, onde todas as informações foram registradas através de um questionário permitindo coletar dados sócios econômicos, e característicos da prática da produção de farinha, em seguida foi identificada a presença ou não de dor com localização e intensidade no diagrama de Coleritt.

Durante a visita ao local de estudo, analisamos que os postos de trabalhos ficam divididos em dois setores a plantação e a produção. Os equipamentos encontrados foram:

- ✓ Fornos: equipamento para torrar a farinha;
- ✓ Corante: serve para dar coloração mais amarelada;
- ✓ Peneira: equipamento utilizado para peneirar a farinha;
- ✓ Prensa: equipamento utilizado para reduzir a umidade da massa de mandioca;
- ✓ Catitu: equipamento utilizado para triturar, ralar a massa de mandioca;
- ✓ Tapiti: equipamento que serve para reduzir a umidade;

Além da medição da temperatura, foram analisados os possíveis “riscos” que os trabalhadores estavam expostos durante a jornada de trabalho intenso, pois não tinham hora exata para sair.

#### 3.1 SOFTWARE COMPUTACIONAL ERGOLÂNDIA 6.0

Para os seguintes dados obtidos sobre a postura de cada atividade utilizamos o software computacional Ergolândia 5.0 versão demo, o software possui mais de 20 ferramentas ergonômicas para avaliação e melhorias para os postos de trabalho. O método Owas foi a ferramenta utilizada para os resultados a seguir.

Atividade 1: plantio, de acordo com os dados obtidos pelo software, são necessárias correções imediatas;

Atividade 2: Colheita, de acordo com os dados obtidos pelo software, são necessárias correções imediatas;

Atividade 3: Descascamento, de acordo com os dados obtidos pelo software, são necessárias correções em um futuro próximo;

Atividade 4: Ralamento, de acordo com os dados obtidos pelo software, são necessárias correções em um futuro próximo;

Atividade 5: Prensagem, de acordo com os dados obtidos pelo software, não são necessárias medidas corretivas;

Atividade 6: Torração, de acordo com os dados obtidos pelo software, são necessárias correções em um futuro próximo;

### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### 4.1 PROCESSO PRODUTIVO DE PRODUÇÃO DE FARINHA

A colheita se dá no início da produção da farinha ocorre na preparação da terra para o plantio da mandioca. Os lavradores utilizam terrenos distantes de suas casas onde ocorre a plantação, esses terrenos são chamados de roças. As raízes devem ser colhidas de 16 a 20 meses após a plantação, nos meses entre abril e agosto, quando apresentam maior rendimento (Figura 1). Após a colheita, as raízes são transportadas até às casas de farinha por meio de cavalos, jumentos e carros de madeiras puxados por bois, conhecidos por “carro de boi”.



**Figura 1 – Colheita da mandioca**



Fonte: [www.olhardireto.com.br](http://www.olhardireto.com.br) (2017)

Ao chegarem à casa de farinha, as mandiocas são retiradas dos “carros de boi” e colocadas em cestos para transportá-las para dentro da casa de farinha. Logo após, as mandiocas são descascadas com auxílio de facas até as raízes ficarem bem brancas e limpas. Este trabalho, é realizado por um grupo de pessoas envolvendo homens e mulheres sentados em pequenos bancos de madeira e também ao chão (Figura 2).

**Figura 2- Descascamento**



Fonte: Os autores (2017)

Depois de serem descascadas, as mandiocas são colocadas em tanques com água ficando imersas por quatro dias para atingir uma textura para a próxima etapa. Após os 4 dias de molho, as mandiocas são retiradas da água seguindo assim para a prensa (Figura 3).

**Figura 3 – Molho**



Fonte: Os autores (2017)

Após quatro dias de molho em processo de fermentação, a massa é colocada dentro da prensa de madeira forrada com folhas de bananeira para assim ser prensada (Figura 4). A massa fica na prensa por horas para reduzir a umidade e eliminar o tucupi (líquido resultante da prensagem da massa).

**Figura 4 - Prensagem**



**Fonte:** Os autores (2017)

As raízes são colocadas no “cocho” de madeira para iniciar o processo de ralação pelo “catitu” (nome indígena dado ao ralador). A massa ralada vai caindo diretamente sobre outro “cocho” colocado embaixo do “catitu” (Figura 5). Depois de ralada a massa é colocada no tapiti para tirar o excesso de líquido.

**Figura 5- Ralamento**



**Fonte:** Os autores (2017)

Depois de tirar o excesso de líquido no tapiti a massa é colocada no “cocho” de madeira para ser peneirada (Figura 6).

**Figura 6 - Peneiramento**



**Fonte:** Os autores (2017)



O último passo é a torração (Figura 7). Após a massa ser totalmente peneirada ela é colocada no forno aquecido para eliminar a umidade que ainda permanece na farinha crua. O forneiro, com o auxílio de um rodo de madeira, vai mexendo a massa no forno até a secagem completa e torração da farinha. O tempo de torração de cada fornada de farinha vai depender do estado da farinha, ou seja, até ela atingir a crocância desejada pelo forneiro, que leva em torno de 2hrs a 2,5hrs. O processo da torração dura em média de 10 a 15 hrs, dependendo da quantidade de massa que tenha para torrar.

A postura adotada pelos forneiros no seu dia a dia de trabalho, se caracteriza por ser pobre em termos de qualidade, destacando-se os movimentos realizados de forma repetitiva, e a má postura adotada, tornando-os propensos a apresentar desconfortos ou problemas de postura.

**Figura 7- Torração**

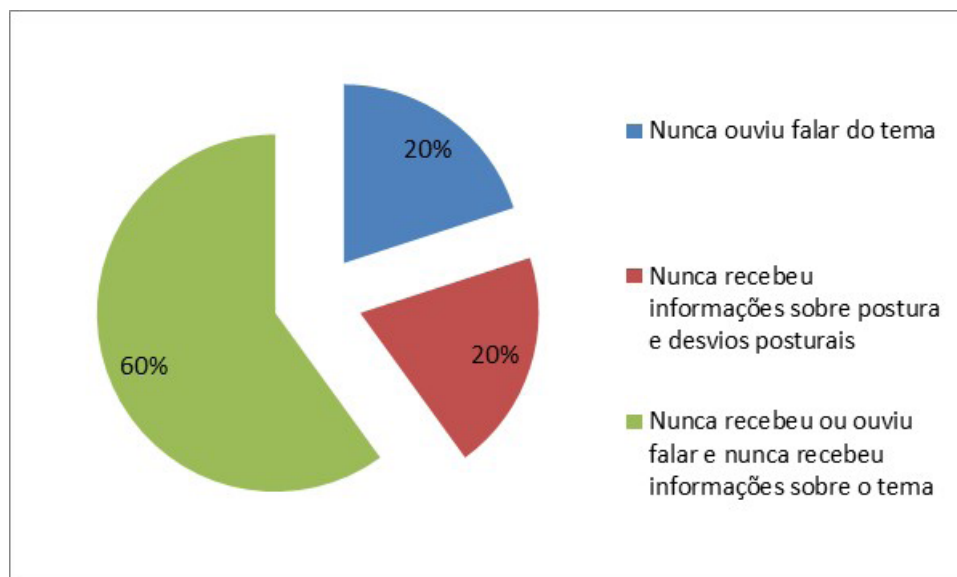


**Fonte:** Os autores (2017)

A amostra estudada foi composta por 10 forneiros de farinha, residentes do Povoado Boa Vista dos Pinhos localizado no município de Presidente Juscelino Maranhão.

Podemos observar a importância de manter o controle do peso corporal dos forneiros de farinha, visto que a atividade laboral exige grande sobrecarga física, quando entrevistados a respeito da postura, (20) % da amostra nunca ouviu falar no tema, (20) % nunca recebeu informações sobre postura e desvios posturais, conforme apresentado na Figura 8.

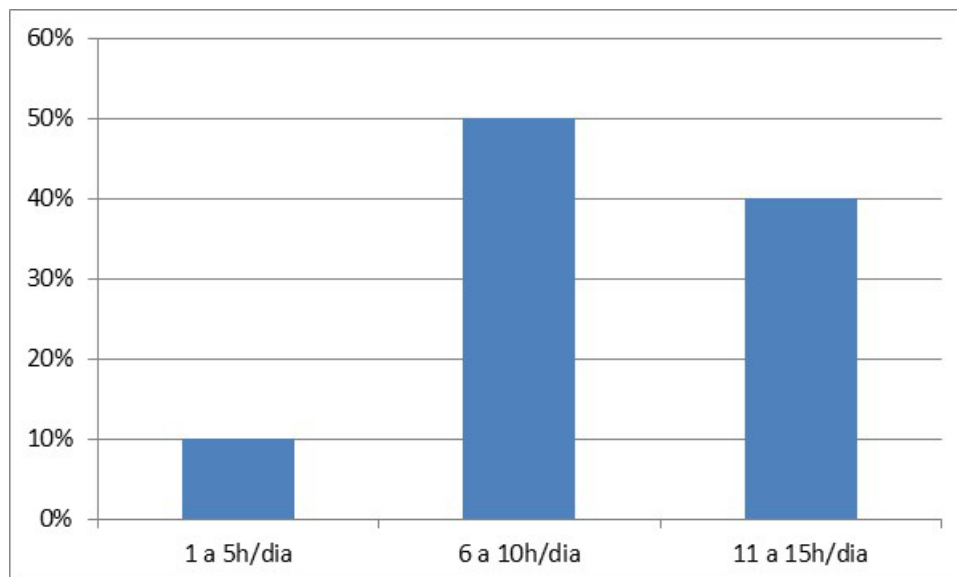
**Figura 8 - Postura Laboral**



**Fonte:** Os autores (2017)

Nas variáveis relacionadas à atividade laboral, verifica-se na Figura 9 que (50) % da amostra estudada tem uma jornada de trabalho de (6) a (10) horas/diárias, (40) % tem uma jornada de trabalho de (11) a (15) horas/diárias, (10) % tem jornada de trabalho de (1) a (5) horas/diárias.

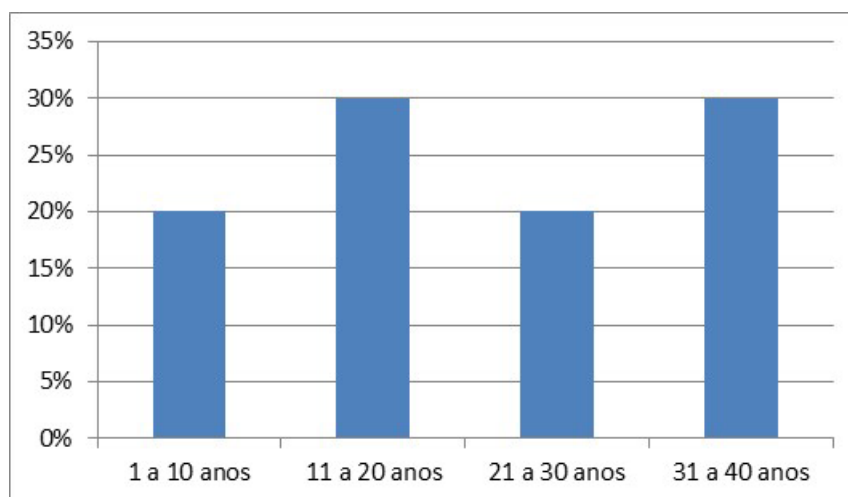
**Figura 9 - Jornada de trabalho**



**Fonte:** Os autores (2017)

Em relação ao tempo de atividade na área, verifica-se que (20) % da amostra representa de (1) a (10) anos em atividade; (30) % representa de (11) a (20) anos; (20) % representa de (21) a (30) anos em atividade; (30) % representa de (31) a (40) anos (Figura 10).

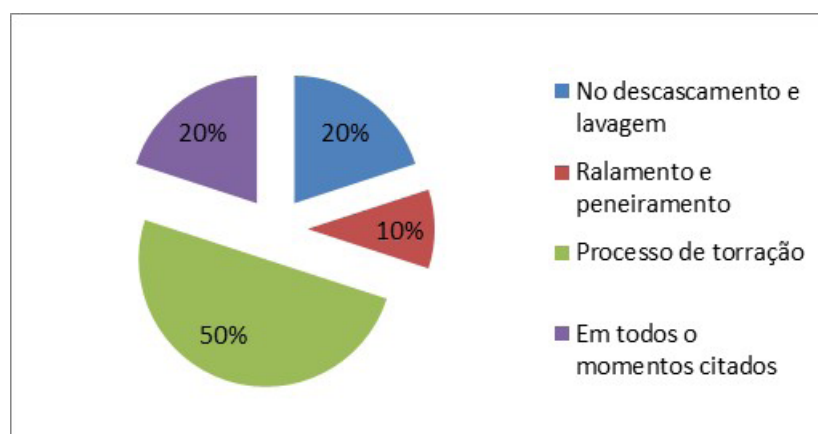
**Figura 10 - Tempo de atividade na área**



**Fonte:** Os autores (2017)

Observamos que durante o processo de produção (20) % da amostra sentem dor durante a colheita, descascamento e lavagem; (10) % sentem durante o ralamento e peneiramento; (50) % sentem durante a torração; (20) % sentem em todos os momentos citados, conforme Figura 11.

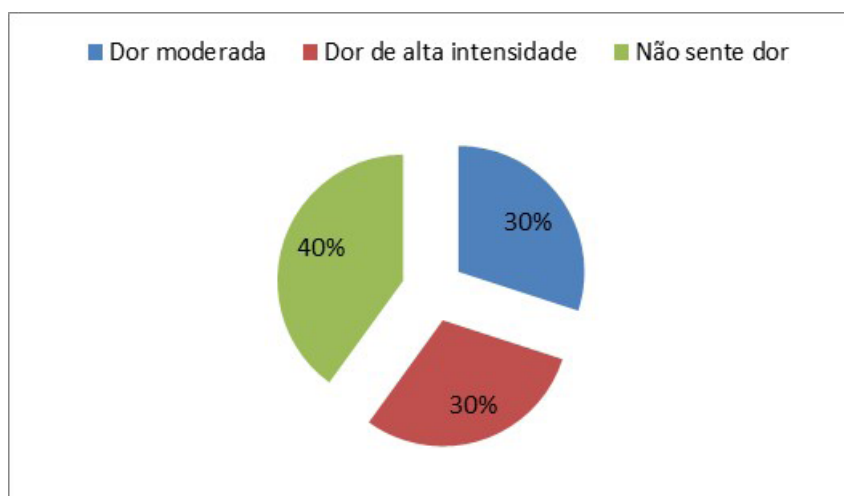
**Figura 11- Ocasão em que o trabalhador sente dor**



**Fonte:** Os autores (2017)

Nas variáveis relacionadas à sintomatologia dolorosa com identificação da localização e intensidade da dor dos forneiros de farinha após a jornada de trabalho através do Diagrama de Corlett. Observa-se neste estudo que na região costa médio (60) % relatam sentir dor, sendo que (50) % que acusaram dor nessa região tem como moderado a intensidade da dor; e os outros (50) % que acusaram dor na região tem como bastante sua intensidade, conforme Figura 12.

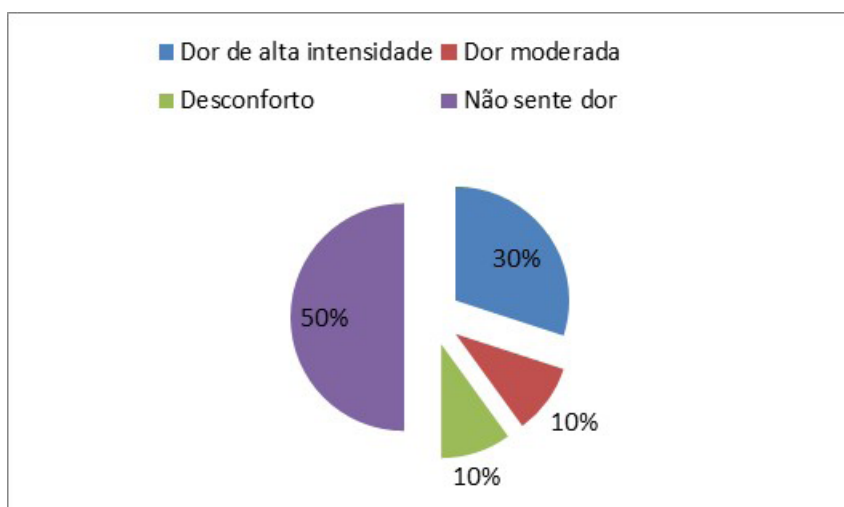
**Figura 12 – Valor médio de dor na costa**



**Fonte:** Os autores (2017)

Na região costa inferior (50) % relatam sentir dor, cerca de (60) % que acusou dor nessa região tem como bastante sua intensidade; cerca de (20) % que acusou dor nessa região tem como moderado sua intensidade; cerca de (20) % que acusou dor nessa região tem como desconforto sua intensidade (Figura 13).

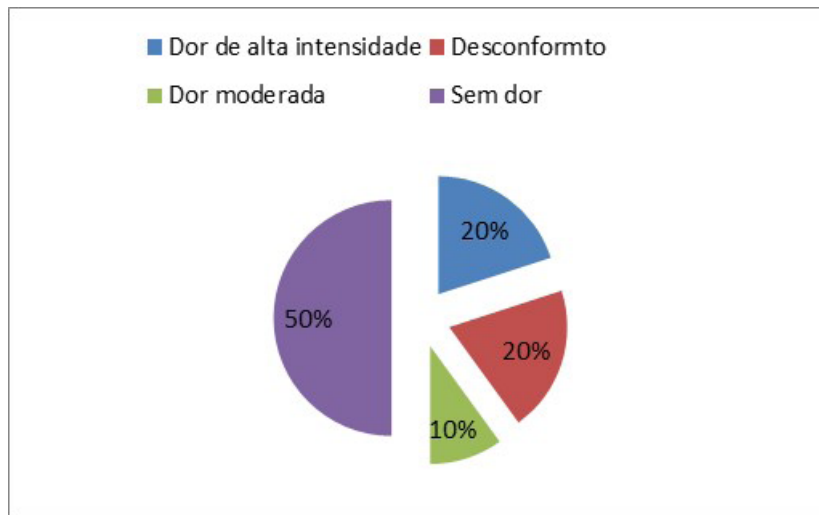
**Figura 13- Valor médio dor na costa na região inferior**



**Fonte:** Os autores (2017)

Na região da bacia (50) % relatam sentir dor, cerca de (40) % acusaram sentir dor nessa região como bastante sua intensidade; (40) % que acusaram sentir dor nessa região tem como desconforto a sua intensidade; (20) % que acusaram sentir dor nessa região tem como moderado a sua intensidade, provavelmente por permanecerem na postura em pé por longos períodos do dia, observado na Figura 14.

Figura 14 – Valor médio de dor na região da bacia



Fonte: Os autores (2017)

## 5. CONCLUSÃO

Concluimos que, a forma artesanal de produção de farinha realizado no povoado Boa Vista dos Pinhos não é ergonomicamente viável para o conforto do trabalhador. Observamos que os forneiros sofrem com diversas dores posturais, decorrentes a má postura, que é algo normal entre os forneiros de farinha pelo baixo conhecimento no assunto.

Levando em consideração a forma artesanal da produção de farinha é uma questão cultural da região que passa de geração para geração.

Analisamos que a falta de informação é um fator determinante para que não haja condições de trabalho realizadas ergonomicamente de maneira correta e prejudicial à saúde do trabalhador.

Sabendo que existirá uma resistência por parte do trabalhador da região, pelo motivo da dificuldade em mudanças culturais algo que já se acontece a muitos anos.

Portanto, sugerimos algumas mudanças relevantes a realidade das condições de trabalho no local sendo elas tais como palestras que abordam sobre ergonomia, treinamentos, e sugestões de novo equipamentos.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria MTb n. 3.214. NR 17 – **Ergonomia**. Publicada em 08 de junho de 1978. Brasília, DF.
- CARAVIELLO, E. Z. et al. **Avaliação da dor e função de pacientes com lombalgia tratados com um programa de escola de coluna**. Revista Acta Fisiátrica, v. 12, n. 1, abr. 2005
- GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Projeto padrão casa de farinha com um forno unidade elétrica**. 2005. Disponível em: <<http://industriasantacruz.com/wp-content/uploads/2013/09/ProjetoCARBA2005.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Maranhão: Presidente Juscelino. **Cidades**, [2017?]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/presidente-juscelino/panorama>>. Acesso em: 25 maio. 2017.
- LUZ, C. C. T. Avaliação postural de atletas praticantes de musculação através da biofotogrametria computadorizada: um estudo de caso. **FisioBrasil**, v. 11, n. 88, mar./abr. 2008.
- MANSOLDO, A. C.; NOBRE, D. P. A. Avaliação postural em nadadores federados praticantes do nado borboleta nas provas de 100 e 200 metros. **O Mundo da Saúde, São Paulo**, v. 31, n. 4, out./dez. 2007.
- MARTINS NETO, E. **Apostila de ergonomia**. 2000. Disponível em: <<http://www.ergonomianotrabalho.com.br/artigos/>>

Apostila\_de\_Ergonomia\_2.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2016.

MOREIRA, J.; CORNELIAN, B. R.; LOPES, C. P. B. **A importância do bom posicionamento postural em escolares – o papel do professor de educação física.** Revista Uningá Review, v. 16, n. 3, p. 42-48, out./dez. 2013. Disponível em: <[http://www.mastereditora.com.br/periodico/20131210\\_185710.pdf](http://www.mastereditora.com.br/periodico/20131210_185710.pdf)>. Acesso em: 6 set. 2015.

STROTTMANN, I. B.; SANTANA, R. R. **Postura corporal e a reeducação postural global:** definições teóricas. XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2007. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2007/trabalhos/saude/epg/EPG00101\\_02C.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/saude/epg/EPG00101_02C.pdf)>. Acesso em: 6 nov. 2015.





CAPÍTULO

13

## AUTORES

CRISTIANO CARVALHO DE SÁ

DENISE TRINDADE FONSECA

ILOURDES MARIA LOPES SOUSA

NAIKON MARQUES MONTEIRO

PALOMA FONSECA DA SILVA

JÉSSICA ALVES TRINDADE LIMA

# SEGURANÇA DO TRABALHO: UMA ANÁLISE ERGONOMICA EM UM HOSPITAL DE SÃO LUÍS-MA

## RESUMO

**T**rabalhar com satisfação e conforto profissional é estar de acordo com interesses voltados para a ergonomia, transparecendo valores e benefícios associados aos colaboradores de maneira que os mesmos venham entender que o processo produtivo depende da ergonomia para propiciar um local de trabalho bem adaptado de acordo com as necessidades profissionais. Colaboradores da saúde, principalmente os que desempenham tarefas diretamente ligadas aos pacientes, necessitam de intervenções ergonômicas para melhor qualidade no serviço prestado e uma condição favorável quanto à postura. A análise realizada neste trabalho tratou-se de um estudo de caso de caráter quali e quantitativo, a pesquisa foi realizada no intuito de observar as atividades realizadas por auxiliares de atendimento (maqueiros), em um hospital particular de São Luís - MA, visando encontrar situações que envolvam riscos ergonômicos existentes em seus postos de trabalho. Para auxiliar no estudo foi aplicado um questionário, tratados os resultados obtidos no excel e analisadas as tarefas através do software ergolândia 5.0, com intuito de encontrar situações em que pudéssemos sugerir melhorias com a aplicação da ergonomia física.

**Palavras-chave:** Ergonomia, Ergolandia 5.0, Auxiliar de Atendimento.

## 1. INTRODUÇÃO

A segurança do trabalho no decorrer da história da humanidade não foi praticada. Com as revoluções, crescimento populacional e maior necessidade de produção foi possível notar doenças, acidentes e até mesmo diversos óbitos decorrentes do trabalho, trazendo um alerta para os estudiosos da época, que buscaram e buscam até hoje melhorias relacionadas aos postos de trabalho.

A ergonomia contribui para manutenção da saúde e segurança do trabalhador, pois visa a melhor maneira do ser humano realizar os mais diversos tipos de tarefas. Atualmente o melhor aproveitamento de diversas atividades praticadas com foco na ergonomia, se torna um fator determinante, pois cada detalhe faz uma diferença significativa para garantir um posto de trabalho seguro, o qual trará benefícios ao colaborador (DE LIMA, 2018). Tal ciência busca encontrar resolutivas a diversas problemáticas, zelando sempre pela saúde ocupacional, pois quando aplicada corretamente, contribui a favor do empregado de forma mais frequente, com grandes resultados obtidos (OLIVEIRA, 2009).

Existem tarefas com riscos ergonômicos elevados, as quais deixam os profissionais sujeitos a complicações posteriores. Algumas destas atividades são as do ambiente hospitalar desencadeadas por maqueiros que devido repetições interferem na integridade física dos profissionais, desencadeando nos mesmos a dificuldade de executar as suas tarefas diárias, principalmente pelo fato de muitos não realizarem os procedimentos da maneira ergonomicamente correta (RODRIGUES, 2016).

Reduzir o número de pessoas afastadas do trabalho é de suma importância para toda e qualquer empresa, pois caso contrário essa situação implicará em aumento de custos, levando em consideração as despesas que a empresa terá com este profissional afastado e o investimento necessário para uma nova contratação, ou até mesmo a promoção de outro colaborador que precisará ser treinado para desempenhar nova função e necessitará de um certo tempo para ter habilidade e agilidade para executar as tarefas. (SOARES, 2013).

As atividades realizadas por maqueiros envolvem assistência quanto à movimentação de pacientes, principalmente aqueles que não apresentam mobilidade ou possuam a mesma parcialmente reduzida, devido cirurgias, fraturas, traumas, acidentes e sequelas. A constante repetição de procedimentos interfere na integridade física destes profissionais, desencadeando nos mesmos a dificuldade de executar as suas tarefas diárias. Contudo até a empresa analisada investe em ergonomia e busca melhores avanços nesta área?

O presente estudo justifica-se pelo fato da segurança do trabalho ter grande relevância para toda e qualquer organização. Sua busca é contínua, pois está sempre em evidência, colaborando com a comunidade científica, a partir de esclarecimentos realizados nesta pesquisa, deixando clara a aplicação do tema e estimulando assim um interesse maior pelo uso da ergonomia.

Esta pesquisa traz como objetivo geral: Analisar ergonomicamente a atividade de auxiliar de atendimento em um hospital particular de São Luís-MA. Auxiliado pelo *software* ergolandia5.0. Como objetivos específicos: Avaliar os investimentos existentes em ergonomia hospitalar, analisar postos de trabalho e sugerir intervenções ergonômicas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As estatísticas de acidentes e doenças no ambiente de trabalho, conforme a previdência social, demonstram preocupação quanto a conhecimentos relacionados a ergonomia, como fator de grande importância para as empresas. Por isso, torna-se necessária a abrangência do tema em questão, pois se apresenta com grande relevância e vem alcançado uma maior abordagem por parte das organizações (BRASIL, 2010).

A ergonomia estuda as relações entre o homem e seu ambiente de trabalho. A Organização Internacional do Trabalho (OIT) define como: A aplicação das ciências biológicas humanas em conjunto com os recursos e técnicas da engenharia para alcançar o ajustamento mútuo, ideal entre o homem e o seu trabalho, e cujos resultados se medem em termos de eficiência humana e bem-estar no trabalho (KASSADA et al,

2011).

Tal ciência se preocupa com as condições gerais de trabalho, dentre elas: A iluminação, os ruídos e a temperatura, os quais são agentes causadores de danos à saúde física e mental. A ergonomia procura encontrar meios para erradicar esses fatores e aumentar a eficiência humana, proporcionando mais segurança aliado ao conforto (MAGALHÃES, 2007).

A Norma Regulamentadora NR 17, foi instituída no Brasil em 1990, pela Portaria nº 3.751 do Ministério do Trabalho e Previdência Social. Tal norma regulamenta o uso de materiais, do mobiliário, do ambiente e da jornada de trabalho, de acordo com as necessidades físicas e mentais dos colaboradores, além de determinar que a empresa adeque o ambiente de trabalho ao empregador, relacionando o risco ergonômico às doenças ocupacionais (RIBEIRO, 2013).

A qualidade de vida no ambiente de trabalho se constitui em o profissional desenvolver suas tarefas sem expor sua saúde a riscos, mantendo a integridade de suas condições físicas, psicológicas e sociais, além da higiene e segurança. Garantindo dessa forma um ambiente de trabalho confortável e amigável, melhorando consideravelmente a qualidade de vida de todos os colaboradores da instituição (CHIAVENATO, 2006).

As empresas estão percebendo a necessidade da aplicação da ergonomia no ambiente de trabalho, pois a mesma garante melhorar da produtividade e conseqüentemente a satisfação dos seus colaboradores, pois é na empresa que o profissional passa grande parte do seu dia. Investir na qualidade de vida do funcionário é o investimento mais importante feito pela empresa, pois garante ao colaborador conforto, motivação para produzir cada vez mais e atrair mais clientes (CARVALHO, 2015).

Ter um ambiente motivador, alegre e sadio, garantirá a empresa, colaboradores mais comprometidos e motivados a produzir, pois seu trabalho não haverá influências ambientais e riscos à saúde, capazes de interferir na produção. Um colaborador competente, porém, com baixa autoestima e deprimido, é tão improdutivo quanto um colaborador doente e hospitalizado (CHIAVENATO, 2006).

Existem inúmeros estudos relacionando o homem e seu ambiente de trabalho, o conforto e até mesmo as horas de descanso, porém, poucas empresas se interessam por esses detalhes. A ergonomia busca estudar tais maneiras de conforto, para garantir melhor rendimento, prevenção de acidentes, satisfação do trabalhador e redução do absenteísmo (MAGALHÃES, 2007).

No Brasil, em 2009, houve 723.452 acidentes de trabalho registrados pelo Ministério Previdência Social, e a grande maioria dos casos, tiveram como consequência o afastamento temporário ou permanente do trabalho. Daí a importância da análise ergonômica no ambiente trabalho, para prevenir acidentes e casos de absenteísmos (CABRAL et al, 2012).

Segundo a *International Labour Organization (ILO)*, em 2013, diariamente 6.300 indivíduos morrem vítimas de acidentes de trabalho ou de doenças relacionadas ao trabalho. São mais de 2,3 milhões de óbitos por ano, sendo 313 milhões de acidentes no trabalho. A quantidade de acidentes não registrados, ou seja, sem Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), foi de 158.830, a maioria destes acidentes e doenças tiveram como consequência o absenteísmo devido à incapacidade temporária, incapacidade definitiva e até mesmo mortes (PINTO, 2015).

O comprometimento e o aumento da produção, altas taxas de absenteísmo, elevados gastos com assistência médica em tratamentos, afastamentos, altas indenizações e gastos com a reintegração do profissional ao trabalho, causam preocupação aos gestores das empresas, os quais buscam soluções efetivas e eficazes para resolver tais problemas, que geram grande impacto na sociedade e financeiro para as organizações (SILVA; BERTONCELLO, 2010).

A análise ergonômica do trabalho (AET), tem por objetivo resolver os problemas e adequar o trabalho às características do colaborador. Tais problemas incluem: As condições, resultados, atividade desenvolvida e a regulação referentes ao trabalho. A ergonomia atua na relação entre a saúde e segurança do trabalhador e a eficácia econômica, ou seja, garantia da produção, os quais são afetados por diversos fatores externos, daí a importância da AET, que trouxe uma nova visão de analisar e estudar uma situação de

trabalho, colocando a atividade de trabalho como foco (PIZO; MENEGON, 2010).

Desta forma, a AET é um estudo realizado no ambiente de trabalho das consequências físicas e psicofisiológicas, resultantes das atividades desenvolvidas no meio produtivo. Consiste em analisar, entender a situação de trabalho, aptidões, limitações, diagnosticar situações de riscos, oferecer sugestões, alterações e recomendações de melhorias dos processos, tarefas, postos e ambiente de trabalho (FERREIRA, 2009).

Com isso, a AET busca compreender de forma geral os problemas relacionados a organização do trabalho e lesões decorrentes do mesmo, fazendo um levantamento dos meios e modo de produção, medições e registros das situações de riscos, incluindo e analisando os dados de produção da empresa, o que inclui a sobrecarga, a demanda de produção por colaborador, horas extras, retrabalho, dentre outros. O levantamento inclui entrevistas com toda a equipe, os trabalhadores, supervisores e gestores (FERREIRA, 2009).

O ambiente de trabalho deve estar voltado para as necessidades do trabalhador, assim como o mobiliário e equipamentos, favorecendo a eficiência na mobilidade do profissional. Além das condições ambientais como temperatura, umidade, ruídos, iluminação e ventilação, os quais devem garantir um ambiente confortável, minimizando esforços que geram fadiga ou que causem riscos de acidentes (FERREIRA, 2009).

Segundo Souza (2006), a ginástica laboral no ambiente de trabalho pode agregar benefícios, que venham reduzir o cansaço físico. O alcance de diversos colaboradores, para aplicação é importante, pois sua fácil aplicação e baixo custo é capaz de corrigir vícios posturais de origem laboral, prevenindo lesões por esforço repetitivo (LER) e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT).

A aplicação da ergonômica nas instituições, por meio da ginástica laboral, diminui o número de absenteísmo dos colaboradores. Com isso, reduz os gastos da empresa, traz benefícios para os trabalhadores, reduz o stress, melhora o desempenho, a socialização, além de trazer lucros para a empresa (ARAÚJO, 2007).

Os benefícios da ginástica laboral para a saúde são facilmente comprovados, pois toda e qualquer atividade física executada corretamente é vantajosa, além de prevenir o sedentarismo e doenças cardiovasculares, promove o aumento da autoestima e da autoconfiança e no ambiente de trabalho garante o aumento do desempenho e da produtividade. O conhecimento a respeito dos perigos e das consequências do LER/DORT contribui para uma melhor adesão dos trabalhadores às medidas de prevenção e a atividade física, reduzindo assim o número de doenças ocupacionais e absenteísmo (SOUZA; JÓIA, 2006).

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa em questão é um estudo de caso, que possui caráter qualitativo e quantitativo. Na pesquisa qualitativa não se enumera ou se mede o que foi estudado, não se usa procedimentos estatísticos em sua análise, preocupa-se com os processos da pesquisa, tendo maior importância os significados empregados (CORAZZA et al, 2017). Já os métodos quantitativos baseiam-se em números, dados e estatísticas. Podendo este método ser utilizado no intuito de se obter exatidão e até mesmo uma maior precisão nos resultados a serem alcançados no estudo (ARAÚJO; GOMES, 2006).

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de analisar as atividades realizadas por auxiliares de atendimento, visando observar riscos ergonômicas existentes em seus postos de trabalho. Para auxílio na coleta dos dados, foi aplicado um questionário pré-estabelecido para todos os entrevistados e os dados foram analisados através do software ergolandia 5.0, baseado no método *owas*. A partir das respostas coletadas, foi possível criar uma ferramenta no excel, onde através da mesma chegou-se a informações relacionadas aos riscos ergonômicos, que foram classificados segundo a ferramenta em: Baixo, médio e alto.

A pesquisa em questão constitui-se de referências bibliográficas, formada principalmente por artigos científicos, utilizando como descritores: ergonomia, ergololândia, segurança do trabalho. Após a fase

de coleta de informações, a pesquisa deu continuidade na forma de análise dos dados obtidos, visando à garantia de resultado satisfatório sobre o tema proposto e por fim, a consolidação da pesquisa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 O profissional

Os maqueiros são profissionais que trabalham diretamente com a mobilização de pacientes pelos mais variados setores de uma unidade hospitalar. Estes estão sujeitos a riscos ergonômicos que poderão ocasionar doenças relacionadas a dinâmica do seu trabalho, ainda mais se a instituição não dispor de artifícios que possam agregar valor no que diz respeito a ergonomia.

Silva (2013), comenta a NR17, como muito difícil de se cumprir, visto que esta norma considera as condições psicofisiológicas dos trabalhadores, lembrando que o ser humano possui características pessoais e que a única forma de conseguir atender as necessidades ergonômicas, passa por um diálogo, onde seja possível entender o cenário que o mesmo está envolvido.

### 4.2 Coleta de dados

Para coleta de dados relacionados aos riscos ergonômicos de cada profissional, foi aplicado um questionário para dez colaboradores, conforme o quadro 1, onde foi possível analisar, quais problemas possam estar desfavorecendo o trabalho e contribuindo para a queda de rendimento operacional de um modo geral na empresa em questão.

**Quadro 1** – Questionário referente aos riscos ergonômicos

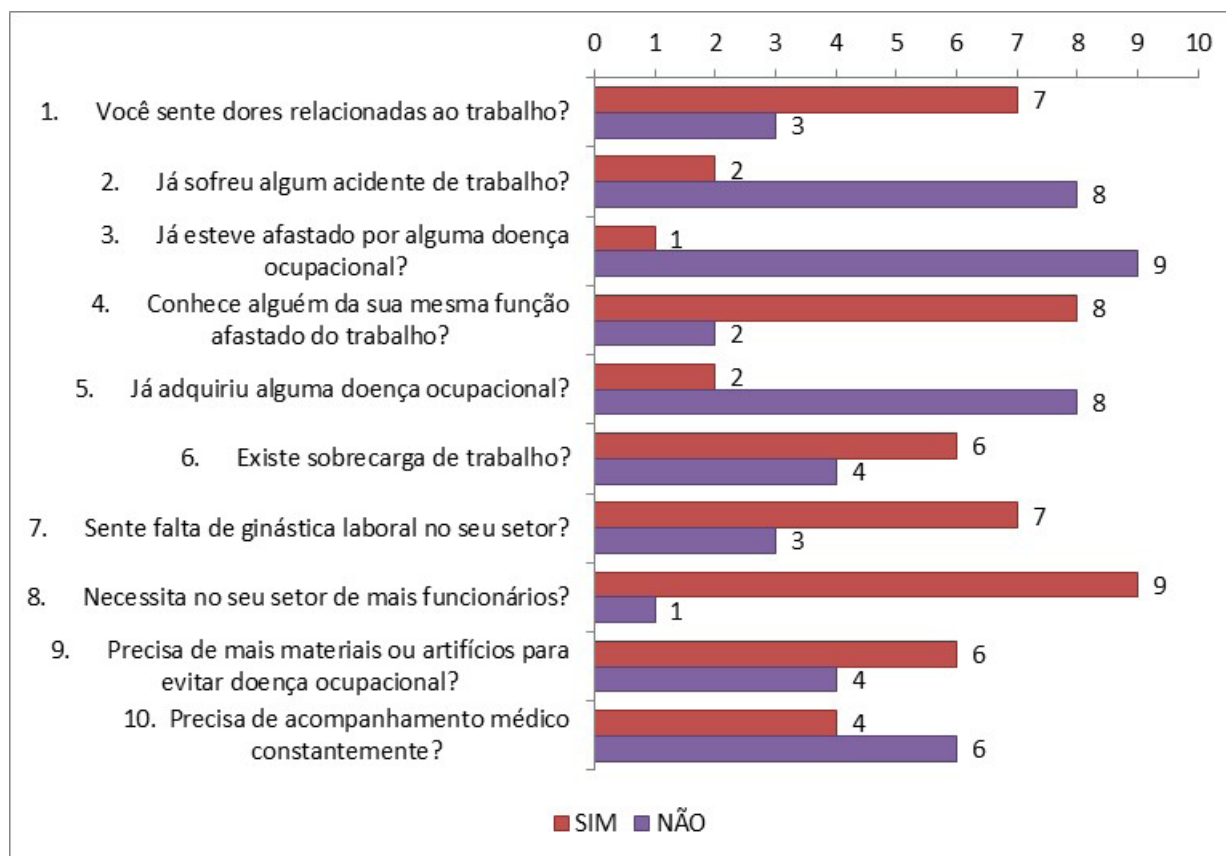
Nº	QUESTIONÁRIO
01	Você sente dores relacionadas ao trabalho?
02	Já sofreu algum acidente de trabalho?
03	Já esteve afastado por alguma doença ocupacional?
04	Conhece alguém da sua mesma função afastado do trabalho?
05	Já adquiriu alguma doença ocupacional?
06	Existe sobrecarga de trabalho?
07	Sente falta de ginástica laboral no seu setor?
08	Necessita no seu setor de mais funcionários?
09	Precisa de mais materiais ou artifícios para evitar doença ocupacional?
10	Precisa de acompanhamento médico constantemente?

**Fonte:** Adaptado pelos autores de UNIVALI (2008)

A partir da análise das respostas coletadas, chegou-se ao seguinte resultado conforme o gráfico 1. Portanto as dez respostas avaliadas foram tratadas de maneira a gerar discussões em alguns pontos que vieram chamar atenção no ato da análise realizada, propiciando questionamentos cabíveis que precisariam ser averiguados com mais detalhes.



Gráfico 1 – Respostas obtidas do questionário



Fonte: Autores (2019)

### 4.3 Análise das respostas

Foi observado nitidamente alguns pontos que precisam de melhorias e predominantemente receberam um grande percentual em relação a outros questionamentos. A principal resposta que vem tornar o risco ergonômico ainda maior, estar relacionado ao número de funcionários, que segundo 90% dos entrevistados é insuficiente.

Um outro ponto foi que 80% dos profissionais conhecem um outro da mesma função afastado, ficando claro que estes estão sujeitos a um possível afastamento se não forem analisados pela empresa essa questão. Podendo haver uma maneira de investigar qual a principal causa de afastamento ligado a essa função.

E por fim cerca de 70% referem dores decorrentes do trabalho, visto que os mesmos desempenham essa função diariamente e podem não estar utilizando equipamentos de proteção individual ou até mesmo não dispor de conhecimento relacionado a ergonomia o que possibilitaria uma forma mais eficiente de trabalho.

A empresa dispõe de produtos que podem reduzir os riscos ergonômicos. As camas são automatizadas, as cadeiras de rodas possuem ajustes interessantes e existe um aparelho mecânico chamado elevador de transporte, que pode ser utilizado para movimentar o paciente em determinadas situações, podendo colocá-lo na poltrona, retoná-lo para o leito e até mesmo auxiliar na fisioterapia.

A partir das respostas coletadas, foi possível criar uma ferramenta no excel conforme a figura 1, cujo objetivo foi avaliar o risco ergonômico que cada colaborador tinha e de acordo com um *score* determinado pelo número de respostas relacionadas a sua exposição aos mais variados riscos ergonômicos existentes na instituição.

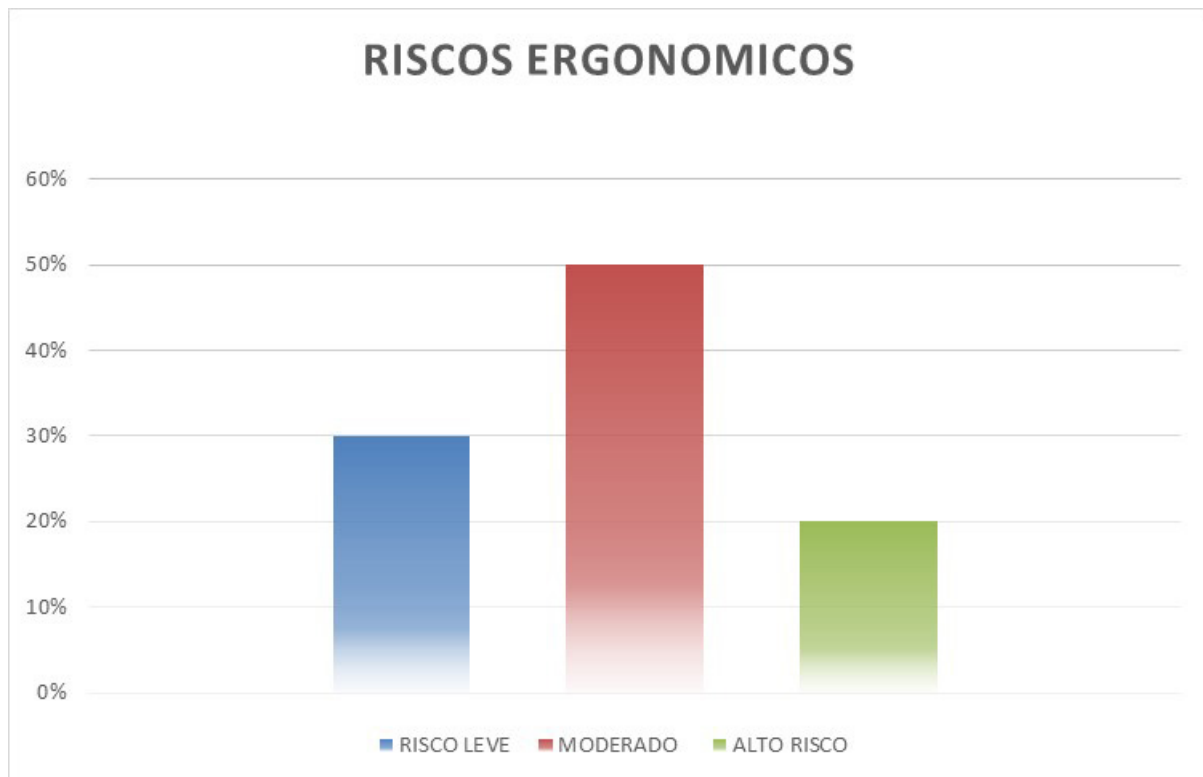


Figura 1 – Ferramenta de mensuração de riscos ergonômicos

Fonte: Autores (2019)

Através dos valores obtidos pela ferramenta criada no Excel, foi possível avaliar os riscos ergonômicos de cada entrevistado de acordo com as respostas obtidas no questionário aplicado. Chegando-se a resultados identificados no gráfico 2. E mesmo entendendo que a empresa investe em ergonomia e busca avanços área, é importante deixar explícito que existem situações que podem ter melhorias, visando trazer mais conforto para certas operações voltadas aos maqueiros.

Gráfico 2 – Resultados de riscos ergonômicos analisados



Fonte: Autores (2019)

#### 4.4 Análise das atividades

Para analisar as tarefas foi utilizado o *software* ergolândia 5.0 conforme figura 2, no intuito de se avaliar seis atividades rotineiras realizadas pelos maqueiros em um plantão. Visto que o *software* está voltado

para a ergonomia física e dispõe de respostas voltadas a correção de alguns quisitos, sendo possível a verificação de atividades que poderão ocasionar alguns danos a saúde do trabalhador.

As seis tarefas analisadas e as respectivas respostas dadas pelo sistema estão descritas a seguir:

Transporte de paciente de cadeira de rodas: Não são necessárias medidas corretivas;

Transporte de maca: São necessárias correções tão logo quanto possível;

Transferência para cadeira de banho: São necessárias correções imediatas;

Alocação de paciente acamado em poltrona: São necessárias correções tão logo quanto possível;

Transferência de paciente do leito para maca: São necessárias correções tão logo quanto possível;

Transferência de paciente da maca para o leito: São necessárias correções tão logo quanto possível.

Figura 2 – Aplicação do software ergolandia 5.0

The screenshot displays the Ergolandia 5.0 software interface. At the top, there are four icons representing different body postures: 1. Upright (Ereta), 2. Inclined (Inclinada), 3. Upright and twisted (Ereta e torcida), and 4. Inclined and twisted (Inclinada e torcida). Below these, the 'Postura dos braços' (Arm posture) section shows three icons: 1. Both arms below shoulders, 2. One arm at or above shoulder level, and 3. Both arms at or above shoulder level. The 'Postura das pernas' (Leg posture) section shows seven icons: 1. Seated, 2. Standing with both legs straight, 3. Standing with one leg straight, 4. Standing with both knees flexed, 5. Standing with one knee flexed, 6. Kneeling on one or both knees, and 7. Walking or moving. The 'Esforço' (Effort) section shows three trapezoidal icons representing effort levels: 1. Load less than or equal to 10 Kg, 2. Load greater than 10 Kg and less than or equal to 20 Kg, and 3. Load greater than 20 Kg. On the right side, there is a 'Tarefa' (Task) dropdown menu set to '1', a 'Descrição da tarefa' (Task description) field containing 'paciente da maca para o leito', a 'Porcentagem de tempo nesta tarefa' (Percentage of time in this task) field set to '100 %', and buttons for 'SALVAR DADOS' (Save data), 'BANCO DE DADOS' (Data bank), and 'INFORMAÇÕES' (Information). At the bottom right, the 'CATEGORIA DE AÇÃO' (Action category) section displays the result: '3. São necessárias correções tão logo quanto possível' (3. Corrections are necessary as soon as possible).

Fonte: Autores (2019)

Conforme as atividades verificadas pelo *software*, este julgou que a maioria das tarefas de rotina necessita de intervenções ergonômicas, para propiciar ao colaborador mais conforto no ato da execução, evitando danos a curto, médio e longo prazo, o que implicaria em maior possibilidade do profissional desempenhar seu trabalho de forma mais eficiente. A figura 2 acima demonstra como foi a avaliação realizada pelo sistema na tarefa de transferência do paciente da maca para o leito, informando que são necessárias correções tão logo quanto possível.

## 4.5 Sugestões

Referente a sugestões para melhoria contínua quanto à aplicação da ergonomia no hospital, sugere-se uma maior divulgação do tema na empresa, associada a uma educação ergonômica voltada para a área hospitalar, tratando o tema como parte de um cronograma que se cumprido rigorosamente pode-se trazer benefícios a empresa até mesmo em curto prazo.

Portanto trabalhar com novos materiais, ações e educação é fundamental, traz benefícios à organização, porém convencer os líderes sobre essa importância é complicado, pois, estes necessitam divulgar sempre resultados satisfatórios ou até mesmo superar as expectativas, não podendo de maneira nenhuma, aumentar os custos dos setores pelos quais são responsáveis.

A instituição dispõe de um terapeuta ocupacional e uma fisioterapeuta que aplicam a ginástica laboral e realizam o atendimento a colaboradores, porém devido a dimensão, acabam que estes não atingem uma quantidade percentual ideal de profissionais, pois além da ginástica laboral existem outras demandas desencadeadas pelo setor da medicina do trabalho.

## 5. CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas neste estudo foi possível alcançar os objetivos da pesquisa, sendo coletadas informações importantes referentes à ergonomia física, tendo como base dados observados de forma detalhada e situações para garantir possíveis melhorias na aplicação ergonômica voltada para profissionais da área da saúde, especificamente os auxiliares de atendimento.

A análise ergonômica na atividade de maqueiro demonstrou a grande importância da ergonomia aplicada no ambiente de trabalho, sendo notório seus principais benefícios, proporcionando maior investigação do tema trabalhado e deixando como sugestão para estudos futuros a aplicação da ergonomia nas unidades de terapia intensiva, por este ambiente de trabalho oferecer grandes riscos ergonômicos.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Josie Helena Esper. **Ginástica Laboral e ergonomia: considerações sobre essa temática.** (Trabalho de Conclusão de Curso) Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, 29f., 2007.
- CABRAL, A.; SOUZA E SILVA, M.; LOUZADA, E.; CESAR, W. **An ergonomic analysis of work in the process of professional rehabilitation in Brazil.** Work 41, p.1841-1848, 2012. Disponível em: <<http://iospress.metapress.com/content/c633k0030012m151/>> acesso em: 05.março.2019.
- CARVALHO, Amanda Freire de. **A influência ergonômica no desempenho das atividades laborais: estudo de caso em uma cooperativa de crédito.** UNIFOR. Minas Gerais, 2015.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações.** 2º ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006.
- DE LIMA, Valquíria. **Ginástica laboral: atividade física no ambiente de trabalho.** Phorte Editora, 2018.
- FERREIRA, Mario Silva. RIGHI, Carlos Antônio Ramires. **Análise ergonômica do trabalho.** PUCRS. Rio Grande do Sul. 2009.
- KASSADA, Danielle Satie; LOPES, Fernando Luis Panin; KASSADA, Daiane Ayumi. **Ergonomia: Atividades que comprometem a saúde do Trabalhador.** VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá. Editora CESUMAR. Paraná, 2011.
- MAGALHAES, F. C. **Ergonomia: Saúde no trabalho.** Disponível em: <<http://www.fiec.org.br/artigos/saude/ergonomia>>. Acesso em: 02.março.2019.
- OLIVEIRA, Joana. **Risco ocupacional no contexto hospitalar.** 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- PINTO, Andréa Gonçalves. **Práticas ergonômicas em um grupo de indústrias da região metropolitana de campinas: natureza, gestão e atores envolvidos.** UNICAMP. Campinas. 2015.
- PIZO, Carlos Antonio, MENEGON, Nilton Luiz. **Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado.** UEM, Maringá, PR, Brasil. 2010.
- PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Saúde e segurança ocupacional,** 2010. Disponível em: <<http://www.previdenciasocial.gov.br/conteudodinamico.php?id=39>>. Acesso em: 02.março.2019.
- RIBEIRO, Rafaela Borges. **Análise ergonômica postural do posto de trabalho do montador em uma indústria de equipamentos automotivos.** Lages, SC: Universidade do Planalto Catarinense. Curso de Engenharia de Produção. 47f., 2013.
- RODRIGUES, Clarice Maria de Araujo. **Sintomas osteomusculares relacionados ao trabalho de enfermagem em uma unidade de terapia intensiva: uma abordagem sobre LER/DORT.** 2016.
- SILVA, A. P. **Ergonomia: Interpretando a NR17.** São Paulo: LTR, 2013.

SILVA, Juliana; BERTONCELLO, Dernival. **Realidade da adequação de indústrias de médio porte às normas de ergonomia.** Consciência e Saúde, 9(2): 227-237, 2010.

SOARES, Sónia Cristina Coelho. **Estratégia de centralização de compras e minimização de custos estudo de caso do Grupo Pinto & Cruz.** 2013. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto.

SOUZA, Bianca Cristina Conceição de, JÓIA Luciane Cristina. **Relação entre ginástica laboral e prevenção das doenças ocupacionais: Um estudo teórico.** Faculdade São Francisco de Barreiras. Bahia. 2006.

CAPÍTULO

14

## AUTORES

TAÍSA SANTOS MACHADO

JOSÉ FELIPE DE CARVALHO

AYRTON CAMPOS

LEONARDO DA SILVA CHAVES

SIDNEY DA CONCEIÇÃO

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

# ANÁLISE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO DOS CONDICIONADORES DE AR DO O CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS DA UEMA ATRAVÉS DA FERRAMENTA FMEA

## RESUMO

A ferramenta FMEA é um método de análise de produtos e processos que proporciona uma avaliação sistemática e padronizada de possíveis falhas, constituindo suas consequências e norteando a adoção de medidas corretivas e/ou preventivas. O trabalho foi realizado na Universidade Estadual do Maranhão no prédio do CCT no período de setembro a outubro de 2018 e consistiu na aplicação da ferramenta FMEA de Processos no setor de refrigeração. Constatou-se a eficácia da ferramenta de qualidade FMEA de processo, quando aplicada adequadamente. Com a redução das falhas na manutenção o consumidor também ganha pois com a redução sistemática das falhas é possível aumentar a disponibilidade do equipamento diminuindo o número de paradas.

**Palavras-chave:** FMEA; falhas; ar-condicionado.

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão estratégica da manutenção tornou-se importante nas Organizações. Todavia, a referida gestão requer um conhecimento integrado de cada parte da empresa, setores e também maquinários. Tal conhecimento viabiliza a identificação sobre o tipo de manutenção a ser adotada. (COSTA; MARIANA DE ALMEIDA, 2013). Deste modo, o uso de uma ferramenta da qualidade bastante utilizada e que auxilia a melhoria do processo de manutenção é a ferramenta de Análise do Tipo e Efeito de Falha (FMEA) (LEAL; ALAÍDE ALINE XAVIER, 2011).

Segundo os autores Helmam e Andery (1995), o FMEA é um método de análise de produtos e processos que proporciona uma avaliação sistemática e padronizada de possíveis falhas, constituindo suas consequências e norteando a adoção de medidas corretivas e/ou preventivas. Tem por objetivo identificar o efeito das falhas sobre a performance do produto ou processo, baseado em dedução (CARDOSO, 2016). Trata-se de uma ferramenta eficaz para o planejamento de manutenções.

Baseado nessas informações, a empresa contratada pela Universidade Estadual do Maranhão especializada em manutenção de ar condicionado não aplica tal ferramenta mencionada como parte de sua gestão de manutenção. Consequentemente, a não aplicação do FMEA resulta em maiores médias de tempo para reparo dos equipamentos. Desse modo, o objetivo deste trabalho é analisar a gestão de manutenção dos condicionadores de ar do Centro de Ciências tecnológicas da Universidade Estadual do Maranhão e propor a elaboração de um FMEA. A fim de viabilizar a implantação da proposta mencionada serão analisados os históricos de manutenção preventiva e corretiva e os procedimentos adotados para realizar cada tipo de intervenção. Deste modo, será possível identificar os modos de falhas e seus efeitos dos referidos equipamentos. Portanto, a elaboração de tal ferramenta simplificará, para os técnicos de refrigeração, a manutenção nos equipamentos, pois as possíveis falhas e suas respectivas soluções serão mapeadas previamente.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 História da Manutenção

Manutenção mesmo que de uma forma muito sucinta já existe há muitos anos, incluindo as épocas mais difíceis dos tempos de outrora, veio a ter conhecimento de uma forma geral no século XVI na Europa Central e trouxe também o relógio mecânico, que por consequência deste acontecimento surgia assim a necessidade de mão de obra para os serviços de assistência e montagem.

Foi no período da revolução industrial que houve a confirmação para que a manutenção entrasse de vez como parte de fundamental importância dentro do cenário de reconstrução causado pela segunda Guerra Mundial, sendo os principais países envolvidos na guerra a buscar métodos para alcançar seus objetivos usando como base os conceitos da engenharia de manutenção mesmo com as limitações daquela época.

### 2.2 Tipos de Manutenção

- ❖ Manutenção Corretiva Emergencial: é a correção da falha de maneira aleatória, caracterizando-se pela atuação dos mantenedores, seja esta uma falha ou um desempenho menor que o esperado. Segundo Cabral (2004), infelizmente ainda é mais praticado do que se deveria. Normalmente a manutenção corretiva não planejada implica em altos custos, visto que a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda na qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bas-



tante grave para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior (ALMADA-LOBO, 2008).

- ❖ Manutenção Corretiva Planejada: neste caso, tem-se uma falha ou condição anormal de operação de um equipamento e a correção depende de decisão gerencial, em função de acompanhamento preditivo (ANDRADE, 2002). A decisão de executar uma manutenção corretiva planejada pode ser originada com base em vários fatores, tais como: negociação de parada do processo produtivo com a equipe de operação, aspectos ligados à segurança, melhor planejamento dos serviços, garantia de ferramental e peças sobressalentes, necessidade de recursos humanos tais como serviços contratados (MOREIRA, 2003).
- ❖ Manutenção Preventiva: durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e esforços humanos, além de prejuízos financeiros. A partir de uma análise desse problema, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva (LOBO, 1997). Considera-se manutenção preventiva aquela manutenção que é feita antes do acontecimento de falhas e quebras. “(...) Visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de pré-planejados” (SLACK et al., 2002, p.645).
- ❖ Manutenção Preditiva: Caracteriza-se pela medição e análise de variáveis da máquina que possam prognosticar uma eventual falha. Com isso, a equipe de manutenção pode se programar para a intervenção e aquisição de peças (custo da manutenção), reduzindo gastos com estoque e evitando paradas desnecessárias da linha de produção (custo da indisponibilidade) (MOUBRAY, 1996).
- ❖ Manutenção Detectiva: É a manutenção preditiva dos sistemas de proteção dos equipamentos, como painéis de controle por exemplo. Busca falhas ocultas destes sistemas, evitando que os mesmos não operem quando necessário, como um sistema de desligamento automático em caso de superaquecimento (CURY, 2008).

## 2.3 Conceito de Confiabilidade

Confiabilidade é uma das principais preocupações na indústria de forma geral focada na localização e redução de riscos operacionais, segurança pessoal, meio ambiente e otimização de recursos, hoje em dia, pois ela só começou a gerar interesse a partir da evolução da manutenção onde deixam de ser puramente corretivas e passam por uma mudança de pensamento onde em meados da década de 1950 com o surgimento da manutenção preventiva os modos de falhas eram controlados e qualificados pela curva da banheira que já trazia a concepção de assegurar confiabilidade por meio de revisões ou restaurações periódicas (GERAGHTY, 1996).

### 2.3.1 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)

A Manutenção Centrada em Confiabilidade é utilizada como método para certificar que qualquer sistema, processo mantenha suas funções para a qual foram determinadas direcionando e controlando os riscos de segurança, integridade física e ambiental visando qualidade e economia por meio da máxima eficiência e artifícios de manutenção existente (VIZZONI, 1988). Já Fleming (2000) traz como definição de Manutenção Centrada em Confiabilidade como “uma consideração sistemática das funções do sistema, o modo como estas funções falham e um critério de priorização explícito baseado em fatores econômicos, operacionais e de segurança, para a identificação de tarefas de manutenção aplicáveis e custo/eficientes”.

Dessa definição podem ser tirados objetivos que fundamenta e interliga o MCC (MOUBRAY, 1997; FLEMING, 2000):

- Manter a identidade do sistema;
- Identificar as falhas funcionais e aplicar FMEA;

- Formar atividade de manutenção conforme a viabilidade técnica e o custo/benefício, usando diagrama de decisão.

## 2.4 Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA)

O FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* - é uma técnica no contexto de melhoria contínua de produtos e processos, cujo objetivo é identificar falhas existentes e priorizar a eliminação ou prevenção dessas falhas, em português significa Análise dos Modos / Tipos de Falhas e seus Efeitos. É uma ferramenta muito poderosa que vem sendo usada cada vez mais em processos de manufaturas e manutenção, e é bastante aceito em planejamentos de melhorias contínuas (SANKAR; PRABHU, 2001).

O FMEA teve início nas Forças Armadas dos EUA devido a uma demanda por melhorias na segurança dos itens e equipamentos utilizados, e nessa mesma época o método era chamado de *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*, que em português significa Procedimentos para Realização de Análises de Nível Crítico dos Modos de Falha e seus Efeitos. No ano de 1988, *International Organization for Standardization* (ISO) lançou a padronização ISO-9000 fazendo com que as empresas formalizassem sistema de gestão da qualidade e impôs aos fornecedores de peças que utilizassem o FMEA (AUGUST, 2002).

O objetivo do FMEA é prevenir falhas identificando através de ações corretivas, impedindo que estas chegam até o cliente final. Um bom FMEA deve identificar modos de falhas conhecidos e potenciais, as causas e os efeitos das falhas, priorizando de acordo com o nível crítico e acompanhar as ações corretivas (STAMATIS, 2003). Para se obter um bom desempenho durante a aplicação do FMEA, alguns pré-requisitos precisam ser levados em consideração, como por exemplo, a equipe, o começo da aplicação do método, o meio de como detectar as falhas e revisão das escalas dos índices de severidade, ocorrência e detecção (PALADY, 1997).

O FMEA possui uma metodologia voltada para a observação de possíveis falhas, e adotando de imediato as medidas necessárias. É uma ferramenta utilizada para selecionar um método mais eficiente, com menos impactos voltados para o meio ambiente, que exige um aprimoramento contínuo fazendo com que um sistema de gestão fique bem sucedido.

## 2.5 Ferramentas da Qualidade

As 7 Ferramentas da Qualidade é um conjunto de metodologias que foi reunido por Kaoru Ishikawa e difundido amplamente como forma de melhoria nos processos das empresas. Elas ajudam a estabelecer métodos mais elaborados de resolução baseados em fatos e dados, o que aumenta a taxa de sucesso dos planos de ação.

Segundo Barbosa (2000, p.01) “as 7 ferramentas do controle da qualidade são recursos a serem utilizados na aplicação da metodologia de solução de problemas”. As ferramentas da qualidade têm um papel fundamental em uma organização, com elas são identificados os problemas que ocorrem no processo e na qualidade, e em cima deste problema são aplicadas as ferramentas para resolver o problema (BARBOSA, 2000, p. 01).

### 2.5.1 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico de colunas que são ordenadas por frequência de ocorrências, da maior para a menor, permitindo a prioridade dos problemas, seguindo o conceito de Pareto de que 80% das ocorrências surgem de 20% das causas, há problemas menos importantes a frente de outros que precisam ser resolvidos com mais prioridades, a sua maior utilidade é permitir a fácil visualização e identificação de problemas e causas com maior prioridade de solução, concentrando total atenção sobre os mesmos (OLIVEIRA, 2015). Ela é uma das sete ferramentas da qualidade, o seu propósito não é a identificação das causas.

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta que permite fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos (MENEZES, 2007).

### 2.5.2 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa que é conhecido como o diagrama de causa e efeitos ou Diagrama espinha de peixe tem por finalidade organizar ideias e discursões de um problema prioritário, analisar diversas causas para um determinado fenômeno, a fim de identificar qual foi a responsável pelo acontecimento em vários processos, principalmente nos processos industriais (PINHEIRO; CRIVELARO, 2014). Originalmente proposto pelo engenheiro Kaoru Ishikawa, sendo seu principal objetivo representar a relação entre as causas que podem causar determinado efeitos, sendo que pode ser algum comportamento indesejado (MARTINS JR., 2002).

A partir do fenômeno são analisados todos os fatores que possam ter ocasionado determinado problema, sendo essa chamada de causa-raiz, a sua criação surgiu da necessidade de fazer as pessoas pensarem em todas as causas que possam levar a determinado problema, ela é considerada uma ferramenta de sucesso por sua simplicidade, facilidade de uso e fácil visualização (OLIVEIRA, 2015). O diagrama possui um direcionamento guiado pelo 6M, conforme tabela 1.

Tabela 1: Tabela de direcionamento dos 6M

Método:	Matéria prima:	Máquinas:	Mão de obra:	Meio ambiente:	Medidas:
Utilizado para criar o produto ou serviço	Que compõe o produto ou pode ser a causadora do problema	Equipamentos utilizados na fabricação, principalmente os que possam ser causadoras de problemas.	Pessoas envolvidas no processo	Possível efeito gerado ao meio ambiente com sujeira excessiva e chuvas	Decisões tomadas em relação ao produto ou serviço na sua fabricação.

Fonte: Autores

## 3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual do Maranhão no prédio do CCT no período de setembro a outubro de 2018 e consistiu na aplicação da ferramenta FMEA de Processos no setor de refrigeração. Foram analisadas as formas de solicitação de manutenção dos chamados durante esse período desde o recebimento do “comunicado interno” (CI) no CCT-UEMA até o atendimento e encerramento das ordens de serviço (OS’s).

A aplicação da ferramenta escolhida foi devida sua capacidade de por meio dela prever a redução de falhas durante o processo de solicitação de manutenção dos condicionadores de ar do referido prédio. Focando nas falhas potenciais do processo em relação ao cumprimento dos objetivos definidos para cada uma de suas características, o que está diretamente ligado à capacidade do processo em cumprir os objetivos definidos para o mesmo. Quando utilizado com eficiência, o FMEA de Processo (Figura 1), além de ser um método poderoso na análise do processo, permite a melhoria contínua e serve de registro histórico para futuros estudos.

FMEA - ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA																		
Aplicável para PROCESSO																		
Processo:		Nº Projeto:		Elaborado por:		Página												
Veículo/Linha:		Nº REFUNIC:		Data de criação:														
Peça:		Responsável:		Data de revisão:														
Equipe:																		
Nº	Etapa do Processo	Potencial Modo de Falha (Defeito)	Potencial Efeito de Falha	Gravidade	Causas Potenciais / Mecanismo de Falhas	Frequência	Controle Atual do Processo			Ações Recomendadas	Responsável e Prazo		Ações Tomadas	Nova Gravidade	Nova Frequência	Nova Não-Detecção	Nova Criticidade	
							Prevenção	Deteção	Não-deteção		Criticidade	Criticidade limite						Resp.

Legenda:

Análise Quantitativa

Solução Proposta

Análise Qualitativa

Eficácia Esperada

Figura 1: FMEA Processo - Grade de Análise

Fonte: Alfa Auto

Os passos seguidos para elaboração desta análise qualitativa do FMEA estão descritos na Figura 2.



Figura 2: Metodologia da ferramenta FMEA

Fonte: Autores

A análise quantitativa do FMEA tem cinco etapas e todas elas possuem uma tabela de cotação que varia para cada empresa.

a) Severidade - Para definir o número da severidade, deve-se fazer a seguinte pergunta: Quão severo é o efeito para o cliente? A resposta é dada seguindo a escala que vai de 1 a 10. Sendo 1 - um impacto baixíssimo no cliente e 10 - envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio, ou pode por em perigo a integridade física do trabalhador., sem aviso antecipado.

b) Frequência – quão frequente a causa e o modo de falha acontece? A frequência é dada pela probabilidade de ocorrer o defeito. Também medido de 1 a 10.

c) Deteção – Quão bem pode-se detectar a causa ou o modo de falha? Sendo 1 - o controle certamente detectará formas discrepantes antes de ser acionado etapas iniciais do processo e 10 - não pode detectar ou o resultado não foi verificado, com certeza absoluta de não de deteção.

d) Criticidade – É tido como Número de Prioridade de Risco (NPR) e é o resultado da multiplicação entre a Severidade (S), Frequência (F) e Deteção (D), conforme equação (1).

$$NPR = S \times F \times D \quad eq. (1)$$



### 3.1 Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado em uma Universidade pública em São Luís - Maranhão, na qual o serviço de manutenção dos aparelhos de ar condicionado é realizado por uma prestadora de serviços terceirizada localizada também na capital do estado. As manutenções preventivas e corretivas são realizadas após o envio da solicitação da gestão do campus a gestão superior. As corretivas ocorrem quando surge algum problema nos equipamentos, como vazamento de água ou desobstrução do dreno. Já as preventivas são normalmente realizadas para fazer limpeza geral dos equipamentos.

### 3.2 Escolha do setor e seus equipamentos

Os principais tipos de equipamentos de climatização presentes no campus universitário, especial o CCT, são os ares-condicionados tipo *Split* e o ACJ (classificado como ar condicionado de janela). A universidade terceiriza o trabalho de manutenção desses ares-condicionados.

Para a aplicação do estudo foram acompanhados 66 ares-condicionados *Split* e ACJ, distribuídos pelo Centro de Ciências Tecnológicas. A escolha ocorreu devido ao setor apresentar falhas com maior frequência. Assim, coletaram-se os dados das manutenções realizadas por meio de OS (ordens de serviços) referentes ao período 27/07/2018 a 27/08/2018, ciclo do mês de agosto, onde as falhas mais comuns observadas foram:

- Vazamento de água;
- O não ligamento do equipamento;
- Apenas ventilação (sem refrigeração).

Na Figura 3 evidencia o mês em que ocorreram as manutenções preventivas, o local de realização das manutenções corretivas, tipo de máquina, capacidade e local de instalação para a realização da manutenção, obtidas por meio do controle realizado pelo próprio setor de refrigeração do campus.

ORDEM DE SERVIÇO PREVENTIVA: REFRIGERAÇÃO CLIMATIZAÇÃO											
Nº OS:	1108	EMERGENCIAL		MÊS	AGOSTO	PRÉDIO	CCT	DATA DE ENTREGA	27/08/2018	Nº FOLHA:	01
MANUTENÇÃO PREVENTIVA											
RELAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS											
ITEM	TIPO	CAPACIDADE	MARCA	LOCAL INSTALAÇÃO	TAG	TOMBO	STATUS	VISTO/CARIMBO SETOR			
01	SPLIT	24000	LG	SALA 1	CCT - SL1 - ARC - SPL24 - 01						
02	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 1	CCT - SL1 - ARC - SPL30 - 02						
03	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 2	CCT - SL2 - ARC - SPL30 - 03						
04	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 3	CCT - SL3 - ARC - SPL30 - 04						
05	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 4	CCT - SL4 - ARC - SPL30 - 05						
06	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 5	CCT - SL5 - ARC - SPL30 - 06						
07	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 6	CCT - SL6 - ARC - SPL30 - 08						
08	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 7	CCT - SL7 - ARC - SPL30 - 09						
09	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 8	CCT - SL8 - ARC - SPL30 - 10						
10	SPLIT	30000	ELECTROLUX	SALA 9	CCT - SL09 - ARC - SPL30 - 11						
STATUS: 1 - REVISADO 2 - NÃO REVISADO 3 - REQUER CORRETIVA											
DATA RECEBIMENTO:				DATA ATENDIMENTO:							
ASSINATURA RESPONSÁVEL:				ASSINATURA RESPONSÁVEL EXECUÇÃO:							

Figura 3: Tabela de Ordem de Serviço preventiva

Fonte: UEMA (2018)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 O Processo

O processo de manutenção dos condicionadores de ar do CCT da universidade Estadual é feito através

de uma empresa terceirizada, contratada para tratar de dois tipos de manutenção: preventiva e corretiva. O processo de manutenção preventiva é feito no formato de ciclos, como exemplificado na tabela 2 acima, onde é realizada a agenda de todas as máquinas existentes no CCT, respeitando a capacidade de cada uma, marca e o tipo do modelo. Já o processo de manutenção corretiva é gerido, oficialmente, através de solicitações via Comunicados Internos (CI) de cada setor da universidade para a Prefeitura de Campus. O profissional responsável pelo envio das CI's solicita o reparo do refrigerador de ar tido como defeituosos para a prefeitura de campus, que por sua vez entrega pessoalmente, em via impressa a CI para o setor de refrigeração, que prontamente encaminha esse pedido aos técnicos da empresa terceirizada presentes na universidade.

No entanto o presente trabalho tratará somente do processo de manutenção corretiva, criando melhorias para esse processo.

## 4.2 Descrição do Problema

Durante todo mês de agosto observou-se que o setor possui uma manutenção corretiva feita com baixo controle, que gera transtornos nas execussões. É muito comum que, diante da burocracia encontrada para que a manuteção corretiva seja feita em tempo hábil, que alguns funcionarios da instituição de ensino solicitem por telefone, grupos de mensagens e até mesmo pessoalmente no setor de refrigeração essa manutenção. Uma vez que as CI's demoram aproximadamente 48hs para chegar ao setor responsável e receberem a devida tratativa e em seguida encaminhada para a execussão da empresa tercerizada.

A empresa tercerizada foi contratada em carater de pregão e garante o atendimento para um número acordado de peças por mês. Diante disso, a ausência desse controle de peças acarreta em dificuldades para contabilizar o quanto já foi utilizado e quando não foi, sobretudo interfere no pagamento da tercerizada.

Para tanto, uma equipe foi reunida para identificar, analisar e solucionar esses transtornos. Com as falhas identificadas no período de agosto de 2018 na gestão de manutenção dos condicionadores de ar, já se dispõe dos dados necessários para a elaboração do FMEA para que estas ou outras falhas sejam sanadas do durante o processo.

## 4.3 Elaboração do FMEA

Uma vez definida todas as etapas do processo de gestão da manutenção corretiva da climatização da instituição de ensino estudada, focou-se em cada etapa levantada como: modos, efeitos, gravidade, causas, frequência, não detecção e criticidade, a fim de definir cada função identificada.

Cada etapa do processo, citado acima, foi examinada cuidadosamente e a aplicação do FMEA foi realizada para todas as etapas do processo. Sendo assim, essas etapas foram:

- 1) Listaram-se as não conformidades encontradas no processo analisado;
- 2) Identificaram-se os modos de falha conhecidos e potenciais utilizando a técnica do *Brainstorming*.
- 3) Identificaram-se os efeitos de cada modo de falha, através do conhecimento teórico e prático, identificando os efeitos que cada falha causará ao cliente interno, bem como ao usuário final.
- 4) Identificaram-se as possíveis causas para cada modo de falha utilizando as técnicas de Brainstorming e Diagrama de Ishikawa.
- 5) Definiram-se os meios de prevenção e detecção dos modos de falha.
- 6) Definiu-se a melhor forma de monitoramento para garantir a eficácia do processo.

Na fase de Potencial do Modo de Falha, para cada etapa citada foi identificado uma possível falha durante o desempenho da mesma.



# FMEA - ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS

FMEA - ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS											FME	
FMEA: PROJETO/PROCESSO		ÁREAS ENVOLVIDAS:			APROVAÇÃO DO CLIENTE			ETAPA:				
PROCESSO		Setor de manutenção						1				
CLIENTE/PROJETO:		Prefeitura do Campus										
Solicitação de manutenção												
RESPONSÁVEL PROJETO/MANUFATURA:		EQUIPE:										
Tabela		José Felipe, Leonardo Chaves, Sidney Alves, Arton Campos.										
ITEM/NOME/FUNÇÃO DO PROJETO/PROCESSO		MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM POTENCIAL	SEVERIDADE	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	OCCORRÊNCIA	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	CONTROLE ATUAL DE DETECÇÃO	RISCO (RPN)	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA
Solicitação de manutenção de ar condicionado...	Ligação telefônica feita de forma informal	Falta de atendimentos da solicitação	8	sem solicitação formal não se consegue encurtar o pagamento.	8	Nenhum	Inspeção das O.S.	8	512			
	Esquecimento por parte do quem atendeu o telefone		7	Não atendimento da manutenção	7	Nenhum	Nenhum	9	441			
	Faltas de informações necessárias a equipe técnica		5	manutenção feita sem controle potencial de peças a serem utilizadas	9	Nenhum	Inspeção das O.S. finalizadas	8	360			
	Solicitação feita "de boca" ao encontrar funcionamento.	Esquecimento por parte de quem foi solicitado	8	Não atendimento da manutenção	5	Nenhum	Recado via grupo de mensagem favorável	7	280			
	Faltas de informações necessárias a equipe técnica		8	manutenção feita sem controle potencial de peças a serem utilizadas	6	Nenhum	Nenhum	9	432			
	Falta de atendimentos da solicitação		8	sem solicitação formal não se consegue encurtar o pagamento.	7	Nenhum	Inspeção das O.S.	8	448			
	Solicitação feita via grupo de mensagem.	Não gera O.S.	10	ausência de controle de pagamento e peças.	10	Nenhum	Inspeção das O.S. finalizadas	8	800			
		Não criar-se escala de prioridade	7	realização de serviços de forma aleatória.	6	Nenhum	Atividade realizada, responsável no grupo de mensagens avisa.	7	294			

RPN	RISCO
0 ATÉ 120	MENOR: NENHUMA AÇÃO SERÁ TOMADA (OU TOMADA A LONGO PRAZO COM A ÓTICA DE MELHORIA CONTÍNUA).
121 ATÉ 250	MODERADO: AÇÃO DEVE SER TOMADA - MÉDIO PRAZO.
251 ATÉ 520	ALTO: AÇÃO DEVE SER TOMADA, VALIDAÇÃO SELETIVA E AVALIAÇÃO DETALHADA DEVEM SER REALIZADAS - CURTO PRAZO.
521 ATÉ 1000	CRÍTICO: AÇÃO DEVE SER TOMADA, MUDANÇAS ABRANGENTES SÃO NECESSÁRIAS. TALVEZ A PRODUÇÃO DEVA SER INTERROMPIDA.

Figura 4: Modo de Falha do Processo de Gestão da manutenção.  
Fonte: autores

Após a identificação dos modos de falhas, oriundo de cada função, foi-se possível indentificar outras consequências relacionadas à causa e efeito e modo de falha.

Na sequência foi-se mapeados os procedimentos para prevenção e detecção do processo, a probabilidade de detectar o modo de falha seguindo os controles.

Em seguida são identificados os controles de prevenção e detecção do processo, a robabilidade de não detectar o modo de falha seguindo os controles e a criticidade (número de Prioridade de Risco (NPR)).

Diante disso, o número de Prioridade de Risco (NPR), ou de intervenção nas causas, em algumas etapas do processo obtiveram uma criticidade acima da criticidade limite, ou uma gravidade de valor 9 ou 10, houve necessidade de determinar ações preventivas recomendadas e estimar uma situação futura para a gravidade, frequência, detecção e criticidade.

A ocorrência de falhas no processo de gestão da manutenção afeta a qualidade do serviço prestado tanto pelo setor de refrigeração, como para a empresa tercerizada contratada, sem falar do cliente final, por isso, a gravidade obteve um valor elevado (valor máximo de gravidade alcançado = 10). Como podemos observar um trecho na tabela 4, extraída do formulário FMA de processo.

<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	<b>AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA</b>
8	8	8	512	Aguardar solicitação formal via CI.
7	7	9	441	Criar uma agenda geral de anotações prévia.
5	9	8	360	Não conseguindo evitar uma solicitação informal, coletar o máximo de informações possíveis.
8	5	7	280	Criar uma agenda geral de anotações prévias.
8	6	9	432	Não conseguindo evitar uma solicitação informal, coletar o máximo de informações possíveis.
8	7	8	448	Informar ao solicitante que abra uma CI. Para gerar OS.
10	10	8	800	Somente realizar serviços com OS
7	6	7	294	Quando não puder evitar as mensagens, criar uma escala de prioridade.

Tabela 2: Modo de Falha do Processo de Gestão da manutenção.

Fonte: autores

## 5. CONCLUSÃO

Através dos resultados analisados constatou-se a eficácia da ferramenta de qualidade FMEA de processo, quando aplicada adequadamente. A aplicação da ferramenta mostrou-se valiosa na redução significativa de defeitos no Setor de Refrigeração da Universidade Estadual. Espera-se que o uso continuado e aper-

feioado da FMEA de processo permitirá no futuro alcançar a zero não conformidade/defeito e melhorar a confiabilidade do processo. Para manter a eficácia da ferramenta é importante revisar o FMEA durante toda a vida útil do processo e assegurar que está sendo corretamente praticado, aplicar a ferramenta corretamente é fundamental para proporcionar a melhoria efetiva do processo e nesse estudo foi realizado de maneira fracionada olhando cada parte com objetivo de alcançar o todo.

Com a redução das falhas na manutenção o consumidor também ganha pois com a redução sistematica das falhas é possível aumentar a disponibilidade do equipamento diminuindo o numero de paradas corretivas, diminuindo ou zerando custos e evitando imprevistos e incomodos pois o equipamento tem confiabilidade para assegurar seu funcionamento quando for necessario utiliza-lo.

## REFERÊNCIAS

- ALMADA-LOBO, B. **Conteúdos da disciplina de Gestão da Manutenção, MIEM**, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- ANDRADE, E. B. **Apostila de Gestão da Manutenção**. Florianópolis, CEFET/SC, 2002.
- AUGUST, J. **Failure Mode and Effect Analysis**. CQA, American Bilrite Inc., Tape Products Division, Moorestown (USA), 2002.
- CABRAL, J. P. S. **Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática...** 4ª ed. Lisboa: LIDEL-Edições Técnicas, cop. 2004.
- CARDOSO, B. F. O, SILVA, F. S, GADELHA, G. R. O. MOREIRA, L. S. **Análise da Gestão de Manutenção em uma universidade pública no Interior do Estado do Pará**. In XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2016.
- COSTA, M. A. **Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**, 2013.
- COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. p. 103, 2013.
- CURY, N. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- DE SOUZA JÚNIOR, J. CATTANI, C. S., RIBAS, G. H. S. e ZANDONAY, R. **Avaliação da degradação de conexões em subestações para desenvolvimento de um sistema de monitoramento em tempo real**, 2012.
- FERREIRA, L. A. A. **Uma introdução à manutenção**. Publindústria: Porto, 1998.
- FLEMING, P. V. & FRANÇA, S. R. R. Considerações Sobre a Implementação Conjunta de TPM e MCC na Indústria de Processos. TT044, In: **Anais... XII Congresso Brasileiro de Manutenção**. São Paulo – SP, 1997. CDRom.
- GASPAR, Carlos Alberto; GORDO, Nivia. **Adaptado de: Adaptado de: Tecnologia Mecânica Básica e Materiais - Mundo Mecânico**. 2000.
- GERAGHETY, T. Obtendo Efetividade do Custo de Manutenção Através da Integração das Técnicas de Monitoramento de Condição, RCM e TPM. **Maintenance Magazine**, vol. 11, no 1, jan/fev, UK, 1996.
- HELMAM, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. 156 p. 1995.
- JUNIOR, E. L. C. **Gestão em processos produtivos**. 1 ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.
- LEAL, A. A. X. **Aplicação de FMEA na análise de riscos do sistema de ventilação e ar condicionado em sala limpa: uma proposta para bio-manguinhos**, 2011.
- LOBO, E. L. **História Empresarial**. In: CARDOSO, Ciro Flamarion; VAINFAS, Ronaldo (Orgs.). **Domínios da história: Ensaio de teoria e metodologia**. Rio de Janeiro: Campus, 1997
- MOREIRA, E. L. M. **Análise da Implementação da Manutenção Produtiva Total na Área de Estamparia em Uma Empresa do Setor Automobilístico**. Monografia. Taubaté: Universidade de Taubaté, 2003.
- MOUBRAY, J. **A Questão Contra o RCM Simplificado**. SQL Systems Brasil, 2000. 10 p
- MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. S. Paulo: Aladon, 1996.
- PALADY, P. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos**. 5ª edição. São Paulo, IMAM. 1997.
- RABELO, L. M. **Manutenção de Equipamentos Laboratoriais**. Recomendação Técnica nº 2/96 - São Carlos: Embrapa, 1996.

RAMOS, Helena Ávila; CHAVES, Carlos Alberto; BRANDALISE, Nilson. Aplicação do Método Fmea no Processo de Climatização de uma Indústria Automobilística. **Anais...** Simpósio de Excelência em Gestão em Tecnologia, 2012.

SANKAR, N. R.; PRABHU, B S. Modified approach for prioritization of failures in a system failure mode and effects analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**.Chennai, (India), v. 18, n. 3, p. 324-335, 2001.

SILVA, R. T.; CUTRIM, S. S.; ROBLES, L. T. **Análise do planejamento de manutenção: estudo de caso do terminal marítimo da ponta da madeira**. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, Salvador – Bahia, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis: From Theory to Execution**. Milwaukee, American Society for Quality, Quality Press. 2003.

CAPÍTULO

15

## AUTORES

TÚLIO LAUANDE ITAPARY NICOLAU

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

# GESTÃO AMBIENTAL APLICADA AOS TRANSPORTES: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

## RESUMO

O estudo aborda sobre os modais de transportes e a gestão do meio ambiente expondo como os empreendimentos podem ocasionar desequilíbrio do ecossistema e dos ciclos existentes (água, solo e ar). É perceptível os danos que a construção de tais empreendimentos traz ao ambiente, devido os projetos se estabelecerem em áreas florestais, reservas indígenas, habitat de animais silvestres e de microrganismos vivos. Neste sentido, a elaboração do Estudo de Impacto ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental possibilitam que a comunidade a ser afetada com a implantação de um empreendimento, participe e debata os benefícios, impactos e alternativas ao projeto. O conhecimento dos impactos ambientais gerados pela infraestrutura de transportes é importante para o estabelecimento de políticas e projetos deste setor e que levem em consideração o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Impacto. Meio ambiente. transportes.



## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da degradação do meio ambiente e a redução na qualidade de vida em nível mundial ocasionam atualmente um risco para a saúde humana. As questões ambientais é um ponto fundamental em discussões de projetos estruturantes de transporte que visam o desenvolvimento sustentável e ecológico do Brasil.

O caput do artigo 225 da Constituição Federal de 1988 elevou o meio ambiente à condição de direito fundamental trazendo que:

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

A crescente conscientização dos cidadãos quanto às questões de proteção e responsabilidade para com o meio ambiente, despertou uma mudança nas organizações, que antes ignoravam as questões socioambientais e não avaliavam os impactos causados por seus empreendimentos (RICO, 2004).

A gestão ambiental assumiu um papel fundamental nas organizações, pois antes que sejam entregues instalações de empreendimentos ou serviços à população, haja o planejamento em relação aos prováveis impactos ao meio ambiente. Assim, visando à melhora ou conservação das condições de vida da população (FOGLIATTI, 2004).

Em 1981 surgiu a lei 6.938 que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente. A partir deste marco, o licenciamento ambiental obteve uma ampla aplicação dentro das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras. Os empreendimentos e atividades ligadas aos transportes terrestres estão inseridos nesse contexto. No qual cada vez mais, as empresas dos setores de transporte, estão buscando se adequar aos padrões exigidos pelos órgãos ambientais e pela sociedade (ANTT, 2010).

Este estudo tem por objetivo abordar temas sobre os modais de transportes e a gestão do meio ambiente apresentando através de um estudo bibliográfico os empreendimentos podem ocasionar desequilíbrio do ecossistema e dos ciclos existentes.

## 2. GESTÃO DO MEIO AMBIENTE

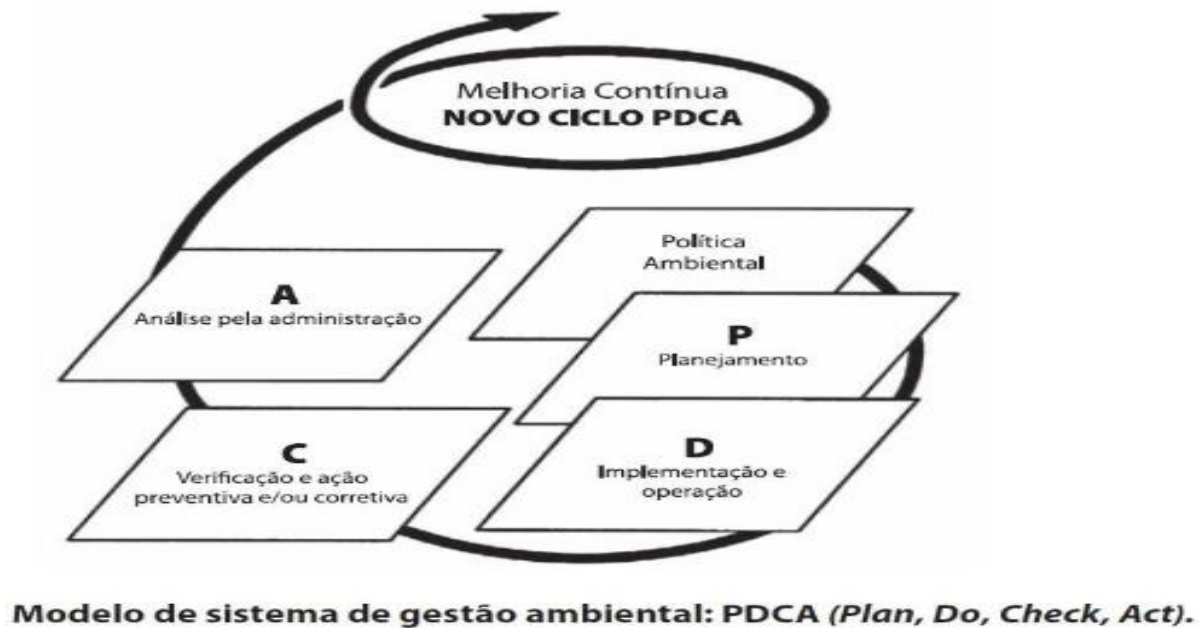
A Gestão Ambiental é considerada uma mescla de ações encaminhadas para obter uma máxima racionalidade no processo de decisão relativo à conservação, defesa, proteção e a melhoria do meio ambiente. Com o objetivo de punir os agentes poluidores, aperfeiçoar o uso dos recursos naturais e preservar o meio ambiente através do monitoramento, atendendo às necessidades da sociedade da melhor forma. (FOGLIATTI, 2004).

Para Valle (2000) a gestão do meio ambiente consiste em um conjunto de ações bem definidas e corretamente implantadas objetivando a minimização e controle dos impactos vindos dos empreendimentos.

A *International Organization for Standardization* (ISO) 14000 aborda diversos aspectos da gestão ambiental, oferecendo ferramentas práticas para as organizações que buscam identificar e controlar seus impactos e assim melhorar seu desempenho ambiental.

A ISO 14001 apresenta a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), sendo a única certificável da série. A figura 1 descreve as principais fases do modelo de SGA baseado no ciclo PDCA (Plan, Do, Check e Act):

Figura 1: Ciclo PDCA para a ISO 14001.



Fonte: NBR ISO: 14001-1996 – ABNT

O gerenciamento ambiental proposto nesse modelo tem como foco o atendimento a legislação, o gerenciamento dos resíduos gerados e a administração dos impactos ambientais. Entre os benefícios de utilizar o Sistema de gestão Ambiental estão:

- Redução do consumo de água, energia e outros insumos;
- Redução de multas e penalidades por poluição;
- Melhoria da imagem institucional;
- Aumento da produtividade;
- Melhoria e criatividade.

Assim, a adoção dessas ações interligadas a um padrão de qualidade passa a ser analisada como ponto estratégico, na medida em que as ações contribuem para a redução dos custos de qualquer empreendimento.

### 3. LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O art. 1º, § I, da Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997, conceitua o licenciamento ambiental como:

“Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras; ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.”

A lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelece a dependência de prévio licenciamento ambiental, a instalação, a construção, a ampliação e o funcionamento de atividades/empreendimentos que manuseiam recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores do meio ambiente e também causador de degradação ambiental.

Logo, entende-se que o licenciamento ambiental é uma autorização expedida pelo órgão público competente, concedida a organizações para que esta exerça o seu direito, desde que sejam atendidos os

requerimentos da lei, a fim de defender o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (MILARÉ, 2013).

### 3.1 Tipos de licenças

De acordo com a fase em que se encontra um empreendimento\atividade são necessários três tipos de licenças: Licença Prévia (LP), Licença de instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

**Licença Prévia:** outorgado na fase inicial do planejamento de um empreendimento\atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando sua viabilidade ambiental e estipula os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidas nas fases seguintes.

Segundo MILARÉ (2013) nessa fase são realizados:

- O levantamento dos possíveis impactos ambientais e sociais;
- Avaliação dos impactos em relação a sua abrangência;
- Planejamento das medidas capazes de eliminar ou mitigar os impactos causados;
- Audiências públicas, para discutir com as comunidades os impactos ambientais e as medidas para mitigar tais impactos;

O prazo de validade da LP deve ser de acordo com o estabelecido no cronograma de elaboração dos programas e projetos, não podendo ser superior a cinco anos.

**Licença de Instalação:** Segundo o artigo 8º, § II, da Resolução Conama nº 237, de 1997, a licença de instalação autoriza a implantação do empreendimento ou atividade, com a prévia aprovação da descrição completa das atividades e programas de controle ambiental.

Diante da autorização da licença de instalação, órgão competente ambiental terá:

- Autorizado o início da obra;
- Aprovado as especificações descritas nos projetos e programas ambientais;
- Definido as condicionantes da licença.

O prazo de validade da LI deve ser de acordo com o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento, não podendo ser superior a seis anos.

**Licença de Operação:** autoriza a operação do empreendimento ou atividade, perante o cumprimento das condicionantes impostas pelas licenças anteriores e das medidas de controle ambiental.

O prazo de validade da LO deve levar em consideração os prazos dos planos de controle ambiental, sendo de, no mínimo, quatro e, no máximo, 10 anos.

## 4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O estudo de impactos ambientais (EIA) é constituído por quatro grupos de atividades, são elas: o diagnóstico do meio ambiente da área de influência do projeto, avaliação dos possíveis impactos a serem gerados, definição das medidas mitigadoras e a elaboração dos programas ambientais (FOGLIATTI, 2004).

Os princípios do processo de avaliação de impacto ambiental foram inicialmente estabelecidos nos Estados Unidos na década de 70. Tal instrumento dispunha sobre os princípios da política ambiental e exigia aos empreendimentos que apresentavam como potenciais causadores de impactos, a observação de alguns pontos como: identificação dos impactos ambientais; efeitos ambientais negativos da proposta; as alternativas da ação; relação entre a utilização dos recursos ambientais em curto prazo e a manutenção

ou a melhoria do seu padrão em longo prazo e a definição clara quanto aos possíveis comprometimentos dos recursos ambientais, para o caso de implantação da proposta. (ROCHA et al., 2005)

Segundo Bolea (1984), a avaliação de impactos ambientais pode ser definida como: os estudos necessários para identificar, prever, interpretar e prevenir os impactos ambientais que alguns empreendimentos e projetos podem causar ao bem estar humano e ao meio ambiente, incluindo alternativas junto às comunidades.

Dentre os principais métodos e técnicas do AIA fazem parte:

- Método ad-hoc

São elaborados para cada projeto específico. Consiste na formação de um grupo multidisciplinar com objetivo de levantar os possíveis impactos ambientais e suas medidas mitigadoras.

- Método *check-list* (Listagem)

São listas padronizadas elaboradas na fase de diagnóstico ambiental onde os fatores ambientais de projetos específicos são enumerados e identificados os seus impactos.

- Matrizes

São empregadas para relacionar as diversas ações de um projeto aos fatores ambientais. As matrizes propiciam uma visualização das ações que provocam o maior número de impactos, onde cada elemento da matriz possui valores correspondentes à magnitude e à importância do impacto. Entre as mais utilizadas encontra-se a matriz de Leopold.

- Redes de interação (*networks*)

Permitem estabelecer uma relação do tipo causa-efeito, retratando, a partir do impacto inicial, o conjunto de ações que desencadearam direta ou indiretamente. Podem ser associados os parâmetros de magnitude, importância e probabilidade (WESTMAN, 1987).

- Superposição de cartas

Método que consiste na confecção de uma série de cartas temáticas, uma para cada fator ambiental. Quando superpostas, reproduzem a síntese da situação ambiental de determinada área geográfica.

Não existe um método ou técnica ideal, que seja aplicável a todos os tipos e fases de um estudo. A escolha do método depende de vários fatores como a disponibilidade de dados, características do projeto e as especificidades do local.

## 5. TRANSPORTE E O MEIO AMBIENTE

A relação entre transportes e meio ambiente é múltipla e envolve: a infraestrutura de transportes, os veículos e os fatores associados à acessibilidade e mobilidade; os usuários do sistema de transportes e as populações afetadas, positiva e negativamente, pela implantação e operação da infraestrutura e dos serviços de transportes, e; as características e condições do meio ambiente sob influência direta e indireta dos transportes (BRASIL, 2003).

Os sistemas de transportes possuem papel importante no processo do desenvolvimento econômico do país tanto sobre a produção quanto o consumo. Na produção, a eficiência no transporte tem impacto direto na redução de custos, iguais, por exemplo: ao aparecimento de uma nova tecnologia na produção. E sobre o consumo, encontramos a diminuição com custos logísticos implicando na redução de preços nos bens e serviços (CNT, 2017).

As preocupações envolvendo o meio ambiente e os transportes tiveram início a partir da crise do petróleo nas décadas de 70 e 80. A redução da atividade econômica neste período levantou discussões e debates sobre esses temas. Contudo as estratégias que surgiram ligadas a conservação de energia não incluíam as questões de meio ambiente, pois não consideravam o malefício da degradação ambiental e a escassez

dos recursos naturais (ALBANO, 1996).

Em maio de 1992, o Ministério dos Transportes editou o documento: Diretrizes Ambientais Prioritárias para o Setor de Transportes em decorrência de um estudo realizado por convênio entre o GEIPOT e DNER que reconhece a tendência mundial de compatibilizar a evolução do sistema de transportes com a necessidade de manutenção da base de recursos naturais para a continuidade de utilização pelas gerações futuras (TEIXEIRA, 1993).

Segundo Bellia e Bidone (1993), o ato de causar impactos no meio ambiente para a produção, seja ela, uma rodovia, ferrovia, porto ou habitações familiares, é uma característica intrínseca dos projetos e obras de engenharia.

Nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação de um empreendimento/projeto, o meio ambiente pode ser impactado em maior ou menor grau, dependendo do tipo e do porte do projeto de transporte, além das mudanças nas características ambientais da região (FOGLIATTI, 2004).

Os diferentes modais de transportes apresentam características particulares, as quais diferenciam os impactos gerados nas fases do projeto de cada modalidade.

## 5.1 Modal Rodoviário

As rodovias são estruturas complexas com objetivo de servir como via terrestre de transporte para pessoas e cargas. Assim como outros empreendimentos viários, afetam o meio-ambiente, sendo que, os impactos das rodovias ocorrem em três meios: físico, biótico e socioeconômico (FOGLIATTI, 2004).

No meio físico, os principais problemas estão relacionados aos sistemas de drenagem e a instabilidade de cortes e taludes. Já no biótico, os impactos estão relacionados com a redução da cobertura vegetal e da fauna. No meio socioeconômico os impactos estão relacionados às alterações nas atividades econômicas das regiões próximas ao empreendimento e na qualidade de vida (BANDEIRA, 2013).

Nas etapas de planejamento, instalação e operação de um projeto rodoviário as questões ambientais devem estar em conformidade com a resolução do CONAMA nº 001/86, por caracterizar-se como um serviço com alto potencial poluidor. Na fase de planejamento os principais impactos provocados estão relacionados às expectativas criadas quanto à valorização ou desvalorização da região próxima ao projeto e a necessidade de desapropriação, devido às alternativas dos traçados (FOGLIATTI, 2004).

Os impactos (positivos e negativos) da etapa de instalação de obras rodoviárias são decorrentes dos itens listados abaixo:

a) Instalação do canteiro de obras:

- Desmatamento e limpeza do terreno
- Implantação dos canteiros de obras
- Terraplanagem e aterros
- Empréstimos e bota-fora
- Drenagem
- Exploração de materiais de construção.

A etapa de operação de uma rodovia gera diversos impactos e modificações no meio ambiente. O Manual Rodoviário do DNER (BRASIL, 1996, p.30) lista os principais impactos, são eles:

- Poluição da água
- Poluição do ar



- Aumento dos níveis de ruído
- Aumento dos níveis de vibração
- Problemas de segurança da comunidade

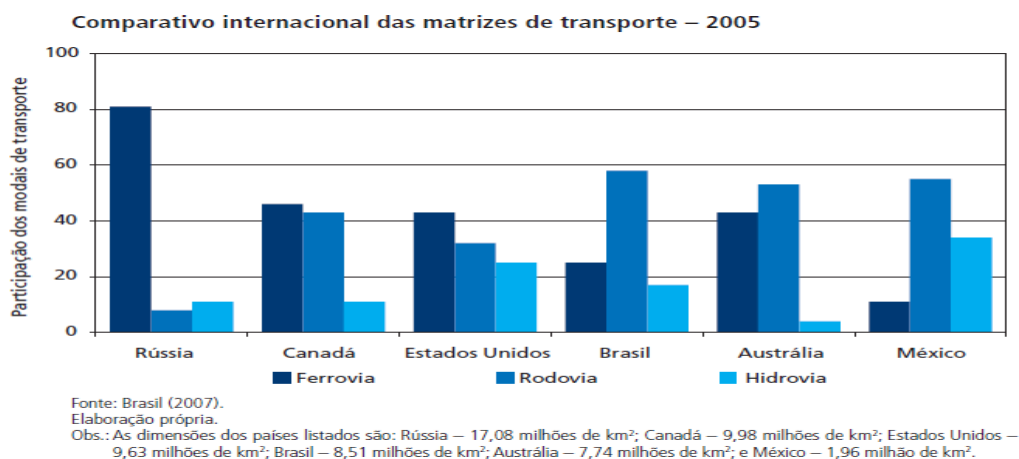
As obras rodoviárias apresentam impactos positivos e negativos ao meio ambiente. Assim, é de grande importância a análise desses impactos para a melhoria dos projetos, com foco na minimização dos impactos negativos e a maximização dos positivos (SIMONETTI, 2010).

## 5.2 Modal Ferroviário

O surgimento do transporte ferroviário está ligado à busca da sociedade por transportar pessoas e valores materiais em uma velocidade mais rápida e em maior quantidade. O início da trajetória do sistema ferroviário brasileiro remonta aos tempos de Império com a construção e a operação da Estrada de Ferro Rio – Petrópolis, inaugurada pelo Barão de Mauá no ano de 1854 (SANTANA 2013).

Países de grandes dimensões territoriais geralmente movimentam grande parte de suas cargas através do modal ferroviário. O Brasil ocupa o nono lugar com 2,33% em extensão férrea enquanto em área aparece em quinto lugar com 5,67%. Em comparação aos Estados Unidos que possui uma área de 6,26% e extensão férrea de 23,78%. O Brasil, apesar de sua grande dimensão, pouco se aproveita das vantagens desse modal.

Figura 2 – Comparativo internacional dos modais de transporte.

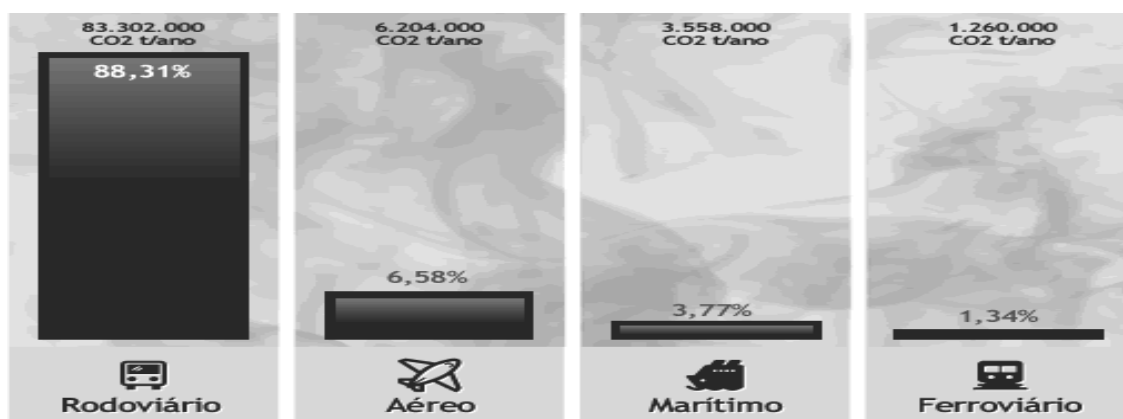


Fonte: Santana (2013)

A Figura 2 aponta uma desproporção no uso das ferrovias pelo Brasil em relação a outros países. Boa parte das ferrovias brasileiras existentes e projetadas tem como destino os portos, porém elas poderiam ser usadas para fomentar a navegação de cabotagem e interior, em uma solução multimodal para os gargalos logísticos do país, tanto para movimentação de graneis para a exportação quanto para carga geral containerizada entre os polos produtores e consumidores do Brasil (IPEA, 2010).

A principal vantagem que o modal ferroviário oferece se refere à capacidade de carregamento. Dá-se preferência a cargas de alta tonelagem para o transporte ferroviário, principalmente quando é preciso percorrer longas distâncias. E apresenta menor emissão de CO<sub>2</sub> em comparação aos outros modais de transporte (SARAIVA, 2013).

Figura 3 - Emissão de CO2 no setor de transporte no Brasil



Fonte: Saraiva (2013).

Na fase inicial de projeto de uma ferrovia, a escolha do traçado tem primordial importância. Devem-se realizar avaliações das características biológicas, físicas e antrópicas da região, com o objetivo planejar a exploração dos recursos naturais em conformidade com as legislações aplicáveis, buscando a redução dos danos ambientais.

A Valec (2010) descreve os impactos, sendo eles, sobre o meio biótico, meio físico e meio socioeconômico. As características biológicas a serem observadas estão relacionadas às áreas de desmatamento, devendo levar em consideração as unidades de conservação, as quais são destinadas a preservação de bancos genéticos de flora e fauna e que não podem sofrer interferências. Abaixo estão listados alguns dos impactos causados sobre o meio biótico:

- Fragmentação e Perda de habitats
- Redução da diversidade de espécies da fauna e flora
- Aumento da pressão antrópica sobre os recursos naturais dos remanescentes e áreas de preservação.
- Facilita o tráfico ilegal de animais silvestres
- Proliferação de zoonoses
- Aumento da incidência de atropelamentos de animais silvestres

Entre as características física estão os fatores geológicos, geotécnicos, climatológicos e hidrológicos. Abaixo estão listados alguns dos impactos causados sobre o meio físico:

- Início ou aceleração de processos erosivos
- Assoreamento
- Aumento de ruídos e vibrações
- Acúmulo de águas, causando alagamentos;
- Instabilidade de taludes e aterros
- Entupimento de sistemas de drenagem
- Poluição do ar por materiais particulados
- Degradação de áreas exploradas
- Alteração da paisagem natural

Já as características antrópicas englobam o estudo da população diretamente afetada, atividades eco-

nômicas e as reservas indígenas da região. Abaixo estão listados alguns dos impactos causados sobre o meio socioeconômico:

- Geração de emprego e renda
- Incremento da economia da região
- Ocorrência de acidentes
- Alteração da qualidade de vida da população
- Interferências com comunidades indígenas

Outro fator de grande importância é a investigação da existência de patrimônios históricos, cultural e arqueológico no sítio de implantação do projeto. Portanto, faz-se necessário a identificação das atividades impactantes, propondo medidas mitigatórias para os impactos e definir os programas ambientais.

### 5.3 Modal Hidroviário

Segundo a CNT (2012), o transporte hidroviário é caracterizado pela utilização de rios, lagos e oceanos no deslocamento de mercadorias e pessoas. Subdivide-se em: o fluvial ou hidroviário, que utiliza os rios navegáveis, sendo que o Brasil possui uma malha hidroviária com cerca de 40.000 km de rios fisicamente aproveitáveis para a navegação interior; e o marítimo, que utiliza a navegação no mar e a circulação na costa atlântica. O transporte aquaviário é apontado como o meio de transporte que possui custos fixos mais baixos e consumo de energia menor dentre os demais modais.

A cabotagem é caracterizada pelo transporte realizado entre dois portos da costa de um mesmo país ou entre um porto costeiro e um fluvial. No Brasil, as empresas que mais utilizam a cabotagem são as de graneis líquidos (óleo e derivados de petróleo). E também, o setor de graneis sólidos (soja, trigo e milho) também utiliza o transporte por navios. Mas é no setor de carga por contêineres que o Instituto Ilos (Instituto de Logística e *Supply Chain* – cadeia de suprimentos) estima uma perspectiva maior de crescimento (SARAIWA, 2013).

Segundo o *U.S. Department of Transportation* (1994), o transporte hidroviário possui algumas vantagens, entre elas:

- Maior eficiência energética;
- Menor emissão de gases poluentes do ar;
- Menor impacto sobre a população;
- Reduzidas intervenções no meio físico.

Segundo Fogliatti (2004), nos projetos hidroviários havendo a necessidade de interferência de um trecho de uma bacia hidrográfica, seja por barramentos, derivações, retificações de rios e construções de canais, podem comprometer, em outros trechos, a qualidade das águas e o regime de escoamento, podendo causar enchentes.

Os impactos ambientais relacionados à fase de implantação do projeto, em geral, se assemelham aos impactos de empreendimentos de transportes, rodovias e ferrovias. Entre os principais impactos, Amaral (2004) destaca:

Dragagem;

Derrocamento;

Sinalização;

Cortes de meandro;

Implantação de canais e espigões;

Construção de barragens.

Entre os impactos sociais, Carvalho (2008) cita: conflitos com comunidades indígenas, danos ao patrimônio histórico e arqueológico, demanda descontrolada por serviços, choque cultural entre população local e emigrada e incremento de atividades marginalizadas. Entre os impactos sobre a natureza, destacam-se: poluição do ar, efeitos sobre a fauna e a flora, qualidade dos recursos hídricos e modificação da paisagem.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo assumiu como objetivo contribuir para a formulação de uma abordagem metodológica que auxilie nos procedimentos de planejamento e o licenciamento ambiental dos empreendimentos de transporte. Utilizou-se de pesquisas bibliográficas, para identificar os principais impactos ambientais relacionados aos empreendimentos de rodovias, ferrovias e hidrovias.

A partir do referencial teórico, foi possível observar uma série de diferenças entre os modais de transporte. Foi visto que o modal rodoviário é o mais utilizado atualmente, proporcionando uma entrega de produtos mais rápida e, muitas vezes, atingindo grande parte do território nacional, mas com um custo de infraestrutura e emissão de CO<sub>2</sub> elevados. Observou-se, ainda, que o modal ferroviário já está sendo mais requisitado, pois nele são realizados grandes carregamentos de longa distância, operando com uma velocidade baixa. O modo hidroviário ainda é um dos menos utilizados no transporte de cargas do Brasil, podendo transportar grandes volumes de carga a longas distâncias (como mais de 500 km) a uma velocidade baixa. Consequentemente, o tempo nas entregas torna-se maior, o custo de percurso e operacional é baixo e a emissão de CO<sub>2</sub> no meio ambiente.

É necessário pensar se a construção desses empreendimentos trará mais danos ou benefícios no futuro, nos fazendo analisar quais as reais prioridades e a viabilidade desta obra no local escolhido. Ressalta-se também, que estes danos podem não ser visíveis, risco de grau insignificante e não influenciar a vida da população da região do empreendimento naquele momento, porém com o passar do tempo esses danos podem gerar outros mais graves e, deste modo, a região sentirá os impactos causados, trazendo riscos para a sociedade, pois muitos impactos ambientais são irreversíveis, impossibilitando a sua minimização.

Para isso, os estudos ambientais antes da implantação do empreendimento são de primordial importância a análise dos impactos, tanto positivos como negativos, para a melhoria dos projetos.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, M. S. **Abordagem metodológica para avaliação ambiental de atividades e empreendimentos hidroviários**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14001. **Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para o uso**. Rio de Janeiro, 2004.

BANDEIRA, H. **Transporte Ferroviário no Desenvolvimento do Brasil: os corredores ferroviários bioceânicos**. Universidade de Brasília. 2013.

BELLIA, V.; BIDONE, E.D. **Rodovias, Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: EDUFF, 1993.

Bolea, T. **Evaluación dei impacto ambiental**. Madrid, Mapfre, 1984.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Engenharia Rodoviária. Divisão de Estudos e Projetos. Serviço de Estudos Rodoviários e Ambientais. **Manual Rodoviário de conservação, Monitoramento e Controle Ambientais**. Rio de Janeiro, 1996.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Política Ambiental do Ministério dos Transportes**. Brasília, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Transporte rodoviário: desempenho do setor, infraestrutura e investimentos**. – Brasília : CNT, 2017.

- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Plano CNT de Logística Brasil. Brasília: CNT, 2008.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional**. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro. Brasília, 2010.
- LA ROVERE, E. **Impactos ambientais de projetos energéticos**. Rio de Janeiro, Coppe, 1989. mimeogr.
- MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente**. 8ª ed. São Paulo: ed. Revista dos Tribunais, 2013. 776-832 p.
- MONTEIRO, C.R. O marketing verde e o processo de decisão de compra de consumidores Natura no município de Patos-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental** (Pombal - PB - Brasil) v. 11, n.01, p.49 - 56, jan-dez, 2017.
- MORALES, P. R. D. **Documento setorial: ferrovias**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.
- RICO, Elizabeth de Melo. A responsabilidade social empresarial e o Estado: uma aliança para o desenvolvimento sustentável. **São Paulo em perspectiva**, v. 18, n. 4, p. 73-82, 2004.
- ROCHA, E. D.; CANTO, J. L.; PEREIRA, P. C. Avaliação de impactos ambientais nos países do mercosul. **Ambiente & Sociedade** – Vol. VIII nº. 2 jul./dez. 2005
- SARAIVA, P. L.; MAEHLER, A. E. Impactos ambientais e vantagens comparativas do transporte hidroviário em relação a outros modos de transporte no sul do Brasil. **Rev. Adm.** UFSM, Santa Maria, v. 8, número 3, p. 499-514, JUL. - SET. 2015.
- SIMONETTI, H. **Estudo de impactos gerados pelas rodovias: sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA**. 55f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.
- TEIXEIRA S.G. **Tratamento da Questão Ambiental no Âmbito do Ministério dos Transportes**. Anais do 7º ANPET, São Paulo. 1993.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Environmental Advantages of Inland Barge Transportation**. 1994.
- VALEC. EIA/RIMA para Implantação da Ferrovia EF 354 – Trecho: Uruaçu/GO - Vilhena/RO.
- WESTMAN, W. op. cit.; LEE, N. op. cit.; MAGRINI, A. op. cit.; BISSET, R. Methods for environmental impact assessment. **A selective survey case studies**. Scotland, University of Aberdeen, Department of Geography, 1987.



CAPÍTULO

16

## AUTORES

BRUNO GOMES FERREIRA

LEONARDO TAVARES FARINHA

RAYSA CRUZ ALMEIDA

JESSICA NASCIMENTO DA SILVA

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FI-

LHO

# ANALISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO DE AUXILIARES DE CARGAS E DESCARGAS: MÉTODO APLI- CADO OWAS E CHECKLIST DE COUTO

## RESUMO

**E**mpresas de vários setores visam seus lucros deixando uma parte essencial dos serviços a desejar, pecando na ergonomia do trabalho e não atendendo a requisitos mínimos de segurança. Um desses trabalhos são os auxiliares de cargas e descargas, mais conhecidos como “estivadores”, que trabalham com cargas excessivas em condições adversas sem equipamentos de proteção adequados. O presente trabalho identifica as falhas e tenta corrigir com soluções aplicando método de estudos, baseados em pesquisas de diversos autores com conhecimentos específicos na área de ergonomia, usados para análises de estudos métodos como OWAS e checklist de COUTO para apresentar resultados e comprovar os dados obtidos. Todo processo de pesquisa foi feito pelo ergolândia 5.0 e por registro fotográfico para melhor obtenção de dados.

**Palavras-chave:** Empresas, Ergonomia, Estivadores, OWAS, COUTO.

## 1. INTRODUÇÃO

Grande maioria das empresas de pequeno e médio porte buscam suas atenções somente para lucros, deixando a desejar uma parte essencial dos serviços dos seus empregados. A ergonomia com base na NR 17 busca fazer com que essas empresas possam estar cumpridas normas de requisitos mínimos de segurança do trabalho.

Com o passar dos anos, esse modo de visão dos empresários está mudando, fazendo com que comecem a buscar fatores que aumentem o desempenho e que busque reduzir fatores de riscos. Zelando pela saúde e segurança, vários métodos passaram a ser adotados.

O estudo foi realizado em empresas de médio porte de cargas e descargas, visando buscar falhas e solucionar problemas de ergonomia, e garantir a eficiência dos métodos utilizados na pesquisa.

Auxiliar de carga e descarga é o responsável por diversas atividades, algumas delas são as preparações da carga, descarga de materiais e arrumação das cargas. Considerando que tais atividades necessitam de um estudo detalhado fazendo suas devidas análises ergonômicas.

Ergolândia 5.0 é um *software* bastante eficiente quando se trata de ergonomia e análise do posto de trabalho (AET), possibilitando seu usuário fazer diversas análises, dentre elas se destacam duas que foram utilizadas no trabalho, o método OWAS e o Checklist de Couto.

OWAS é uma ferramenta da ergolândia 5.0 que foi desenvolvido entre 1974 e 1978 com a finalidade de verificar a postura do trabalhador no seu posto de trabalho. Mostrando ao usuário se há necessidade de reparos ergonômicos em cada trabalho realizado.

Checklist de Couto também é considerado uma ferramenta do ergolândia 5.0 que foi desenvolvido com o objetivo de verificar as condições do trabalhador no local de trabalho e as condições ergonômicas do trabalhador e suas consequências

O estudo revelou as condições árduas de trabalho dos auxiliares de carga e descarga, mostrando as condições ergonômicas do posto de trabalho e dos trabalhadores no qual será discorrido durante o artigo.

## 2. ERGONOMIA

O termo Ergonomia é relativamente recente: criado e utilizado pela primeira vez pelo inglês Murrell, passa a ser adotado oficialmente em 1949, quando da criação da primeira sociedade de ergonomia, a Ergonomic Research Society, que congregava psicólogos, fisiologistas e engenheiros ingleses, interessados nos problemas da adaptação do trabalho ao homem (LAVILLE, 1976).

Pode ser definida como “o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários a concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência” (WISNER, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) a ergonomia estuda diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando saúde, segurança, satisfação dos trabalhadores, durante sua integração com o sistema produtivo. Eficiência virá como consequência (IIDA, 2016).

Numa situação ideal, a ergonomia deve ser aplicada desde as etapas iniciais do projeto de uma máquina, local de trabalho, ambiente ou sistema. Estas devem sempre incluir o usuário como um de seus componentes. Assim, as características do usuário devem ser consideradas conjuntamente com as características e as restrições técnicas, ambientais ou sistêmicas para se ajustarem mutuamente, umas às outras

(IIDA, 2016).

A análise do *custo/benefício* indica, de um lado, o investimento ou custo necessário para implementar um projeto ou uma recomendação ergonômica, representado pelos custos com os consultores, custos de projetos, aquisição de máquinas, materiais e equipamentos, treinamentos de pessoal e queda de produtividade durante o período de implantação. Do outro lado, são computados os benefícios, quanto vai se ganhar com os resultados do projeto. Podem ser incluídos itens como economias de material, mão de obra e energia, redução de acidentes, absenteísmo, rotatividade e custos jurídicos, aumento da qualidade de produtos e processos, e da produtividade (IIDA, 2016).

## 2.1. Método OWAS

Sistemas OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*) é uma técnica prática de registro e análise de posturas, desenvolvida por três pesquisadores finlandeses (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977). Eles trabalhavam em uma empresa siderúrgica, onde se encontravam muitas condições desfavoráveis de trabalho pesado. Começaram a analisar fotografias das principais posturas encontradas tipicamente na indústria pesada. Encontraram 72 posturas típicas que resultaram de diferentes posições do dorso, braços e pernas e a carga suportada ou uso de força (IIDA, 2016).

DO	1 Reto	2 Inclinado	3 Reto e torcido	4 Inclinado e torcido
BRAÇOS	1 Dois braços para baixo	2 Um braço para cima	3 Dois Braços para cima	EXEMPLO  Codigo: 215
PERNAS	1 Duas pernas retas	2 Uma perna reta	3 Duas pernas flexionadas	DORSO Inclinado 2 BRAÇOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna Ajoelhada 5

Figura 01 – Posições dos setores do corpo utilizados no método OWAS

Fonte: IIDA (2016)

O sistema foi testado com mais de 36.340 observações em 52 tarefas típicas da indústria siderúrgica. Diferentes analistas treinados, observando o mesmo trabalho, fizeram registros com 93% de concordância. O mesmo trabalhador, quando observado de manhã e à tarde, conservava 86% das posturas registradas, e diferentes trabalhadores executando a mesma tarefa usava, em média, 69% de posturas semelhantes. Concluiu-se que o sistema de registro apresentava uma consistência razoável (IIDA, 2016).

## 2.2. NR 17

Norma regulamentadora de segurança do trabalho que auxilia na ergonomia e na adaptação do trabalho ao colaborador, levando em consideração os aspectos ambientais, psicofisiológicas de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho (MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2015).

As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descargas de materiais, condições ambientais do posto de trabalho e da própria organização, o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a deposição da carga, sendo admissível o transporte manual de cargas, por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer a sua saúde e segurança (MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2015).

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no mês de maio de 2017 com cinco empresas distribuidoras na cidade de São Luís, no bairro do João Paulo que são responsáveis pela distribuição de alimentos pela região metropolitana da cidade. Os setores dos auxiliares de carga de descarga são responsáveis pela autorização e orientação de transporte, preparação da carga, descargas, arrumação de cargas em porões, controle de entrega e operação de equipamentos.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista com os 4 trabalhadores de cada empresa possibilitando uma visão geral dos problemas, também foi realizado os registros fotográficos do ambiente de trabalho constatando diversos riscos ergonômicos.

O trabalho realizado em geral pelos funcionários das empresas “V”, “X”, “W”, “Y” e “Z” durante o expediente, são bastante repetitivos com poucos intervalos para descanso. Geralmente fazendo levantamento de cargas com pesos excessivos. Com base nisso foi utilizado o método OWAS e o Checklist de Couto.

O método de análise consiste na observação das posturas, as quais serão classificadas segundo suas posições, resultando em uma codificação de seis dígitos. O primeiro, segundo, terceiro e quarto dígitos indicam as posições de costas, braços, pernas e o fator força, respectivamente. Os dois últimos dígitos são reservados para a classificação da fase de trabalho (IIDA, 2016).

No Checklist Couto é ferramenta que auxilia no levantamento de dados sobre as condições ergonômicas no posto de trabalho. No qual é realizada uma lista de perguntas sobre as posições dos membros, frequência de execução das tarefas, intervalos de trabalho, condições ergonômicas e suas consequências das atividades humanas. (IIDA, 2016).

### 4. POSTOS DE TRABALHO DE AUXILIARES DE CARGAS E DESCARGAS

Preparam cargas e descargas de mercadorias; movimentam mercadorias em navios, aeronaves, caminhões e vagões; entregam e coletam encomendas; manuseiam cargas especiais; reparam embalagens danificadas e controlam a qualidade dos serviços prestados. Operam equipamentos de carga e descarga; conectam tubulações às instalações de embarque de cargas; estabelecem comunicação, emitindo, recebendo e verificando mensagens, notificando e solicitando informações, autorizações e orientações de transporte, embarque e desembarque de mercadorias (MTE, 2017).

Para o exercício dessas ocupações não se requer nenhuma escolaridade e cursos de qualificação. O tempo de experiência exigido para o desempenho pleno da função é de menos de um ano. A ocupação elencada nesta família ocupacional demanda formação profissional para efeitos do cálculo do número de aprendizes a serem contratados pelos estabelecimentos nos termos do artigo 429 da consolidação das leis do trabalho – CLT, exceto os casos previstos no art. 10 do decreto 5.598/2005 (MTE, 2017).

Os profissionais dessa família ocupacional exercem suas funções em empresas de transporte terrestre, aéreo e aquaviário e naquelas cujas atividades são consideradas anexas e auxiliares do ramo de transporte. Os trabalhadores das ocupações carregador (aeronaves) e carregador (armazém) são contratados na condição de trabalhador assalariado, com carteira assinada, enquanto aqueles das ocupações ajudante de motorista, carregador (veículos de transportes terrestres) e estivador atuam como autônomos, portanto, sem vínculos empregatícios. Trabalham, dependendo da ocupação e do tamanho do meio de transporte, em duplas ou em grupos, sob supervisão ocasional e também permanente, em ambientes fechados, a céu aberto e em veículos. Podem trabalhar no período diurno e em rodízio de turnos diurno e noturno. Por vezes podem estar expostos a ruído intenso e altas temperaturas (MTE, 2017).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciar o processo de análise por meio do método OWAS, gerando os seguintes dados gerais sobre o auxiliar de carga e descarga. A primeira atividade realizada no posto de trabalho é a preparação da carga, como mostra na figura 2. E sua respectiva análise na figura 3.

Figura 02 – Preparação de carga



Fonte – Autores

Figura 03 – Preparação no Ergolândia

Fonte - Ergolândia

A análise realizada pelo *software* mostra que é necessário tomar providencias para a correção do problema, pois o trabalhador encontra-se em uma posição de risco podendo cair gerando lesões e adquirir sérios problemas na coluna devido a sua posição junto com levantamento de cargas pesadas mostradas na Figura 4.



Figura 04 – Descarga de materiais



Fonte – Autores

A segunda atividade realizada no posto de trabalho é a de descarga de materiais como consta na Figura 4. E sua respectiva análise feita pelo *software* na Figura 5.

Figura 05 – Preparação no Ergolândia

Fonte - Ergolândia

Foi verificado no *software* que é necessárias correções em um futuro próximo, porém na pesquisa realizada no posto de trabalho foram encontradas irregularidades com o carregamento de peso excessivo e falta da utilização do EPI.

Segundo os fundamentos da Biomecânica, praticamente não existem limites para o ser humano, quando são utilizados ferramentas e equipamentos adequados ao peso e ação a ser executada, adotando uma postura adequada no momento de realizar os esforços (COUTO, 1995).

No Brasil, a legislação não é muito específica, neste ponto. Estipula em 60 (kg) o peso máximo que um trabalhador deve manusear, numa atividade laboral (BRASIL, 1994). Apesar disto, este valor não pode ser referenciado para uma atividade que seja realizada durante toda uma jornada de trabalho. Desta forma, alguns trabalhadores, acostumados a levantar cargas que variam de 10 a 15 kg, apresentaram hérnia de disco, ou outras lesões na coluna ou membros, o que nos leva a questionar não só a legislação, como os métodos utilizados para obter estas referências limites (COUTO, 1995).

No trabalho frequente com cargas excessivas, principalmente quando é iniciado com pouca idade, a tensão e esforço constante em músculos, ligamentos, articulações, e ossos podem causar deformações, tais como, escolioses e cifoses vertebrais, deformação do arco do pé e um estado inflamatório e doloroso dos músculos e bolsas articulares, tais como miosótis e bursites (MOURA, 1978).

Com base nisso é evidente a realização de correções ergonômicas no posto de trabalho o mais rápido possível.

A terceira atividade realizada no posto de trabalho é a Organização das cargas como mostra a Figura 6. Com sua respectiva análise na Figura 7.

Figura 06 – Organização das cargas



Fonte – Autores

Figura 07 – Preparação no Ergolândia

**MÉTODO OWAS**

Número de tarefas: 1

**Postura das costas**

1. Ereta  
2. Inclinação  
3. Ereta e torcida  
4. Inclinação e torcida

Tarefa: 1  
Descrição da tarefa: Arrumação de Cargas  
Porcentagem de tempo nesta tarefa: 100 %

**Postura dos braços**

1. Os dois braços abaixo dos ombros  
2. Um braço no nível ou acima dos ombros  
3. Ambos os braços no nível ou acima dos ombros

**Postura das pernas**

1. Sentado  
2. De pé com ambas as pernas esticadas  
3. De pé com o peso de uma das pernas esticadas  
4. De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados  
5. De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados  
6. Ajoelhado em um ou ambos os joelhos  
7. Andando ou se movendo

**Esforço**

1. Carga menor ou igual 10 Kg  
2. Carga maior que 10 Kg e menor ou igual 20 Kg  
3. Carga maior que 20 Kg

**CATEGORIA DE AÇÃO**

3. São necessárias correções tão logo quanto possível

SALVAR DADOS  
BANCO DE DADOS  
INFORMAÇÕES

Fonte - Ergolândia

Nessa função foi analisada através do *software* a necessidade de correções tão logo quanto possível. O mesmo foi averiguado na pesquisa em campo onde o trabalhador encontrava-se em uma posição inadequada para a realização do trabalho devido ao espaço de armazenamento de mercadorias.

Segundo a NR-17.1 norma regulamentadora visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2015). Evidenciando a relação da adaptação do trabalho ao trabalhador.

A Tabela 1 mostra a relação das empresas entrevistadas, ressaltando que elas não quiseram ser identificadas. Abrangendo a carga horária de trabalho, quantidade de funcionários, salário e Produto carregado com seu respectivo peso.

Tabela 1 – Carga de trabalho

Nome da empresa	Carga horária de trabalho	Quantidade de funcionários	Produto carregado/ peso	Salário
Empresa “V”	08h00min as 12h00min 13h00min as 18h00min Segunda a Sábado	10	Farinha de milho flocada CUZCUS/ 20kg Fardo	R\$730,00
Empresa “X”	08h00min as 12h00min 13h00min as 18h00min Segunda a Sábado	6	Arroz ROSCATO/ 30kg Fardo	R\$550,00
Empresa “W”	08h00min as 12h00min 13h00min as 18h00min Segunda a Sábado	4	Leite em pó integral LA SERENISSIMA/ 25kg Caixa	R\$520,00
Empresa “Y”	08h00min as 12h00min 13h00min as 18h00min Segunda a Sábado	3	Arroz URBANINHO/ 30kg Fardo	R\$400,00

Fonte: Autores

Nas empresas “V”, “X”, “W” e “Y” foram observados que os trabalhadores realizam seu trabalho a céu aberto com condições de calor extremo sem a utilização de protetores solar, faz o carregamento em média de 60 kg a 80 kg apoiados sobre a cabeça sem a utilização de EPIs como a cinta lombar ergonômica, e bota para evitar acidentes no caso da mercadoria cair nos pés. Ficam em posições inadequadas ao trabalho, não possuem rodízio de trabalho ou pausas. O que leva o trabalhador a sentir fadigas musculares geradas pelo esforço repetitivo e dores fortes na lombar. No checklist de Couto foram obtidos os seguintes resultados observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Condições do trabalhar no local de trabalho

Item	Condição do trabalhador no local de trabalho	(1) Ponto
01	O corpo (tronco e cabeça) está na vertical?	Sim
02	Os braços trabalham na vertical ou próximo da vertical?	Não
03	Existe alguma forma de esforço dinâmico?	Não
04	Existem posições forçadas do membro superior?	Não
05	As mãos têm de fazer muita força?	Não

06	Há repetitividade frequente de algum tipo específico de movimentos?	Não
07	Os pés estão apoiados?	Sim
08	Há esforço muscular forte com a coluna ou outra parte do corpo?	Não
09	Existe levantamento de carga excessiva?	Não
10	Há possibilidade de pequenas pausas entre ciclos ou períodos definidos de descanso após certo tempo trabalhado?	Não
Total de pontos		2

Fonte: Autores

Pontuação	%	Condição Ergonômica	Grau	Providências
10	91 a 100	Excelente	0- Verde	Não necessita de providências
7 a 9	70 a 90	Boa		
6 a 5	50 a 69	Razoável	1- Amarelo	Sob observação*
4 a 3	30 a 49	Ruim	2- Vermelho	Necessita estudo detalhado
2 a 0	0 a 29	Péssima		

Tabela 3 – Condições ergonômicas

Fonte: Autores

Na Tabela 2 do checklist de Couto mostra a relação das condições do trabalhador no local de trabalho. Tendo péssimos resultados das condições ergonômicas necessitando de estudos detalhados com urgência para melhoria das mesmas.

Tabela 4 – Postura e repetitividade no trabalho

1	(0) Ponto	(1) Ponto
1.1	Sim	Não
1.2	Sim	Não
1.3	Sim	Não
Total de pontos		0
2	(0) Ponto	(1) Ponto
2.1	Sim	Não
2.2	Sim	Não

2.3	Não	Sim
Total de pontos		1

Fonte: Autores

Tabela 5 – Condições ergonômicas

Pontuação	Condição Ergonômica	Grau	Providências
Acima de 6	Excelente – baixíssimo risco/ausência de riscos biomecânicos	0- Verde	Não necessita de providências
6 a 5	Boa – baixo risco – fator biomecânico pouco significativo		
4	Razoável – moderado risco – fator biomecânico moderado	1- Amarelo	Sob observação*
3 a 2	Ruim – alto risco – fator biomecânico significativo	2- Vermelho	Necessita estudo detalhado
1 a 0	Péssima – altíssimo risco – fator biomecânico muito significativo		

Fonte: Autores

A segunda parte do Checklist de Couto é definida através das condições ergonômicas do trabalhador e suas consequências. Como apresentado na tabela acima as condições ergonômicas são péssimas, possuindo altíssimo risco, com fator biomecânico muito significativo. Necessitando de providências urgentes para melhoria do trabalho evitando as DORTs.

## 6. CONCLUSÃO

Concluindo a necessidade de tomadas de decisões ergonômicas no posto de trabalho dos auxiliares de carga e descarga destacando os principais problemas encontrados, que são: falta de rodízios ou revezamento de trabalho, não há utilização de EPIs e carregamento de cargas excessivas.

Como resolução dos problemas relatados nesse estudo podem ser feitos rodízios dos colaboradores com pequenas pausas para descanso, o empregador deve comprar e disponibilizar EPIs de segurança como bota, cinta lombar ergonômica e protetor solar definidos na NR-6. Deverá ser feita reduções das cargas levantadas de modo que o trabalhador não adquira lesões futuras.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Segurança e medicina do trabalho**: NR-1 a 36 CLT – Art. 154 a 201, - Lei nº 6.514, de 22-12-1977 portaria nº 3.214, de 8-6-1978 Legislação complementar Índice Remissivo. São Paulo, Editora ATLAS S.A ed. 75º, 2015.
- COUTO, H. de A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte, Ergo Editora, v. 1, 1995.
- DE LEGISLAÇÃO ATLAS, Manuais. 75º edição. **São Paulo. Editora Atlas SA**, 2015.
- IIDA, I; BUARQUE, L. **Ergonomia**: Projeto e Produção. 3º ed - São Paulo: Bluncher, 2016.
- LAVILLE, A. **L'ergonomie**, collection “Que sais-je?” n.º 1626. Presses Universitaires de France, 1976.
- MOURA, R. **Segurança na movimentação de materiais**. São Bernardo do Campo, São Paulo, ed. Ivan Rossi, 1978.



CAPÍTULO

17

## AUTORES

ELLEN KARINE MORAIS

JULYANA MARTINS MOTA

ANA LUIZA DA COSTA LIMA

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

# GERAÇÃO E ACONDIONAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS: PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA

## RESUMO

A pesar da deposição inadequada dos resíduos sólidos trazer consequências graves a população, ainda é comum encontrar resíduos sólidos domésticos dispostos inadequadamente em vários pontos periféricos da cidade de São Luís. A presente pesquisa objetivou avaliar a percepção da população de São Luís – MA, quanto ao conhecimento referente à gestão individual dos resíduos sólidos domésticos, bem como, quanto as práticas de acondicionamento, disposição adequada, dados sobre coletas de lixo, alternativas de destinação final e segregação, utilizadas pela população entrevistada. A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho está fundamentada em uma abordagem qualitativa e quantitativa, o levantamento e análise bibliográfica. A coleta dos dados foi obtida pela aplicação de questionários pelo *Google Forms*, no período de 04 a 18 de abril de 2018. O estudo permitiu verificar que os moradores entrevistados não praticam ações de cunho sustentável para a destinação e segregação dos resíduos sólidos domésticos no município de São Luís – MA exercendo forte influência negativa sobre a qualidade ambiental local.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos domésticos, Acondicionamento, Segregação, Destinação final.

## 1. INTRODUÇÃO

A geração e o acondicionamento do lixo doméstico constituem uma preocupação ambiental e social, uma vez que o lixo retrata um espelho fiel da sociedade. Para Camacho (2008), o crescimento acelerado das metrópoles, o consumo de produtos industrializados, o surgimento dos produtos descartáveis, o aumento excessivo do lixo e a falta de locais para o destino final, constituem um dos maiores problemas da sociedade moderna, a Gestão dos Resíduos Sólidos. Desta forma, qualquer tentativa de reduzir a quantidade de lixo, alterar sua composição ou forma de acondicionamento, pressupõe mudanças no comportamento social.

Segundo Gilnreiner (1994), o sistema de resíduos sólidos não é um serviço municipal, tal como é o sistema de abastecimento de água e o transporte público, enquanto os dois últimos são considerados meras utilidades, o sistema de resíduos sólidos é um serviço que requer a participação da população, que deve estar consciente da necessidade de tal serviço e cooperar seguindo as diretrizes estabelecidas pelo município. Para que a coleta seja eficiente, não depende apenas dos recursos financeiros a ela destinados, mas sobretudo da fase da pré-coleta (acondicionamento e armazenamento) que é de responsabilidade do cidadão. A administração municipal, que desempenha a gestão dos sistemas de apoio à própria coleta (eficiência das rotas, equipe de trabalho e equipamentos), deve exercer funções de regulamentação, educação e fiscalização, visando assegurar condições sanitárias e operacionais adequadas (IPT, 2000).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída por meio da lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, estabelece que as pessoas terão de acondicionar de forma adequada o lixo para o recolhimento do mesmo, fazendo a separação onde houver a coleta seletiva (KONRAD; CALDERAN, 2011).

Apesar da deposição inadequada dos resíduos sólidos trazer consequências graves a população, ainda é comum encontrar resíduos sólidos domésticos dispostos inadequadamente em vários pontos periféricos da cidade de São Luís. Segundo a estimativa levantada pela Prefeitura de São Luís, a massa coletada per capita em 2010 era de 0,76 kg/hab./dia, no ano de 2013 este número chegou a expressiva geração de 1,74 kg/hab./dia de resíduos produzidos (JORNAL, O ESTADO DO MARANHÃO, 2013). Atualmente, São Luís não conta com nenhum macro programa de reciclagem e/ou coleta seletiva de resíduos, o único destino de todo o montante desses materiais é o Aterro Municipal da Ribeira, localizado no entorno do distrito industrial da ilha (LIMA, 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a percepção da população de São Luís – MA, quanto ao conhecimento referente à gestão individual dos resíduos sólidos domésticos, bem como, quanto as práticas de acondicionamento, disposição adequada, dados sobre coletas de lixo, alternativas de destinação e segregação, utilizadas pela população entrevistada.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho está fundamentada em uma abordagem qualitativa e quantitativa. Conforme Chiapetti (2010), uma característica importante das pesquisas qualitativas é que são exploratórias, ou seja, incentivam os sujeitos a pensarem livremente sobre algum tema, objeto ou conceito, esse tipo de abordagem é importante em pesquisas que envolvam instituições educacionais e a comunidade em questão, pois elas permitem investigar os fenômenos sociais, culturais e a sua relação com o meio ambiente. O levantamento e análise bibliográfica foram realizados em *sites* científicos, artigos, livros, monografias e dissertações como forma de dar embasamento consistente aos resultados que serão inferidos.

A coleta dos dados foi obtida pela aplicação de questionário e a população alvo como um grupo completo de objetos ou elementos relevantes para o projeto de pesquisa que compartilham algum conjunto comum de características. Como ferramenta para a formulação e desenvolvimento de um questionário, buscou-

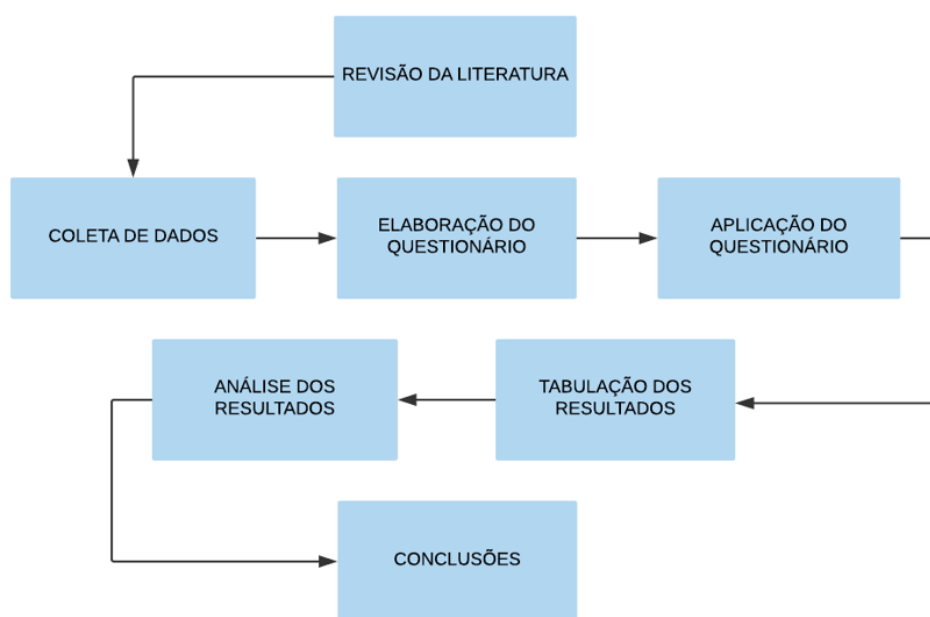
se a utilização do *Google Forms*, a fim de obter um expressivo número de entrevistados e uma aplicação prática.

O questionário foi respondido por 383 pessoas residentes do município de São Luís, no período de 04 a 18 de abril de 2018. O questionário foi composto por um total de 20 perguntas objetivas que focaram no entendimento sobre a disposição final, acondicionamento, destinação, segregação e coleta de resíduos sólidos domésticos, assim como o perfil socioeconômico dos entrevistados. Os dados quantitativos foram analisados com o uso de técnicas de estatísticas simples e os dados transformados em gráficos, com o objetivo de simplificar e tornar os dados mais facilmente perceptíveis, utilizando o *software* Windows Excel 2016.

A área amostral foi representada pelo município de São Luís, que se estende por 834.785 km<sup>2</sup> e conta com 1.094.667 habitantes na estimativa do censo de 2018, sendo que em 2010 esta população era de 1.014.837 habitantes. A densidade demográfica é de 1.215.69 habitantes por km<sup>2</sup> no território do município. São Luís faz limites com os municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar, Raposa e com o Oceano Atlântico (IBGE, 2016).

A partir dos dados obtidos pelos questionários aplicados no município de São Luís, foi possível contextualiza-los sob a ótica da gestão de resíduos sólidos domésticos, acondicionamento, segregação, coleta e destinação final. O aprofundamento do contexto foi realizado através de levantamento de informações, fundamentos, e referências conceituais sobre resíduos sólidos domésticos. As etapas da metodologia empregada, estão exemplificadas no fluxograma da Figura 1.

**Figura 1** – Fluxograma da metodologia.

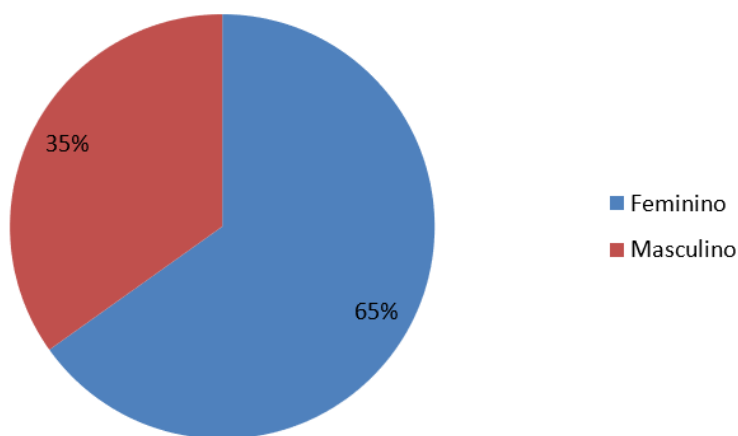


**Fonte:** Autores (2018)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Figura 2 retratam a proporção entre o sexo masculino e feminino dos entrevistados. Houve maior participação do gênero feminino totalizando 65%, enquanto os homens corresponderam a 35%. A população de São Luís é formada em sua maioria por mulheres, de acordo com o censo demográfico do IBGE, em 2010, o percentual de mulheres era 53,2%, enquanto o de homens era de 46,8% do total da população ludovicense (IBGE, 2010).

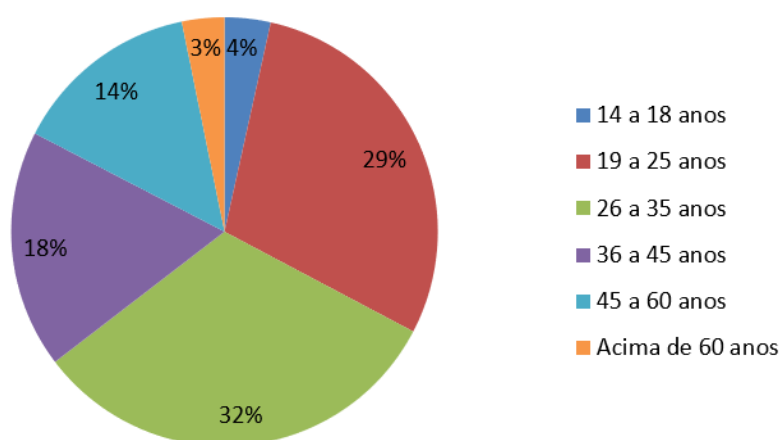
**Figura 2** – Percentual do gênero dos entrevistados.



**Fonte:** Autores (2018)

Na Figura 3, na distribuição dos entrevistados por faixa etária é possível observar que a mesma variou entre 14 e acima de 60 anos. Identificou-se a predominância da faixa etária de 26 a 35 anos de idade com 32%, 19 a 25 anos com 29%, 36 a 45 anos 18%, revelando assim uma população relativamente jovem. Os adultos de 45 a 60 anos também tiveram uma participação considerável, expressando 14% dos entrevistados. E com a menor participação com 3%, os idosos acima de 60 anos e os jovens de 14 a 18 anos com 4%.

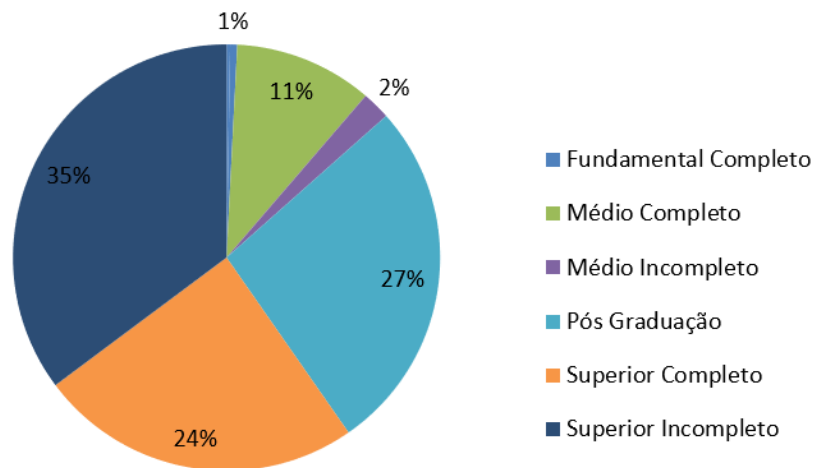
**Figura 3** – Distribuição da faixa etária dos entrevistados.



**Fonte:** Autores (2018)

Os dados apresentados na Figura 4 retratam a escolaridade dos entrevistados, por se tratar de uma entrevista com cunho científico, dentre as 383 pessoas que responderam ao questionário, o índice com Ensino Superior Incompleto representou 35% da população sendo a maioria. Os participantes com Pós-graduação representaram 27%, sendo o segundo maior índice dos pesquisados, seguidos por pessoas que possuem Ensino Superior Completo com 24%, e os com Nível Médio Completo com 11%. Os entrevistados que tinham o Ensino Médio Incompleto apresentaram a porcentagem de 2%, seguido por pessoas que possuem o Ensino Fundamental Incompleto com de 1%. Esta variável permitiu avaliar o comportamento da população pesquisada, pois através do domínio do conhecimento, o indivíduo se torna mais crítico e passa a exercer de maneira mais adequada seu papel de cidadão (BARRETO et al., 2008).

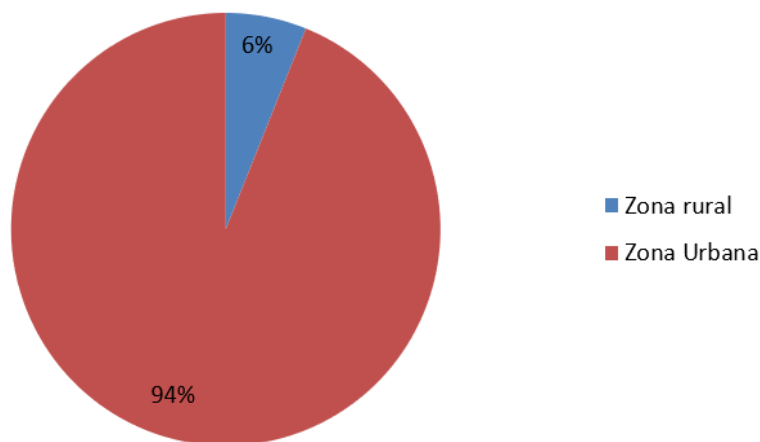
**Figura 4** – Nível de escolaridade dos entrevistados.



Fonte: Autores (2018)

A Figura 5, mostra que a grande maioria dos entrevistados, 94%, tem suas residências localizadas na Zona Urbana de São Luís, enquanto apenas 6% dos entrevistados residiam na Zona Rural. Segundo Soares et al. (2013), no espaço urbano é gerado a maior parte dos resíduos que causam impacto a natureza, contudo, houve um crescimento preocupante dos impactos causados pelos resíduos domésticos gerados nas áreas rurais, antigamente os tipos de resíduos encontrados nesses ambientes eram facilmente destruídos ou decompostos na natureza, nos dias atuais os resíduos produzidos nas residências da zona rural são bastante diversificados onde podemos encontrar uma grande gama de produtos industrializados. Atualmente, no município de São Luís, o saneamento básico se encontra com serviços insuficientes e com grande desigualdade de distribuição entre a Zona Rural e a Zona Urbana.

**Figura 5** – Localização da residência dos entrevistados.



Fonte: Autores (2018)

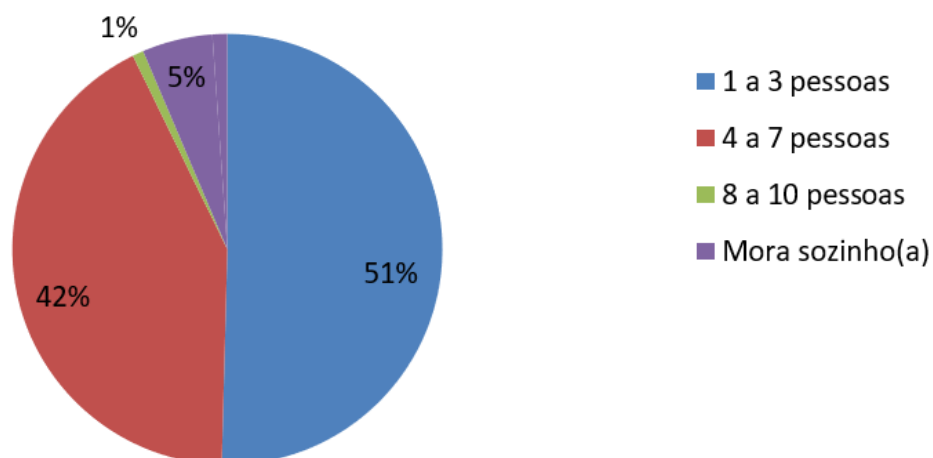
Em relação a quantidade de moradores por residência, podemos observar na Figura 6, que a maioria dos entrevistados residiam com 1 a 3 pessoas, representando 50%, a opção que obteve em porcentagem o segundo maior índice foram os entrevistados que residem com 4 a 7 pessoas, seguidos por 5% que moram sozinhos e 1% de entrevistados que moram em residências com 8 a 10 pessoas.

Estima que cada habitante produza diariamente 1 kg/dia de resíduos sólidos, sendo assim, residências com mais moradores provavelmente iram gerar mais resíduos sólidos domésticos por dia (IBGE, 2016). A geração de resíduos, apesar de se encontrar no início da cadeia tem significativo impacto. Abramovay (2013) oferece dados eloquentes sobre a relação entre crescimento populacional e geração de resíduos



no Brasil, segundo este, entre 1991 e 2000 a população brasileira cresceu 15,6%, porém, o descarte de resíduos aumentou 49%.

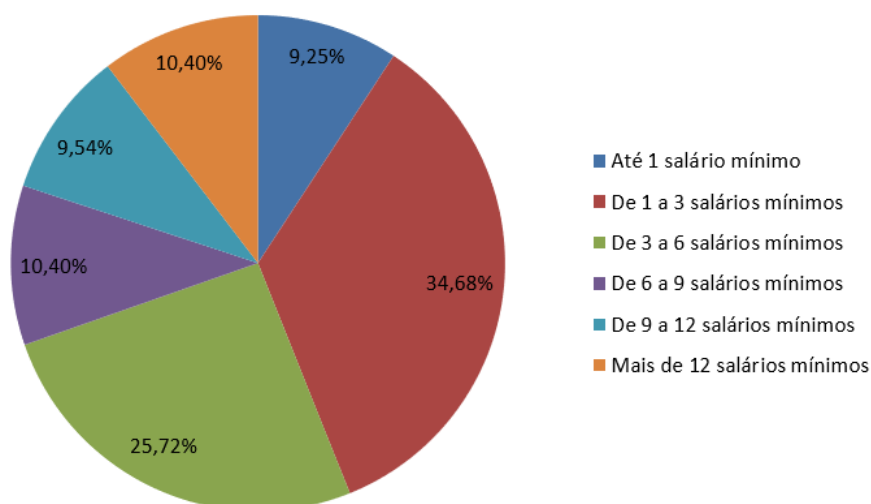
**Figura 6** – Número de moradores por residência.



**Fonte:** Autores (2018)

A média salarial, baseada no salário mínimo de R\$ 954,00, segundo as leis de trabalho brasileiras, é o índice observado na Figura 7. Na pesquisa, os entrevistados que recebem de 1 a 3 salários mínimos obtiveram maior representatividade com 35%, seguido por entrevistados que recebem de 3 a 6 salários mínimos com 26%. O índice de entrevistados que recebem de 6 a 9 salários mínimos foi de 10%, acima de 12 salários mínimos com 11% e os que recebem até um salário mínimo com o menor índice de apenas 9%. A geração de resíduos é em parte determinada pelas ações de consumo de produtos e de serviços, pelas opções de produção e pela opção de comercialização, portanto, quanto maior o poder aquisitivo, maior será o potencial de compra, elevando consequentemente o consumo de bens e produtos e tornando-se grandes geradores de resíduos sólidos (IBGE, 2016).

**Figura 7** – Índice da média salarial dos entrevistados.

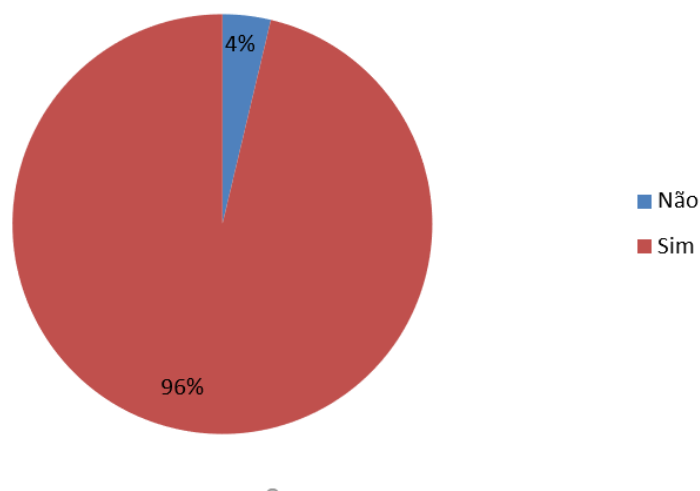


**Fonte:** Autores (2018)

Os dados apresentados na Figura 8 retratam se ocorre ou não, a coleta regular de resíduos sólidos domésticos pelos órgãos municipais competentes, dentre os 383 entrevistados, 96% afirmam que ocorre coleta de lixo regular e apenas 4% afirmam que não ocorre a coleta no local onde residem. De acordo com Zanta e Ferreira (2016), a coleta dos resíduos misturados, denominada de regular ou convencional,

é realizada, em geral, no sistema de porta em porta, ou ainda, em áreas de difícil acesso por meio de pontos de coleta onde são colocados contêineres basculantes ou intercambiáveis. Por se tratar de um serviço de utilidade pública, deve ser implementado pelas prefeituras municipais, as quais são conferidas a responsabilidade pelo resíduo domiciliar, comercial e público.

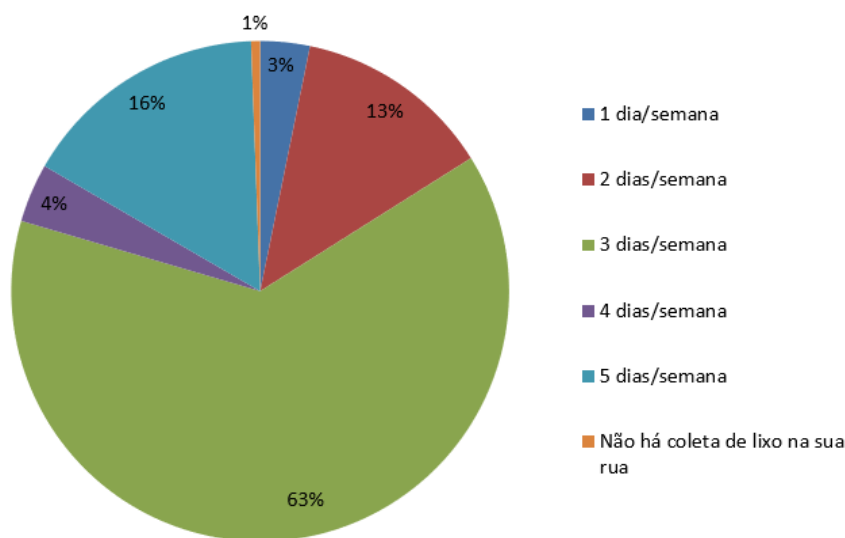
**Figura 8** – Existência de coleta regular de lixo na rua dos entrevistados



Fonte: Autores (2018)

A frequência da coleta de resíduos sólidos domésticos pelos órgãos municipais nas ruas de São Luís é o fator observado na Figura 9. A maioria dos entrevistados, 63%, afirmam que a frequência da coleta de lixo ocorre de três dias/semana, 16% dos entrevistados possuem coleta de lixo 5 dias/semana, 2 dias/semana com 13%, 4 dias/semana com 4%, 1 dia/semana com 3% e apenas 1% dos entrevistados não tinham coleta de resíduos sólidos domésticos regular na rua onde residiam.

**Figura 9** – Frequência da coleta regular de resíduos sólidos domésticos na rua dos entrevistados.



Fonte: Autores (2018)

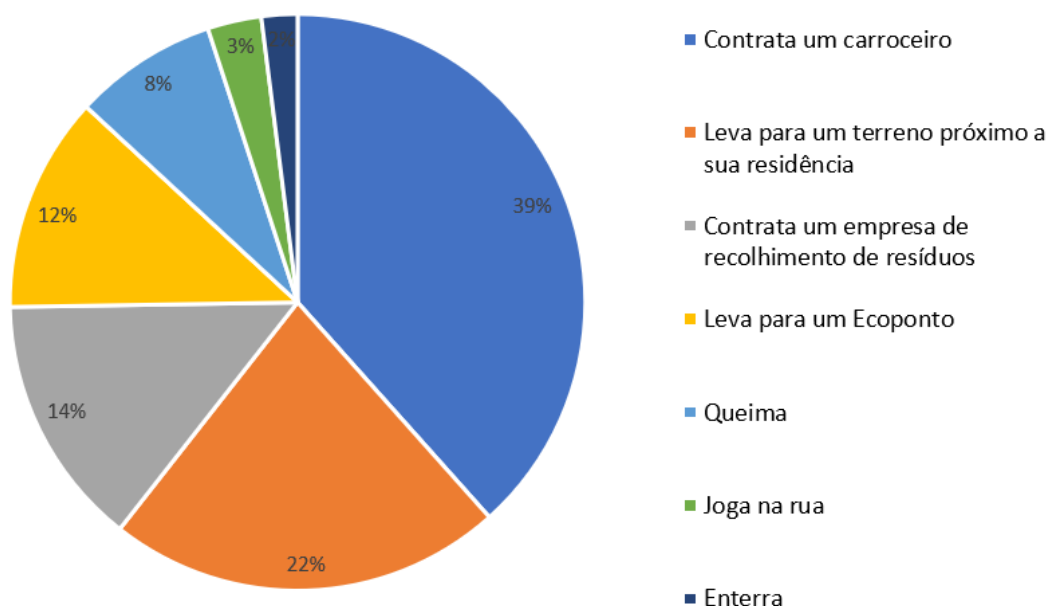
Com relação a alternativa adotada para a destinação do lixo doméstico, em caso de irregularidade na frequência da coleta nas ruas de São Luís (Figura 10), verificou-se que 38% dos entrevistados contratam um carroceiro para se desfazer dos seus resíduos sólidos domésticos. Cerca de 22% dos entrevistados costumam levar os seus resíduos para algum terreno próximo a sua residência. Os entrevistados que contratam uma empresa particular de recolhimento de lixo chegaram a 14% e os que levam para um dos Ecopontos da cidade, somaram 12%. Algumas práticas de descarte dos resíduos sólidos domésticos feita pelos entrevistados, ficaram com as menores porcentagens, a queima do lixo com 8%, jogar na rua com

3% e enterrar o lixo com 2%.

A disposição inadequada dos resíduos, além de proporcionar mau cheiro, atrair insetos e outros animais transmissores de doenças ao homem, pode também degradar e contaminar o solo, os recursos hídricos e o ar, devido a presença de metais tóxicos ou compostos orgânicos presentes na sua composição. A destinação incorreta pode pôr em risco a saúde pública, pois além do mau cheiro, oferece alimentação abundante para insetos, animais e, por consequência, dissemina inúmeras doenças (RIPOL, 2013).

O manejo adequado dos resíduos domésticos é uma importante estratégia de preservação do ambiente natural, assim como de promoção e proteção à saúde, porém, boa parte dos resíduos gerados atualmente não possui destinação sanitária ambientalmente adequada, embora existam progressos nos últimos anos no Brasil, ainda nos deparamos com formas inadequadas e ilegais de descarte dos resíduos sólidos domésticos (ABRELPE, 2014).

**Figura 10** – Alternativa adotada pelos entrevistados para o descarte de resíduos sólidos domésticos, em caso de irregularidade da coleta na sua rua.

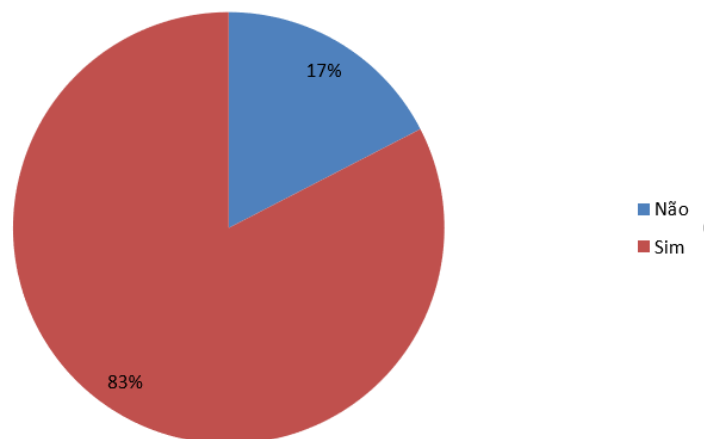


**Fonte:** Autores (2018)

A Figura 11, mostra que dos entrevistados, 17% colocam seus resíduos sólidos domésticos na porta da sua residência mesmo quando não é dia de coleta regular de resíduos, porém, 83% segue as recomendações dos órgãos públicos de limpeza, colocando somente nos dias estipulados pelo município para a coleta.

Segundo Ceretta et al. (2013), os resíduos sólidos domésticos possuem alto teor de matéria orgânica putrescível presente, além da presença de restos de produtos de limpeza, tintas, frascos de aerossóis, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e outros materiais classificados como perigosos devido à presença de substâncias químicas tóxicas, portando, devem ser disponibilizados para a recolhimento pelos órgãos municipais responsáveis, apenas nos dias de coleta regular estipulados pela prefeitura.

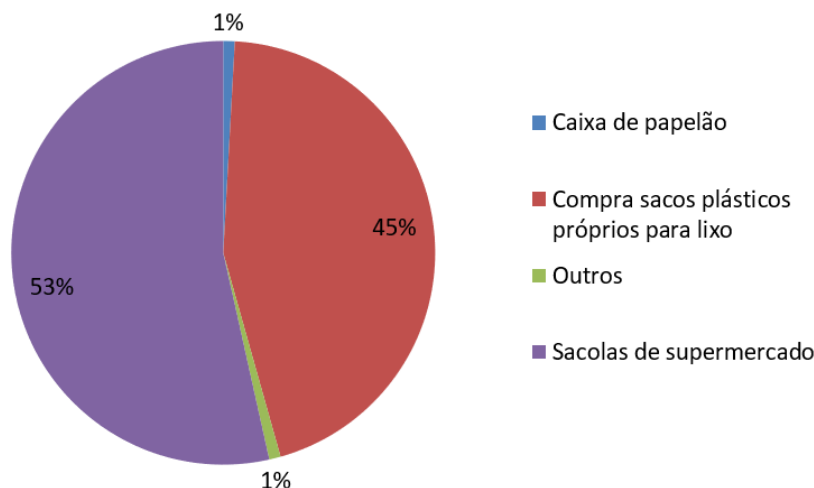
**Figura 11** – O lixo doméstico é colocado apenas nos dias de coleta.



**Fonte:** Autores (2018)

A forma de acondicionamento dos resíduos sólidos domésticos é o índice observado na Figura 12. A maioria dos entrevistados, 53%, ainda acondicionam seus resíduos em sacolas de supermercado, enquanto 45% utilizam sacos plásticos próprios para resíduos sólidos. Apenas 1% dos entrevistados utilizam caixa de papelão e 1% outras formas de acondicionamento. O acondicionamento em sacos plásticos próprios para resíduos, deve ser feito afim de facilitar a retirada e destinação final dos resíduos, quando estes são acondicionados em sacos plásticos originários de supermercados, acabam por se rasgar facilmente, espalhando os resíduos nas vias públicas. O acondicionamento adequado evita acidentes, minimiza o impacto visual e olfativo, a proliferação de vetores e facilita a realização da etapa da coleta, esta é uma etapa subsequente à geração e descarte do resíduo (FRANCESCON, 2014).

**Figura 12** – Maneira que os entrevistados acondicionam o lixo domiciliar para a coleta.



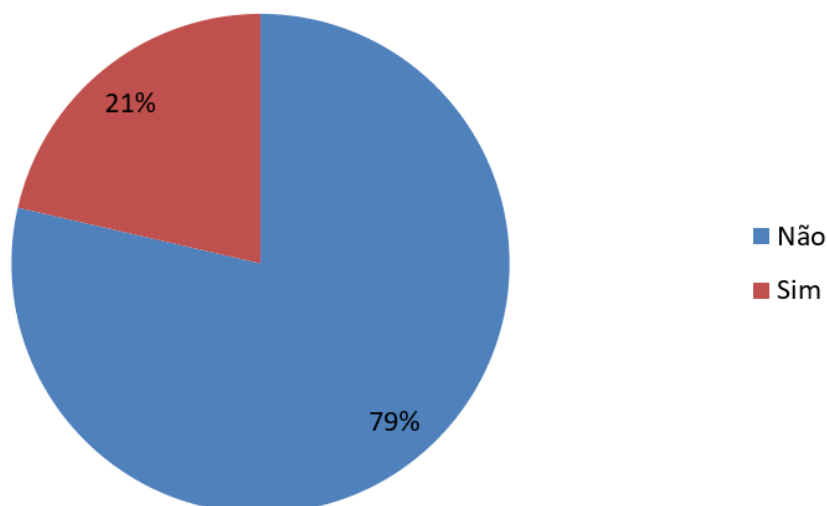
**Fonte:** Autores (2018)

Os dados apresentados na Figura 13, mostram o percentual de entrevistados que fazem a segregação entre os resíduos sólidos orgânicos e os resíduos sólidos secos, que muitas das vezes pode ser reciclado. Dos 383 entrevistados, 79% não realizam a segregação dos resíduos, apenas 21% afirmam realiza-la.

Segundo Schio (2016), o resíduo doméstico pode conter inúmeros produtos tóxicos e prejudiciais à saúde do ser humano, dos animais domésticos e selvagens, essas substâncias infectam o solo, podendo atingir mananciais, contaminando outras regiões ou partes de um terreno. A solução mais eficiente para evitar tais problemas, é a segregação dos materiais recicláveis para o reaproveitamento, transformando o problema do lixo em solução econômica, ambiental, política e social., este é um método eficiente, por

permitir a redução do volume de lixo para disposição final.

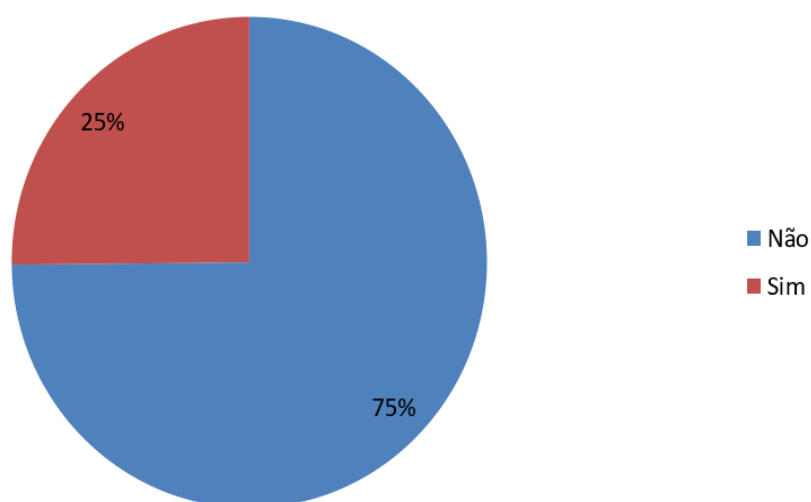
**Figura 13** – Percentual de entrevistados que fazem a segregação entre os resíduos sólidos orgânicos e os resíduos sólidos secos.



**Fonte:** Autores (2018)

Os dados apresentados na Figura 14 retratam a proporção de entrevistados que encaminham os resíduos sólidos recicláveis para os Ecopontos de São Luís, totalizando 25%, e os que não encaminham que correspondem a 75%. A reciclagem aparece como um dos métodos de minimização dos impactos causados pelos resíduos segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). No Maranhão, segundo o Compromisso Empresarial para a Reciclagem - CEMPRE (2012) não existe um número oficial de cooperativas ou associações de catadores no Estado, o Aterro Municipal da Ribeira recebe praticamente a totalidade dos resíduos coletados. Segundo dados da SEMOSP (2013), 60% desse material é potencialmente reciclável. Ressalta-se que o Brasil chega a perder R\$ 2,4 bilhões por ano pela ausência de mecanismos que viabilizem o mercado da reciclagem.

**Figura 14** – Percentual de entrevistados que encaminham os resíduos sólidos recicláveis para os Ecopontos de São Luís.

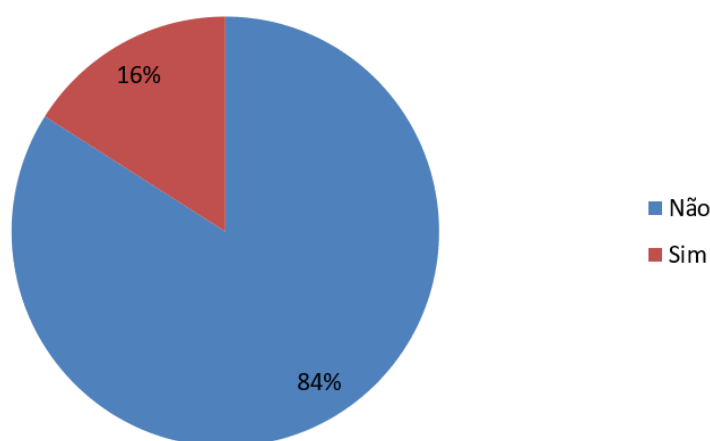


**Fonte:** Autores (2018)

Em relação a existência de lixões próximo à residência dos entrevistados, podemos observar na Figura 15, que 84% afirmam não existir lixões nas proximidades, apenas 16% possuem algum lixão próximo a sua residência. De acordo com Lima (2013), embora existam progressos nos últimos anos no Brasil, ainda nos deparamos com formas inadequadas e ilegais de destinação de resíduos sólidos, persistindo os lixões ou vazadouros, que resultam da simples descarga do lixo a céu aberto. Estima-se que, em São Luís, 39% dos resíduos sólidos domésticos são dispostos de maneira inadequada (SEMA, 2012),

enquanto no país essa proporção é de 42,2%, e no Nordeste 31,6%, conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2012).

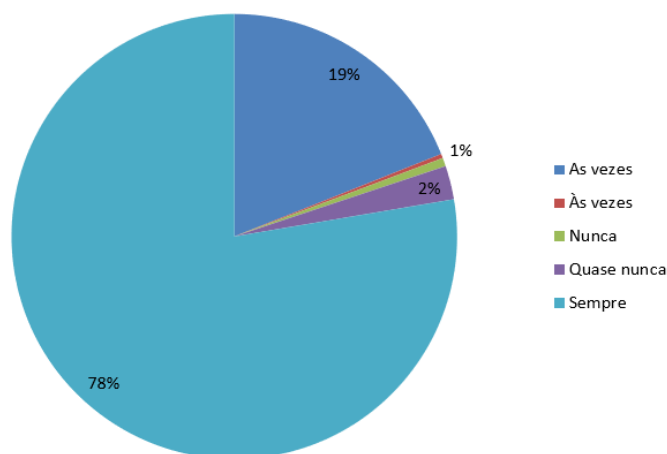
**Figura 15** – Existência de lixões próximo à residência dos entrevistados.



**Fonte:** Autores (2018)

Os dados apresentados na Figura 16 retratam a frequência com que os entrevistados observam lixo disposto irregularmente em vias públicas, 78% dos entrevistados afirma sempre observar, enquanto apenas 19% afirmar não olhar lixo disposto discriminadamente com frequência. Gomes et al. (2014), afirmam que o sistema de resíduos sólidos não é um serviço municipal, tal como é o sistema de abastecimento de água e o transporte público, pois este sistema irá indicar como evitar, reciclar e gerenciar os resíduos de forma a proteger a saúde humana e o meio ambiente.

**Figura 16** – Frequência com que os entrevistados observam lixo disposto irregularmente em vias públicas.

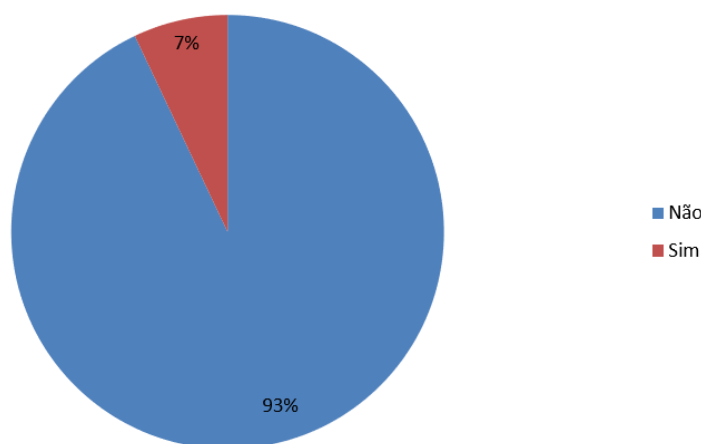


**Fonte:** Autores (2018)

A Figura 17, mostra que a grande maioria dos entrevistados, 93%, não recebem ou receberam, algum tipo de treinamento sobre práticas de acondicionamento e coleta de resíduos sólidos domésticos em São Luís, segundo Schio (2016), para que mudanças efetivas possam ocorrer, é necessário que a educação ambiental seja incorporada aos processos educativos, políticos e pedagógicos, contribuindo para o exercício da cidadania, porém acertar na escolha metodológica não tem sido uma tarefa fácil, sendo necessário considerar as peculiaridades de cada região.



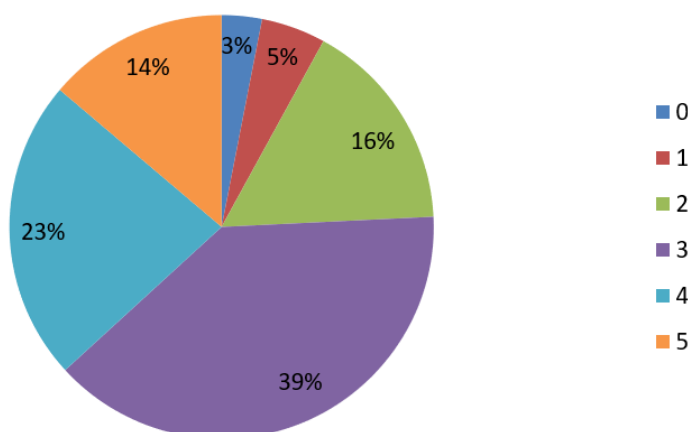
**Figura 17** – Percentual de entrevistados que receberam algum tipo de treinamento sobre práticas de acondicionamento e coleta de resíduos sólidos domésticos.



**Fonte:** Autores (2018)

Os dados apresentados na Figura 18 retratam o grau de satisfação dos entrevistados com a coleta regular de lixo em São Luís, sendo nota 5 excelente e nota 0 péssimo. Dos entrevistados, 63% consideram o serviço de coleta de péssimo a regular, enquanto que 39% afirma ser excelente. Sobre a cobertura do serviço de coleta de lixo nos municípios do país, apesar da grande maioria deles fazerem a coleta de resíduos, o serviço não atende o total necessário, o que o torna insatisfatório (RODRIGUES; CAVINATTO, 2001).

**Figura 18** – Grau de satisfação dos entrevistados com a coleta regular de lixo em São Luís.



**Fonte:** Autores (2018)

## 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no estudo, apesar de grande parte dos entrevistados possuírem ensino superior completo, tornando-os cidadãos com conhecimento e senso crítico mais apurado, a maioria não realiza ações de cunho sustentável para a destinação e segregação dos resíduos sólidos domésticos no município de São Luís – MA.

Em todo o município ainda é possível observar lugares de disposição e acondicionamento incorreto de resíduos sólidos domésticos, esta postura caracteriza um comportamento habitual, tendo em vista que não existe uma correlação com a irregularidade da coleta regular de resíduos, já que esta é realizada em média de 2 a 3 vezes por semana, e da existência de 10 Ecopontos em funcionamento na cidade. Em caso de irregularidade da coleta, grande parte dos entrevistados contratam um carroceiro, uma prática ainda comum no município. A população necessita ser consciente de sua contribuição para reduzir a geração de resíduos sólidos e minimizar os impactos negativos.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. et al. *Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera*. São Paulo: Planeta sustentável: Instituto Ethos, 2013. 77 p.
- ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. São Paulo: Abrelpe, 2014.
- BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. da G. L. C. *Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa*. 2008.
- BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; dá outras providências. Brasília: *Diário Oficial da União*. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 21 de jul. de 2018.
- CALDERONI, S. *Os bilhões perdidos no lixo*. São Paulo: Humanitas, 2003.
- CAMACHO, C. L. *Gestão Ambiental na Saúde Pública: um estudo sobre a percepção ambiental de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde, dos servidores do hospital universitário Onofre Lopes do Rio Grande do Norte*. Dissertação. Mestrado em Ciências de Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2008. 91p.
- CHIAPETTI, R. J. N. Pesquisa de campo qualitativa: uma vivência em geografia humanista. *Geo Textos*, vol. 6, n. 2, dez. 2010, p.139-162.
- FRANCESCON, L. D. *Estudo de caso: gerenciamento integrado de resíduos sólidos na área urbana de Nova Santa Bárbara-PR*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- GILNREINER, G. Waste minimization and recycling strategies and their changes of success. *Waste Management & Research*, v.12, p.271-283, 1994.
- GOMES, M. H. S. C. et al. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de Cumprimento da Lei 12.305/2010 pelos municípios brasileiros, paulistas e da região do ABC. *Revista de Administração da UFSM*, v. 7, p. 93-110, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa nacional de saneamento básico*. 2016. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/pnsb\\_2016 .pdf](http://www.ibge.gov.br/pnsb_2016.pdf)> Acesso em: 15 de jul. de 2018.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT, COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. 2. edição. São Paulo: IPT, 2000. 370 p.
- JORNAL, O ESTADO DO MARANHÃO. *Previsão*. 2016. Disponível em: <<http://imirante.globo.com/oestadoma/.com.br>> Acesso em: 21 de jul. de 2018.
- KONRAD, O; CALDERAN, T. B. *A preservação ambiental na visão da política nacional dos resíduos sólidos*. 2011. Disponível em: <<http://www.ambitojuridico.com.br>>. Acesso em: 21 jul. 2018.
- LIMA, C. dos S. A expansão urbana de São Luís - MA: um estudo sobre a problemática do lixo. *Revista Especialize On-Line IPOG*, v. 01, n.13, 2017.
- MARANHÃO. Secretaria de Estado do Planejamento e Gestão. *Perfil da Região da Ilha do Maranhão*. São Luís: IMESC/SEPLAN, 2012.
- RIPOL, B. et al. Seleção de indicadores de sustentabilidade para avaliação do sistema de drenagem urbana. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 1, n. 1, 2013.
- RODRIGUES, F. L.; CACINATTO, V. M. *Lixo: De onde vem? Para onde vai?*. São Paulo: Moderna, 2001.
- SCHIO, S. S. Estudo de caso acerca da destinação do lixo doméstico e conscientização ambiental em Restinga Seca - RS. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, n. 27, p. 9-29, 2016.
- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS. *Plano estadual de gestão de resíduos sólidos*. Vol. I e II. São Luís: SEMA, 2012.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS DE SÃO LUÍS. *Resíduos Sólidos no Aterro da Ribeira*. Disponível em: <<http://www.saoluis.ma.gov.br/SEMOSP/>>. Acesso em: 01 ago. 2018.
- SOARES, et al. Lixo rural: classificação, reciclagem e destino final dos Resíduos sólidos em comunidades rurais do município de Cabaceiras-PB. III Conferência Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos, set. de 2013. *Anais eletrônico...* Cabaceiras, 2013. Disponível em: <<http://gral.eng.br/g/br/artigos-tecnicos-pt/entry/gral-2013>> Acesso em: 29 jul. 2018.
- ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. *Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos*. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2016.

CAPÍTULO

18

## AUTORES

HAYRA JULLIANE DE OLIVEIRA FER-

REIRA

ISABELLA FERNANDA GOUVEIA

SANTOS

EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO

# A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE GESTÃO DE PROJETO PROJECT MODEL CANVAS NA UTILIZAÇÃO DO VIDRO COMO AGREGADO GRAÚDO NA PRODUÇÃO DE CONCRETO

## RESUMO

O objetivo deste artigo é discutir sobre a importante influência da utilização da metodologia *Project Model Canvas* na elaboração do projeto, na qual propõe a utilização do vidro como agregado graúdo na produção de concreto. O projeto em questão fundamenta-se na quantidade de estilhaços de vidro temperado descartados de forma incorreta. Com a finalidade de executar um projeto de maneira eficaz, fez-se o uso da metodologia *Project Model Canvas*, que durante o processo, respondem seis perguntas referentes ao projeto: Por quê? O que? Quem? Como? Quando e Quanto? Tais questões possibilitam melhor interação entre as partes envolvidas no projeto, redução de custos, economia de tempo e aperfeiçoamento do processo de planejamento.

**Palavras-chave:** *Project Model Canvas*. Concreto. Vidro

## 1. INTRODUÇÃO

Observa-se que atualmente tem ocorrido um aumento no número de empresas especializadas em vidros. Com isso, a quantidade de resíduos advindos dessas empresas é diretamente proporcional à demanda dos mesmos, ocasionando um crescimento na quantidade de vidro descartado de maneira inadequada no meio ambiente.

Segundo CEMPRE (2008), o vidro é um dos materiais de construção juntamente com o concreto, mais consumidos no mundo, só no Brasil segundo dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem, 54% do vidro produzido, cerca de 500.000 toneladas/ano, têm destinação incorreta.

Uma alternativa para essa problemática seria a aplicação dos estilhaços de vidro temperado na substituição total ou parcial da brita na produção do concreto, utilizando-os como agregado graúdo. Um projeto nesse porte demanda versatilidade do gestor, uma vez que envolvem riscos, prazos, valores, visando sempre desempenhar as atividades de maneira dinâmica e eficaz.

Mulcahi (2009), diz que o planejamento é responsável por analisar e organizar todo o projeto para sua realização eficaz. É durante este período e também em sua execução que se pode economizar os recursos, o tempo e o dinheiro do projeto.

Dessa forma, no presente artigo é apresentado a utilização da metodologia de gestão de projetos *Project Model Canvas* para aperfeiçoar o processo de planejamento, proporcionando a melhoria no desempenho do produto, redução de custos e maior integração entre os diversos agentes envolvidos.

*Project Model Canvas* “é um ponto de partida para outras plataformas como cronogramas, planilhas e apresentações. Acima de tudo é uma ferramenta de comunicação, para unir as pessoas e suas ideias” (MALACHIAS, 2013, p. 75).

Com isso, a principal finalidade da aplicação dessa ferramenta no projeto é descrever e analisar a aplicação do *Project Model Canvas* como ferramenta de planejamento de projetos para a construção civil com a confecção de um produto sustentável, utilizando vidro como agregado graúdo. Além de identificar pontos falhos na concepção do projeto, montar ferramentas para dar suporte e monitorar a aplicação do *Project Model Canvas* de forma que o produto final atenda às necessidades do cliente.

## 3. REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1. Project Model Canvas

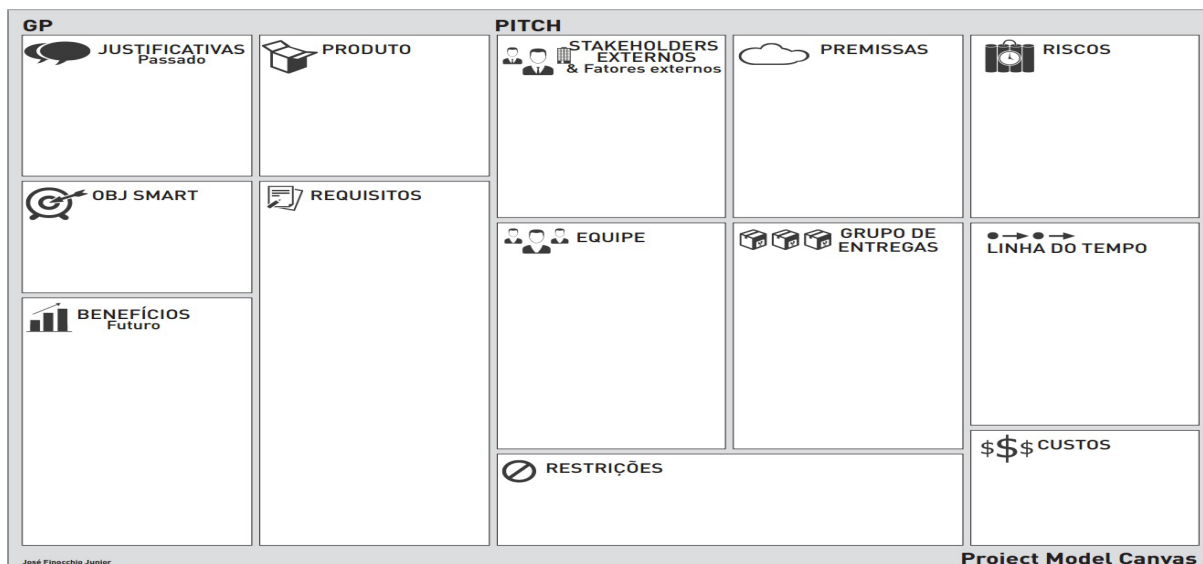
O *Project Model Canvas* é um modelo de negócios que busca mostrar como uma ideia pode-se tornar um produto rentável. Esse modelo ganhou popularidade nos anos 90 e segundo o livro “*Business Model Generation*” de Osterwalder e Pigneur (2010), descreve a lógica de como uma organização que cria, entrega e captura valor.

O *PM Canvas* na concepção de Finocchio (2013), é uma agenda onde todos os envolvidos de um projeto irão se empenhar para conceber a lógica de um projeto, servindo de base para a transcrição posterior a um plano de projeto representado de modo formal.

Finocchio (2013), também diz que o *Project Model Canvas* é uma forma ágil de conceber um plano de projeto, seu uso é para conceber a lógica do projeto e permite montar um modelo mental do mesmo.

Dessa forma o *PM Canvas* visa contribuir com o projeto de forma a organizar os elementos envolvidos no mesmo, a fim de entregar um produto com o máximo de qualidade, com as informações necessárias e relevantes para o negócio.

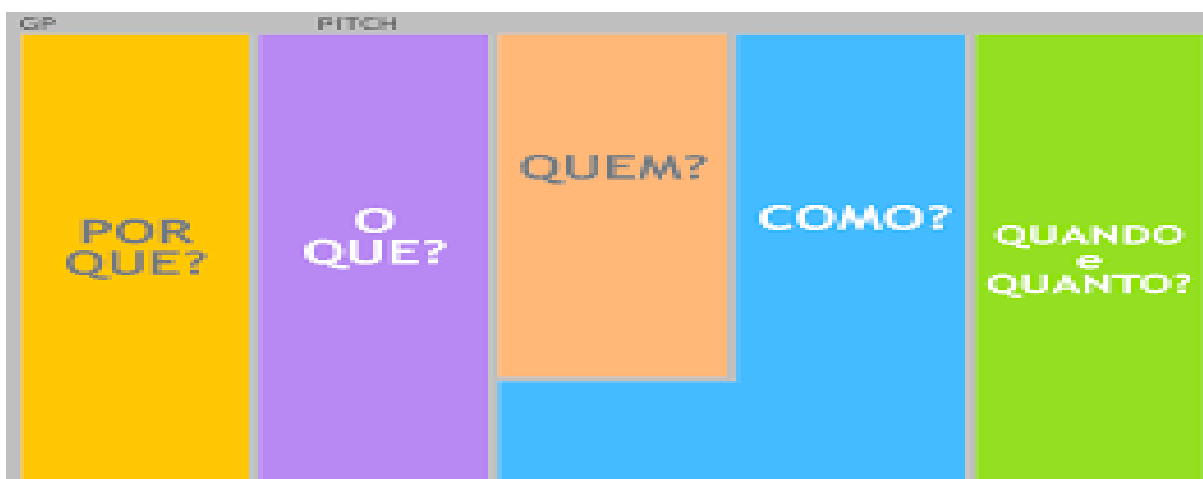
O processo de construção desse método se dá pelo preenchimento de um quadro com 13 elementos, com as ideias levantadas, conforme mostrado na figura 1.



**Figura 1:** *Project Model Canvas*

Fonte: FINOCHIO, 2013

Finocchio (2013) também ressalta que o preenchimento do *PM Canvas* é feito através de um processo com quatro etapas e uma ordem predeterminada, agrupados em 5 perguntas fundamentais mostrada na figura 2.



**Figura 2:** Perguntas Fundamentais do *Project Model Canvas*

Fonte: FINOCHIO, 2013

Através do preenchimento do quadro da figura 1, respondendo as etapas da figura 2, pode-se perceber visualmente como é representado o plano de projeto.

### 3.2. Concreto

De acordo com Martin (2005), o concreto é um dos materiais essenciais da nossa civilização. Se for feita uma seleção correta dos componentes, e um ótimo estudo para dosagens, as propriedades do concreto podem ser modificadas profundamente, respondendo as necessidades exigidas.

Bueno (2000) diz que, o concreto é definido como duro, condensado, material de construção feito de cimento, areia, pedra britada e água.

Com base nisso, o concreto é se caracteriza por ser o material mais facilmente encontrado na construção

civil nos dias atuais, por conta dos seus componentes que são prontamente extraídos da natureza, As razões para o uso tão difundido do concreto são: a facilidade com que elementos estruturais de concreto podem ser executados, numa variedade de formas e tamanhos; mais barato e mais facilmente disponível no canteiro de obra (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Por ser durável, econômico e de fácil manuseio, esse tipo de material é bastante difundido nas obras de construção civil, pois ele sendo um composto que permite o uso de vários materiais conglomerados entre si, resulta em um produto com vida útil capaz de desempenhar as funções para o qual foi projetado.

### 3.3 Vidro

De acordo com a CEMPRE (2008), cada quilo de vidro reciclado na forma moída substitui 6,6 quilogramas de areia e a refusão de 1 tonelada consome em média 70% menos energia do que a requerida para a fabricação inicial.

O vidro é um material muito utilizado, pois possui elevada estabilidade química, porém seu descarte muitas vezes não é feito de forma adequada. Com base nisso, propôs-se com o auxílio da ferramenta *Canvas* encontrar novas formas de reutilizar o vidro e aplica-lo na construção civil.

Bourscheid e Souza (2010), o entulho gerado pela construção civil é um dos grandes problemas das cidades brasileiras devido à enorme quantidade gerada à falta de espaço para solucionar esse problema. As medidas comumente tomadas referem-se ao envio dos resíduos para aterros ou lixões.

A confecção de novos produtos usando vidro reciclado inclui integralmente o conceito de desenvolvimento sustentável, pois busca projetar novos produtos utilizando técnicas inovadoras e materiais que são descartados diariamente pela sociedade, buscando a consciência social e o bem estar de todos (COM-PAM, 2007).

Embora pesquisas e avanços técnicos sejam constantes na direção de transformar e reciclar vidros usados em produtos úteis e de interesse comercial, pouco tem sido conseguido na prática além da transformação dos vasilhames descartados em novos vasilhames de qualidade igual ou inferior, ou em fibras para uso como isolantes ou para preenchimentos diversos (ASSIS, 2006).

Dessa forma, o projeto apresenta uma proposta de sustentabilidade, pois busca fazer uso da sucata de vidro, material que é usado em grandes quantidades e em qualquer época do ano, nas cidades e principalmente nas fábricas de produção de vidro.

## 4. METODOLOGIA

A pesquisa explicitada em questão trata-se do estudo da aplicação de uma ferramenta de Gestão de Projetos, *Project Model Canvas*, na produção de um concreto utilizando vidro como agregado graúdo. Essa pesquisa deu-se início entre os meses de Abril e Maio de 2018, através de pesquisas realizadas na internet e na biblioteca da Faculdade Pitágoras de São Luis e se caracteriza por ser levantar, descrever e explicitar dados e fatores que fazem parte do produto final.

*Project Model Canvas*, ou *PM Canvas*, é uma metodologia simples e eficaz de gerenciamento de projetos, por meio de uma metodologia colaborativa, onde todos os envolvidos no projeto participam com proatividade (MORAIS, 2008). Dessa forma, essa metodologia permite facilitar a descrição de várias etapas do negócio e a discussão do mesmo. Além de facilitar e detalhar o planejamento, ajudar no desenvolvimento de novas estratégias e promover inovações para o produto oferecido.

De acordo com Segundo Finocchio (2013, p.33), a metodologia é composta de cinco etapas construídas blocos separados e dispostos num plano visual, reunindo informações que de fato serão pertinentes ao projeto, organizando e integrando as informações. As cinco etapas do *template* do método respondem



seis perguntas: Por quê? O que? Quem? Como? Quando e Quanto?

A primeira etapa do método Canvas aplicado ao produto Concreto com agregado de vidro temperado consiste em levantar o *pitch* do projeto, ou seja, o nome do projeto no qual ele será oferecido ao cliente e o Gerente do projeto, o principal líder que responde pelo produto. Nessa etapa também são levantados problemas e questões a serem aplicados na justificativa do plano de projeto, as melhorias que farão parte dos benefícios e as situações que comporão o objetivo do projeto.

Na segunda etapa são decididas as características que compõem o projeto, como os requisitos, a equipe e os *stakeholders* necessários para a concretização do projeto.

A terceira etapa de informações consiste em listar os patrocinadores, fatores externos, fornecedores que participam do projeto. Nessa etapa faz-se o mapeamento de pessoas ou organizações afetadas e beneficiados pelo projeto desenvolvido.

Na quarta etapa as informações definidas são as premissas básicas, ou seja, quais fatores influem na viabilização e quais as limitações do projeto. É definido também o grupo de entrega, ou seja, são descritos os componentes gerados pelo projeto.

Por último, no quinto grupo são levantados os riscos, a duração, o custo e a linha do tempo envolvidos em todo o projeto. Finocchio (2013, p.97) afirma que “quanto maior for o nível de risco estimado, maior deverá ser o intervalo adicionado à linha do tempo, assim como a reserva financeira adicionada ao orçamento”.

Todas essas etapas com os elementos interdependentes entre si, concluem as partes do projeto e permitem visualizar de forma clara como os processos serão desenvolvidos dentro do projeto para a chegada ao produto final com indicadores fortes para a criação de um produto de sucesso.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se idealizar o projeto utilizando essa ferramenta, espera-se como resultado a organização de todos os componentes da proposta com o intuito de comprovar a eficácia da adição de vidro como agregado do concreto, de modo que este não cause dano à qualidade do produto e ao desempenho final dele, obtendo economia e a dando uma nova destinação ao vidro.

A figura 3, mostra de forma clara, como esses elementos foram distribuídos para o alcance do produto final.

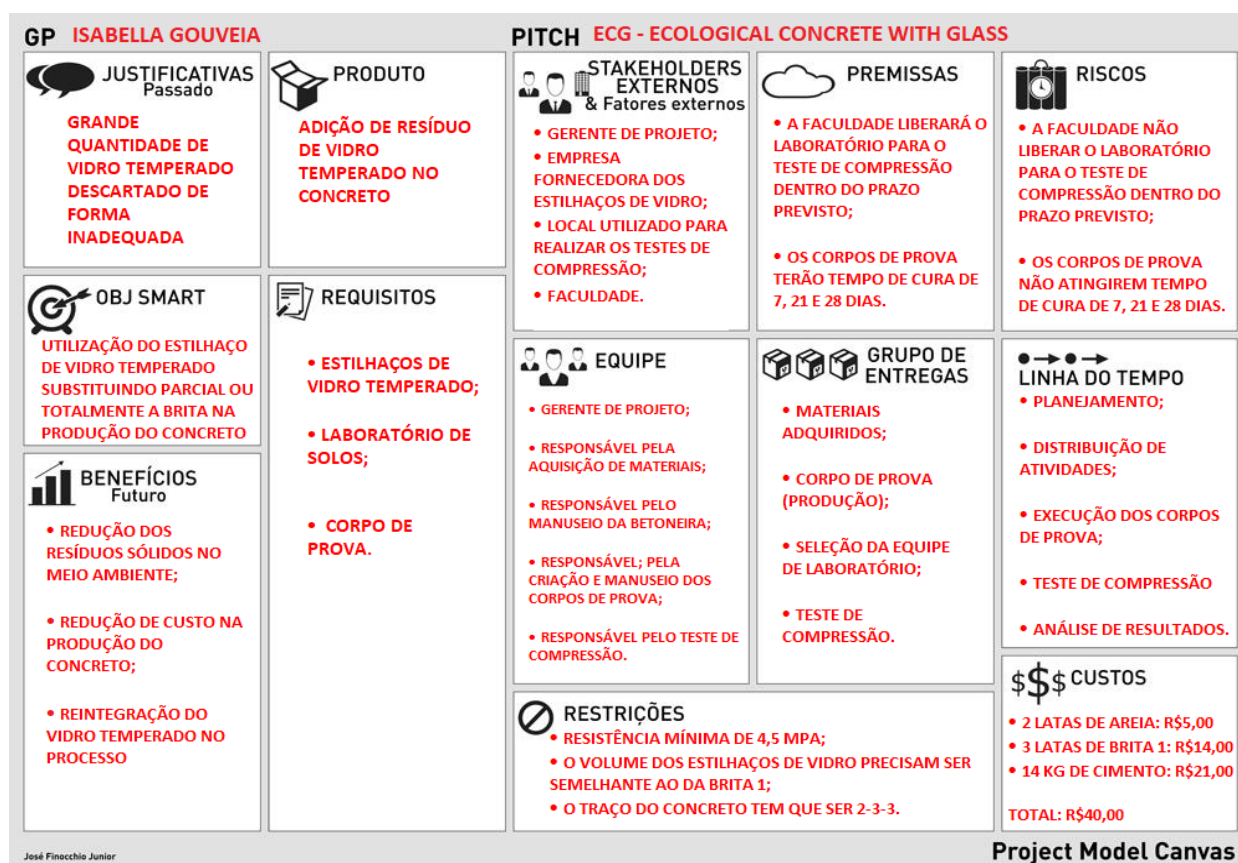


Figura 3: Project Model Canvas

Fonte: AUTORES, 2018

A principal motivação para a realização do estudo da viabilidade do uso do vidro temperado na composição do concreto simples, com o auxílio da Metodologia *Canvas* se deu principalmente pela grande quantidade de vidro lançado de forma inadequada no meio ambiente. Com a finalidade de reduzir esse descarte, o projeto sugeriu utilizar o estilhaço do vidro como substituto parcial ou total de brita na produção de um concreto.

Com isso, os benefícios encontrados com o uso do vidro na composição do concreto decorreram basicamente, por essa ser uma alternativa sustentável para a redução do volume dos resíduos do material lançados no meio ambiente e a reutilização do mesmo. Como forma de exemplo, pode-se destacar a Austrália que já utiliza o vidro moído proveniente do lixo em concretos para construção (CRENTSIL ET AL., 2001).

Em relação ao produto, na adição de vidro temperado ao concreto para a composição de traços, observa-se através de estudos que o incremento da porcentagem de vidro na mistura ocasiona redução na resistência até o teor de 15% de substituição em relação ao concreto de referência, comportamento esse já esperado tendo por base os resultados experimentais de BARROSO ET AL., (2010).

Para a execução prática do projeto foi necessário levantar alguns requisitos básicos para que o mesmo pudesse ocorrer, como o levantamento de uma quantidade adequada de vidro temperado para a confecção de corpos de prova e a utilização de um laboratório de solos e concreto. Além disso, uma equipe foi designada para todas as responsabilidades referente ao projeto, como manusear máquinas e equipamentos e confeccionar corpos de prova, realizar testes. Isso foi necessário para organizar todas as etapas e trazer agilidade à realização do projeto.

Segundo o PMI (2013), todos os projetos têm partes interessadas que podem afetá-los ou serem afetadas de uma maneira positiva ou negativa. A identificação e o gerenciamento dessas partes interessadas de

maneira apropriada podem fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso do projeto, isto é, todos os envolvidos, de forma direta ou indireta, no projeto possuem influência sobre o mesmo. Por isso, é de suma importância fazer a identificação dos *stakeholders* de forma eficaz. No caso do projeto em questão, os fornecedores dos estilhaços de vidros são exemplos claros de *stakeholders*, uma vez que contribuem de forma direta para realização do projeto.

De acordo com Metha e Monteiro (1994), existem outras características do agregado além da resistência, tais como o tamanho, forma e textura da superfície, granulometria (distribuição granulométrica e mineralógica), que reconhecidamente influem na resistência do concreto em vários níveis. Desse modo, o volume dos estilhaços a serem utilizados na substituição da brita, seria uma restrição para que o projeto obtivesse êxito, devido a sua grande influência no resultado final, uma vez que essas restrições limitam o projeto.

O concreto precisa passar por um tempo de cura, que é um procedimento cujo objetivo é retardar a evaporação da água empregada na preparação da mistura, permitindo assim a completa hidratação do cimento. Esse processo de cura é essencial para que o concreto adquira a resistência desejada. A falta de uma cura adequada compromete a qualidade e durabilidade das estruturas de concreto, a qual é inicialmente controlada pelas propriedades das camadas superficiais dos elementos estruturais moldados com esse concreto (POSITIERI, 2008). Em virtude disso, faz-se necessário assumir que o concreto passará pelo processo de cura adequado e serão realizados os testes de compressão em 7, 21 e 28 dias após a elaboração dos corpos de prova, a fim de conhecer a resistência do concreto produzido com os estilhaços de vidro.

O risco de o concreto não atingir a resistência necessária para uso é a principal preocupação encontrada no projeto, pois a resistência é o fator que define eventuais variações de qualidade e está ligada à estabilidade estrutural e a segurança. Johnson (1974) apud Shao et al. (2000) menciona que devido à reação entre o álcalis no cimento e a sílica reativa no vidro, o uso do vidro, como agregado graúdo no concreto, não é satisfatória, visto que desencadeia perda de resistência e excessiva expansão no material.

Com relação à Linha do tempo, possuir uma sequência de execução é fundamental para obtenção de êxito em um projeto, assim, é possível organizar cada etapa do projeto, de modo que ocorra o mínimo de imprevistos possíveis.

Segundo Heldman (2006), os processos que formam gerenciamento de custos de projetos são: Estimativa de custos, elaboração de orçamentos de custos e controle de custos. Logo, planificar os custos de cada etapa do projeto possibilita a redução de gastos desnecessários, proporcionando assim uma melhor relação entre custo x benefício do projeto.

## 5. CONCLUSÃO

É de suma importância realizar um planejamento de maneira eficiente na execução de um projeto. Para isso, é necessário à interação de todos os envolvidos no mesmo. A aplicação da metodologia de gestão de projetos *Project Model Canvas*, mostrou-se uma ferramenta de grande utilidade, que proporcionou encontrar um elo entre cada etapa na construção do projeto e possibilitou uma análise de risco mais pontual, que segundo Alencar e Schmitz (2005), diminui muito a chance de insucesso nos projetos, a análise de risco. Portanto a aplicação da metodologia de gestão de projeto *Project Model Canvas* na utilização do vidro como agregado graúdo alcançou objetivo almejado, uma vez que aplicado da maneira certa, no gerenciamento eficaz na organização do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, O. B.G. **O uso de vidro reciclado na confecção de membranas para microfiltração**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2006.
- ALENCAR, Antonio Juarez, SCHMITZ, Eber Assis. **Análise de risco em gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.
- BARROSO, L. B.; MOHAMAD, G.; LOPES, M. I. P.; MACIEL, A. V. **Viabilidade Tecnológica para o Uso do Vidro Moído em Argamassa e Concreto**. Anais do 52º Concreto Brasileiro do Concreto. Fortaleza, IBRACON 2010.
- BOURSCHEID, J. A; SOUZA, T. L. de. **Resíduos de construção civil e demolição como material alternativo**. Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. Publicações do IF-SC, 2010.
- CEMPRE. **Compromisso Empresarial Para Reciclagem**. 2008. Disponível em: < <http://www.cempre.org.br/> > Acesso em: 02 Maio 2018.
- CRENTSIL et al. 2001. **Vidro reciclado como substituto de areia em concreto pré-misturado**. Ed. EcoRecycled Austrália e CSIRO.
- COMPAM. **Reciclagem**. Disponível em: <<http://www.compam.com.br/oquereciclagem.html>>. Acesso em: 09 Maio. 2007.
- FINOCCHIO, J. Jr. **Project Model Canvas, Gerenciamento de Projetos sem Burocracia**. São Paulo, Elsevier; Campus, 2013.
- HELDMAN, Kim. **Gerência de Projetos**, 6ª Edição, 2006.
- MALACHIAS, Iago. **Project Model Canvas: Planejamento em uma folha! Compreendendo ambiente e necessidades para uma melhor estruturação do projeto**. Mundo Project Management. 2013, páginas 70 a 79.
- MARTIN, Juan Fernando Matias. **Aditivos para Concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: Editora Ibracon, 2005. V1. Cap. 13, p. 381-406.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994, p. 01-02.
- MORAIS, R. G. **A importância do Project Model Canvas para a melhoria da qualidade na construção de edifícios**. 2015.
- MULCAHI, Rita. **Preparatório para exame PMP**. 6. Ed. EUA: RMC Publicações, Inc, 2009.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation** (John Wiley & sons, Eds.). Nova Jersey - EUA, 2010. 278 p.
- PMI. Project Management Institute (2013). **Um guia para o corpo de conhecimento do gerenciamento de projetos (guia PMBOK - quinta edição)**. EUA: PMI.
- POSITIERI, Maria; HELENE, Paulo. **Propriedades físico-mecânicas e durabilidade do concreto colorido estrutural**. Capítulo 13, 2008.
- SHAO, Y.; LEFORT, T.; MORAS, S.; RODRIGUEZ, D. **Estudos sobre o concreto contendo resíduos de vidro. Pesquisa de cimento e concreto**. Elmsford, v.30, n.1, 2008.
- SILVEIRA, Bueno. **Minidicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Editora FTD, 2000.

CAPÍTULO

19

## AUTORES

ALISSON ARAÚJO MAGALHAES

ANTONY YURY MOTA RODRIGUES

HERNAN SANTOS RODRIGUES

JORGE WILLIAN LOPES CHAVES

VANELY MONTELO

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

# ANÁLISE DE RUÍDOS EM TERMINAIS DE TRANSPOR- TE COLETIVO NA CIDADE DE SÃO LUIS-MA

## RESUMO

O transporte coletivo é de extrema importância na locomoção das massas nas cidades. Em muitas localidades existem sistemas integrados de transporte, que facilita o fluxo de usuários e a economia na taxa de embarque. Porém a concentração de veículos no mesmo espaço e ainda durante o horário de maior circulação favorece a existência do risco físico chamado de ruído. Em níveis elevados e prolongados, esta ameaça pode levar ao comprometimento da audição do usuário de transporte coletivo e ainda mais o trabalhador que desempenha função laboral dentro de terminais de transporte. Logo é necessária uma avaliação da intensidade do ruído neste local a fim de classificar este fator de risco e propor solução ou melhoria para este problema. Este trabalho avalia a pressão sonora existentes nos terminais de São Luís- MA, comparando com a norma NBR 10151. O estudo foi desenvolvido entre os meses de agosto e novembro, utilizando um dosímetro para análise de ruído.

**Palavras-chave:** transporte, terminais, ruído, análise.

## 1. INTRODUÇÃO

A exposição a ambientes com elevados níveis de ruídos é um dos problemas que mais afeta a saúde humana, ocasionando, em algumas situações, transtornos irreversíveis ao sistema auditivo. Desta forma, além da exposição sonora no ambiente de trabalho, a exposição diária em ambientes públicos dos grandes centros urbanos também prejudica a audição da população. Portanto, a poluição sonora é um grave problema de saúde pública, causando transtornos e prejuízos à sociedade e ao Estado, devendo ser tratada como prioridade (BARROS et al, 2014).

Deste modo, nos centros urbanos o tráfego de veículos é o principal contribuinte para a geração de ruídos, em especial, o sistema de transporte coletivo. Analisando o referido sistema, as principais fontes de ruído nos terminais de ônibus são decorrentes, principalmente, da frota composta por veículos antigos e manutenção inadequada. Tal exposição é agravada nos horários de pico devido a maior circulação de ônibus e pessoas.

Baseado na problemática mencionada, o presente trabalho propõe a análise da exposição sonora referente aos terminais de ônibus coletivos da cidade de São Luís – MA. Desta forma, o objetivo desta obra é avaliar os níveis sonoros medidos, com auxílio de um dosímetro, em cada terminal e propor soluções para amenizar a poluição sonora nos referidos locais a fim de se adequar a norma NBR 10.151 (ABNT, 2000) que está relacionada a avaliação de ruídos em áreas habitadas, visando o conforto sonoro dos usuários. Portanto, o referido trabalho viabilizará a definição de parâmetros de equilíbrio sonoro para qualidade de vida da população nos locais em estudo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Transporte Público

Freitas e Reis (2013) mencionam que nos últimos anos vários estudos e modelos têm sido produzidos com o objetivo de compreender as percepções dos usuários de serviços na área de transportes públicos urbanos por ônibus. Estes modelos proporcionam um importante papel, pois adequam-se como referência e atuam como prescrição para que empresários e colaboradores que desejam obter um serviço de qualidade, possam tomar decisões a respeito de práticas a serem empregadas nas operações e processos, ao passo que atendem as necessidades dos usuários de transporte coletivo.

Nas principais cidades brasileiras, o modo de transporte urbano mais usado é o ônibus. Com tudo, segundo pesquisas do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA, o transporte público comparado com os anos setenta, vem sofrendo uma queda no uso pela população, queda esta que representa 38% na comparação entre 1977 e 2007, que é o reflexo de aumento do uso de automóveis (IPEA, 2011).

A questão da mobilidade por meio de transporte coletivo é tão importante quanto o saneamento básico, educação, saúde e problema habitacional, sendo a mobilidade o resultado da interação dos fluxos de deslocamento de pessoas e veículos, por isso também deve ser vista como uma política pública, a fim de criar condições adequadas para que a população tenha acesso universal à cidade. As condições de mobilidade urbana são afetadas principalmente pelo espaço urbano em função dos aspectos de relevo e de hidrografia, vias e calçadas, redes regulares de transporte coletivo e qualidade de seus serviços e preços (PLANUM, 2016).

O transporte público e coletivo é todo aquele meio de transporte que é proporcionado pelo poder público e que atende toda à sociedade, sem qualquer diferenciação de classe, gênero, cor, orientação sexual, nacionalidade ou outras formas de distinção. O Estado tem obrigação de prestar esse serviço e é responsável por si próprio quando não os atuam diretamente e utiliza a prestação de serviços de empresas privadas (GUIADEDIREITOS, 2016).



### 2.1.1 Ruídos

No caso do transporte coletivo urbano, podemos mensurar que os principais ruídos são causados pela composição, volume de usuários e velocidade do tráfego de veículos, além do comportamento dos motoristas. É importante lembrar que o ruído dos veículos é proveniente dos sistemas de motor, escapamento e transmissão, do contato pneu/pavimento e do fluxo de pessoas em um mesmo local.

Ao verificar a exposição ao ruído de “longo prazo”, o nível de ruído não é sempre frequente (estável) e pode haver mudanças consideráveis, de forma inconstante, durante o período de medição, pois a mesma pode sofrer influência de barulho que nada tem a ver com o foco de ruído do qual se deseja determinar o nível. Com isso, está incerteza pode ser esclarecida através do cálculo do Nível Equivalente Contínuo, definido como o grau atual durante o tempo determinado. É indicado como *Leq*. Este é o parâmetro desejado para análise dos níveis de ruído ambiente (SILVERA, 2008).

O ruído tem os mais diversos tipos de efeitos negativos no homem, podendo gerar danos à saúde auditiva temporária ou permanente, pois, a exposição a elevados níveis de ruídos pode danificar as células da cóclea (GERGES, 1992).

A importância de um terminal de integração de passageiros é principalmente formada por um conjunto de suas funções e das áreas necessárias. Além de ser um ponto de integração entre o usuário e o sistema, pode possuir outras atividades operacionais e, também, servir como apoio para administração e o supervisionamento do Sistema de Transporte Público Urbano de Passageiros (RIOS, 2007).

Os terminais devem oferecer melhor comodidade, segurança e fiscais para orientar com informações aos usuários do sistema de transporte público. Assim, o layout dos terminais de integração, deve conter uma distribuição dos espaços de forma a contribuir para a mobilidade dos usuários, a decisão sobre o local é baseada na demanda pelas operadoras e com base nesta estimativa podem ser definidos os componentes e as áreas que diminua ao mínimo seu prazo de transtornos (HOSSMANN; CAMPOS, 2014).

### 2.2 Perda Auditiva Introduzida pelo Ruído (PAIR)

A deficiência auditiva ocupa o terceiro lugar entre todas do Brasil, sendo que, de acordo com a pesquisa nacional de saúde (PNS) processada em 2013 pelo IBGE, estimou-se que 1,1% da população brasileira possuía insuficiência auditiva, definir como sendo surdez em ambos os ouvidos, ensurdecimento em um ouvido e audição limitada no outro, ou ainda audição restrita nos dois ouvidos. Ainda, os dados viabilizados mostram que na população total, 0,9% adquiriu a deficiência como sequela de uma doença ou acidente e 0,2% já manifestava desde o nascimento (TOSIN, 2009; IBGE, 2015).

A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é representada por uma redução gradual da capacidade auditiva devido à elucidação frequente a altos níveis de pressão sonora e, seu progresso clínico pode ser classificado de acordo com o grau de sumiço auditivo, através da média de 500Hz, 1KHz e 2KHz, sendo que as frequências entre 0 a 25dB (NA) (nível de audição) são consideradas normais; as frequências de 26 a 40dB, grau leve; de 41 a 70dB, grau moderado; de 71 a 90dB, grau rígido e, acima de 91dB, como grau intenso. A PAIR apresenta um início enganoso, podendo ocorrer ruído, ausência auditiva, dificuldade de assimilação e fala, intolerância a sons intensos, sensação de audição “abafada”, cefaleia, tontura, irritabilidade, problemas digestivos, entre outros (BRASIL, 2006; SIQUEIRA, 2007).

## 3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado tendo como base a pesquisa explicativa, e abordagem quantitativa, onde a principal objetivo é analisar condições de ruídos ambientais obtidos a partir dos dados coletados. A metodologia adotada neste trabalho constitui-se em uma pesquisa de campo, realizada nos Terminais de ônibus coletivos de São Luís – MA. Para uma investigação mais detalhada em relação aos ruídos gerados no interior destes, aplicando desta forma o uso de um dosímetro para a aferição destes dados.

Neste contexto, a implantação de um terminal de transporte coletivo origina uma série de impactos que alteram a qualidade do ambiente em seu entorno, bem como dentro do próprio terminal. Em complemento, foram realizadas pesquisas em outras fontes bibliográficas, afim de buscar informações mais aprofundadas a respeito do assunto. Quanto à limitação da pesquisa, este trabalho apenas a questão de análise de

ruídos gerados dentro de ambientes fechados como os citados neste.

As medições de ruído foram feitas conforme os parâmetros estabelecidos pela NBR 10.151. Sendo assim, o instrumento de medição de nível de pressão sonora foi posicionado na altura de 1,2m do chão e com o mínimo de 2m distante de paredes, teto ou qualquer outra superfície que pudesse refletir ondas sonoras (ABNT, 2000). A escolha dessa norma técnica como referência, deu-se por estar alinhada a normas internacionais conceituadas, a exemplo, ISO 11.819-1, que pode ser bastante utilizada em pesquisas de ruído urbano no país.

As coletas das medições foram feitas nos cinco terminais de integração de São Luís – MA, sendo eles: terminal de integração Distrito Industrial; terminal de integração São Cristóvão; terminal de integração Cohab/Cohatrac; terminal de integração Cohama e terminal de integração Praia Grande, no decorrer de uma semana no mês de setembro de 2018. O tempo de medição foi de duas horas para cada terminal no horário das 17:00 às 19:00 horas, sendo este o intervalo de maior fluxo de veículos e pessoas.

O instrumento utilizado para medir o nível de pressão sonora foi o modelo DOS-600, versão 2.6, da marca *instrutherm*. Seguindo as recomendações da norma NBR 10.151, o aparelho foi configurado no modo “FAST” – nível de ruído é coletado a cada 125 milésimo de segundo. Os dados foram gravados no equipamento durante duas horas ininterruptas, compilando as informações a cada um segundo, totalizando 7.200 amostras para verificação da média *Leq* (nível equivalente do ruído durante o tempo de avaliação), em uma medição de duas o valor de *Leq* é calculado conforme a taxa de duplicidade (q) 3, quando utilizado NHO-01 na curva de ponderação “A”.

No primeiro momento, iniciamos fazendo as devidas medições com o aparelho de aferição, posicionando o aparelho conforme já foi dito, respeitando as normas, cujo objetivo é identificar as elevações de ruídos gerados pelos veículos e por pessoas que frequentam o ambiente, de cada terminal de transporte coletivo.

Foi verificado a movimentação interna de usuários deste sistema, por meio das catracas devidamente localizada nas entradas, observando a numeração que indicava no início das medições até o término das medições, no intuito de se ter uma base de estudos visando o fluxo de pessoas dentro de um intervalo de tempo de duas horas, realizando um total de 120 medições, uma a cada um minuto. Desta forma, o presente trabalho teve como fundamental objetivo mensurar as condições de insalubridades à qual a população é submetida todos os dias ao utilizar esse serviço.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar todas as medições, foram encontrados diferentes valores em relação aos níveis de ruídos gerados pelos terminais de transporte público. Como resultado, verificamos diferentes intensidades de ruídos que foram gravados no equipamento de aferição.

### 4.1 Terminal de Transporte Coletivo Cohab/Cohatrac

Neste terminal foi analisado os mais altos níveis de ruídos, que foram gerados principalmente pela alta circulação de pessoas e pela má estrutura da pavimentação do local. Os maiores valores relacionado aos barulhos sonoros foram os de L(10) e L(50), onde a média dos valores totais encontrados foi de *Leq*= 80,7dB, conforme Figura 1.

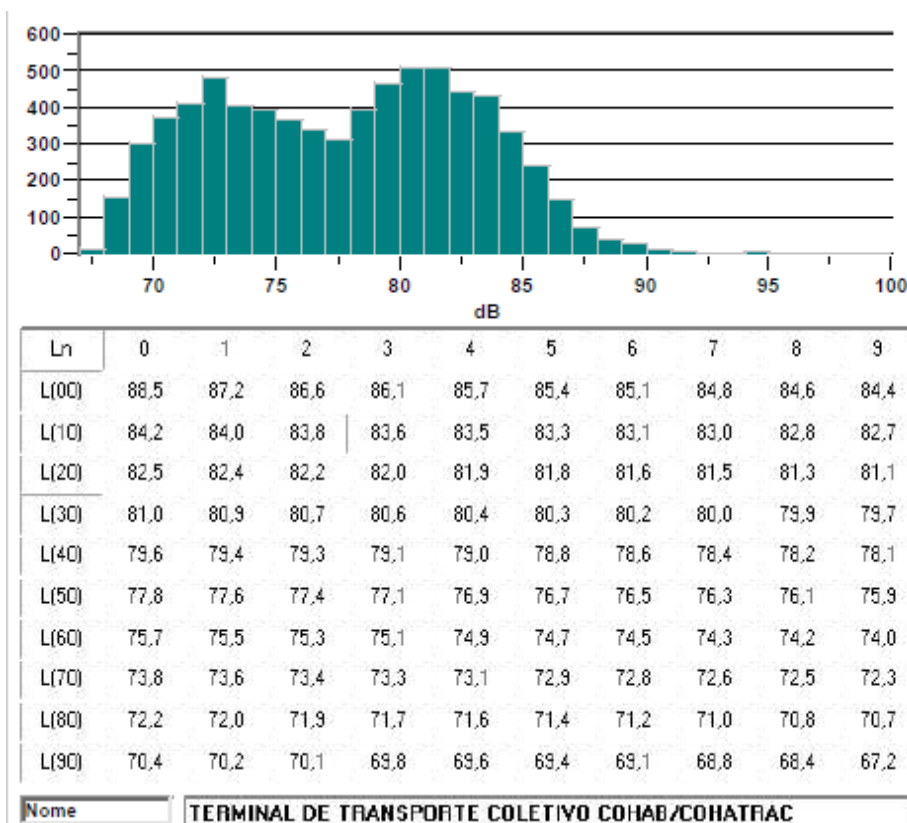


Figura 1. Ruídos gerados pelo terminal Cohab/Cohatrac

Fonte: *instrutherm* DOS-600

## 4.2 Terminal de Transporte Coletivo Cohama

Os dados encontrados neste terminal decorriam principalmente pelo fato de haver muito buracos e asfalto desnivelado, por onde os veículos transitavam. Com tudo, também podemos perceber que neste local foi verificado que a maior parte dos ônibus usados, são novos e com sistema de ar condicionados, o que é muito importante para os usuários. Os índices mais altos de ruídos encontrados neste local foram respectivamente de L(10) e L(50), onde a média total que é representada pelo  $Leq$  foi de 80,2dB (Figura 2).

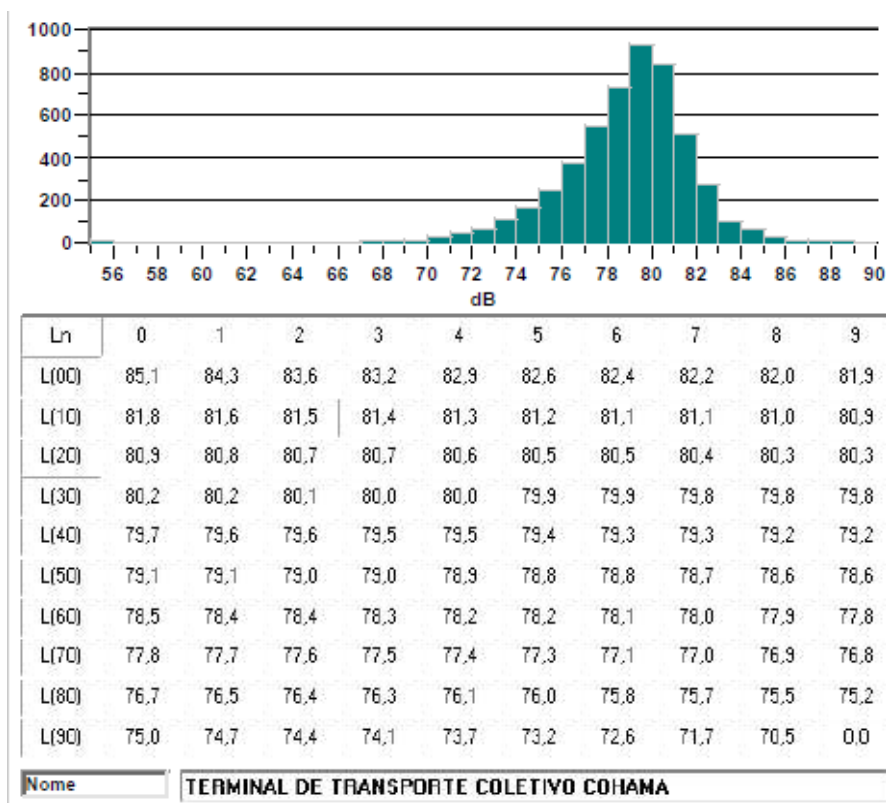


Figura 2. Ruídos gerados pelo terminal Cohama

Fonte: instrutherm DOS-600

### 4.3 Terminal de Transporte Coletivo São Cristóvão

Um dos terminais que mais houve fluxo de pessoas, neste local também foi analisado que a maior parte da frota de veículos são de ônibus novos e que também possuíam sistema de ar condicionado. Nele também foi visto que a pavimentação era de boa qualidade comparado aos outros terminais e que ajudava a diminuir os altos níveis de ruídos. Os níveis de maior elevação foi de L(10) e L(50) onde a média total foi  $Leq = 76,8\text{dB}$ , conforme Figura 3.

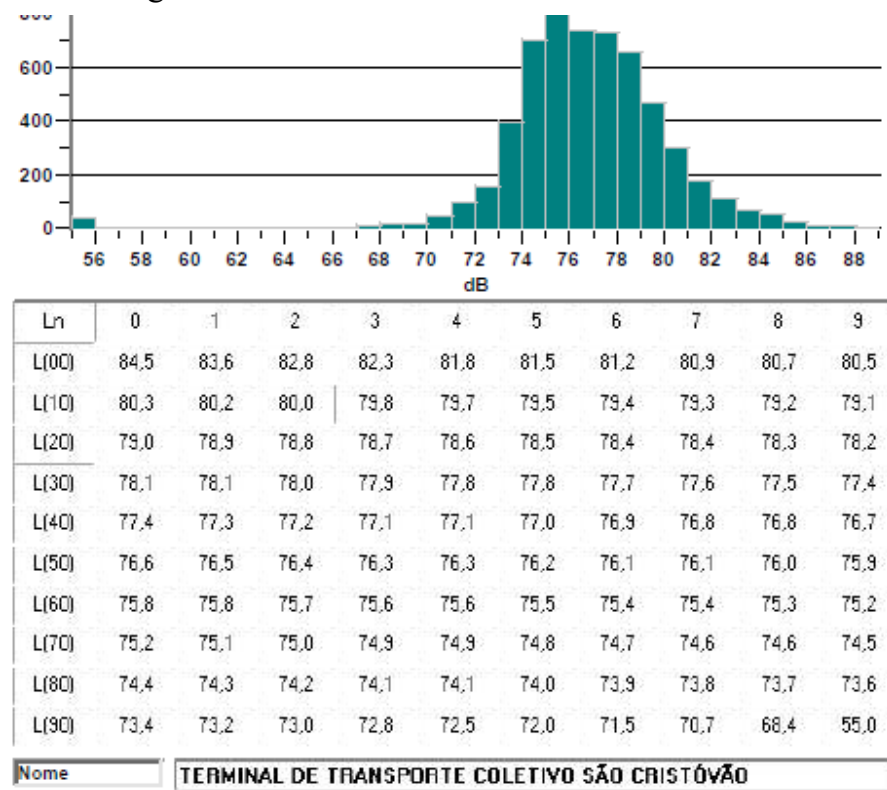


Figura 3. Ruídos gerados pelo terminal São Cristóvão

Fonte: instrutherm DOS-600

#### 4.4 Terminal de Transporte Coletivo Distrito Industrial

Os mais baixos índices de ruídos que foram encontrados foram neste terminal, o principal motivo foi o baixo fluxo de pessoas e de veículos, que contribuem muito para estes índices não se elevarem tanto. Também foi visto que neste local, existem poucas plataformas o que justifica o baixo tráfego dos ônibus. Os níveis de L(10) e L(50) foram os de maior elevação, onde a média total foi de  $Leq = 76,2\text{dB}$ .

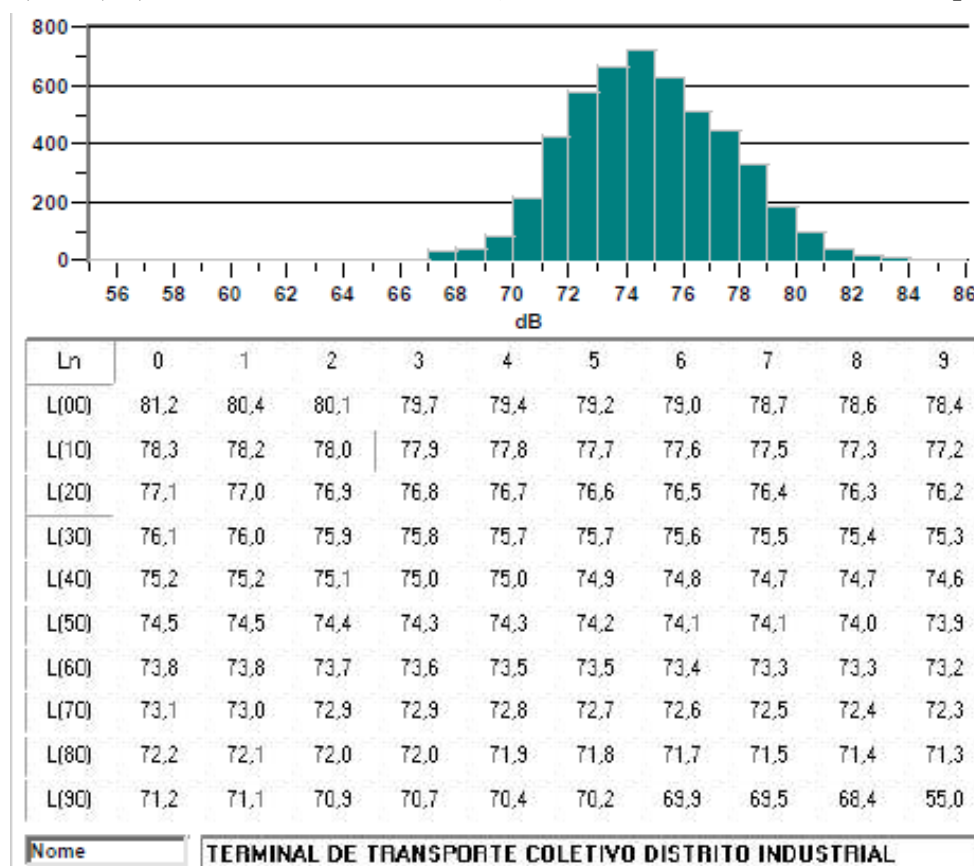


Figura 4. Ruídos gerados pelo terminal Distrito Industrial

Fonte: *instrutherm* DOS-600

#### 4.5 Terminal de Transporte Coletivo Praia Grande

Neste local, verificamos que os principais veículos utilizados são de fabricação muito antiga, e que a maioria dos ônibus deste terminal possuem algum tipo de problema nos escapamentos ou motor, pois os mesmos, fazem muitos barulhos provenientes destes ou outros problemas. Existem também vários desníveis na pavimentação do terminal, havendo vários buracos profundos, que podem ocasionar diversos ruídos. Além destes problemas o que mais nos chamou atenção, foi a necessidade de manutenção no teto do local. Os maiores níveis de ruídos encontrados foram os de L(10) e L(50), e a média geral dos níveis de ruídos foi de  $Leq = 79,9\text{dB}$ .



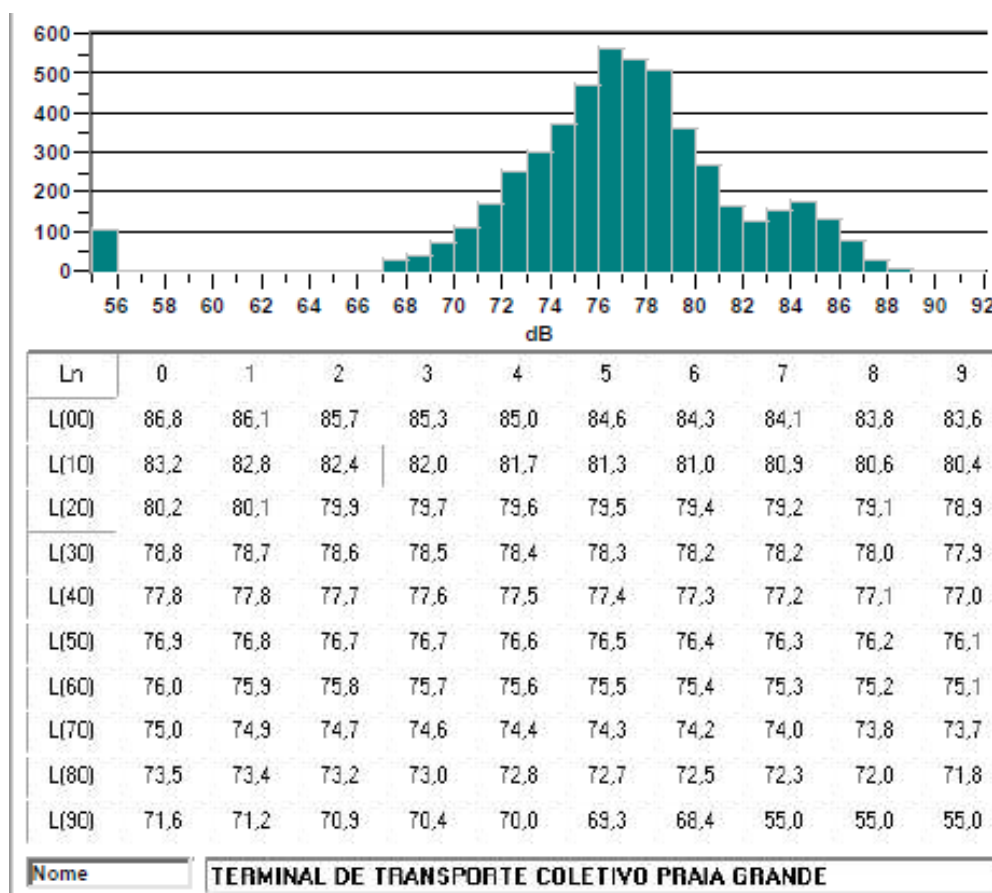


Tabela 5 Ruídos gerados pelo terminal Praia Grande

Fonte: *instrutherm* DOS-600

Os principais problemas que foram vistos foram: falta de manutenção de ônibus, falta de pavimentação adequada, falta de ônibus novos etc. Com tudo, estes e outros problemas podem ser resolvidos com facilidade, por meio de projetos, que possam guiar os olhos das autoridades, havendo assim uma grande melhoria no ruído e também na qualidade de vida dos usuários que ali frequentam diariamente.

## 5. CONCLUSÃO

Todos os valores medidos nos terminais de transporte coletivo de São Luís - MA estão acima dos valores recomendados pela norma. Pode-se recomendar para que o impacto deste risco físico seja amenizado a adoção de programas de controle de poluição sonora, exigência do plano de manutenção dos veículos que circulam no terminal e cumprimento dos prazos de manutenção preventiva, substituição dos veículos acima de 5 anos de circulação, controle de sinais sonoros emitidos dentro dos terminais e utilização de epi's para as pessoas que trabalham diariamente no local.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.151 – **Acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando conforto da comunidade – procedimento**. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2000. Rio de Janeiro. Brasil.
- BARROS, R. G.; LAURO, J. C.; SILVA, B. A. **Identificação dos níveis de pressão sonora nos terminais de ônibus em Goiânia**. Santa Maria – RS. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGTE, v.18, n.3, p. 1083 – 1092, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. **Perda Auditiva Induzida por Ruído (Pair)**, Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006. 40 p.
- FREITAS, A. L. P., REIS, T. B. **Avaliação do Transporte Público Urbano realizado por Ônibus: Uma Abordagem Exploratória**. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.13, n. 3, p. 814-842, jul./set. 2013. Disponível em: <https://goo.gl/E7WNjx> Acesso: 20/09/2018



- GERGES, S.N.Y., **Ruído: Fundamentos e Controle**. Florianópolis, 1992.
- GUIADEDIREITOS, 2016. Disponível em: <http://www.guiadedireitos.org> Acesso: 20/09/2018
- HOSSMANN, M. H. S.; CAMPOS, V. B. G. **Estruturação De Terminais De Integração Em Sistemas De Transporte Urbano De Passageiros**. In: XXVII ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Curitiba, 2014.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADAS (IPEA). **Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas – A mobilidade urbana no Brasil – A mobilidade no Brasil**. Brasília: IPEA, 2011.
- PLANUM – Planejamento e Consultoria Urbana. **Plano de Mobilidade de Volta Redonda/RJ: Diagnóstico**. Disponível em: <http://goo.gl/CB5yyN> Acesso: 20/09/2018
- RIOS, M. F. **Metodologia para Localização de Terminais do Sistema de Transporte Público Coletivo Urbano**. Tese de M. Sc., Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia /UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007.
- SILVERA, Roger Cajazeiras. **Procedimento de análise do impacto ambiental do ruído de tráfego em terminais de transporte coletivo urbano: Um estudo de caso no município de Fortaleza**. 2008. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. Orientação de Júlio Francisco Barros Neto.
- SIQUEIRA, E. S. C.; CERVI, J. A. **Perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores de empresa metalúrgica**. Especialização em Enfermagem do Trabalho– Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 14p., 2007
- TOSIN, R. C.; LANÇAS, K. P.; ARAUJO, J. A. B. **Avaliação do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas**. Revista Energia na Agricultura, Botucatu, vol. 24, n.4, p.108-118, 2009

CAPÍTULO

20

## AUTORES

DÉBORA RAQUEL CORDEIRO DE SOU-

SA BEZERRA

JORACYNEIDE SILVA DINIZ

SABRINA MARIA DA SILVA CARVA-

LHO

MOISÉS MENDES MENDES

# LOGÍSTICA: GESTÃO DE ES- TOQUE

## RESUMO

O artigo tem como proposta, apresentar de uma forma resumida, como é importante e indispensável o estoque em uma empresa. De forma eficiente a gestão de estoque mostra como pode beneficiar uma empresa e gerando menos custo através de um bom gerenciamento, proporcionando assim uma organização, economias na produção e financeiramente sendo com um investimento, como parte do capital da empresa. A melhoria na administração de materiais, tem como importância primordiais para o equilíbrio econômico e financeiro de uma organização. Cada dia a gestão de estoque, ou seja, a administração de materiais e processos logístico, vem buscando a redução de custo, no funcionamento da atividade de ressuprimento para maior competitividade perante o mercado global e competitivo. Neste artigo serão abordados temas que mostram a importância do controle de estoque, alguns modelos de gestão que podem contribuir na redução dos prazos de entrega de produtos e despesas relacionados ao estoque, algumas funções, definição e objetivos, entre outros assuntos que será abordado ao decorrer deste artigo.

**Palavras-chave:** Gestão de estoque, ressuprimento, administração de materiais, logística.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a gestão de estoque desenvolve uma tarefa de suma importância dentro das organizações. Nas empresas hoje, é uma tarefa que requer muito conhecimento, informações e experiências. Pois abrange assuntos de diversas áreas da empresa, por estar ligada com vários setores, e é de total importância para um bom desempenho da empresa de forma contínua. O estoque é uma ferramenta em que a empresa utiliza para atender possivelmente e de forma estratégica os clientes, ou seja, de uma maneira em que se o que o cliente precisar se encontrará no estoque dessa empresa.

Corrêa e Corrêa (2004) afirmam que maior for a variedade de produto que uma empresa possuir, difícil será mais de haver um controle sobre os produtos, e ainda não atenderá a necessidade do cliente. Segundo Ballou (2007), a gestão de estoque é o controle de entrada e saída de produtos de uma empresa, onde precisamente dever ter um planejamento do estoque.

O gestor de estoques está sempre buscando uma solução para os problemas e dificuldades em seu ambiente de trabalho. Desta forma, a gestão de estoque tem sempre o propósito de manter o equilíbrio entre a oferta e demanda (SLACK, 2009), podendo se tornar um grande diferencial para as empresas. O objetivo dos estoques é aumentar o lucro (para empresa privada) ou grande investimento (para empresa pública) (KUMMER, 2012). Por fim, esse artigo vem mostrar, o quanto é importante, que a gestão de estoque seja eficiente e experiente, para beneficiar um grande desenvolvimento de uma empresa, gerando assim lucros e satisfação ao cliente.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Definição de estoque

Segundo Chiavenato (2008, p.115), “é qualquer material, ferramenta, matéria prima, componentes ou produtos acabados”. De acordo com Corrêa (2001, p. 49), citado por Dantas (2015, p14), a importância do controle de estoque são “acúmulos de recursos materiais entre fases específicos de processo de transformação”. O mesmo pode ser conservado de forma improdutivo por algum tempo, mas que rapidamente consegue ser convertido em um ganho de capital.

Após os conceitos acima, estoque é o armazenamento de algo que terá uma utilização futura. É de grande importância para a organização, principalmente tratando-se de empresas comerciais, onde o dinheiro investido nele será de repercussão fecundo da atividade de venda.

### 2.2 Tipos de estoque

Igara (2017) existe vários tipos de estoque, os mais utilizados dentro do segmento de varejos são:

**Estoque de antecipação:** esse tipo de estoque é utilizado quando a empresa antecipa suas mercadorias para atender a procura futura, algo já calculado e planejado.

**Estoque de contingência:** é guardado para cobrir qualquer falha na gestão de compras, ou qualquer outro processo no supermercado.

**Estoque de proteção:** serve para que a organização se proteja de algo externo que possa colocar em risco o abastecimento de mercadorias.

**Estoque regulados:** o uso mais comum dessa ferramenta é em supermercados que possuem filiais. Devido ao armazenamento de produtos para regulação ser feito em uma das lojas para cobrir possíveis contratempos.

**Estoque inativo:** mercadorias que não foram vendidos e estão no estoque faz muito tempo após a compra.

## 2.3 Objetivo e funções de estoque

O objetivo do estoque é maximizar o lucro e o investimento. Como a maximização pode ser feita? Por meio do dimensionamento dos estoques isto leva as mesmas questões como: o que comprar? Quando comprar? Quanto comprar? Como armazenar? Como controlar? Como movimentar?

Com as decisões relacionadas à gestão de estoque é utilizar métodos de controle como forma de organizar e identificar disponibilidades de produtos. Isso consiste em: registrar, fiscalizar e gerar as entradas e saídas de insumo e produtos acabados (PASSOS, 2010).

O controle de estoque estabelece um nível de equilíbrio entre as necessidades e a obtenção de produtos para controlar o fluxo de produtos é fundamental para empresa visto que o estoque e o armazenamento representam parte dos custos que quando inutilizados que poderiam ser investidos em outros fins (VENDRAME, 2008; IZEL; GALVÃO; SANTIAGO, 2015). Caso a demanda do estoque for maior que o tempo de ressuprimento pode ocorrer prejuízo nas vendas ou na produção, com o dimensionamento pode causar excesso de materiais avariados.

A forma de estabelecer um dimensionamento correto sem que haja falta é ter um estoque mínimo estabelecido. O estoque mínimo é a quantidade suficiente para atendimento enquanto o ressuprimento é feito e calculado a partir da venda média mensal dividida pelo tempo de ressuprimento, conforme demonstrado em equação (1) (LUSTOSA et al., 2018)

$$\text{Estoque Mínimo} = \frac{\text{venda média mensal}}{\text{tempo de ressuprimento}}$$

Para que as operações sejam necessárias e que haja um fluxo perene de informações sobre compras, recebimento e distribuição, e também que se trabalhe com um planejamento que minimize o custo total (SLACK; CHAMBER; JOHSTON, 2009).

## 3. NÍVEIS DE ESTOQUES

### 3.1 Estoque mínimo

Conhecido também como estoque de segurança, esse determina a quantidade mínima de itens no estoque, por ter uma ligação direta com a função financeira da empresa. A função é cobrir eventuais atrasos no suprimento, com o objetivo de garantir um bom funcionamento e eficiente da produção, sem riscos de faltas. Entre algumas coisas que podem provocar essas faltas é: oscilações no consumo; atraso no tempo de reposição (TR), variação na quantidade, rejeito de qualidade e diferença no inventário.

O estoque mínimo é de suma importância significativa no processo produtivo, pois através do mesmo, a empresa estabelece o ponto de pedido.

Conforme Martins (2006), o estoque mínimo pode ser representado pela seguinte fórmula:

$$E_{\min} = E_s + P_e \times c$$

Em que:

$E_{\min}$  = estoque mínimo;

$E_s$  = estoque de segurança;

$P_e$  = prazo de entrega;

$C$  = consumo diário;

Com essa fórmula é possível calcular o estoque mínimo, com o objetivo de não haver erros no estoque.

### 3.2 Estoque máximo

Estoque máximo é o resultado da soma do estoque de segurança, com o lote de compra. Em condições

normais entre a compra e consumo, o estoque tende a oscilar entre valores máximos e mínimos.

Com a variação do estoque mínimo e o lote de compra, o estoque máximo vem a variar também, pois o estoque máximo é uma função do lote de compra e estoque mínimo. O mesmo é limitado ao espaço de armazenagem. E pode ser representado pela formula:

$$E_{max} = E_s + L_{ec}$$

Em que:

$E_{max}$  = estoque máximo;

$E_s$  = estoque de segurança;

$L_{ec}$  = Lote econômico de compra;

Com a formula acima, podemos notar que teremos uma margem máxima de estoque, objetivando assim o planejamento do estoque.

### 3.3 Estoque de segurança

De acordo com Chiavenato (2005), estoque de segurança é a quantidade de itens mortos em estoque, que só deverá utilizar em alguns casos extremos, como a rejeição do lote de compra ou aumento da demanda.

Pode ser representado pela seguinte formula:

$$E_s = (c \cdot a_{pe}) + (PE + a_{pe})$$

Em que:

$E_s$  = estoque de segurança;

$C$  = consumo diário;

$A_{pe}$  = atraso no prazo de entrega;

$A_c$  = aumento do consumo diário;

$P_e$  = prazo de entrega;

Vale lembrar que o estoque de segurança deverá ser estabelecido com certa cautela, pois o mesmo é responsável pela imobilização de capital de estoque. Mantendo sempre em equilíbrio.

## 4. FERRAMENTA DE CONTROLE DE ESTOQUE

A seção detalhará algumas das ferramentas utilizadas para o controle de estoque como a curva ABC, o giro de estoque e o diagrama de Pareto.

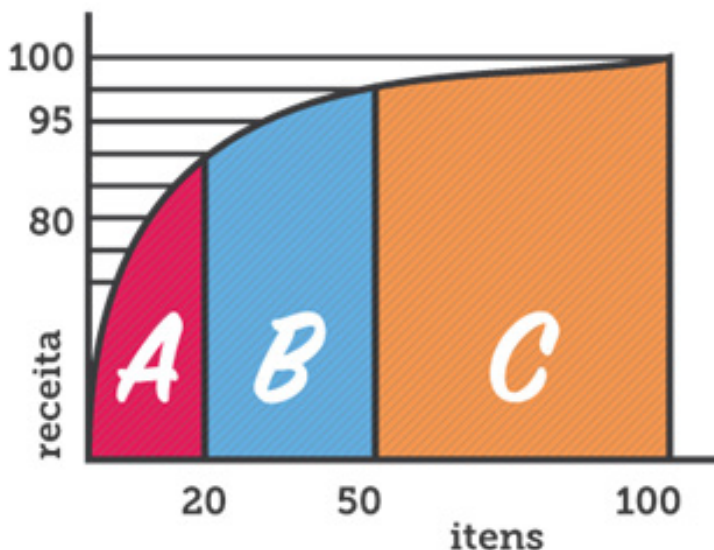
### 4.1. Curva ABC

O estoque que armazena mais de um produto, possui produtos com diferentes taxas de uso e diferentes valores. O que se percebe é que os produtos possuem graus de importância diferentes entre si. A falta de itens pode afetar diretamente os consumidores (SLACK; CHAMBER; JOHNSTON, 2009).

Slack, Chamber e Johnston (2009) afirmam que a forma mais comum de controle de produtos é através do uso da classificação ABC, é feito a listagem dos produtos de acordo com suas movimentações de valor.

Para Braga, Pimenta e Vieira (2008) a curva ABC classifica os produtos em três classes, conforme pode ser observado.

- Classe A: formada por 10% a 20% dos produtos que possuem valor de consumo acumulado alto (acima de 50% até 80%);
- Classe B: formada por 20% a 30% dos produtos com o valor de consumo acumulado entre 20% a 30%;
- Classe C: formada por mais de 50% de produtos, os quais possuem consumo acumulado de 5% a 10%.



## 4.2 Giro de Estoque

O giro de estoque é uma ferramenta de controle que indica quantas vezes o estoque se renovou em sua totalidade em um período de um ano, o que se permite o maior controle sobre saídas e entradas dos produtos no mercado (SANTOS et al., 2012). Segundo Dentz (2016) se os índices de giro são interpretados da seguinte forma: se o índice for maior que um a empresa vendeu mais do que tinha em estoque; se o índice for igual a um, significa que a empresa vendeu todos os itens armazenados para o período; se o índice for menor que um, a empresa não vendeu todos os itens para o período.

O ponto a ser observado é que o alto índice de rotação dos estoques estão relacionados com a redução da necessidade de investimento em capital de giro. O fato é a obsolescência da mercadoria que quanto maior o giro, menor a obsolescência (SANTOS et al., 2012).

$$\text{Giro de Estoque} = \frac{\text{itens vendidos no período}}{\text{estoque médio do período}}$$

## 4.3 Diagrama de Pareto

O diagrama de pareto é uma técnica de análise de causas e envolve classifica itens, conforme ordem de importância podendo destacar áreas que tem maior atenção, o que deve se dá mais importância, além de permitir que seja estabelecido metas numéricas a serem alcançadas (SLACK; CHAMBER; JOHNSTON, 2009).

## 5. OPERACIONALIDADE DO ESTOQUE

É total importância como operamos o estoque da empresa e sem dúvida é fundamental o equilíbrio econômico e financeiro. Os recursos que são necessários para alocação e movimentação dos materiais, controle dos produtos e níveis de estoque satisfatórios. Dias (1993, p.11) completa, “para implantar melhoramento na estrutura de empresa é necessário dinamizar o sistema logístico, que engloba o suprimento de materiais e componentes, a movimentação e o controle de produtos [...]”.

### 5.1 Estrutura Física Necessária

Uma empresa que possui um almoxarifado ou um depósito de materiais, para o ambiente ou espaço físico mínimo é necessário uma estrutura e equipamento em que se possam armazenar e movimentar estes materiais de forma que fiquem bem organizada, identificados, de fácil localização, acesso e que garantem a qualidades dos produtos.



## 5.2 Espaço Físico (*Layout*)

É preciso antes de qualquer coisa saber qual é o tamanho da área ideal para que se tenha um fluxo de materiais rápido e constante tanto da entrada quanto o de saída, para as oportunidades e os problemas ser verificados deve ser feito um *layout* onde poderão ver a acontecer ou prejudica o fluxo destes materiais, assim otimizando o espaço disponível (CHIAVENATO, 1991, p.120).

## 5.3 Equipamento de Movimentação e Estocagem

Para ser armazenados os produtos devem ser selecionados e estocados através dos equipamentos de movimentação. Os equipamentos de movimentação no mercado são paleteiras manuais e elétricas, empilhadeiras, esteiras transportadoras, transportador de roletes, elevadores de cargas, guindaste, etc. já os de armazenagem são paletes, racks, gaiolas, estantes, porta-paletes, contêiner, etc.

Se aperfeiçoarmos a armazenagem dos produtos, haverá uma máxima utilização de espaço, mão-de-obra e proteção dos itens armazenados.

## 6. INVENTÁRIO DE ESTOQUE DE MERCADORIA

O inventário ou balanço é o processo de verificação dos estoques, mercadoria e materiais da empresa.

Existe dois tipos de inventário: inventário periódico e rotativo, o inventário periódico é feito no final de cada período contábil e tem efeito fiscal e é feito em os departamentos e o inventario rotativo que tem a finalidade de detectar e corrigir falhas, reduzir e eliminar possíveis perdas e é realizado em apenas um departamento ou produto.

Processos, segundo Pozo et al. (2010):

**1º Procedimento:** Emissão da listagem para a contagem do estoque. Para efetuar a contagem dos itens é necessário emitir as listagens para anotações das quantidades contadas pelo inventariante.

**2º Procedimento:** Digitação das contagens e confrontação com o estoque atual. Esse processo tem como finalidade demonstrar possíveis distorções entre o saldo atual com as quantidades inventariadas.

**3º Procedimento:** Digitação dos itens inventariados e acerto do saldo com as quantidades inventariada será ajustado o saldo de cada produto.

### 6.1 Formas de Inventario

#### 6.1.1 Gerais

Para Viana (2002), trata-se de um procedimento de contagem periódica que abrange todo o estoque, comparando com os registros contabilizados da organização. Tendo o planejamento:

- Cronograma de início e término;
- Estabelecimento de correção a serem realizados;
- Efetivo da composição da equipe;
- Treinamento da equipe;
- Definição de local para separação de materiais inservível (obsoleto e deteriorados).

O inventário geral, favorece ao reconhecimento do nível de divergência em que foi operado o almoxarifado durante o período normalmente serão realizados no prazo de um ano.

#### 6.1.2 Rotativo

Para Ballou (2006), é realizado entre os balanços anuais sendo possíveis alcançar variedade de produtos ganhando tempo e diminuindo o tempo na interrupção das atividades.

Os inventários rotativos podem ser utilizados sempre que houver necessidade, segundo Viana (2002),

como possíveis falhas no processamento de pedido, requisição não atendidas, almoxarifado e por solicitação de auditoria.

### **6.1.3 Caracteriza-se com a composição**

- Considera itens mais significativo;
- Estabelecimento de período
- Definição de valor dos itens a serem inventariados.

### **6.1.4 Por amostragem**

O departamento de inventário por amostragem é bastante interessante, pois o administrador de materiais poderá estabelecer o percentual a ser inventariado, encontrando assim o nível de qualidade em que se encontra o estoque (ALVES JUNIOR et al., 2013).

Feito esse processo, poderá ser realizado um planejamento de ações para eliminação de divergência detectadas no decorrer do inventário.

### **6.1.5 Por itens movimentados**

Para o inventário apenas os itens com bastante movimentação no período é uma forma interessante, pois é considerado a possibilidade de que somente os itens que foram movimentados, poderão ter ocorrência de desvios, aí não haverá necessidade de inventariar os demais armazenados (ALVES JUNIOR et al.2013).

Para tal, deve-se: listar os itens que tiveram movimentação no período estabelecido, definido a quantidade de movimento (entrada e saída).

### **6.1.6 Por qualidade**

Para Pozo et al. (2010) estabelecem-se critérios de classes de material, onde se alerta quanto as características:

- Data de validade
- Composição de jogos
- Unidade de estocagem verso saldo físico

Nessa atuação do inventário a equipe deve ser composta por elementos tecnicamente treinados para poder identificar as não conformidades.

Dentro desse processo, realiza-se a contagem e o acerto de estoque, e retirando os itens inservíveis (POZO et al., 2010).

## **7. METODOLOGIA**

Para a realização desse artigo, foi realizado através da revisão bibliográfica de literatura sobre gestão de estoques, onde tem por natureza exploratória e abordagem qualitativa. Este método é considerado atualmente uma pesquisa, onde será utilizado mais precisamente a forma real de gestão de estoque dentro de uma determinada empresa.

Este estudo utiliza uma abordagem de pesquisa exploratória e qualitativa, pois busca conhecimentos sobre gestão de estoque, através de observação, pesquisas, análises e interpretação de textos e artigos sobre o tema (MIGUEL 1991). “A pesquisa qualitativa visa uma melhor compreensão do contexto do problema. Ela explora com ideias o resultado dessa investigação” (MALHOTRA, 2005, p.113). O objetivo é identificar o funcionamento e possíveis falhas existentes e visando a importância em controlar o estoque na empresa.

A pesquisa define como sendo exploratória. “As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporção

nar maior familiaridade com o problema, com intuito a torna-lo mais visível ou a construir hipóteses” (GIL, 2008, p.27). A pesquisa exploratória objetiva o uso de dados secundários, pois são coletados com finalidade de também ser utilizada para outros problemas, porém para confiabilidade nas informações de dados devem ser retirados de uma fonte original, explicando com detalhes a coleta de dados.

Após a realização de pesquisas bibliográficas, os dados foram escritos de forma a obter informações relevantes ao foco da pesquisa. Bardin apud Silva (2006) relata que o estudo de conteúdos nos ajudará obter mais informações e a entender melhor este tema, quando diz que o mesmo é um conjunto de análise das comunicações, visando atingir objetivos de descrição do conteúdo estudado.

## 8. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Atualmente com a grande competitividade do mercado, a gestão de estoque realizada de forma correta, agiliza os processos e reduz os custos, tornando a organização mais sustentável. Para um bom gerenciamento no estoque é necessário um aproveitamento de espaço físico, um layout adequado, para facilitar assim o fluxo de movimentação. E é de fundamental importância que haja um correto endereçamento dos materiais armazenados, contendo assim informações apropriadas para que tenha uma melhor localização. Também será indispensável a realização de uma boa classificação para obter melhor agilidade no deslocamento.

Assim com as melhores sugestões aplicadas e apresentadas, terão um melhor aproveitamento dos espaços físicos e agilidades nos processos, facilitando o fluxo e tendo maior confiabilidade nas informações armazenadas no sistema, reduzindo com grandes benefícios os custos.

## 9. CONCLUSÃO

Através da realização dessa revisão de literatura foi possível concluir que a gestão de estoque é de extrema importância para qualquer empresa, e pode ainda se tornar um grande diferencial competitivo, pela redução de itens faltantes e pedidos com atraso, sem prejudicar o nível de serviço oferecido ao cliente. Dessa forma as ferramentas utilizadas e mencionadas neste artigo são essenciais para efetivação da gestão de estoque.

Neste artigo buscou-se ainda, identificar as necessidades de uma boa gestão de estoque visto que nos dias atuais é de grande importância, pois é através dela que se obterá retorno dentro de uma organização. Como já foi dito no decorrer de todo o estudo, que uma boa gestão implicará na melhoria dos serviços de atendimento ao consumidor. A competitividade das empresas no mundo globalizado exige uma boa estratégia e formulação dessa ferramenta, sendo necessário manter a quantidade necessária para a produção, para que não haja prejuízos, e que umas das principais dificuldades dentro da gestão de estoque, está em buscar uma conciliação da melhor maneira, os diferentes objetivos de cada departamento da empresa para os estoques e sem prejudicar os setores operacionais, visando sempre melhorar e se qualificar para melhoria de uma boa gestão, pois é através dela que a empresa se desenvolverá e ganhará mais espaço no mundo da competitividade.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. 5 eds. Porto Alegre: Bookman, 2006. B

BERTAGLIA, Paulo Roberto. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva, 2009.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de Produção e Operações. Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008. SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3.edSãoPaulo: Atlas,2009. MALHOTRA, Naresh K; ROCHA, Ismael; LAUDISIO, Maria Cecilia, ALTHEMAN,

Édeman; BORGES, Fabio Mariano. Introdução à pesquisa de Marketing. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 428p.

BALLOU, R. H. Logística empresarial. São Paulo: Atlas, 1993.

GARCIA, Eduardo. Gestão de Estoques: Otimizando a logística e a cadeia de

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175p.

GONÇALVES, Paulo Sérgio. Administração de materiais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

[http://books.google.com.br/books?id=AvfRM51NLcQC&dq=pt-PT&redir\\_esc=y](http://books.google.com.br/books?id=AvfRM51NLcQC&dq=pt-PT&redir_esc=y) Acesso em 24 out 2018.

KUMMER, Mauro José. Gestão de Estoques. 2018. (ifma)

KUNIGAMI, Fabio Jun; OSÓRIO, Wislei Riuper. Gestão no controle de estoque: estudo de caso em montadora automobilística. **Revista Gestão Industrial**, v. 5, n. 4, 2009.

KUNIGAMI, Fabio Jun; OSÓRIO, Wislei Riuper. Gestão no controle de estoque: estudo de caso em montadora automobilística. **Revista Gestão Industrial**, v. 5, n. 4, 2009.

MALHOTRA, Naresk K; ROCHA, Ismael; LAUDISIO, Maria Cecilia, ALTHEMAN, Édeman; BORGES, Fabio Mariano. **Introdução à pesquisa de Marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 428p.

MIRANDA, Robes Madeira; LYRA, Jairo Roberto Mendonça; MIRANDA, Thiago Alves. GESTÃO DE ESTOQUE COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA NAS ORGANIZAÇÕES. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 5, 2018.

PICK, Valdir Luis; DIESEL, Letícia; SELLITTO, Miguel Afonso. Influência dos sistemas de informação na gestão de estoques em pequenos e médios supermercados. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 2, p. 319-343, 2011.

PICK, Valdir Luis; DIESEL, Letícia; SELLITTO, Miguel Afonso. Influência dos sistemas de informação na gestão de estoques em pequenos e médios supermercados. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 2, p. 319-343, 2011.

POZO, H. Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ROSA, Natália Gomes; DIAS, Silvana de Brito Arrais. ESTRATÉGIA E GESTÃO DAS GÔNDOLAS DE SUPERMERCADO. **Estudos**, v. 42, n. 1, p. 83-102, 2015.

SANTOS, B. C. Gestão de estoques. **Revista de trabalhos acadêmicos-Universo, Niterói/RJ**, v. 1, n. 9, p. 1-30, 2014.

SOUZA, Caroline Santa Rosa; DE OLIVEIRA, Meire Ramalho. Proposta de gestão de estoque para uma empresa varejista em Ilhéus-BA. **Revista Gestão Industrial**, v. 12, n. 4, 2016.

Suprimentos. 2006, disponível em:

VIANA, João José. Administração de Materiais: um enfoque prático. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CAPÍTULO

21

## AUTORES

LEANDRO MARTINS FURTADO

MARY JOUSE MARTINS DE MO-

RAIS

PABLO DE ARAUJO MELO

RAMON DA SILVA MARTINS

RODOLFO MUNIZ DA SILVA

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

# AUTOMATIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE TROCA DE LÍQUIDO DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

## RESUMO

Os motores a combustão trabalham em altas temperaturas, dito isso, o sistema de arrefecimento atua na conservação da integridade do motor em relação a potenciais danos decorrentes de temperaturas acima do sustentável. Desta maneira, o referido sistema é importante e necessário para que o motor não venha a superaquecer. Porém, o problema da manutenção do sistema de arrefecimento é a execução de vários movimentos repetitivos realizados pelo mecânico durante a operação de limpeza manual, o que pode levar esse indivíduo a um risco ergonômico e a perda de produtividade pois se dedicará apenas a uma única atividade. Deste modo, podemos utilizar um método eficaz que levará autonomia para este procedimento: a automação do processo de limpeza do sistema de arrefecimento. A automação deste processo maximizará a produção com o menor consumo de materiais, reduzirá a geração de resíduos de qualquer natureza e evitará esforços físicos do mecânico ao realizar a limpeza do sistema, trazendo assim melhores condições de segurança e de operação. Desta forma, o presente trabalho propõe à automatização da máquina que substitui o líquido de arrefecimento dos motores a combustão interna, à vista disso, a limpeza do sistema de arrefecimento será realizada de forma automática e o mecânico encarregar-se apenas de iniciar e finalizar o processo de limpeza.

**Palavras-chave:** Sistema, Arrefecimento, Motor.

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema de arrefecimento de um veículo tem como papel fundamental de assegurar a estabilidade térmica dos motores a combustão interna com o propósito de garantir um funcionamento apropriado do motor e de evitar o superaquecimento das peças e componentes envolvidos e próximos (CASTRO; RAHDE, 2017). Todavia, o referido sistema poderá apresentar falhas ao longo de sua operação, deste modo, a manutenção do mesmo deve ser priorizada assim como a dos demais componentes de um motor.

A ausência da manutenção no sistema de arrefecimento poderá resultar em maiores custos para os proprietários de veículos, pois o motor poderá superaquecer, e conseqüentemente promover desgaste de algumas das suas peças, ou em casos mais graves causar a perda total do motor (CASTRO; RAHDE, 2017).

O procedimento de manutenção em sistemas de arrefecimento mais adotado é a limpeza do sistema e a troca do líquido de arrefecimento. Ao fazer esse tipo de manutenção o mecânico utiliza uma ferramenta para limpeza e substitui o líquido arrefecedor. Tal procedimento de manutenção exige do mecânico a repetição frequente do processo de limpeza, podendo causar ao mantenedor riscos ergonômicos. Além disso, não há uma padronização do tempo de execução da limpeza e o fato das frequentes operações manuais durante o processo comprometem a produtividade do mecânico, pois o mesmo dedica-se apenas a esta atividade.

Deste modo, automatizar essa ferramenta resultará em uma autonomia para o processo de limpeza do sistema de arrefecimento, ou seja, o operador apenas iniciará e finalizará o processo enquanto a ferramenta encarrega-se de realizar o trabalho de limpeza de forma automática. Para automação desta ferramenta aplicaremos um sistema eletropneumático para promover o acionamento das válvulas da ferramenta de limpeza e substituição do líquido arrefecedor.

Desenvolver, simular, validar e apresentar o projeto do qual satisfaça da melhor e mais fácil maneira de se automatizar a presente ferramenta de troca do líquido de arrefecimento de motores a combustão interna é a grande aspiração deste estudo, por meio de simulações computacionais, de estudos acerca da eficiência do operador da ferramenta, de possibilidades físicas apresentadas no ambiente de uma oficina mecânica e de elementos pneumáticos e elétricos é possível sustentar este trabalho de forma concisa e coesa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Tal trabalho foi suportado por princípios físicos do ar, como a propriedade de compressibilidade que é descrita como a capacidade dos gases de abranger todo o espaço de um receptáculo de formato qualquer, e podendo assim sofrer determinadas compressões que por consequência diminuam seu volume (PARKER, 2006).

A elasticidade de um gás, outra propriedade física do ar, determina que após sofrer uma compressão através de forças exteriores, o ar voltará ao seu volume inicial no momento que as forças exteriores se ausentarem (PARKER, 2006).

O ar possui a capacidade de se integrar homogeneamente em qualquer meio gasoso, desde que este mesmo meio gasoso não esteja saturado, tal propriedade é a da difusibilidade (PARKER, 2006).

A expansibilidade de um ar é caracterizada como a capacidade de preencher inteiramente o volume que um recipiente pode oferecer e este mesmo ar se configura com o mesmo formato do receptáculo que o embala (PARKER, 2006).



De acordo com PAVANI (2011), as leis de Boyle-Mariotte, Charles e Gay Lussac remetem sobre as mudanças de estado, cujo uma das variáveis pressão, volume ou temperatura permaneçam constante. Tais mudanças de um estado para outro sempre envolvem a relação entre as três variáveis, desta forma, podendo ser demonstrada através da equação (1).

$$(P1.V1)/T1=(P2.V2)/T2 \quad \text{Eq(1)}$$

Facilitar o trabalho do mecânico ao executar a tarefa de limpeza do sistema de arrefecimento é conduzido através de um sistema eletropneumático, que nada mais é do que a combinação entre energia elétrica e energia pneumática (MARINS, 2009).

A automatização da ferramenta, sintetizada através de um circuito eletropneumático, se deu pelo seu uso desgastante, repetitivo, manual e sem nenhuma padronização. Segundo Fialho (2001) “[...] Automação significa a dinâmica organizada dos automatismos, ou seja, suas associações de uma forma otimizada e direcionada à consecução dos objetivos do progresso humano.”. Portanto a automação além de solucionar os problemas acerca da ferramenta, propiciou mais qualidade, produtividade, confiabilidade e segurança para ela.

Segundo PAVANI (2011), um circuito pneumático e/ou eletropneumático pode ser representado graficamente, deixando claro todos os componentes pneumáticos e/ou elétricos que compõem um conjunto de operação.

O circuito projetado deve ser claro e objetivo, já que possui uma importância muito grande para a manutenção e melhorias de sistemas. O desenho do circuito deve ser ilustrado de maneira que qualquer um possa entender, desde que se tenha conhecimentos prévios sobre simbologias de circuitos pneumáticos e elétricos normalizados por várias normas, como por exemplo pela ISO 1219 (PAVANI, 2011).

### 3. METODOLOGIA

O presente projeto objetiva preservar a integridade física e segurança diante da atividade, poupando tempo para o mecânico executar outras tarefas, enquanto a ferramenta automatizada executa o serviço.

Mediante este projeto a pressão de trabalho das oficinas é suficiente para o funcionamento da ferramenta, tornando assim o sistema tipo “*plug & play*”, sem que seja feita significativas mudanças no sistema pneumático ali existente.

Foi utilizado na ferramenta um circuito eletropneumático que age sobre os atuadores das válvulas da ferramenta de limpeza do sistema de arrefecimento possibilitando abrir e fechar por meio de uma programação lógica, facilitando o manuseio da ferramenta.

Foi usado na síntese da composição da automatização válvulas de comando direcional, atuadores pneumáticos rotativos, simulação virtual de circuitos eletropneumático (software FluidSIM), sistema de alimentação de ar comprimido, mangueiras de alta pressão, sensores de fim de curso, relês, temporizadores, abraçadeiras e a ferramenta de limpeza. Seguido uma linha lógica proposto por PARKER (2006) de:

- 1 – Determinar a sequência de trabalho;
- 2 – Elaborar o diagrama de trajeto-passo;
- 3 – Colocar no diagrama trajeto-passo os elementos fins de curso a serem utilizados;
- 4 – Desenhar os elementos de trabalho;
- 5 – Desenhar os elementos de comando correspondentes;
- 6 – Desenhar os elementos de sinais;
- 7 – Desenhar os elementos de abastecimento de energia;

- 8 – Traçar as linhas dos condutores de sinais de comando e de trabalho;
- 9 – Identificar os elementos;
- 10 – Colocar no esquema a posição correta dos fins de curso, conforme o diagrama de trajeto e passo;
- 11 – Verificar se é necessária alguma anulação de sinais permanentes (contrapressão) em função do diagrama de trajeto-passo;
- 12 – Introduzir as condições marginais.

Usando as simbologias técnicas e conhecimentos acerca do FluidSIM (software de simulação) apresentados por PAVANI (2011), pode-se projetar o circuito eletropneumático, mostrado na Figura 1, a ser construído com a finalidade de executar simplificada aquilo que é requerido.

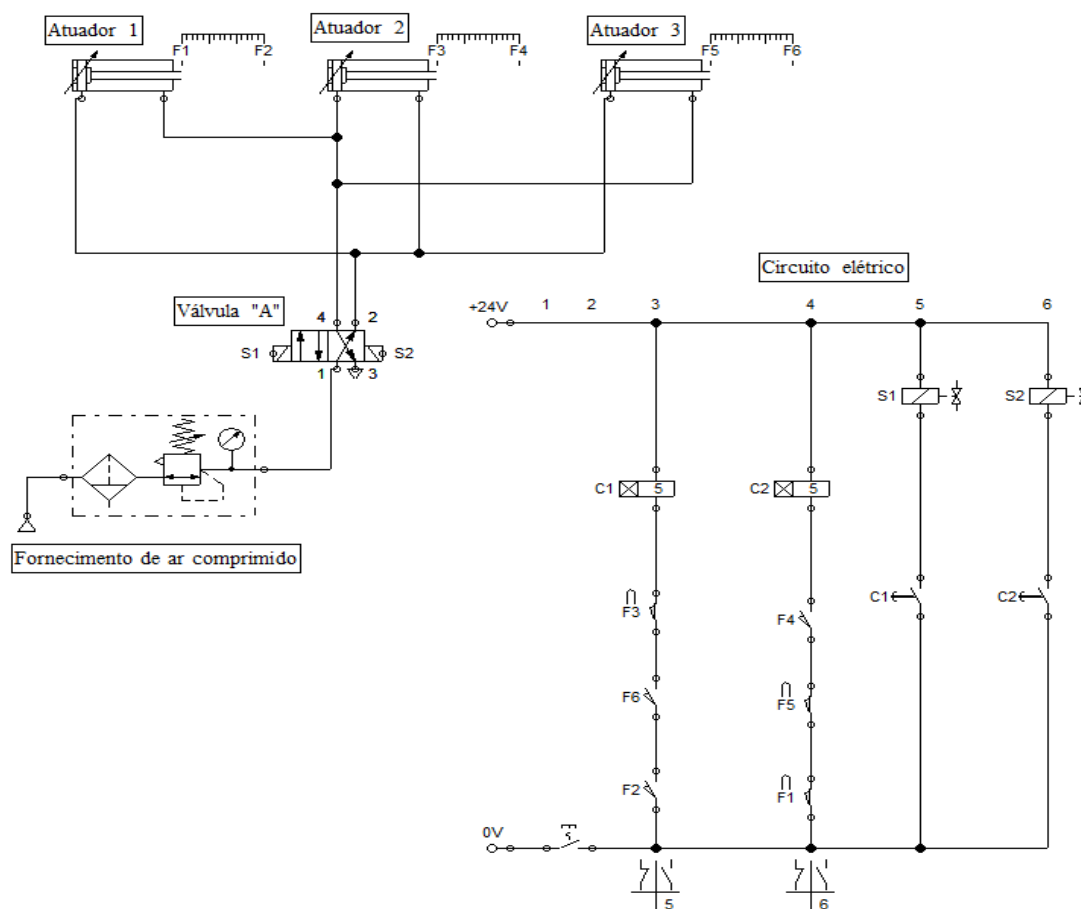


Figura 1. Circuito Eletropneumático da Ferramenta de Limpeza

Fonte: Autores

A Figura 1 demonstra o circuito elétrico que irá mandar sinais elétricos, através da correlação de temporizadores (C1 e C2), contatos de acionamento (F1, F2, F3, F4, F5 e F6) e chaves fim de curso, que servirão para a operar a Válvula “A” que por sua vez regravará a disposição dos atuadores rotativos 1,2 e 3. A lógica de funcionamento obedece a requisitos pautados nos atuadores, sendo: os atuadores 1 e 3 são abertos apenas quando o atuador 2 está fechado, e vice-versa.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A automatização tem a finalidade de melhorar os antiquados modos de execução de processos de maneira a tornar os trabalhos mais fáceis, usando cada vez menos intervenções manuais, ou seja, buscando com que os serviços sejam feitos de feitiço automático, desta forma, observa-se que a elaboração deste trabalho incidiu em elementos de automação credenciados e validados através da ferramenta FluidSIM que for-

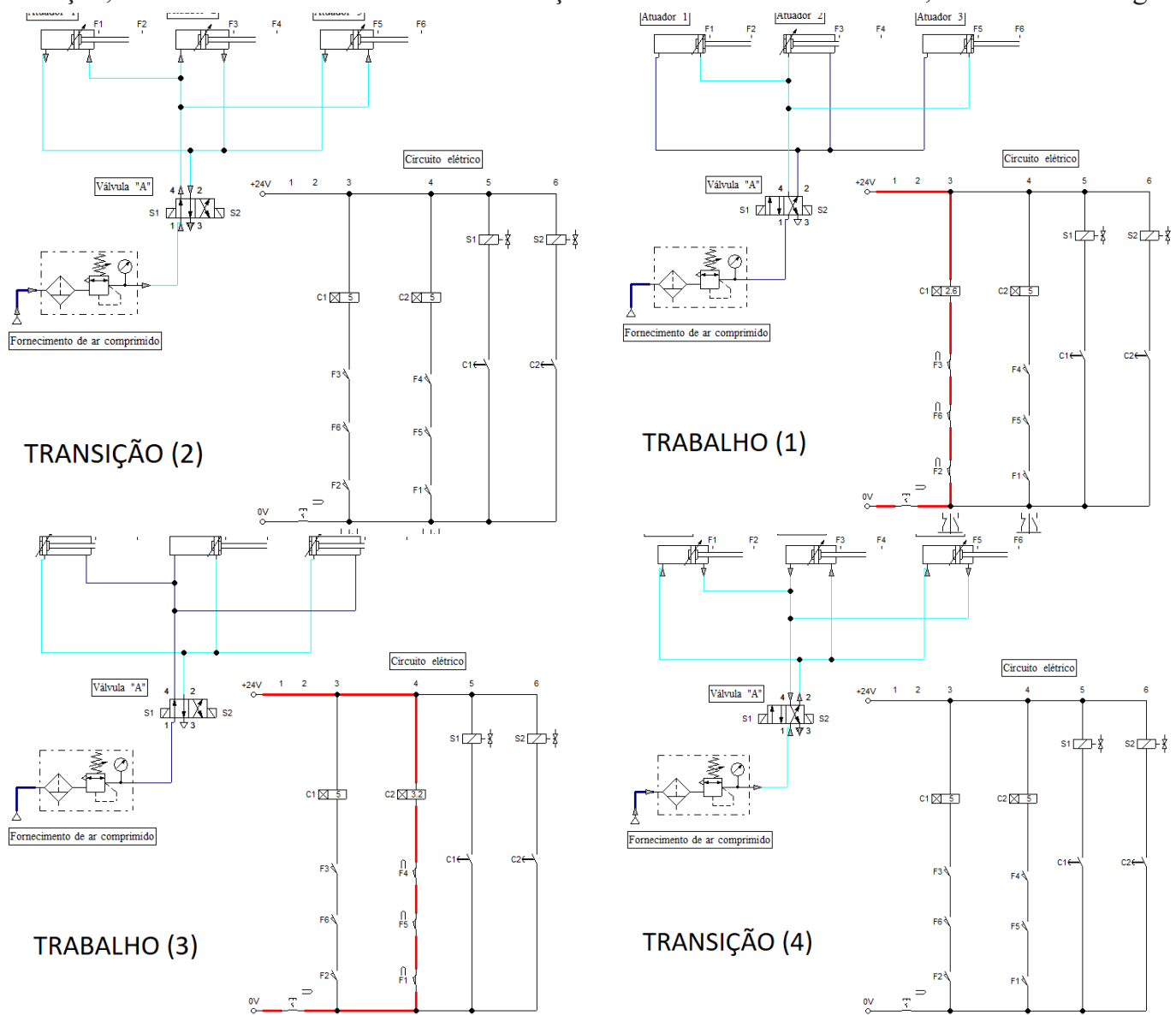
neceu coerência aos elementos físicos e de itens necessários para a real legitimidade da automação desta ferramenta de troca de líquido do sistema de arrefecimento de motores a combustão interna.

Para a automação, da ferramenta do presente trabalho, buscou-se livros afamados que abordam fundamentos pneumáticos, elétricos, físicos e de automatização ao mesmo tempo e que os correlacionam, posteriormente, escolheu-se a metodologia de PARKER (2006) enumeradas em 12(doze) passos que além de corroborarem para a formalização das linhas lógicas, mostrou-se extremamente alinhados ao intuito do trabalho.

Determina-se a sequência de trabalho, dita no primeiro passo, foi de maneira simples e fácil devido já se saber o manuseio necessário e já praticado para a utilização da ferramenta, então a o primeiro passo moldou-se como: abrir válvula esfera 1 e 3 de 1/2", fechar válvula esfera 2 de 1/2", fechar válvula esfera 1 e 3 de 1/2" e abrir válvula esfera 2 de 1/2".

Destaca-se que do passo 2(dois) ao passo 12(doze) referem-se ao desenvolvimento esquemático do diagrama eletropneumático gerado e testado através da ferramenta computacional FluidSIM. Pode-se enaltecer a simulação computacional como validador do presente trabalho, devido ao próprio significado de simulação virtual que é explanado como o exercício de reproduzir o comportamento e funcionamento "real" de qualquer processo através de modelos virtuais. Modelo virtual da automação da ferramenta se mostra na Figura 1.

Simulou-se o funcionamento do circuito eletropneumático que se confirmou viável na simulação computacional aos requisitos necessários para a automação, constatou-se 4 (quatro) momentos durante a simulação, sendo dois deles momentos de transição e os outros dois de trabalho, elucidados na Figura 2.



Portanto, percebeu-se que a simulação computacional contribui para a precisão na mensuração do que é necessário para a automação e para formalização do que acontecerá e como funcionará a ferramenta após o sucesso da transformação.

## 5. CONCLUSÃO

Baseado no acompanhamento de atividades executadas em oficinas mecânicas, em especial a de limpeza do sistema de arrefecimento houve uma necessidade de aperfeiçoar a ferramenta através de um sistema eletropneumático, a fim de resguardar a integridade física do colaborador e a sua disponibilidade de tempo para realizar outras atividades, uma vez que a ferramenta fará todo o serviço de forma autônoma.

A automatização da ferramenta propiciou, em âmbito virtual, até então, realizar a atividade de abrir e fechar os atuadores pneumáticos das válvulas esferas de 1/2” através de sinais elétricos no tempo correto, e tais ações (abrir e fechar) foram validadas pelo projeto computacional do esquemático de funcionamento, dispensando a intervenção do mecânico para esse procedimento. Desta forma, evita-se esforço repetitivo, fadiga e desperdício de tempo do

mecânico, uma vez que as atividades executadas em oficinas mecânicas exigem o melhor aproveitamento possível do tempo de trabalho. Portanto, com a automação o mantenedor irá apenas instalar a ferramenta de limpeza do sistema de arrefecimento e iniciar o procedimento.

Durante a operação automática de limpeza, o mecânico estará disponível para realizar outras atividades.

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, Fábio Daniel; RAHDE, Sérgio Barbosa, “Motores Automotivos: Evolução, Manutenção e Tendências”. 1ª Edição; 310p; EDIPUCRS; 9 de março de 2017.
- FIALHO, Arivelto B., “Automação pneumática”. São Paulo: Ed. Érica, 2001.
- MARINS, Alison., “Circuitos Pneumáticos e Comandos Eletropneumáticos”. Salto: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, 2009. 134p.
- PARKER, Hannfin. “Tecnologia Pneumática Industrial”. Apostila M1001-1 BR. Julho 2006. 195p.
- PAVANI, S.A. “Comandos Pneumáticos e Hidráulicos. Santa Maria”. Colégio Técnico Industrial – UFSM, 2011. 180p.

CAPÍTULO

22

## AUTORES

BIANCA KARINE DA SILVA PRIVADO

BRUNA KARINE DA SILVA PRIVADO

CLAUDOMIRO AGUIAR DA CUNHA

LUCAS SOUSA SILVA

ROBERTO COSTA JÚNIOR

JACKELINE DE SOUSA DA SILVA

# TEORIA DAS FILAS: SISTEMA DE UM CANAL E UMA FILA COM POPULAÇÃO INFINITA

## RESUMO

Tendo em vista a crescente competitividade presente na economia dos dias atuais e a necessidade exponencial de conquista cada vez mais clientes e mantê-los fieis, o presente trabalho tem como objetivo fazer a aplicação da teoria das filas à diversos postos de trabalho, com a finalidade de apontar oportunidades de melhoria no tempo de espera dos clientes, garantindo assim um maior fluxo dentro da instituição e eliminação de gargalos na produção. A partir do estudo realizado, melhorias no gerenciamento poderão ser realizadas, como por exemplo a realocação de funcionários em determinados períodos para funções com maiores demanda. A teoria das filas é indispensável diante do cenário atual de competitividade visto que essa é uma ferramenta poderosa no aumento das vantagens competitivas. Essa teoria também se mostra capaz de auxiliar os gestores na tomada de decisão, permitindo assim uma melhor alocação de recursos e reduzindo a insatisfação dos clientes com o tempo de espera para o atendimento.

**Palavras-chave:** Teoria das Filas, Competitividade, Análise de Serviços, Otimização, Qualidade no Atendimento

## 1. INTRODUÇÃO

A teoria das filas consiste na modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera e tem como objetivo determinar e avaliar quantidades, denominadas medidas de desempenho, que expressam a produtividade/operacionalidade desses produtos (ANDRADE, 2015).

Essa é a área da Pesquisa Operacional que utiliza conceitos básicos de processos estocásticos e de matemática aplicada para analisar o fenômeno de formação de filas e suas características. As filas são estruturadas em quatro partes principais que condicionam a operação de um sistema: Forma do atendimento, modo de chegada, disciplina da fila e estrutura do sistema (MOREIRA, 2007). As formações de sistemas ocorrem quando a procura por determinado serviço é superior a capacidade do sistema em atender esta procura. Desta forma, a Teoria de Filas tenta encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e que seja economicamente viável para o prestador do serviço.

A razão pela qual os estabelecimentos não aumentam suas capacidades de atendimento pode ser resumida basicamente por dois motivos: inviabilidade econômica e limitação de espaço. Por exemplo, o analista de sistemas enfrenta problemas nos quais as filas surgem com implicações econômicas sérias, exigindo um tratamento racional do fenômeno.

O objetivo deste artigo foi tratar da teoria das filas, mais especificamente das filas únicas infinitas de um canal de atendimento como meio de minimizar os impactos negativos das esperas nos processos, sejam eles industriais ou de serviços além de avaliar os parâmetros de efetividade do Sistema de Filas em várias aplicações.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os sistemas de filas se descrevem, de forma geral, por um processo de chegada de clientes (ou produtos) a um sistema de atendimento (beneficiamento, produção) para receber um ou mais serviços, executados por certa quantidade de servidores. Nesse sentido, as formações de filas ocorrem porque a procura pelo serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a esta procura. Como forma de aferir o comportamento do sistema de filas, associa-se medidas de desempenho como tempo médio de espera dos clientes na fila, tempo médio de chegada de clientes, probabilidade de encontrar o sistema lotado, entre outras. De acordo com Bronson (1985 *apud* BARBOSA, 2009), o sistema de filas é caracterizado por cinco componentes: modelo de chegada dos usuários, modelo de serviço, número de atendentes, capacidade do sistema para atender usuários e disciplina da fila.

- a) Modelo de chegada dos usuários – distribuição de probabilidade dos períodos de tempo entre as chegadas e as saídas dos usuários da fila;
- b) Modelo de Serviço – de probabilidade dos tempos de serviço para cada usuário;
- c) Número de Atendentes – Quantidades de atendentes (servidores) disponíveis;
- d) Capacidade do Sistema – número máximo de usuários que podem permanecer ou entrar na fila, ser atendido e sair;
- e) Disciplina da Fila – a ordem que os usuários aguardam para acessar os serviços. A disciplina mais comum é a FIFO (*First In First Out*), porém existem outras como a LIFO (*Last In First Out*), a SIRO (*Selection In Random Order*) ou ainda disciplinas por algum critério de prioridade: O mais novo, o mais antigo, o mais grave (hospitais, por exemplo), dentre outras.

A representação esquemática de uma fila é descrita conforme a figura 1.





Figura 1 – Representação de uma fila

Fonte: Andrade (2015, p. 126)

A figura 1 retrata uma representação esquemática de uma fila onde as equações desse modelo são baseadas nas seguintes características dos processos de chegada e de atendimento aos clientes: As chegadas se processam segundo uma distribuição de Poisson com média chegadas/tempo, os tempos de atendimento seguem a distribuição exponencial com média  $1/\mu$  (o número de atendimentos segue a distribuição de Poisson com média  $\mu$ ), o atendimento à fila é feito por ordem de chegada (FIFO), o número de clientes potenciais é suficientemente grande para que a população possa ser considerada infinita. A taxa de utilização menor que um, indica que o sistema opera com estabilidade, o que permite o estudo analítico do sistema de filas (ANDRADE, 2002 apud BARBOSA, 2009).

Segundo Andrade (2015, p. 105) “Essa teoria trata de problemas de congestionamento de sistemas, cuja característica principal é a presença de “clientes” solicitando serviço de alguma maneira. Em sua expressão mais simples, um sistema de filas é composto de elementos que querem ser atendidos em um posto de serviço e que, eventualmente devem esperar até que o posto esteja disponível”.

Torres (2000) também define filas como um método estatístico que permite estimar as demoras que ocorrem quando um serviço tem de ser proporcionado a clientes cuja chegada se dê ao acaso, como, por exemplo, fregueses que esperam para ser atendidos em uma loja e automóveis que se congestionem num posto de pedágio.

Os clientes são aqueles que pertencem a uma população maior, onde todos são clientes potenciais. As fontes podem ser finitas ou infinitas, sendo infinitas aquelas em que a probabilidade de chegada não é afetada de forma significativa pelo fato de que alguns clientes já estão aguardando na fila, já na chegada finita ocorre o contrário (PINTO, 2011).

Pinto (2011) também define as aplicações em administração, por exemplo o estabelecimento de uma política de atendimento ao público, estudos de um sistema de almoxarifado, estudos da operação de um centro de processamento de dados com o objetivo de determinar políticas de atendimento e prioridade para execução dos serviços, determinação de equipes de manutenção em grandes instalações, estudos de operação de caixas com o objetivo de estabelecer uma política ótima de atendimento ao público.

Em todos esses exemplos existem clientes solicitando serviços, que são limitados por restrições próprias do sistema. Sendo assim, Andrade (2015) entende que há grandes possibilidades de que esses clientes venham a formar filas, até que o serviço solicitado seja prestado. São essas irregularidades nas ocorrências dos eventos de que determinam o funcionamento desse tipo de sistema e que serão expressas em termos probabilísticos no estudo das teorias das filas.

Daí, temos que o primeiro passo para o estudo de um sistema de filas é o levantamento estatístico do número de clientes atendidos por unidade de tempo (que pode ser regular ou aleatório).

No próximo passo acontece analisando o modo de chegada dos clientes que ocorre na maioria das vezes de forma aleatória, isto é, o número de clientes que chega por unidade de tempo varia conforme o acaso. Se forem conhecidos o número de chegadas e os instantes de tempo em que elas acontecem, esse processo é denominado determinístico; caso contrário, tem-se um comportamento aleatório constituindo um processo estocástico caracterizado por uma distribuição de probabilidade. Para essa distribuição, é necessária a especificação de um parâmetro denominado taxa de chegadas, que representa o número médio de usuários que chegam ao sistema por unidade de tempo (ANDRADE, 2015, p. 107).

Por último, os sistemas de filas podem ter estruturas muito variadas, e cada caso exige um estudo analítico diferente. A estrutura mais simples é um sistema de uma fila e um canal. Depois vem o sistema de uma fila e três canais. E por último o sistema complexo de filas.

### 3. METODOLOGIA

Esse artigo foi realizado através do método de revisão bibliográfica de literatura de cunho qualitativo e descritivo. Utilizam-se livros renomados e artigos publicados em congressos nos últimos dez anos, sendo sua maioria obras no setor de teoria das filas. Além disso, far-se-á buscas se necessário, em artigos *online* e trabalhos de conclusão de cursos.

No primeiro momento abordou-se uma perspectiva a respeito dos modelos de filas e como se comportam cada fila de acordo com as respectivas demandas e capacidade do sistema.

Usou-se artifícios matemáticos para demonstração do modelo analítico do sistema os quais permitiram estabelecer relações importantes entre o número médio de chegadas e o número médio de saídas desse sistema em questão.

Por último, estudou-se o modelo de filas marcovianas com um único atendente para posterior aplicação na minimização dos custos totais do sistema, o principal objetivo desse estudo.

### 4. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Dependendo das situações, Andrade (2015) afirma que pode-se avaliar o funcionamento de um sistema por diversos critérios, entre eles:

- Probabilidade de espera  $P(D)=P(T>0)$ . Quando o custo de uma demora no atendimento é grande, a escolha de um valor pequeno para  $P(D)$  poderá ser o critério mais adequado. Exemplo: Os problemas com estoque.
- Probabilidade de espera maior que  $t, P(T>t)$ . Esse é o critério adequado se os clientes não toleram a espera por mais do que certo tempo. Exemplo: Aviões esperando para aterrissar.
- Tempo médio de espera  $E[T]$ . Esse interessa quando o conjunto de demoras - e não uma demora individual - é importante. Exemplo: Tempo perdido numa fábrica por máquinas paradas aguardando serviço.
- Probabilidade de a fila ser maior do que um certo valor  $m: P(M>m)$ . É importante quando devemos determinar a dimensão do espaço para acomodar a fila. Exemplo: Número de cadeiras na sala de espera de um consultório médico.
- Tamanho médio da fila  $E[M]$ . Como o tempo total gasto em espera por todos os clientes em conjunto é igual ao produto do número médio de clientes na fila pelo tempo em que a fila existe, segue-se que o tamanho médio da fila dá também a perda de tempo por unidade de tempo e, portanto, pode ser usado para avaliar o tempo total perdido na fila. Exemplo: tempo total perdido por empregados esperando na fila para serem atendidos no almoxarifado da empresa.
- Perda de tempo relativa. Em muitos casos, o critério de avaliação é a perda de tempo relativa, definida como a relação entre o tempo de espera e o tempo de serviço.

### 5. MODELAGEM ANALÍTICA DO SISTEMA

Segundo Carvalho (2006) a maior parte dos sistemas de fila exige desenvolvimento matemático difícil, sendo preferível, nesse caso, usar métodos de simulação. Para dar ao leitor ideia do tratamento matemático, analisaremos sistema bastante simples, com chegadas segundo uma distribuição de Poisson de média  $\lambda t$ , um único posto de serviço com distribuição exponencial dos tempos de atendimento de média  $1/\mu$  e

disciplina de atendimento pela ordem de chegada.

Sabe-se que o que caracteriza as distribuições de Poisson e a exponencial é a fato de, dado um intervalo de tempo  $\Delta t$  suficientemente pequeno:

A probabilidade de uma chegada (ou de uma saída por término de serviço) ser proporcional a  $\Delta t$ , isto é, será respectivamente  $\lambda\Delta t$  ou  $\mu\Delta t$ .

De acordo com Andrade (2015) a probabilidade de mais de uma chegada ou saída em  $\Delta t$  ser desprezível. Em consequência, num intervalo  $\Delta t$  só podemos ter uma chegada, com possibilidade  $\lambda\Delta t$ , ou nenhuma, com probabilidade  $1-\lambda\Delta t$ . O mesmo vale para os termos de serviço em  $\Delta t$  ou termina um serviço, com probabilidade  $\mu\Delta t$ , ou então nenhum, com probabilidade  $1-\mu\Delta t$ .

Nessas condições, a probabilidade de que existam  $n>0$  clientes no sistema, no instante  $t+\Delta t$ , pode ser expressa pela soma das probabilidades dos seguintes eventos:

- a) existem  $(n-1)$  clientes no instante  $t$ , há uma chegada no intervalo  $\Delta t$  e não há término de serviço em  $\Delta t$ ;
- b) existem  $n$  clientes no instante  $t$  e não há nem chegada nem saída no intervalo  $\Delta t$ ;
- c) existem  $n$  clientes no instante  $t$ , há uma chegada e uma saída no intervalo  $\Delta t$ ;
- d) existem  $(n+1)$  clientes no instante  $t$ , não há chegada e há uma saída no intervalo  $\Delta t$ .

Para o caso  $n=0$ , basta considerar as duas situações seguintes:

- a) existem 0 clientes no instante  $t$  e não há chegada no intervalo  $\Delta t$ ;
- b) existe 1 cliente no instante  $\Delta t$ , não há chegada e há uma saída no intervalo  $\Delta t$ .

Temos, portanto, indicando por  $P_n(t)$  a probabilidade de haver  $n$  clientes no sistema no instante  $t$ :

:

$$P_o(t + \Delta t) = P_o(t) \cdot (1 - \lambda\Delta t) + P_1(t) \cdot \mu\Delta t \quad (1)$$

$$\begin{aligned} P_n(t + \Delta t) &= P_{n-1}(t) \cdot \lambda\Delta t \cdot (1 - \mu\Delta t) + P_n(t) \cdot (1 - \lambda\Delta t) \cdot (1 - \mu\Delta t) + P_n(t) \cdot \lambda\Delta t \cdot \mu\Delta t \\ &+ P_{n+1}(t) \cdot (1 - \lambda\Delta t) \cdot \mu\Delta t, n > 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Calculando a expressão  $\frac{P_n(t + \Delta t) - P_n(t)}{\Delta t}$  quando  $\Delta t$  tende a zero, e lembrando que, no equilíbrio, as probabilidades não dependem de  $t$  e, portanto, a derivada  $\frac{dP_n(t)}{dt}$  é nula, temos, indicando por  $P_n$  a probabilidade de equilíbrio de haver  $n$  clientes no sistema:

$$\begin{aligned} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_n(t + \Delta t) - P_n(t)}{\Delta t} &= \frac{dP_o(t)}{dt} = -\lambda P_o + \mu P_1 = 0 \\ \Rightarrow \frac{dP_n(t)}{dt} &= \lambda P_{n-1} - (\lambda + \mu) \cdot P_n + \mu P_{n+1} = 0, n > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Resolvendo por substituição sucessiva, temos:

$$P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_o, P_2 = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 P_o, \dots, P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_o \quad (4)$$

Para obter  $\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$  e, temos que:

$$P_o \left[ 1 + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \dots \right] = 1 \quad (5)$$

A expressão entre colchetes é a soma de uma progressão geométrica de razão  $\lambda/\mu$ , com infinitos termos. Para que a soma seja convergente devemos ter  $\lambda/\mu < 1$ , o que é evidente por considerações de ordem física, pois sendo  $\lambda$  o número médio de chegadas na unidade de tempo e sendo  $\mu$  o número médio de saídas (quando haja clientes no sistema) se  $\lambda > \mu$ , então haveria congestionamento crescente.

Em virtude da importância da relação  $\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)$  ela recebe nome e símbolo especiais: chama-se *fator de utilização*, ou intensidade de tráfego.

## 6. M/M/1

De acordo com Arantes (2015) o modelo M/M/1 diz respeito ao modelo de filas onde tanto as chegadas quanto o atendimento são marcovianas, ou seja, seguem a distribuição de Poisson ou a Exponencial Negativa e, portanto que se tem um único atendente.

Este modelo é baseado num processo de vida e morte segundo Arantes (2015, p. 7) “são processos sem memória na distribuição negativa que, aplicados às filas de espera associam “vida” a uma chegada à fila e “morte” à saída de um cliente depois de atendido”.

Para Andrade (2015, p. 148) o modelo M/M/1 corresponde ao modelo básico onde o sistema tem uma distribuição das chegadas de Poisson e dos tempos de atendimento exponencial e contém um só servidor, a capacidade do sistema e da população são infinitas e a disciplina é FIFO é a mais comum, correspondendo a quem entra primeiro no sistema é o primeiro a ser atendido.

## 7. TAXA DE SERVIÇO PARA MÍNIMO CUSTO TOTAL DO SISTEMA

De acordo com Moreira (2007) tendo em conta que o tempo perdido em filas de espera pode constituir um custo para as organizações, entende-se a preocupação dos gestores em melhorar as características dos sistemas de fila de espera considerando diversas alternativas. Para isso é útil quantificar o desempenho de cada sistema através de medidas de desempenho que constituirão uma valiosa informação para quem decide.

A empresa pode competir adotando a estratégia competitiva de custo, na qual ela centra seus esforços na procura de eficiência produtiva, oferecendo ao consumidor um produto mais acessível com os mesmos benefícios, principalmente quando estes custos a reduzir encontram-se na produção dos produtos, desde a matéria prima até mesmo no treinamento de funcionários (BARBOSA, 2009).

A seguir definem-se dois tipos de custos envolvidos:

- **Custo do Cliente:** na medida em que permanece dentro do sistema, na fila de espera ou no atendimento, o cliente estará gastando seu tempo (ANDRADE, 2015).
- **Custo do atendimento:** todos os custos produzidos pelo processo de atendimento podem ser computados de modo a produzirem um custo médio por atendimento fornecido (ANDRADE, 2015).

Vamos adotar a seguinte nomenclatura:

CT: custo total do sistema;

CE: custo de permanência do cliente no sistema médio por período;

CA: custo de atendimento médio por período;

$CE_{unit}$ : custo de permanência unitário por período;

$CA_{unit}$ : custo de atendimento unitário, por cliente;

Sendo assim, podemos escrever as seguintes equações:

$$CT = CA + CE \quad (6)$$

$$CE = CE_{unit} \cdot NS \quad (7)$$

Substituindo NS, temos:

$$CE = CE_{unit} \cdot \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (8)$$

$$CA = CA_{unit} \cdot \mu \quad (9)$$

Substituindo, CA e CE na equação, temos que:

$$CT = CE_{unit} \cdot \frac{\lambda}{\mu - \lambda} + CA_{unit} \cdot \mu \quad (10)$$

Para se encontrar o valor de  $\mu$  na equação que dá o mínimo custo, basta resolver a equação:

$$\frac{d(CT)}{d\mu} = -CE_{unit} \cdot \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)^2} + CA_{unit} = 0 \quad (11)$$

Resolvendo com relação a  $\mu$ , temos que:

$$(\mu - \lambda)^2 \cdot CA_{unit} = \lambda \cdot CE_{unit} \quad (12)$$

Logo:

$$\mu^* = \lambda + \sqrt{\frac{\lambda \cdot CE_{unit}}{CA_{unit}}} \quad (13)$$

Onde:  $\mu^*$  é a taxa de serviço que resulta no menor custo total no modelo utilizado nesse artigo, ou seja, uma fila e um canal.

## 8. CONCLUSÃO

Diante do mercado financeiro cada vez mais acirrado, da crise econômica do Brasil e a necessidade constante de conquistar cada vez mais clientes e mantê-los fieis, este trabalho teve como premissa realizar aplicações da teoria das filas à diversos postos de trabalho, com intuito de identificar oportunidades de melhoria no tempo de espera dos clientes, garantindo assim um maior fluxo dentro da instituição e eliminando assim gargalos na produção e desperdícios por espera. A partir do estudo realizado, melhorias no gerenciamento podem ser realizadas, como o nivelamento da produção e o estudo dos tempos e movimentos para realocação de funcionários em determinados períodos de acordo com funções de maiores demandas.

A teoria das filas é uma ferramenta poderosa no aumento das vantagens competitivas, por isso se mostra capaz de auxiliar os gestores nas tomadas de decisão, permitindo assim uma melhor alocação de recursos e reduzindo a insatisfação dos clientes com o tempo de espera para o atendimento. Para alcançar os objetivos, estudou-se os sistemas de filas, os critérios de avaliação, a modelagem analítica desses sistemas, o modelo de filas M/M/1 e por ultimo as taxas de serviços para mínimo custo total do sistema.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E.L. **Introdução à pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões**. 5º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 200p.

ARANTES, C.S.C. **Teoria de filas e simulação: Um paralelo entre o modelo analítico e o modelo por simulação para modelos de fila M|M|1 e M|M|C**. Anais SIMPOI, Goiás, p.1-p.16. 2015.

BARBOSA, R. A. **Modelagem e análise do sistema de filas de caixas de pagamento em uma drogaria: uma aplicação da teoria das filas**. In: XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção: A Engenharia De Produção E O Desenvol-

vimento Sustentável Integrando Tecnologia E Gestão. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

CARVALHO, M.F.; Dias, A.C.S.; **Aplicação dos conceitos de teoria das filas à melhoria do tempo de resposta em computadores de grande porte**. XIII SIMPEP, Bauru, p.1-p.11. 2006.

ELISANDRA S.S. **Estrutura do artigo científico**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAxAEAB/esrutura-artigo-cientifico>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional – Curso Introdutório**. 2. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PINTO, A.S. **Aplicação da Teoria de Filas na Análise da Capacidade Operacional de um Sistema - Estudo Caso BCA Porto Novo**. 2011. Trabalho de Graduação (Graduação em Licenciatura em Contabilidade e Administração) - Instituto Superior de Ciências Econômicas e Empresariais. 47p.

TORRES, O.N. **Elementos da teoria das filas**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, p.111-p.127. 2000.





CAPÍTULO

23

## AUTORES

SWANNY VILA NOVA LEITE

ANDERSON CUNHA DUARTE

RICARDO FIGUEIREDO DEMÉTRIO

SÉRGIO RAPHAEL LOPES BURATTO

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

# GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA REVISÃO

## RESUMO

A manutenção quando bem programada e bem realizada, é algo que gera bons resultados para as empresas. Para ser realizado da melhor maneira, se faz necessário albergar-se plenamente os conceitos de manutenção preventiva, corretiva, preditiva e detectiva. Aprofundando os estudos sobre manutenção verificou-se que existem quatro modalidades fundamentais que compreendem a manutenção que por sua vez trata da intervenção necessária imediata para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. A manutenção preventiva sendo realizada da maneira adequada é possível através desta que se passe a conhecer o equipamento e as suas condições de funcionamento, permitindo ainda a intervenção no processo de produção de forma planejada e programada, minimizando, ou mesmo anulando os prejuízos à produção; e a manutenção preditiva que compreende a realização de inspeções ou quaisquer outros tipos de avaliação programada no intuito de identificar uma condição em potencial de falha, objetivando-se dessa forma a sua antecipação através da verificação de parâmetros que indiquem a evolução neste sentido. Já a manutenção detectiva, após a detecção das falhas ocorre uma intervenção programada para corrigir esse problema. Com a gestão da manutenção instituída nas pequenas e médias empresas os resultados indubitavelmente serão mais satisfatórios, terão menos prejuízo, pois a interrupção programada é bem mais barata e mais segura.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a globalização dos mercados, as organizações sentem necessidade de crescer para poderem continuar no cenário atual. Esse processo tende a ser obrigatório para qualidade dos seus serviços/produtos, redução de custos, aumento da produtividade.

Planejar a manutenção é administrar de maneira correta os equipamentos ou instalações, impedindo que ocorra alguma parada não planejada. Organizações que seguem um paradigma moderno sentem-se confortável, pois consegue evitar todas as falhas não planejadas.

Portanto, a manutenção deve se configurar como agente proativo dentro da organização. Para isso, a gestão da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro e os processos gerenciais devem focar na satisfação plena do cliente, através da qualidade intrínseca de seus produtos ou serviços, tendo como banalização a qualidade total dos processos produtivos (KARDEC NASCIF, 2009).

De acordo com Kardec e Nascif (2009, P.11):

“a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz: ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar as falhas e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada”.

Para Tavares (2005, p.20) os gestores da manutenção devem ter ampla visão e atuação sistêmica dentro de suas organizações, de tal forma que diversidade de modelos e fundamentações do planejamento e controle da manutenção plenamente consolidados, sejam úteis á maximização dos equipamentos, assim como os lucros das organizações.

## 2. METODOLOGIA

Trata-se de um método de pesquisa bibliográfica, seguindo a norma de uma revisão de literatura, que tem como objetivo central conceder ao pesquisador todo material abordado sobre o tema escolhido, na qual proporciona diversos relatos sobre o mesmo (LAKATOS; MARCONI, 2007).

Desse modo, para realização da fundamentação teórica, serão feitas pesquisas em artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, revistas científicas, livros online, teses de mestrado, todo material que aborde o tema escolhido.

Portanto, para essa pesquisa serão escolhidos temas relacionados à Manutenção preventiva, temas que abordem sobre o Gerenciamento de um plano de manutenção preventiva para empresas de médio e pequeno porte, tais como: Gestão da manutenção preventiva; Plano de manutenção preventiva; Confiabilidade e disponibilidade; Redução de custos; Desempenho dos equipamentos; Vida útil dos equipamentos.

Por fim, que seja feita a compreensão de quão importante uma organização precisa de um gerenciamento nos setores de manutenção, na qual entende-se que produtividade estará ligada ao equipamento funcionando em perfeito estado e, sem ocorrer paradas que não sejam planejadas.

## 3. GESTÃO DE MANUTENÇÃO PARA MÉDIAS E PEQUENAS EMPRESAS

A manutenção tem como fucionalidade evitar quebras dos equipamentos ou estalações, devido ao uso incorreto e o desgaste das peças ou equipamentos. Poatanto, essas manifestacoes acabam afetando a qualidade do produto e a produtividade da maquina, e colocam em risco o futuro da organizção. Isso mostra que toda empresa precisa de um gerenciamento para que ocorra a melhoria da produtividade, gerando ganhos potenciais (Xenos, 1998).

Quadro 1- Título das obras sobre gestão da manutenção

Ano	Autor	Título
2017	ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
2013	BARAN, Leandro; MARTINS, Francisco; TRAJAN, Flávio.	Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério
2013	COSTA, Mariana	Gestão da estratégia: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional
2009	MARQUES, Pedro	Planos de manutenção preventiva: Manutenção de equipamentos variáveis
2008	SOUZA, Alien; GOMES, Jonas; SILVA, Rodrigo.	Manutenção e lubrificação de equipamentos. Qualidade de mão de obra na manutenção
2009	KARDEC, A; NASCIF, J.	Manutenção: Função estratégica
1987	MONCHY, J.	A função manutenção
1996	MOUBRAY, J.	Introdução á manutenção centrada na confiabilidade
2008	SOUZA, J.	Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e função do planejamento e controle da produção (PCP): Uma abordagem analítica
1997	WYREBSKI, J.	Manutenção produtiva total- Um modelo adaptado
1998	XENOS, G.	Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade.

Fonte: elaborado pelos autores, 2018

Portanto, para este artigo foram pesquisados 12 trabalhos, no qual o tema identifica a importância da manutenção nas organizações, isto torna-se verdade quando se analisa os títulos das publicações. Foram escolhidos trabalhos que tinham como destaque o tema manutenção publicados entre 1987 á 2017.

A manutenção está relacionada com a melhoria crescente dos diversos tipos de equipamentos e maquinas para que possam funcionar ao máximo da sua vida útil, com o desempenho correto. A manutenção exige um bom monitoramento para a identificação dos problemas, na qual encontram - se soluções seguras e econômicas.

Portanto, planejar a manutenção é administrar de maneira correta os equipamentos ou instalações, impedido que ocorra falhas e paradas indesejadas. Organizações que seguem um paradigma moderno sentem-se confortáveis, pois conseguem evitar todas as falhas não planejadas.

### 3.1 Definições

De acordo com Monchy (1987, p. 3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Kardec (2009) define o ato de manter ou a manutenção industrial como garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Em 1975, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela norma TB-116, definiu o termo manutenção como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada. Anos mais tarde, em 1994, a NBR-5462 trazia uma revisão do termo como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinada a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994).

Gestão da manutenção é um conjunto de técnicas essenciais para um bom funcionamento dos equipamen-

tos, ferramentase instalações. Essas técnicas são responsáveis pela restauração, prevenção, substituição e conservação desses equipamentos. Em suma, a gestão estratégica da manutenção evita a parada não planejada dessas máquinas, bem como garantindo a confiabilidade e disponibilidade desses equipamentos.

### 3.2 Histórico da Manutenção

Formas simples de manutenção, como conservação de objetos e ferramentas de trabalho, estendendo-se até pequenas atividades de reparo, podem ser observadas desde os primórdios das civilizações. No entanto, foi apenas com a Revolução Industrial do século XVIII, aliada a um grande avanço tecnológico, que a função manutenção emergiu na indústria, como forma de garantir a continuidade do trabalho. Neste caso, o próprio operador da máquina era responsável pela sua manutenção, sendo treinado para realizar reparos (WIREBSK, 2007).

Esse cenário, com manutenção e produção realizadas pelo próprio operador, predominou até a I Guerra Mundial, onde as linhas de montagem introduzidas por Henry Ford iniciaram a demanda por sistemas de manutenção mais ágeis e eficazes, predominantemente direcionados para o que hoje se denomina manutenção corretiva (FILHO, 2008).

Outro aspecto importante dos avanços na manutenção foi à dependência cada vez maior das organizações na capacidade de criação e resposta deste setor, já que as novas exigências do mercado tornaram visíveis as limitações dos sistemas de gestão (MOUBRAY, 1996). Em muitos casos, a necessidade de inovação e otimização demandava criação de 22 equipes multidisciplinares para interações nas fases de projeto, fabricação e manutenção de equipamentos e máquinas, proporcionando resultados ainda melhores em termos de produtividade e eficiência em custos. Além disso, com a crescente exigência de qualidade dos produtos por parte dos consumidores, a manutenção foi obrigada a responder por suas intervenções com maior rigor e confiabilidade, diminuindo retrabalhos e falhas na produção. Neste contexto, a Manutenção assumiu papel não apenas importante, mas estratégico dentro das empresas (FILHO, 2008).

### 3.3 Tipos de Manutenção

Existem praticamente 4 tipos de manutenções, dentre elas estão a manutenção corretiva (dividida em manutenção corretiva planejada e não planejada), manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva.

#### 3.3.1 Manutenção Corretiva

**Manutenção Corretiva Não-Planejada:** Esta manutenção ocorre quando o equipamento sofre uma pane, pode ser alguma falha prematura ou falta de acompanhamento. Na visão de Pinto e Xavier (1999), a manutenção corretiva não planejada é caracterizada pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho inferior ao esperado.

**Manutenção Corretiva Planejada:** Ocorre quando o equipamento demonstra uma falha, ocasionando baixa produtividade, não é considerada uma falha emergencial, mas perde-se produção por conta da baixa produtividade. É a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. (PINTO; XAVIER, 2007).

#### 3.3.2 Manutenção Preventiva

Manutenção preventiva tem como funcionalidade evitar quebras dos equipamentos ou instalação, devido ao uso incorreto e os desgastes das peças ou equipamentos. Portanto, essas manifestações acabam afetando a qualidade do produto e produtividade da máquina, colocando em risco o futuro das organizações. Isso mostra que toda empresa precisa da manutenção para que ocorra melhoria da produtividade

gerando ganhos potenciais (XENOS, 1998).

### 3.3.3 Manutenção Preditiva

Supervisão periódica de componentes, máquinas ou equipamentos, através de informações retiradas por meio de inspeções ou acompanhamentos (DANIELA, 2013).

As técnicas mais utilizadas são:

- Análise de vibração
- Ultrassom
- Inspeção visual
- Técnicas de análise não destrutivas

### 3.3.4 Manutenção Detectiva

O termo manutenção detectiva vem da palavra “detectar” e começou a ser referenciado a partir da década de 90. O objetivo da prática desta política é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, haja vista, é caracterizada pela intervenção em sistemas de proteção para detectar falhas ocultas e não perceptíveis ao pessoal da operação (SOUZA, 2008).

A manutenção detectiva também conhecida como TDF- Teste para Detecção de Falhas. Quando detectado uma falha, ocorre uma intervenção programada para corrigir esse problema. Essa manutenção ocorre em sistemas de comando, visando detectar falhas ocultas ou perceptível ao pessoal de manutenção ou operação (LUIS CYRINO, 2017).

## 4. CONCLUSÃO

A função manutenção tem muitas técnicas essenciais para uma boa gestão, no qual traz diversas vantagens para as empresas. O tempo otimizado por meio desse acesso à informação aumenta a produtividade e disponibilidade dos equipamentos devido às paradas planejadas no tempo certo, juntamente com o controle das rotinas, análises dos indicadores.

Desse modo toda organização depende de uma gestão da manutenção para permanecer no mercado nos tempos de hoje, pois uma empresa que foca nos resultados, na vida útil dos seus equipamentos, tende a crescer. Portanto, a manutenção foca na disponibilidade e confiabilidade dos seus equipamentos.

## REFERÊNCIA

ABRAMAN. Página eletrônica <http://www.abraman.org.br/>. Acesso em 07/11/2017

BARAN, Leandro Roberto; MARTINS, Rui Francisco; TRAJAN, Flávio. **Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério** electre tri. 357p. Simpósio Brasileiro de Pesquisa operacional. Natal. 2013.1

COSTA, Mariana Almeida. **Gestão da estratégia: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 103p. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de produção. UFJF. 2013. Juiz de Fora. 2013.1

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p

MARQUES, Pedro José. **Implementação de um sistema de manutenção preventiva**. 2009, 62 p. Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Aveiro. 2009.1

MONCHY, F. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

PEREIRA, Pedro Miguel de Sá. **Planos de Manutenção Preventiva: Manutenção de Equipamentos Variáveis** na BA Vidro, SA. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universi-

dade do Porto, Porto, 2009.

SOUZA, Alien; GOMES, Jonas; SORBO, Rodrigo. **Manutenção e lubrificação de equipamentos. Qualidade de mão de obra na manutenção.** 9p. Engenharia mecânica. Bauru.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica.** 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

WYREBSKI, Jerzy. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - UM MODELO ADAPTADO.** 1997. Dissertação (M. SC) - UFSC, Florianópolis, 1997. Disponível em. Acesso em: 20 de Out de 2018.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade.** 1. ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p



CAPÍTULO

24

## AUTORES

DIONESYO CAMPOS PEREIRA

DEYZIELLEN FERNANDA MARQUES

ELIANE FONSECA DE AZEVEDO

KALIANE FERNANDES FURTADO

THATYELLE SEREJO PIRES

JOSÉ RIBAMAR S. MORAES FILHO

# APLICAÇÃO DO MÉTODO OWAS E ANÁLISE ERGONOMICA DO TRABALHO DE UMA EMPRESA NO RAMO DE VIDRAÇARIA

## RESUMO

**E**ste artigo analisa a postura ergonômica do trabalho, com a aplicação do método OWAS (Ovako Working Posture Analysing System), para alcançar tal objetivo, realizou-se a análise dos trabalhadores em cada etapa do processo, de maneira que possibilitou um estudo das diversas posturas adotadas pelos colaboradores como a finalidade de definir a forma adequada para cada atividade. Além dos riscos na execução das atividades e adoção de propostas de melhorias, para manter sua integridade física. Foi feito uma pesquisa com alguns colaboradores de uma empresa do ramo de vidro temperado. A coleta de dados foi realizada na empresa por meio de entrevistas e registro fotográfico. Identificou-se que as atividades mais nocivas ao trabalho desses trabalhadores foram o manuseio do vidro, temperatura e ruídos (dentro dos limites de tolerância - 87db). Quanto aos resultados, ficou evidente a necessidade da aplicabilidade da NR-17 (Ergonomia) que proporcione o bem-estar do trabalhador.

**Palavras-chave:** Método OWAS, Integridade física, NR-17.

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalhador com intuito de realizar suas atividades para seu sustento submete-se a executá-las de forma “qualquer”, com jornadas de trabalho prolongadas, ambientes insalubres, ultrapassando seus limites, possibilitando o surgimento de acidentes e doenças ocupacionais.

No decorrer do tempo foi surgindo a necessidade de melhorar e adaptar os postos de trabalho as características psicofisiológicas do trabalhador. Tais mudanças incluem levantamento e transporte manual de cargas, posturas, mudança ao mobiliário, aos equipamentos, condições ambientais, trazendo para o trabalhador conforto e desempenho eficiente de suas ações (IIDA, 2005).

Essa adaptação além de aumentar a produtividade (neste caso a produtividade tem a ver com eficiência do trabalhador, que deve ser utilizada da maneira correta pra que não ocorra sobrecarga do mesmo), melhorou a qualidade de vida do colaborador. Tais fatores foram confirmados com o surgimento da ergonomia que pode ser definida como a ciência que faz a adequação do trabalho ao homem (IIDA, 2005).

A ergonomia estuda os diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura reduzir as suas consequências nocivas sobre o trabalhador. Assim, ela procura reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, durante seu relacionamento com esse sistema produtivo (IIDA, 2005).

Todas essas medidas de segurança são regidas pela NR-17 (Norma regulamentadora nº 17) que trata da ergonomia visando ajustes entre o trabalhador e seus postos de trabalho, promovendo qualidade nos mesmos (BRASIL, 2017).

Para ajudar na avaliação ergonômica do posto de trabalho foram criados alguns métodos que analisam e avaliam fatores de riscos aos colaboradores. Dentre eles existe o método OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*) que é o usado nas nossas avaliações no desenvolver do estudo de caso.

A ferramenta OWAS oferece um método simples para análise das posturas de trabalho. Os resultados gerados são baseados no posicionamento da coluna, braços e pernas além disso, o OWAS considera as cargas e forças utilizadas. A pontuação atribuída à postura avaliada a urgência na tomada de medidas corretivas para reduzir a exposição dos trabalhadores a riscos (MÁSCULO, 2011).

O objetivo geral do trabalho é fazer uma associação entre a postura do trabalhador e a aplicabilidade do método OWAS na execução de suas atividades. Já o específico é mostrar ao trabalhador a forma segura de realizar suas funções, proporcionando um desempenho eficiente.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ergonomia estuda o ambiente como um todo, levando em consideração os aspectos físicos do trabalhador, além da postura, movimentos corporais, fatores ambientais (iluminação, temperatura, ruídos, vibrações) e as tarefas executadas com o tempo de desenvolvimento. Para Dul e Weerdmeester (2004, p.2) “a conjuntura adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes tanto no trabalho como na vida cotidiana”.

Segundo Iida (2005, p.2), a ergonomia é um conjunto de técnicas que propõe “a adaptação do trabalho ao ser humano”, diminuindo de forma eficaz os problemas dos trabalhadores relacionados a saúde e segurança do meio ambiente de trabalho, propiciando uma melhoria de vida e diminuição dos riscos de acidentes.

A ergonomia tente a produzir melhorias na vida do trabalhador e no seu ambiente de trabalho, considerando as relações homem-máquina-ambiente, que segundo Iida (2005) se caracteriza como posto de trabalho, que envolve o homem e os equipamentos que o mesmo utiliza para seu trabalho e também o ambiente que o cerca.

Seguindo um aspecto legal a Norma Regulamentadora Nº 17 exige que todos esses quesitos sejam obe-

decidos, tal NR é constituído de tópicos que descreve como cada atividade deve ser desenvolvida conforme a seguir:

No artigo nº 17 item 3.2 cita que atividade manual realizado em pé, as bancadas, mesas e painéis têm que possibilitar ao colaborador postura adequada, visão ampla e operação, além de preencher algumas exigências:

- a) Apresentar estatura e peculiaridades da superfície de ocupação de acordo com a tarefa desenvolvida;
- b) Disponibilizar espaço adequado com ampla visão para o colaborador;
- c) Ter facilidade para movimentos do trabalhador (BRASIL, 2017).

Quando se tem um enfoque ergonômico nos posto de trabalho, deve-se considerar a biomecânica ocupacional que consiste “movimento corporais e forças relacionada ao trabalho. Assim preocupa-se com as interações físicas do trabalhador, com o seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais” (IIDA, 2005, p.15), isso para minimizar os riscos de problemas musculoesqueléticos. As posturas inadequadas referentes os interações citadas antes podem promover fadiga, dores corporais, doenças ocupacionais e até afastamento do trabalho.

As Doenças Ocupacionais (DO) são situações criadas quando se executa determinada atividade no ambiente de trabalho de uma maneira incorreta que podem levar à incapacidade ou alterações anatômicas. Essas doenças promovem um nível de sensibilidade ao trabalhador e a determinadas áreas de trabalho, resultando muitas vezes em sérios danos à sua saúde por conta do desconforto gerado e, consequentemente interferindo na sua qualidade de vida (RANNEY, 2010).

Rio e Pires (2001), compreendem posto de trabalho como um espaço físico na qual os colaboradores desempenham suas funções, e para se avaliar de forma ergonômica esse espaço pode-se realiza uma análise ergonômica do trabalho (AET), que Ferreira (2015, p.10) define como “um método de análise do trabalho baseado na observação da atividade tal qual está acontecendo no momento da análise e cujo objeto maior é melhorar a situação do trabalhador”.

A AET faz uso de método para lhe auxiliar na investigação e existem vários, porém, nossa pesquisa fez uso do *OWAS* (*Ovako Working Posture Analysing System*), que tem como função avaliação da postura do trabalhado frente a tarefa desenvolvida, conforme Figura 1. Essa ferramenta surgiu da necessidade de se detectar e avaliar as posturas impróprias, que em soma com outros fatores pode acarretar em problemas (JUNIOR, 2006).

Para Junior (2006) o sistema *OWAS* para registro da postura, faz uso de dígitos que representam cada condição ou variações de posições, onde o usuário poderá marcar a imagem que mais se adequa a situação de seu colaborador. Esse sistema apresenta um resultado, baseado na postura de variações do dorso (4 posições), braços (3 posições), pernas (7 posições) e a carga (3 possibilidades) e no tempo de duração de cada tarefa, como mostra a Figura 1. Por fim, apresenta um resultado apresentando as seguintes frases para análise: “Não são necessárias medidas corretivas”, “São necessárias correções em um futuro próximo” e “São necessárias correções tão logo quanto possível”.

DORSO	 1 Reto	 2 Inclinado	 3 Reto e torcido	 4 Inclinado e torcido
	 1 Dois braços para baixo	 2 Um braço para cima	 3 Dois braços para cima	 ex: 2151 RF DORSO inclinado 2 BRACOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna ajoelhada 5 PESO Até 10 kg 1 LOCAL Remoção de refugos RF
	 1 Duas pernas retas	 2 Uma perna reta	 3 Duas pernas flexionadas	
	 4 Uma perna flexionada	 5 Uma perna ajoelhada	 6 Deslocamento com pernas	
CARCA	 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	xy Código do local ou seção onde foi observado

Figura 1 - Sistema Owas para registro de postura  
Fonte: Adaptado de Iida (2005)

Além das análises citadas é de suma importância a orientação ao trabalhador, pois estes podem ajudar na detecção ou até mesmo em soluções para possíveis problemas, e na visão de Couto (2010, p. 37) “É muito importante destacar a necessidade da orientação aos trabalhadores, passando para os mesmos o porquê de se fazer o esforço da forma correta”. Segundo Iida (2005) uma situação considerada ideal seria aquela em que a ergonomia fosse aplicada desde as etapas iniciais dos projetos de uma máquina, sistema, ambiente ou local de trabalho, mas nem sempre acontece as medidas de análise para identificação dos problemas já mencionadas.

### 3. METODOLOGIA

Esse trabalho caracteriza-se como um estudo de caso com base em eventos individuais, apresentando condições e elementos do ambiente de trabalho estudado. Para o alcance dos dados, foi desenvolvido uma pesquisa de campo dentro de uma empresa do ramo de vidraria no ano de 2017, e para sustentação desse estudo fez-se uma revisão bibliográfica com levantamento de informações relevantes ao tema.

A pesquisa classificou-se, quanto aos fins, como exploratória e descritiva, pois permitiu aos pesquisadores conhecimento e experiência a respeito dos problemas ergonômicos referente a um ambiente de trabalho, possibilitando assim, uma pesquisa mais minuciosa considerando uma análise ergonômica acerca dos setores do processo de fabricação de vidro temperados.

Os dados foram coletados através da observação dos postos de trabalho, atividades e movimentos desenvolvidos pelos colaboradores durante a execução de suas tarefas, além disso realizou-se uma entrevista. Análise ergonômica foi realizado em dois momentos.

Primeiro com a entrevista, onde se teve uma amostragem de seis colaboradores que responderam um questionário desenvolvido pelo segundo a metodologia do *check list de couto*, onde se obteve informações mais precisas do ambiente de acordo com a percepção do operador. E posteriormente aplicou-se o

método *OWAS* (*Ovako Working Posture Analysis System*) que consiste em uma análise postural, levando em consideração durante a observação as posturas relacionadas às cotas, braços, pernas e cargas do operador na execução da sua tarefa. Vale ressaltar que essa ferramenta servi pra identificar posto com chance de risco, mas não realiza recomendações.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A empresa estudada é pioneira no Maranhão no ramo de manipulação de vidros temperados, a mesma não produz a matéria prima, recebe o vidro puro para transformação. Com jornada de trabalho de 08:00hs às 12:00hs/13:30hs às 17:30hs (de segunda a sexta) e 8:00hs às 12:00hs (sábado). No seu processo, são recebidos peças de vidro com tamanho padrão de 2.20m à 3.60m e espessuras que variam de 4mm a 10mm que chegam a fábrica por meio de colar (lote), que são processadas e temperadas, passam por etapas de corte, lapidação, marcação, furação, lavagem e forno, como motra a Figura 2 com o fluxo do processo. Serão analisadas as posturas ergonômicas dos colaboradores em cada fase do processamento do vidro.

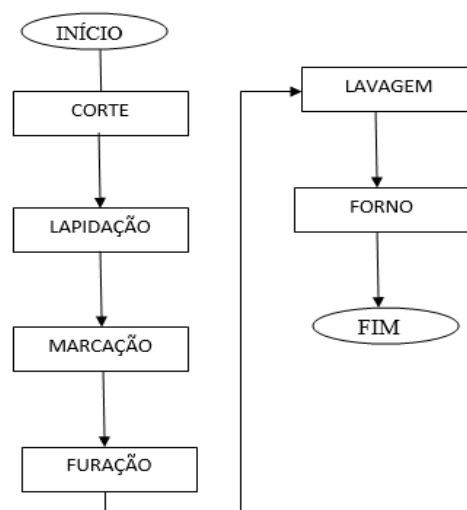


Figura 2 – fluxo do processo de vidro temperado dentro da empresa visitada  
Fonte: Os autores (2017)

Com chegada dos lotes de peças, as mesmas são encaminhadas para o setor de corte, onde sao feito os cortes de acordo com os tamanhos solicitados pelos clientes, isso é feito com auxilio de uma ponte rolante. A Figura 3 mostra analise ergonômica e a postura do colaborador durante a execução dessa tarefas.

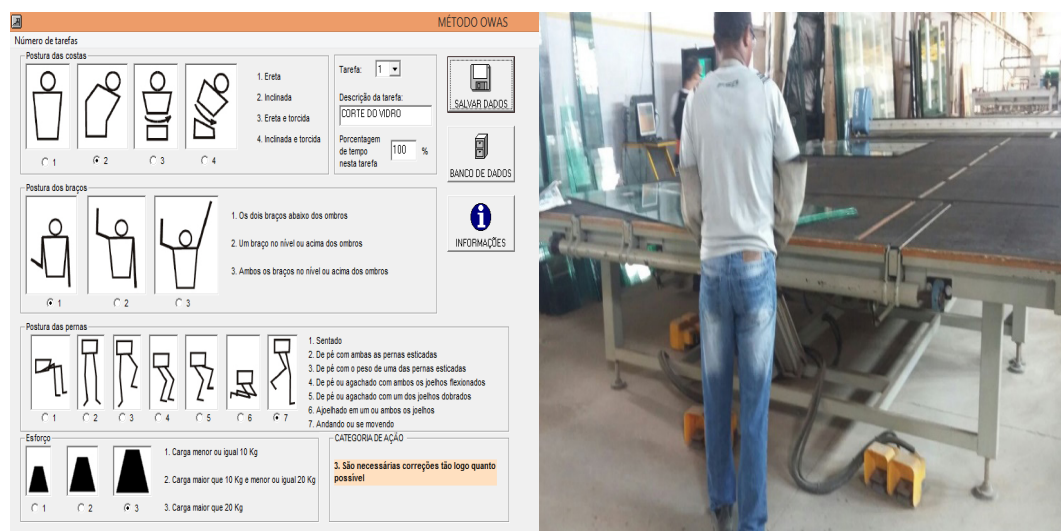


Figura 3 - Avaliação do método owas e a postura do trabalhador durante corte do vidro  
Fonte: Os autores (2017)



Quando as peças chegam à empresa em seu tamanho padrão, são direcionadas para setor de corte, onde o colaborador manuseia as mesmas até a mesa de corte, nesse momento foi visível a má postura das costas durante manejo do material e o excesso de peso para levantamento. O fato de o funcionário passar sua jornada de trabalho toda em pé e em movimento constante são indícios de danos a sua saúde como aponta análise ergonômica que diz que é necessária correções. Dependendo do tamanho da peça, é feito um dimensionamento com os funcionários para deslocamento das peças e também com auxílio de cavaletes.

Depois que as peças ficam de acordo com o tamanho solicitado pelo cliente, as mesmas são encaminhadas para o setor de lapidação, manualmente ou em cavaletes, onde as deformidades dos vidros são corrigidas, como apresenta a Figura 4.

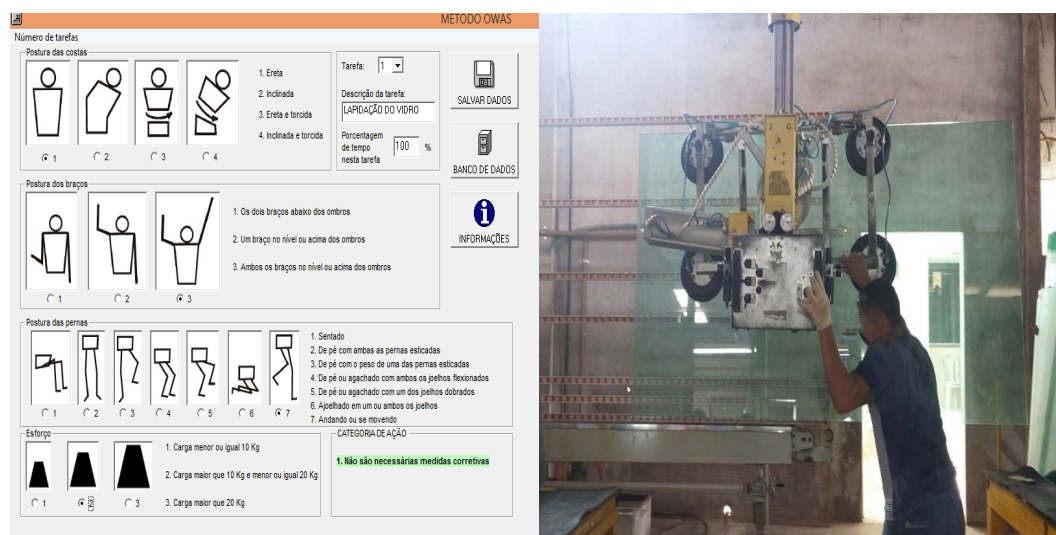


Figura 4 – Avaliação do método owas e a postura do colaborador durante lapidação do vidro  
Fonte: Os autores (2017)

O programa detectou que não são necessárias medidas corretivas a esta função, porém, a nosso ver a fato do funcionário passar muito tempo com os braços acima do nível dos ombros e desenvolver sua função toda em pé e ter um deslocamento constante são situações que com a repetitividade do dia a dia pode acarretar em danos ocupacionais.

Logo depois da lapidação as peças chegam na mesa para marcação com pincel, onde serão colocadas as maçanetas e puxadores nas peças. Figura 5 mostra à análise ergonômica e a postura do colaborador durante a marcação.

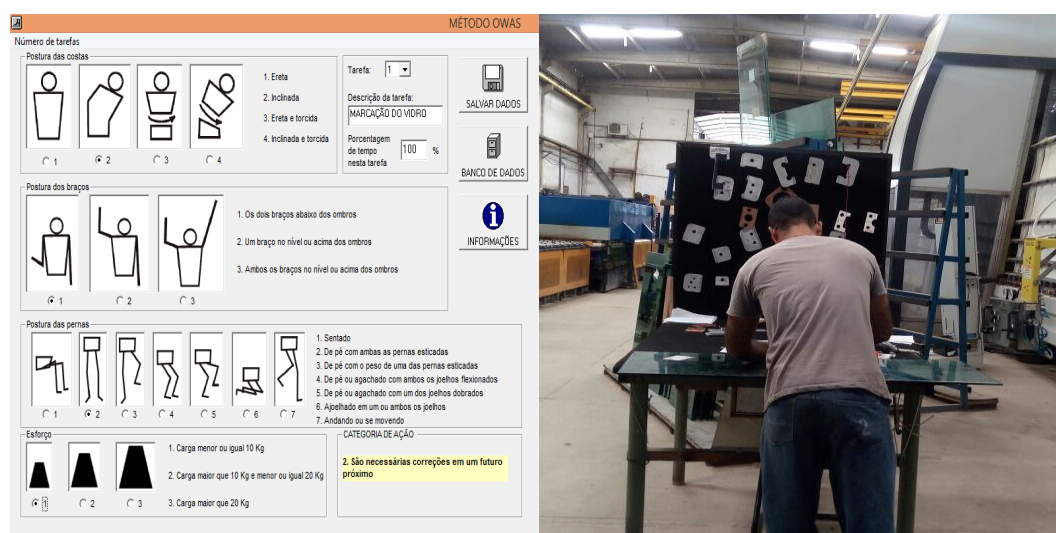


Figura 5 – Avaliação do método owas e a postura do colaborador durante a marcação do vidro  
Fonte: Os autores (2017)



Nessa etapa pode-se observar e constatar através da resposta do programa owas, que existe uma necessidade de melhoria nessa tarefa, isso se dá pela má postura do trabalhador durante a execução da atividade, ele mantém o tronco inclinado devido à altura da mesa ser muito baixa para sua estatura.

Depois da marcação as peças irão para o setor de furação, onde já demarcadas serão feitos os furos dos acessórios como maçanetas, isso é realizado com ferramentas pneumáticas, ao mesmo tempo que ela fura joga um jato de água na peça o que aumenta o risco durante o manuseio da mesma, demonstração Figuras 6.

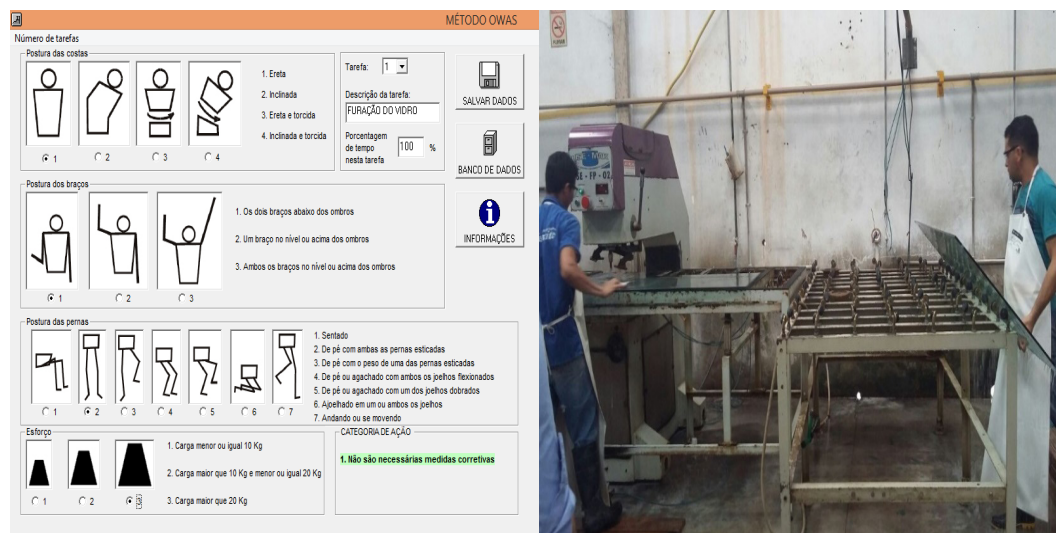


Figura 6 – Avaliação do método owas e a postura do colaborador durante a furação do vidro  
Fonte: Os autores (2017)

Essa é uma atividade que não expõe tanto o colaborador na questão da postura, mas a um risco de queda e quebra quanto ao manejo da peça da bancada para o cavalete de espera, por essa está escorregadia devido à água usada no processo de furação.

Já a lavagem consiste num processo automatizado feito por uma máquina, onde as peças são colocadas sujas em uma extremidade e saem na outra limpas, durante essa etapa é a remoção das etiquetas de descritivas das peças antes da entrada na máquina e a reposição das mesmas na saída da máquina e a Figura 7 demonstra a análise e execução dessa tarefa.

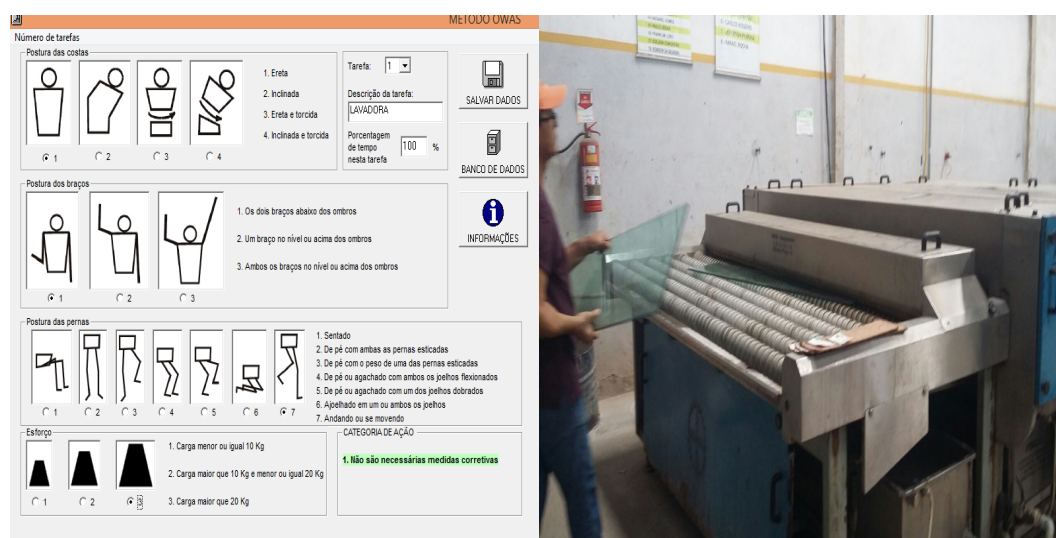


Figura 7 – Avaliação do método owas e a postura do colaborador durante a lavagem do vidro  
Fonte: Os autores (2017)

A análise do programa diz não haver necessidade de correção da atividade, porém, observou-se que

pode ser preciso devido ao manuseio repetitivo de peças com tamanhos e pesos variáveis, o colaborador poderá apresentar desgastes físicos e quanto na necessidade de manuseio de peças maiores é feito o dimensionamento manual e/ou com cavaletes.

E por fim tem-se a etapa tempera onde forno é aquecido a uma temperatura que varia de 180° negativo a 180° positivo tornando o vidro 5x mais forte, e mas uma vez é feita a remoção e reposição das etiquetas da peças. Figura 8 mostram a análise ergonômica e a postura do trabalhador respectivamente.

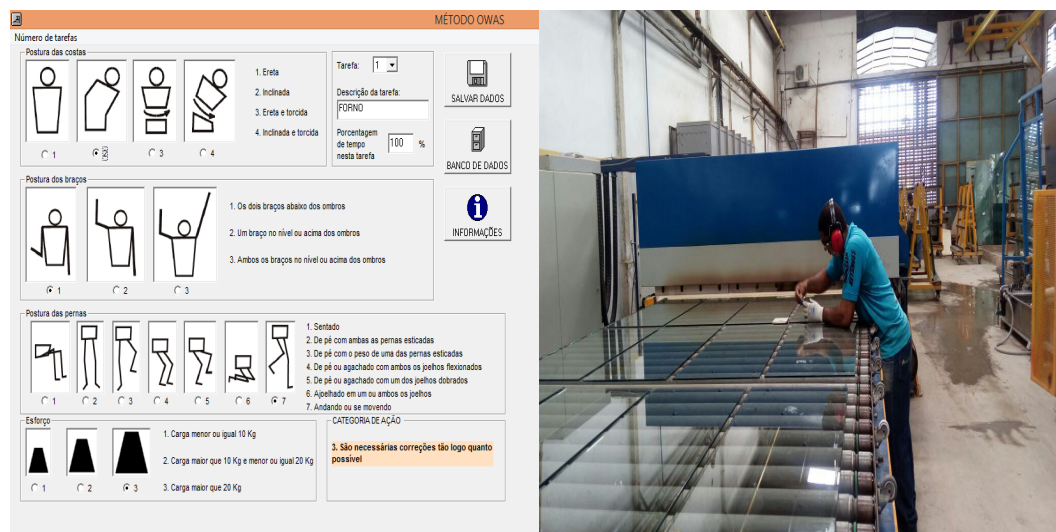


Figura 8 – Avaliação do método owas e postura do trabalhador durante uso do forno no vidro  
Fonte: Os autores (2017)

Observou-se que durante o processo de aquecimento do vidro o colaborador mantém uma postura inclinada, movimentação contínua e carregamento de peso. Todas essas etapas são repetidas durante toda a sua jornada de trabalho, o que ocasionará futuros problemas de saúde ao mesmo. Quando na necessidade de manuseio de peças maiores é feito o dimensionamento manual e/ou com cavaletes.

Além do método OWAS foi utilizado para a avaliação ergonômica o check list de Couto (apêndice 1, pág. 12) que é um roteiro de entrevista com perguntas relacionadas a atividade laboral do colaborador, que serviu como base para gerar a Tabela 1.

PERGUNATAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	TOTAL GERAL	SITUAÇÃO
PAUSA SATISFATÓRIA	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	NÃO NECESSITA DE INTERVENÇÃO
É FEITA GINÁSTICA LABORAL	não	não	não	não	não	não	não	NECESSITA DE INTERVENÇÃO
ILUMINAÇÃO SATISFATÓRIA	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	NÃO NECESSITA DE INTERVENÇÃO
VENTILAÇÃO SATISFATÓRIA	não	não	não	não	não	não	não	NECESSITA DE INTERVENÇÃO
TEMPERATURA SATISFATÓRIA	não	não	não	não	não	não	não	NECESSITA DE INTERVENÇÃO

ÁREA RUIDOSA	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	NECESSITA DE INTERVENÇÃO
VOCÊ GOSTA DO QUE FAZ	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	NÃO NECESSITA DE INTERVENÇÃO
ESTÁ SATISFEITO COM O EMPREGO	sim	sim	sim	não	sim	não	-	NÃO NECESSITA DE INTERVENÇÃO
VOCÊ JÁ TEVE ALGUMA DOENÇA OCUPACIONAL	sim	não	não	não	não	não	não	NÃO NECESSITA DE INTERVENÇÃO
VOCÊ JÁ SOFREU ALGUM ACIDENTE DE TRABALHO NO EMPREGO ATUAL	não	não	não	não	não	não	não	NÃO NECESSITA DE INTERVENÇÃO

Tabela 1 – Resultado da aplicação de check list  
Fonte: Os autores (2017)

Legenda: C (colaborador); 1 (sim); 0 (não).

Durante a análise ergonômica da postura do trabalhador, foi possível identificar algumas necessidades de melhorias no ambiente de trabalho e a entrevista com os colaboradores serviu para confirmar isso, eles relataram que devido à pouca ventilação na fábrica existe uma temperatura incomoda durante todo o dia, mencionaram também um ambiente ruidoso. E em relação ao trabalhador que declarou já ter tido doença ocupacional, pode se esclarecer que diagnostico trata de dores lombares, que segundo ele foi ocasionado por má postura durante a execução das tarefas.

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com a análise ergonômica do método OWAS, os setores apresentaram não conformidades, e baseado nestes, foram propostas melhorias aos setores na execução das atividades. Com a aplicabilidade do check list, percebeu-se os itens satisfatórios e insatisfatórios durante a pesquisa, foi proposto a empresa que fossem realizados mais estudos, tanto em relação a postura do trabalhador quanto em relação ao ambiente de trabalho, principalmente em relação a temperatura e ruídos.

Com tudo foram propostas algumas melhorias para os itens insatisfatório como: a implantação da ginástica laboral antes do inicio das atividades, manter um dialogo de saúde e segurança com temas relacionados as atividades executadas visando a saúde e o bem estar do trabalhador. Em relação ao transporte manual de cargas foi sugerido ao colaborador o uso do colete para proteção da coluna e a ajuda de dois ou mais colaboradores sempre que necessário, para proteção contra ruído foi orientado pra que todos os trabalhadores façam uso do protetor auricular, para melhoria da ventilação foi orientado a instalação de exaustores e luminárias em alguns setores que necessitam de atenção especial como marcação e furação que são locais onde são feitas alterações nas peças e que não podem ocorrer erros.

Além da ginástica laboral para melhorar a postura no posto de trabalho foi sugerido algumas alterações como a compra de uma bancada para o setor de marcação, que se enquadre a estatura do colaborador, foi sugerido o fornecimento de EPI'S para todos os trabalhadores, pois observou-se a ausência de alguns como luvas, óculos e fardamento adequado.

#### REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017. CLT - Consolidação das Leis do Trabalho. Editora Eletrônica do Guia Trabalhista. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>>. Acesso 03 de Abril de 2019.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. 2.ed. Belo Horizonte: Ergo, 2010.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

FERREIRA, Leda. Sobre a análise ergonômica do trabalho ou AET. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, n. 131, 2015. Disponível em:< <https://www.redalyc.org/html/1005/100541506002/>>. Acesso em: 18 de abril de 2019.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

JUNIOR, Moacyr Machado Cardoso. Avaliação ergonômica: Revisão dos métodos para avaliação postural. **Revista produção online**, v. 6, n. 3, 2006.

MÁSCULO, F.; VIDAL, M. **Ergonomia**: trabalho adequado e eficiente. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2011.

RANNEY, D. **Distúrbios osteomusculares crônicos relacionados ao trabalho**. São Paulo: Roca, 2010.

RIO, R.; PIRES, L. **Ergonomia**: fundamentos da prática ergonômica. 3. ed. São Paulo: LTr, 2001.

CAPÍTULO

25

## AUTORES

MARLIANE RODRIGUES MONTEIRO

FERNANDO FLÁVIO DE SOUSA JA-

DÃO

FELIPE KHALIL ALVES DA SILVA

SOUSA

RICARDO RABELO FRANÇA

RONDYMILSON DE SOUZA LOPES

# O CICLO PDCA PARA O PLANEJAMENTO, CONTROLE E MELHORIA DA QUALIDADE

## RESUMO

O Ciclo PDCA, tem por finalidade a melhoria contínua de seus resultados. O controle da qualidade está ganhando um espaço cada vez maior dentro das organizações que buscam melhores resultados através da eficiência de seus processos, da redução de desperdícios e retrabalhos e da satisfação total do cliente. O ciclo PDCA é um método para análise e solução de problemas que pode ajudar a organização a solucionar problemas através de análises, planejamentos e ações corretivas ou preventivas que formarão uma filosofia de melhoria contínua necessária para o alcance das metas. Nesse sentido, esse artigo busca, a partir de uma revisão nos conceitos de Gestão do Conhecimento e do planejamento estratégico e na metodologia criada por Shewhart e consolidada por Deming, tornar claro e compreensível que através dessa ferramenta muitas organizações em todo mundo superam dificuldades, resolvem problemas e alcançam resultados.

**Palavras-chave:** PDCA, Planejamento Estratégico, Qualidade.



## 1. INTRODUÇÃO

O ciclo PDCA é **quase uma obrigação** de todo gestor conhecer é uma ferramenta muito utilizada no mundo todo, é um gerenciamento que todo gestor deve buscar constantemente, é um instrumento gerencial que orienta os profissionais no desempenho de suas ações dentro da empresa. Trata-se de técnicas de aperfeiçoamento que melhorem sua gestão.

O método foi criado por Walter A. Shewhart. O inventor defendia a ideia de que era melhor ter gerentes com qualidade do que apenas gerentes da qualidade. O Ciclo PDCA passou a ser conhecido como ciclo de Deming em 1950. Chamado de o “pai da evolução da qualidade”, ficou conhecido pela melhoria dos processos produtivos dos EUA durante a Segunda Guerra Mundial. Seu trabalho tornou-se ainda mais proeminente no Japão, onde fez contribuições significativas para que o país se tornasse notório pela fabricação de seus produtos inovadores e de alta qualidade. Ressalta-se: “[...] o que não pode ser medido, não pode ser gerenciado” (DEMING, 2003).

De acordo com o Sebrae (2016), O Ciclo PDCA é uma ferramenta de qualidade que facilita a tomada de decisões visando garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência dos estabelecimentos e, embora simples, representa um avanço sem limite, para o planejamento eficaz. A sigla é formada pelas iniciais: P, de Plan – Planejar – estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos e políticas pré-determinados. D, de Do – Fazer, executar – implementar as ações necessárias. C, de Check – Checar, verificar – monitorar e medir os processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos estabelecidos e relatar os resultados. A, de Act – Agir – executar ações para promover continuamente a melhoria dos processos.

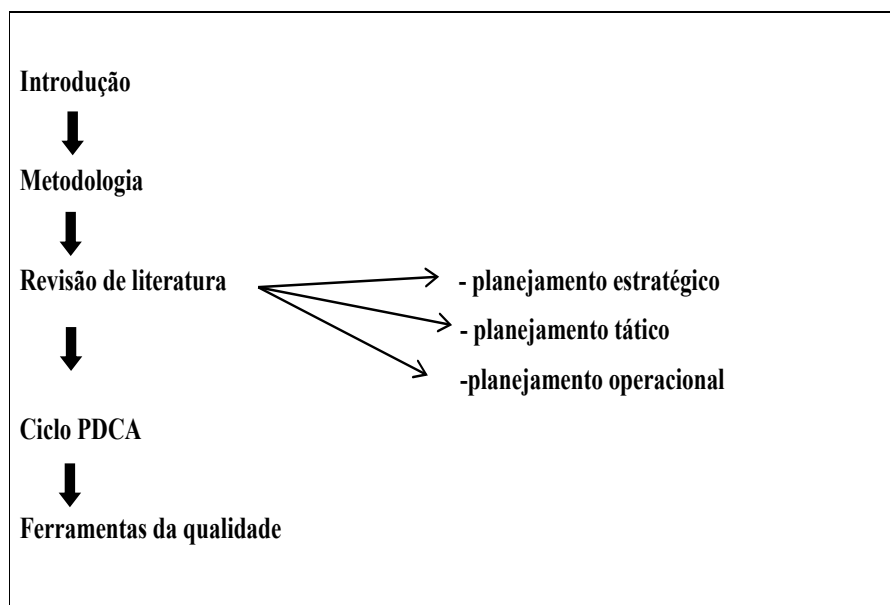
O presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise sobre o ciclo PDCA e suas ferramentas, mostrando como planejar e obter a melhoria da qualidade como forma de alcançar um nível de gestão melhor a cada dia, atingindo ótimos resultados dentro do sistema de gestão.

## 2 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizada neste trabalho foi uma abordagem de pesquisa exploratória, constitui-se pela busca de conhecimentos sobre os processos de gestão do ciclo PCDA e suas ferramentas. O estudo exploratório procura entender como as coisas funcionam. Foram utilizadas referências bibliográficas com conteúdos da pesquisa relacionados a qualidade, processos, planejamento estratégico e metodologia científica. Todavia, é importante ressaltar que para trabalhar com assuntos de diversas áreas é mais seguro recorrer a textos já consolidados tais como pesquisa, observação, análise, classificação e interpretação dos dados coletados. Além disso, o estudo também é importante para definir uma abordagem através da junção de melhores práticas de gestão. A pesquisa tem caráter qualitativo por se tratar do estudo da gestão da para melhoria contínua, sendo ainda bibliográfica, pois para sua fundamentação utilizou-se investigação em artigos, teses, livros, revistas e redes eletrônicas dos principais conceitos e práticas associados ao tema.

Desta forma, a primeira parte do trabalho será o estudo ou referencial teórico, com o fim de apresentar os principais conceitos relativos ao tema da gestão, pertinentes ao estudo. A segunda parte do trabalho será o estudo de processos de planejamento estratégico de maneira técnica, conhecendo as aplicações, vantagens e desvantagens, como dimensionar e sistematizar os tipos de planejamento dentro de empresas, conciliando com a função produção. Por fim, a terceira parte do trabalho será focada em pesquisa com o foco em identificação de ferramentas da qualidade, práticas ligadas principalmente à gestão e planejamento, de forma a levantar grande número de informações que permitam, dentro de um cenário de inúmeras variáveis, justificar conscientemente a escolha de um plano de gestão e seus benefícios sobre os demais.





Deste modo, a estrutura básica do conteúdo do artigo é apresentada conforme mostra a Figura 1. Na referida ilustração estão assinalados os títulos das sessões que tratam dos respectivos assuntos.

Portanto, por meio da revisão bibliográfica apresentada evidencia-se a importância da melhoria contínua como alternativa para aprimorar os processos das organizações.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Estamos numa nova sociedade, chamada por muitos como a sociedade do conhecimento. Os processos de acúmulo, propagação e utilização de conhecimento têm feito com que as sociedades se desenvolvam cada vez mais. E isto se faz através das organizações. Assim, tornou-se imperativo que “organizações produtivas como as empresas entendam que o conhecimento se tornou o ativo mais importante. E quanto mais utilizado e difundido, mais ele se valoriza” (SANTIAGO JR., 2004, p. 21-24).

Deste modo, de acordo com Fonseca e Miyake (2006) uma organização precisa buscar atingir seus objetivos e metas, visando melhorar seu desempenho no mundo globalizado e cada vez mais competitivo e turbulento. Para tal, ela deve se adaptar às várias mudanças de mercado, o que acaba por exigir novas abordagens no seu sistema de gestão. Procedimentos que consistem em fontes de sucessos na prática das empresas precisam ser investigados para que possam ser melhor entendidos. E assim, serem aperfeiçoados para que a difusão de sua correta aplicação na organização possa trazer melhores resultados.

#### 3.1 Planejamento estratégico

O planejamento estratégico é de responsabilidade dos executivos dos níveis mais altos da organização e está associado às tomadas de decisões sobre produtos e serviços que a organização pretende oferecer, como também os clientes e mercados que pretende atingir (MAXIMIANO, 2000).

Desta forma, Campos (1992, p. 69) considera o planejamento estratégico como sendo um planejamento de guerra comercial que visa à sobrevivência da organização à competição internacional e o define como “a arte gerencial de posicionar os meios disponíveis de sua empresa, visando manter ou melhorar posições relativas e potenciais bélicos favoráveis a futuras ações táticas na guerra comercial”. Sendo assim, o planejamento estratégico visa garantir a sobrevivência da empresa, através da obtenção de vantagem competitiva sobre os concorrentes. Assim, planejamento estratégico pode ser considerado como a melhor forma de transmitir para a organização, mais segurança e uma maior capacidade de enfrentar futuras situações que possam surgir, como também, auxiliar no alcance de metas e objetivos desejados pela organização (MENDES; OSMAR, 2010).

Segundo Oliveira (2001), o planejamento estratégico está relacionado aos objetivos de toda a empresa, com diversas maneiras e estratégias de conquistá-los a longo prazo é considerado um processo gerencial que facilita o dia a dia do executivo, no cumprimento das metas planejadas pela organização.

Portanto, em casos de adversidade o planejamento estratégico é a melhor opção para as empresas, que buscam aplicar determinadas estratégias, com o objetivo de alcançar suas metas, através de um planejamento global e a longo prazo (CHIAVENATO, 2000). Conforme Oliveira (2001), considerando os

grandes níveis hierárquicos, o planejamento pode ser dividido em três tipos: planejamento estratégico, planejamento tático e planejamento operacional.

### 3.1.1 Planejamento tático

Segundo Chiavenato (2000), planejamento tático abrange determinados setores da organização é definido no nível intermediário, geralmente é projetado para o médio prazo, e apresenta uma grande preocupação em atingir os objetivos departamentais.

O planejamento tático é criado em níveis organizacionais inferiores com a finalidade de usar recursos disponíveis para alcançar os objetivos esperados (OLIVEIRA, 2001).

Portanto, de acordo com Fernandes e Berton (2005), o planejamento tático, caracteriza-se por um impacto de médio prazo e abrange determinados setores da organização, normalmente acontece no nível gerencial, com a finalidade de decidir e operacionalizar as grandes decisões estratégicas tomadas pela alta administração.

### 3.1.2 Planejamento operacional

O planejamento operacional apresenta uma formulação por meio de documentos escritos, metodologias e implantação. Representa a união de algumas partes do planejamento tático, com um detalhamento maior, em um menor prazo de acontecimento (OLIVEIRA, 2001).

Conforme Chiavenato (2000), planejamento operacional abrange tarefas ou atividades específicas, projetadas no curto prazo, a fim de alcançar as metas impostas pela organização. Segundo Mendes et al. (2010), o planejamento operacional geralmente é desenvolvido no curto prazo pelos níveis organizacionais inferiores, com foco básico nas atividades do dia-a-dia da empresa.

## 3.2 O Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é um método que auxilia no controle e no alcance de um resultado esperado. As etapas dessa metodologia geram confiabilidade e apontam falhas no planejamento, que podem ser reavaliadas e corrigidas na realização de uma nova etapa.

Segundo Andrade (2003), o ciclo PDCA é projetado para ser usado como um modelo dinâmico em que a conclusão de um ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Além disso, o mesmo afirma que, o processo sempre pode ter uma nova análise, o que implica em novo processo de mudança.

O Ciclo PDCA está dividido em quatro fases bem definidas e distintas, e que de acordo com Andrade (2003), pode ser descrito da seguinte forma:

- *Plan* (Planejar): estabelecer os objetivos e os processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização. Esta etapa abrange: a localização do problema, o estabelecimento de uma meta, a análise do fenômeno (utilizando diagramas estatísticos), a análise do processo (utilizando do diagrama de causa e efeito) e a elaboração do plano de ação;
- *Do* (Fazer): implementar os processos, ou seja, execução das ações estabelecidas no plano de ação definidas na fase anterior, sendo realizadas no cronograma determinado, tendo todas as ações registradas e supervisionas;
- *Check* (Checar): nesta fase deve-se executar a verificação da eficácia das ações tomadas na fase anterior. Utilizando para a mesma a comparação dos resultados (planejados e executados), listagem dos efeitos secundários (oriundos das ações executadas), verificação da continuidade ou não do problema (eficácia das ações tomadas);

- **Action (Agir):** esta fase é responsável pela padronização dos procedimentos implantados na fase “Do”, ou seja, sendo o resultado satisfatório devem-se padronizar essas ações, transformando-as em procedimentos padrão. Para realizar essa padronização é feita a elaboração ou alteração do padrão, comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do padrão. A conclusão do projeto também ocorre nessa fase, sendo que poderão ser estipuladas novas metas futuras para que o processo de melhoria contínua possa ser desencadeado.

### 3.3 Ferramentas da qualidade

A gestão da qualidade refere-se a uma estratégia de administração orientada a criar consciência da qualidade em todas as etapas dos processos organizacionais. O PDCA é uma das ferramentas da qualidade utilizada no controle do processo para solução de problemas. Tão logo, aceita a implantação do instrumento de qualidade, o gestor utilizará uma gestão voltada para os resultados da equipe.

Desta forma, para compreender melhor a função das ferramentas da qualidade dentro do ciclo do PDCA, devemos ressaltar que o resultado é alcançado por meio dos métodos. Quanto mais informações forem geradas ao método, mais as chances de alcance do êxito e maior será a necessidade da utilização de ferramentas para coletar, processar e dispor estas informações durante o giro do PDCA.

Segundo Leonel Paulo (2008), na utilização do método poderá ser preciso empregar várias ferramentas para a coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Estas ferramentas serão denominadas ferramentas da qualidade. Entre as ferramentas da qualidade, destacam-se as ferramentas a seguir:

- **Estratificação:** são conhecidos todos os problemas, mas de forma mais detalhada facilitando a visualização e análise das anomalias.
- **Folha de Verificação:** registram todos os dados coletados a partir de auditoria dos itens verificados, de forma a proporcionar uma veracidade ao fato ocorrido.
- **Gráfico de Pareto:** são utilizadas para disposição de forma gráfica as principais características da não conformidade, possibilitando o estabelecimento de metas quantitativas das causas.
- **Diagrama de Causa e Efeito:** identificação das possíveis causas, estabelecendo uma relação entre a causa e seus efeitos.
- **Histograma:** utilizado de duas maneiras nesta etapa, como visualização do histórico dos dados, viabilizando uma meta a ser buscada, ou verificação se o problema está ligado a outras causas.
- **Diagrama de Dispersão:** mostra o que acontece com uma variável quando a outra muda. São representações de duas ou mais variáveis que são organizadas em um gráfico, sempre tendo uma em função da outra.
- **Gráfico de Controle:** usado quando todas as medidas pré-estabelecidas estão reduzindo o problema e o processo se tornando mais estável dentro do período proposto de redução do mesmo.

Portanto, para compreender a finalidade das ferramentas da qualidade dentro do ciclo do PDCA, devemos novamente destacar que o resultado é alcançado por meio da aplicação do método (PDCA). Quanto mais informações (fatos, dados, conhecimentos) forem agregadas ao método, maiores serão as chances de alcance da meta e maior será a necessidade da utilização de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações durante o giro do PDCA. Vale destacar que o aumento da sofisticação das ferramentas empregadas deverá ocorrer em função do aumento da capacidade de alcance das metas (LEONEL PAULO, 2008).

## 4. CONCLUSÃO

Pelo estudo realizado, foi perceptível a consciência da qualidade em todos os processos do ciclo, sem-

pre estabelecendo planos de ação (planejamento) e objetivos (parte mais importante) necessários para melhor execução e resolução do projeto, logo, a próxima fase (Checar) condiz com a verificação da eficiência das ações tomadas anteriormente utilizando o modelo de comparações e finalmente com as melhorias instauradas perfeitamente, se tem a padronização dessas normas, que são passadas por meio de treinamentos. A ausência de melhoria e sistematização das organizações demonstra toda a relevância do ciclo PDCA, que por sua vez é uma ferramenta de gestão que visa melhorar e controlar os produtos e processos de uma forma contínua identificando as causas dos problemas e mostrando as suas soluções, apesar de nunca ter um fim pré-determinado, existe uma padronização dessas mudanças.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F.F.D. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica - EP: São Paulo, 2003.
- CAMPOS, V.F. **TQC: Controle da Qualidade Total** (no Estilo Japonês). 2ª. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992. (Rio de Janeiro; Bloch Ed.)
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- DEMING, W. E. **Saia da crise**. São Paulo: Futura, 2003.
- DE MELO, Maicon Bruno Ralene; PINTO, Maria Bernadete; BRITO, Jorge Nei. **APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO MÉTODO PDCA PARA MELHORIA CONTÍNUA: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA FABRICANTE DE AUTOPEÇAS**.
- DA FONSECA, Augusto VM; MIYAKE, Dario Ikuo. Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade. **XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, pages 1-9, Fortaleza, CE, 2006**.
- FERNANDES, Bruno Henrique Rocha; BERTON, Luiz Hamilton. **Administração estratégica: da competência empreendedora à avaliação de desempenho**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- LEONEL, **Aplicação prática da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados**: Paulo. Juiz de Fora MG, 2008 Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008\\_1\\_Paulo-Henrique-Leonel.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Paulo-Henrique-Leonel.pdf)> acessado em: 10 out. 2018
- MAXIMIANO, Antonio Cezar Amaru. **Teoria Geral da Administração: da escola científica à competitividade na economia globalizada**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MENDES, Osmar; RAISER, Gilberto. Planejamento estratégico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 3, n. 4, p. 230-240, 2010.
- OLIVEIRA, Djalma Pinho Rebouças. **Estratégia Empresarial e Vantagem Competitiva: como estabelecer implementar e avaliar**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- SEBRAE. **O ciclo PDCA ajuda a melhorar o desempenho dos negócios**. Brasil: Sebrae nacional, 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/ciclo-pdca-ajuda-a-melhorar-o-desempenho-dos-negocios,ed8a834b4c-c37410VgnVCM2000003c74010aRCRD>> acessado em: 10 out. 2018

CAPÍTULO

26

## AUTORES

RAYONE AMORIM DA SILVA

JORGE ANTONIO SANTOS SILVA

GUSTAVO HENRIQUE CHAVES CASTRO

GLAUBER FERREIRA DE ALMEIDA

ARTHUR ALEXANDER GUIMARÃES

GARCIA

THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA

# RECUPERAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÓLEOS LUBRIFICANTES MINERAIS: O PROCESSO RERREFINO

## RESUMO

**E**ste trabalho aborda o um dos grandes problemas para o meio ambiente e sociedade é o destino dos óleos lubrificantes usados e as consequentes implicações sobre o descarte indevido. Segundo leis ambientais brasileiras, o destino correto para este resíduo é o rerrefino de óleos lubrificantes usados. A alternativa de destino do óleo lubrificante usado mais discutida no trabalho é o rerrefino. O presente trabalho baseia-se em pesquisa bibliográfica com base no processo de reciclagem conhecido como rerrefino. Essa técnica permite ao óleo usado recuperar suas características originais e retornar à cadeia produtiva e ser reutilizado por ilimitadas vezes, evitando a degradação ambiental decorrente do descarte indevido no meio ambiente ou da sua utilização como combustível.

**Palavras-chave:** Rerrefino, Meio Ambiente, Óleo Lubrificantes.



## 1. INTRODUÇÃO

O petróleo é historicamente reconhecido como fonte de energia da humanidade e matéria-prima para produção de insumos industriais bem como de produtos de uso generalizado, sendo os óleos lubrificantes minerais alguns de seus inúmeros subprodutos.

A descoberta do petróleo remonta a séculos, porém data do século passado o início de sua extração comercial, com técnicas sistemáticas que se aperfeiçoaram através dos anos. A importância de reciclar o óleo lubrificante usado ou contaminado vai muito além das vantagens econômicas o motivo mais importante de efetuar um descarte correto é evitar riscos à saúde e ao meio ambiente.

De acordo com o Conama (1993), Reciclagem de óleo lubrificante usado ou contaminado: consiste no seu uso ou regeneração. A reciclagem via uso envolve a utilização do mesmo como substituto de um produto comercial ou utilização como matéria-prima em outro processo industrial. A reciclagem via regeneração envolve o processamento de frações utilizáveis e valiosas contidas no óleo lubrificante usado e a remoção dos contaminantes presentes, de forma a permitir que seja reutilizado como matéria-prima. Para fins desta Resolução, não se entende a combustão ou incineração como reciclagem.

O processo de reciclagem de óleos lubrificantes, conhecido como rerrefino, representa uma interessante alternativa e vem sendo adotado por muitos países, inclusive o Brasil, com resultados positivos. Contudo, a experiência tem mostrado que os mecanismos de mercado não são suficientes para garantir a existência, em termos sustentáveis, do processo de rerrefino de óleos lubrificantes, ou seja, sua coleta, reciclagem e comercialização (SOUZA, 2005).

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma pesquisa bibliográfica sobre a recuperação de óleos lubrificantes e também da reutilização deles, utilizando o processo de rerrefino para garantir a reutilização e também como forma de alcançar os resultados de redução da poluição ambiental.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para construção do trabalho foi a pesquisa bibliográfica, tendo como base de dados livros, periódico, publicações científicas e acadêmicas, inclusive os materiais disponibilizados em bases de dados eletrônicas como *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Google Acadêmico* e repositórios de instituições nacionais de ensino superior. O estudo exploratório procura entender como as coisas funcionam. Foram utilizadas referências bibliográficas com conteúdo da pesquisa relacionados a óleos lubrificantes, processos de recuperação, petróleo. Todavia, é importante ressaltar que para trabalhar com assuntos de diversas áreas é mais seguro recorrer a textos já consolidados como pesquisa, observação, análise, classificação e interpretação dos dados coletados.

Desta forma, a primeira parte do trabalho será o estudo ou referencial teórico, com o fim de apresentar os principais conceitos relativos a óleos lubrificantes minerais, pertinentes ao estudo. A segunda parte do trabalho será o estudo de processos de recuperação e reutilização de óleos usados, conhecendo as aplicações, vantagens e desvantagens, como dimensionar e sistematizar os tipos de processos utilizados, conciliando com a função minimizar o impacto ambiental. Por fim, a terceira parte do trabalho será focada em pesquisa direcionada ao processo de rerrefino como principal processo de reaproveitamento de óleos usados.

## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os óleos lubrificantes são utilizados por todos os segmentos industriais (metalúrgicos, siderúrgicos, alimentícios, farmacêuticos, etc.) e principalmente no segmento dos motores automotivos (GÂNDARA, 2000).



Óleos lubrificantes são produtos utilizados para reduzir o atrito e diminuir o desgaste de partes móveis de motores de automóveis ou equipamentos que necessitem de constante lubrificação (APROMAC, 2005).

Segundo Parucker (2008) a principal função de um óleo lubrificante é a de reduzir o atrito entre dois sólidos de qualquer natureza ou intensidade.

A lubrificação é a atividade de minimizar o contato de superfícies que apresentam movimento relativo entre si, através da utilização de uma película que pode ser líquida, sólida ou gasosa. A ciência que estuda as relações de atrito de corpos em movimento denomina-se tribologia (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

### 3.1 Classificações dos lubrificantes

De acordo com Gândara (2000), Os óleos lubrificantes podem ser preliminarmente classificados como naftênicos, parafínicos ou mistos, em função do tipo predominante de hidrocarbonetos que compõem o petróleo processado. Vale salientar que esta classificação diz respeito a predominância de elementos naftênicos ou parafínicos e não a sua singularidade, ou seja, a ocorrência de óleos parafínicos ou naftênicos puros.

Uma outra classificação preliminar diz respeito a saturação. Nas cadeias de hidrocarbonetos presentes em um dado petróleo, os átomos de carbono podem estar unidos por uma só ligação ou valência, o que caracteriza os chamados hidrocarbonetos saturados, ou podem estar ligados por duas ou mais valências, característica dos hidrocarbonetos não-saturados (GÂNDARA, 2000).

Segundo Gândara (2000), os hidrocarbonetos podem também apresentar uma conformação em cadeias abertas ou fechadas (cíclicas). Nestes casos, os de cadeia aberta, saturada, são os parafínicos, enquanto os hidrocarbonetos não saturados de cadeia aberta, são os olefinas.

Em complemento ao citado acima, Gândara (2000), afirma que os crus naftênicos, são mais utilizados para a produção de lubrificantes específicos para êmbolos de máquinas alternativas, por reduzirem a tendência de colagem de anéis de segmento, enquanto os crus parafínicos dão origem a óleos lubrificantes menos sensíveis à temperaturas de trabalho adversas.

### 3.2 Óleos lubrificantes minerais

Os óleos lubrificantes minerais são derivados do petróleo, constituídos por hidrocarboneto parafínicos, naftênicos e aromáticos. A composição química dos óleos lubrificantes depende do petróleo bruto que os originou. A viscosidade é a característica mais importante dos óleos lubrificantes, traduzindo a resistência interna oferecida pelas moléculas de uma camada quando se desloca em relação a outra. A viscosidade é o parâmetro que quantifica o atrito interno do fluido lubrificante (PÉCORA, 2004).

Para Santos (2018), quanto mais viscoso for um fluido (“encorpado”), maior será a espessura da película de fluido sobre a superfície a lubrificar. Portanto, a viscosidade esta associada à capacidade dos fluidos de manter uma espessura de película que evite o contato direto entre os materiais em movimento.

O petróleo é historicamente reconhecido como fonte de energia da humanidade e matéria-prima para produção de insumos industriais bem como de produtos de uso generalizado, sendo os óleos lubrificantes minerais alguns de seus inúmeros subprodutos. Portanto, em casos de adversidade os lubrificantes minerais originam-se do processo de refino do petróleo. A fração destinada à sua produção deriva do processo de separação por destilação, que é baseado em sucessivos processos de vaporização e condensação, a fim separar as parcelas de diferentes volatilidades (HANARY; RICHTER, 2011).

Segundo Heligoss et al. (2001), óleos lubrificantes, sintéticos ou não, são derivados de petróleo, apresentam alta viscosidade e longas cadeias de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos empregados em fins automotivos ou industriais, que após o período de uso recomendado pelos fabricantes dos equipamentos, deterioram-se parcialmente, formando compostos oxigenados (ácidos orgânicos e cetonas), compostos aromáticos polinucleares de viscosidade elevada (e potencialmente carcinogênicos), resinas e lacas.

### 3.2.1 Recuperação de óleos usados

O processo de recuperação propicia uma sobrevida às reservas de petróleo e evita que o óleo usado contamine o meio ambiente através de despejos criminosos. Porém, esse mesmo processo de rerrefino do óleo usado gera como subproduto final a “borra-ácida” que, se não tratada devidamente pode ser tão danosa ao meio ambiente quanto o descarte indiscriminado do óleo usado (ALVES, 2005).

Deste modo de acordo com D’avila e Freire (2013), a maior parte do óleo usado coletado para recuperação é proveniente do uso automotivo. Dentre estes estão os óleos usados de motores a gasolina (carros de passeio) e de motores diesel (frotas principalmente). No segmento de carros de passeio, a geração de óleos usados é extremamente pulverizada, o que dificulta a coleta. Por outro lado, 36 os óleos usados por empresas de transporte são relativamente bem armazenados e apresentam maior uniformidade de características. Constituem a matéria-prima de melhor qualidade para a recuperação

Para Gândara (2000), a recuperação de óleos usados nesse ponto, é importante que se faça uma distinção entre os óleos usados de aplicações industrial e os de uso automotivo, e suas respectivas formas de recuperação:

- Óleos usados industriais: Os óleos industriais possuem em geral um baixo nível de aditivação. Nas aplicações de maior consumo, como em turbinas, sistemas hidráulicos e engrenagens, os períodos de troca são definidos por limites de degradação ou contaminação bem mais baixos do que no uso automotivo.
- Óleos usados automotivos: Nas aplicações automotivas, tanto os níveis de aditivação como os níveis de contaminantes e de degradação do óleo básico são bem mais elevados do que nas aplicações industriais.

### 3.3 OLUC (Óleos lubrificantes usados ou contaminados)

Depois de um determinado tempo de uso, o óleo lubrificante perde sua eficiência devido à deterioração de seus aditivos, perdendo assim as propriedades que lhe foram empregadas na formulação, necessitando ser trocado. Com isso há a geração de um resíduo perigoso para o meio ambiente: o OLUC (LIMA, 2017).

Segundo a Proluminas (2011), a queima de OLUC como combustível, ocasiona o lançamento de gases carcinogênicos no ar. Estima-se que 5 litros de OLUC podem lançar na atmosfera até 25 gramas de substâncias como chumbo, cádmio, níquel, cromo, zinco e outras composições químicas.

Devido aos problemas ambientais que o descarte inadequado do OLUC ocasiona, os geradores têm a responsabilidade de dar o destino adequado a este resíduo, pois todo o OLUC deve, obrigatoriamente, ser recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas superficiais, sistemas de esgoto ou lançamento de águas residuais (LWART, 2011).

De acordo com Gândara (2000), por isso o OLUC precisa ser coletado por empresas que possuem autorização da ANP para que seja feito o processo de rerrefino neste resíduo gerando um produto de qualidade e evitando danos ao meio ambiente. Segundo Moreira (1980), a análise de um óleo usado demonstra que as impurezas representam 20 a 35% do seu volume, podendo esse óleo ser considerado um petróleo bruto rico em óleo lubrificante e apto a receber nova refinação.

### 3.4 O processo de rerrefino

Os óleos lubrificantes representam cerca de 2% do total de derivados de petróleo e são os únicos que podem ser mantidos com as características originais, exercendo suas funções durante períodos tão longos

como 20 anos ou mais em unidades seladas. Os demais derivados de petróleo são utilizados como combustíveis ou matéria prima em indústrias químicas, sendo consumidos ou perdendo suas características originais na primeira utilização. Quando um óleo lubrificante produzido com básicos virgens, isto é, de primeiro refino, contém moléculas instáveis, principalmente aquelas contendo ligações duplas, que se oxidarão prioritariamente nas primeiras situações adversas. Por outro lado, o óleo básico proveniente de rerrefino, quando processado adequadamente, não contém essas moléculas, que já foram oxidadas na primeira utilização e eliminadas no processo de rerrefino. Pode-se afirmar, portanto, que o óleo básico rerrefinado pode ter qualidade superior à de um básico de primeiro refino, por ser constituído de moléculas remanescentes com maior resistência à oxidação (TRISTÃO, 2005)

Desta forma, Campos (2017) considera o processo de rerrefino é o único em que se retira do OLUK todos os contaminantes e devolve ao óleo lubrificante suas características iniciais. O óleo gerado pelo rerrefino é um óleo básico rerrefinado, que, assim como o óleo básico de primeiro refino, é utilizado como base para formulações de óleos lubrificantes, seja ele industrial ou automotivo. Porém, um grande problema é o preconceito por parte do mercado brasileiro de lubrificantes quando se fala em óleo lubrificante oriundo do rerrefino. Existe a ideia que é um óleo de baixa qualidade quando comparado com o óleo de primeiro refino, gerado diretamente da destilação do petróleo.

É muito importante quando se fala em rerrefino, não confundir com recuperação de óleo lubrificante. A recuperação de óleo é uma simples filtragem onde o óleo passa por uma bateria de filtros para retirar sólidos suspensos, porém as características continuam sendo de um OLUK e, portanto, este produto tem sua venda proibida como lubrificante ou combustível pela ANP (JULIÃO, 2011).

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Rerrefino de Óleos Minerais, Sindirrefino (2011), considera-se rerrefino o processo industrial de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivo do OLUK, conferindo aos mesmos, características de óleos básicos, conforme especificação do órgão regulador da Indústria do Petróleo (ANP).

O processo de rerrefino mais utilizado no Brasil pode ser dividido em cinco etapas: Termocraqueamento, Evaporação, Tratamento Ácido, Clarificação e Filtração.

- **Termocraqueamento:** O rerrefino do OLUK inicia-se com o termocraqueamento, ocasião em que o óleo é submetido a aquecimento de 300 °C, aproximadamente, sob vácuo, produzindo “óleo termocraqueado” Nesta etapa são retiradas as frações leves, água e gases que são devidamente tratados e utilizados como combustível.
- **Evaporação:** Nesta etapa o óleo é bombeado para um evaporador de película, que opera com eficiente sistema de vácuo. O processo consiste na separação das frações pesadas (plastificante), que é um subproduto do processo, através do contato físico do óleo com as paredes aquecidas do evaporador a 350°C, ocorrendo, assim, a evaporação das frações mais leves (Neutro Médio e Neutro Leve) que são condensadas e enviadas para o tratamento ácido.
- **Tratamento Ácido:** Após etapa de evaporação, o óleo recebe pequeno percentual de ácido sulfúrico (agente floculante), para a estabilização do óleo e floculação das impurezas em suspensão. Após, o óleo tratado é enviado para clarificação. Uma pequena quantidade de resíduo é gerada nesta etapa e é enviada para coprocessamento em fornos de cimenteiras.
- **Clarificação:** O óleo proveniente do tratamento ácido é bombeado para o sistema de clarificação, onde recebe a adição de argila (agente clarificante), O óleo é aquecido a 300°C, sob vácuo. A argila é responsável pela adsorção das partículas que conferem coloração ao óleo.
- **Filtração:** O óleo misturado à argila passa por um sistema de filtros prensa e mangas para a retirada dos particulados. Após, ocorre bombeamento para os tanques de óleo básico rerrefinado. Nesta etapa, é gerado um resíduo que também é enviado para coprocessamento em fornos de cimenteiras.

## 4. CONCLUSÃO

Os óleos lubrificantes usados OLUC tem sido fonte de vários tipos de pesquisa e discussão, o processo de rerrefino tem sido uma das mais importantes alternativas de recuperação desses óleos. O processo rerrefino vem se revelando uma interessante opção na gestão de resíduos de óleos lubrificantes usados, tanto pelo aspecto técnico como pelos aspectos econômico e ambiental. Durante o estudo observou-se que o Brasil tem feito esforços para aprimorar e ampliar o rerrefino, todavia, fica claro que ainda há muito a se fazer, principalmente no que diz respeito à coleta que passa por uma questão cultural e sofre pela falta de uma estrutura nacional para recolhimento do óleo usado.

O aprofundamento dessa discussão e a estruturação dos problemas podem contribuir para a minimização dos desafios à expansão da recuperação e reutilização dos óleos lubrificantes usados tanto minerais quanto vegetais. Por fim, apesar deste artigo se basear em pesquisa bibliográfica, este trabalho contribui para uma análise inicial dos desafios de coletar dos OLUC que como citado acima é uma questão política e social. Outras medidas recomendadas são a intensificação da fiscalização pelos órgãos competentes, a instalação de centrais de coleta, tratamento e reciclagem dos resíduos e a realização de campanhas de sensibilização e conscientização da sociedade e setores envolvidos, sobre a importância da participação e envolvimento no processo de preservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

ALVES, S. M. (2005). **Adequação Ambiental do Processo de Retificação através de um novo conceito de fluido de corte**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE PROTEÇÃO DE MEIO AMBIENTE DE CIANORTE, **Gerenciamento de óleos Lubrificantes Usados e Contaminados**, 2005.

RASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 9, de 31 de agosto de 1993. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1993. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0993.html>> Acesso em: 31 out. 2018.

CARRETEIRO, R. P; BELMIRO, P. N. A. **Lubrificantes e Lubrificação**

Industrial. Editora Interciência LTDA, 2006.

CAMPOS, Rafael de Moura et al. **A logística reversa do óleo lubrificante: a aplicação da law and economics para análise da eficiência da logística reversa no âmbito da política nacional de resíduos sólidos**. 2017.

DA REUTILIZAÇÃO, UMA ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES. ÓLEOS LUBRIFICANTES MINERAIS: UMA ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DA REUTILIZAÇÃO, 2000.

D'AVILA, Luiz Antonio; FREIRE, Estevão. **AVALIAÇÃO TÉCNICA, MERCADOLÓGICA E DE TENDÊNCIAS DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS LUBRIFICANTES DE BASE VEGETAL**, 2013

DE LIMA, EDIVANIA DANIEL; **DO, PROCESSAMENTO INTEGRAL DOS PRINCIPAIS COMPONENTES; PAINEL, BIORREFINARIA SUPOSTA ENERGETICAMENTE POR. PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**, 2017.

DOS SANTOS FILHO, Joaquim. **Controle operacional de equipamentos na fabricação de bebidas**. SESI SENAI Editora, 2018.

HONARY, L. A. T; RICHTER, E. **Biobased Lubricants and Greases**

**Technology and Products**. New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2011.

HILIGOSS, D.; O'LEAR, D. Analysis of wear metals and additive package elements in new and used oil using the optima 4300 DV ICP-OES. **Atomic Spectroscopy**, v. 22, n. 2, p.276- 279, 2001.

JULIÃO, Juliano Caldeira. Estudo comparativo de óleos lubrificantes básicos minerais. **Revista da Graduação**, v. 4, n. 2, 2011.

MOREIRA, SÉRGIO COSTA, **Introdução à Reciclagem de Óleos Lubrificantes** Instituto Brasileiro de Petróleo, 1980, p.4

PROLUMINAS LUBRIFICANTES LTDA, **Importância do Rerrefino**, disponível em: <[http://www.proluminas.com.br/meio\\_ambiente.php?pg=importancia\\_do\\_rerrefino](http://www.proluminas.com.br/meio_ambiente.php?pg=importancia_do_rerrefino)> . Acesso em 02/11/2018

PÉCORA, Marcelo Macedo Catuta. Degradação fotoquímica e eletroquímica da fração aromática do resíduo de óleo lubri-

ficante. **Relatório. Graduação em Química Bacharelado. Universidade Estadual de Londrina, 2004.**

PARUCKER, Moisés Luiz et al. **Desenvolvimento de materiais compósitos de baixo coeficiente de atrito com partículas de lubrificante sólido dispersas em matriz metálica a base de níquel. 2008.**

RAMOS, P. Reciclagem de óleos lubrificantes. **Revista do Meio Ambiente Industrial**, v. 31, n.30 maio/jun., p. 124-132, 2001.

**SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE RERREFINO DE ÓLEOS MINERAIS**, disponível em:< <https://www.sindirrefino.org.br/>>. Acesso em 02\11\2018

TRISTÃO, José Américo Martelli; SOUZA JUNIOR, J. V.; TRISTÃO, Virgínia Talaveira Valentini. Gestão ambiental de resíduos de óleos lubrificantes: o processo de rerrefino. **Anais eletrônicos**, 2005

CAPÍTULO

27

## AUTORES

LUÍS FERNANDO AMORIM DA SILVA

NILBERT SANTOS PAURÁ

RAIMUNDO NONATO SILVA DE  
SOUSA

RODRIGO SOARES DO LAGO

# SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

## RESUMO

A água é um dos recursos naturais mais valiosos da Terra, sem a qual seria impossível a manutenção da vida, contudo sua escassez tem começado a ser realidade em vários pontos do planeta, sendo indispensável repensar suas formas de uso e reuso. O reaproveitamento da água gerada pelo funcionamento de sistemas de ar condicionados tem sido uma das formas viáveis de realizar esse reaproveitamento. O objetivo desse artigo foi demonstrar projetos propostos e implementados por pesquisadores nacionais, visando viabilizar um melhor aproveitamento desse recurso. Foi utilizado o método bibliográfico para realização desta pesquisa, reunindo projetos implementados em ambientes diversos. Observou-se que todas as propostas foram bem-sucedidas em seu objetivo de reuso da água proveniente de aparelhos de ar condicionado, tendo a maioria baixo custo e retorno do investimento financeiro a curto, médio e longo prazo, segundo a complexidade do sistema apresentado.

**Palavras-chave:** Água, ar condicionado, Reuso.



## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial, a urbanização, novos modos de produção e consumo estão gerando volumes crescentes de efluentes, um verdadeiro desafio não só para a saúde da população, mas também para o meio ambiente. A escassez de água potável no planeta está gradativamente chegando a um estado alarmante, situações geradas por diversos fatores, como a agricultura, pecuária, indústrias e entre outros, mas um fator que se merece destaque é o desperdício de água, onde apenas a atitude humana poderá reverter essa situação (REBOUÇAS, 2007).

Conforme dados apresentados pela Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado e Ventilação (ASBRAV), a busca pela climatização de ambientes internos tem aumentado, mesmo com o cenário de retração econômica, as vendas deste tipo de equipamentos continuam apresentando há sete anos. A venda de ar condicionado do tipo *split* representa 74% das vendas do setor (ASBRAV, 2014).

Considerando que estes equipamentos, quando utilizados para resfriar os ambientes, geram volumes consideráveis de água proveniente da condensação do vapor do ar, fica evidente a necessidade de dar atenção à possibilidade de reaproveitamento desta água (TUNDISI, 2005).

Condensado de unidades de ar condicionado é uma fonte muitas vezes esquecida de água doce. A acumulação resultante pode fornecer uma quantidade considerável de água que pode ser usada de forma construtiva para compensar o uso de água potável. O baixo teor de minerais no condensado, causa menos incrustação dos resíduos minerais no processo de evaporação, tornando a água ideal para uso em torres de refrigeração e fontes. O único cuidado para o uso de recuperação de condensado seria que os aerossóis podem ser criados em um espaço ocupado. Neste caso, o tratamento de elementos biológicos contidos na água seria apropriado (CARVALHO; GOUVEIA; ACCARDO, 2018).

À medida que a escassez de água se torna mais difundida, o condensado do ar condicionado está ganhando maior atenção para aplicações criativas não potáveis e potáveis. Se o perigo potencial de bactérias de aerossóis é abordado, o projeto de um sistema de coleta de condensado de ar condicionado pode utilizar esta fonte de água como um suplemento viável (TUNDISI, 2005).

A procura por projetos de reaproveitamento de água está sendo cada vez mais crescente nos últimos anos. Um exemplo disso é o sistema de reaproveitamento de água das centrais de ar condicionado que consiste na coleta proveniente da condensação que é o resultado da remoção da umidade do ar quando entra em contato com a serpentina. Empresas estão cada vez mais preocupadas com a questão ambiental e estão investindo cada vez mais em projetos como coleta de água da chuva para uso em jardins e limpeza de banheiros (JACOBI; GRANDISOLI, 2017).

O objetivo deste trabalho é apresentar algumas soluções de reaproveitamento de água resultante da condensação de aparelhos de ar condicionado que foram apresentados por estudiosos e pesquisadores nacionais. Foram selecionados em bancos de dados virtuais, como repositórios de instituições de Ensino Superior, trabalhos produzidos a partir de 2006, utilizando o método bibliográfico para produzir o texto deste artigo.

## 2. METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa de caráter qualitativo baseado na observação do ambiente de estudo onde se realiza a pesquisa, afim de descrever as características para se obter informações que levam a compreensão do estudo em questão. A pesquisa é de cunho bibliográfico estabelecendo a coerência de literaturas já desenvolvidas, dentre as quais estão presentes neste trabalho.

Foi realizado uma investigação bibliográfica para obter informações e embasamento teórico para comprovar a veracidade de nossa pesquisa, onde se busca relatar a importância do reuso da água no combate

ao desperdício que está associado ao uso inconsciente dos recursos naturais.

Os métodos utilizados estão ligados a necessidade comum da população na busca de soluções capazes de ajudar a amenizar, conscientizar e combater o desperdício. Foi-se a busca de fontes seguras, literaturas e autores importantes para assegurar confiabilidade e a responsabilidade que é tratar de um tema tão importante como o reaproveitamento de água para usos em atividades diárias, afim de encontrar e mostrar alternativas para a aplicação desta ideia. Destacou no referencial teórico autores que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

A demanda de água explodiu no século passado e poderá crescer em 50% até 2030. Mas o recurso disponível é desigualmente distribuído ao longo do globo, com uma zona de estresse hídrico. Essas desigualdades nas dotações naturais se tornarão mais fortes nos próximos anos como resultado das mudanças climáticas. Em 2025, dois terços da população mundial viverão em regiões sem água, que também é altamente ameaçada pela poluição, com 80% das águas residuais descartadas sem tratamento no meio ambiente e contaminado fontes naturais potáveis (FORTES; JARDIM; FERNANDES (2015).

Contudo, Jacobi e Grandisoli (2017) alertam que o mundo vive na época de uma degradação preocupante dos recursos hídricos, tanto em quantidade como em qualidade, devido à combinação de vários fatores: falta de saneamento urbano e tratamento de esgoto, excesso de fertilizantes e pesticidas em agricultura intensiva, acidentes industriais ou de transporte, má gestão de resíduos, resíduos urbanos e industriais, etc. A reutilização das águas surge como uma solução alternativa para limitar a escassez, preservar o recurso natural e contribuir para a gestão integrada da água.

Rebouças (2007) aponta a pressão demográfica, secas sazonais excepcionais, poluição permanente ou accidental, mais do que nunca, a gestão da água é de vital importância. Para preservar esse recurso, é importante salvá-lo, mas também para reciclar a água que usada diariamente. O termo “águas residuais” refere-se a água que foi alterada por seres humanos, podendo vir da indústria, agricultura, águas pluviais que correm na cidade, fossas sépticas, dentre outras.

Em um contexto de desenvolvimento sustentável, afirma Tundisi (2005), a reutilização de águas no ambiente doméstico é frequentemente mencionada para economizar recursos hídricos e reduzir o consumo de água potável. Nos últimos anos, o interesse por essa prática aumentou e alguns países como Austrália, Estados Unidos, Israel e Japão se voltaram para esses recursos complementares em face da escassez de água doce.

É imperativo reduzir o consumo. Mesmo no Brasil, considerando as grandes bacias hidrográficas e riqueza de fontes naturais de água potável, aumentar o fluxo de consumo e ampliar as descargas de poluentes são ameaças aos rios. Com o tempo, o consumo excessivo pode levar à escassez, desequilibrar os ecossistemas aquáticos, aumentar significativamente os custos de tratamento de água, já que será necessário investir em usinas maiores (JACOBI; GRANDISOLI, 2017).

Embora a reciclagem seja um termo geralmente aplicado a latas de alumínio, garrafas de vidro e jornais, a água também pode ser reciclada. A reciclagem de água é a reutilização de águas residuais tratadas para fins benéficos, como irrigação agrícola e paisagística, processos industriais, descarga de vasos sanitários e reabastecimento de uma bacia de água subterrânea, conhecida como recarga de água subterrânea (REBOUÇAS, 2007).

A reciclagem de água oferece economia de recursos e financeira. O tratamento de águas residuais pode ser adaptado para atender aos requisitos de qualidade da água de uma reutilização planejada. A água reciclada pode satisfazer a maioria das demandas de água, desde que seja adequadamente tratada para garantir a qualidade da água apropriada para o uso (BASTOS; CALMON, 2015).

A água reciclada, explicam Mota, Oliveira e Inada (2011), é mais comumente usada para fins não potáveis, como agricultura, paisagem, parques públicos e irrigação de campos de golfe. Outras aplicações não potáveis incluem a água de resfriamento para usinas de energia e refinarias de petróleo, água de processo industrial para instalações como fábricas de papel e tinturarias, controle de poeira, atividades de construção, mistura de concreto e lagos artificiais.

Marques (2017) diz que embora a maioria dos projetos de reciclagem de água tenha sido desenvolvida para atender a demanda de água não potável, vários projetos usam água reciclada indiretamente para fins potáveis. A água reciclada para irrigação da paisagem requer menos tratamento do que a água reciclada para a água potável. Em usos onde há uma chance maior de exposição humana à água, mais tratamento é necessário. Quanto a qualquer fonte de água que não seja tratada adequadamente, problemas de saúde podem surgir de beber ou ser exposto a água reciclada se ela contiver organismos causadores de doenças ou outros contaminantes. Porém, não foram relatados casos documentados de problemas de saúde humana devido ao contato com água reciclada que foi tratada segundo padrões e critérios definidos em regulamentações.

Além de fornecer um abastecimento de água confiável e controlado localmente, a reciclagem de água oferece enormes benefícios ambientais, ao fornecer uma fonte adicional de água, que ajudar a encontrar formas de diminuir o desvio de água de ecossistemas sensíveis. Outros benefícios incluem diminuir as descargas de águas residuais e reduzir e prevenir a poluição. A água reciclada também pode ser usada para criar ou melhorar áreas úmidas e habitats ribeirinhos (SILVA, 2017).

#### **4. REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO**

Jacobi e Grandisoli (2017) afirmam que aproveitar as fontes alternativas de água pode fornecer esse insumo indispensável para a vida para uma variedade de usos e reduzir o uso de água doce. Uma dessas fontes é a água cinzenta, que é um efluente doméstico de máquinas de lavar, pias e banheiras. Uma das fontes mais fáceis de acesso a água cinzenta doméstica é o condensado de um ar-condicionado.

No verão, um aparelho de ar condicionado produz cerca de 1 litro de água a cada 1 a 2 horas. Quando um condicionador de ar está funcionando, a produção de condensação é um fenômeno normal. Não é um problema de vazamento, mas um sinal do bom funcionamento do dispositivo. Uma bandeja também faz parte do equipamento para acomodar esse fluxo de água condensada, que é então esvaziada pela abertura do tubo de evacuação no exterior de um ou mais alojamentos da unidade conjunta (MARQUES, 2017; CARVALHO; GOUVEIA; ACCARDO, 2018).

Conforme Silva (2017), em se tratando de sistemas centrais de ar condicionado, estes retiram o ar úmido e quente de um recinto e o converte em ar frio que é insuflado de volta para o recinto. Durante o processo, o ar em ambas as temperaturas se encontram nas bobinas do sistema, geram vapor de água que se liquifica no processo de conversão. Por sua vez, este fluido tem de ser drenado das bobinas para impedir agravos às partes mecânicas do sistema ou para impedir avarias determinadas pela água aos componentes do aparelho de ar condicionado, segundo esquematizado na Figura 1. A quantidade de condensado originada nesse processo pode variar de 5 a 20 galões por dia em uma residência a milhões por ano para grandes estruturas, como hospitais, construções comerciais e industriais, edifícios residenciais e empresariais, dentre outros.

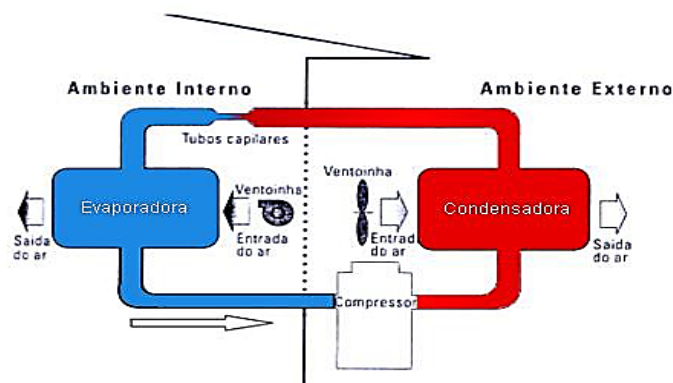


Figura 1. Funcionamento dos aparelhos de ar condicionado

Fonte: (SILVA, 2017)

Consoante, Ferreira e Tose (2016), a condensação é o fenômeno durante o qual o vapor é transformado em líquido, baixando sua temperatura. O líquido formado por condensação, seja puro ou carregado com produtos e resíduos, é chamado de condensado ou condensado, e no caso dos aparelhos de ar condicionada, o vapor é proveniente da temperatura de um determinado ambiente em que o aparelho está instalado, objetivando normalmente o conforto térmico local.

O produto da condensação do ar ambiente é uma água originária da condensação da umidade contida no ar. Não contém minerais, mas pode conter bactérias e germes oriundos do ar condicionado ou do ar ambiente, portanto, não é potável. No entanto, isso não significa que seja inutilizável e, para evitar o desperdício, essa água pode ser usada para fins não relacionados a ingestão (PEGORETTI et al., 2016).

A água do ar condicionado pode conter contaminantes, além disso, enquanto a maioria das águas residuais é alcalina, o condensado do ar condicionado é neutro, por isso não deve ser usada para aplicações onde o equilíbrio do pH da água é vital, como aquários, assim como não é segura para consumo sem filtragem e tratamento especiais (TUNDISI, 2005).

Mas essa água pode ser facilmente capturada em um balde ou barril ou redirecionada para um jardim próximo. Os sistemas de captura de condensado podem ajudar a coletar e redistribuir a água onde ela é necessária. Durante os meses mais quentes do verão, quando o ar condicionado está funcionando e gerando a maior parte da condensação, as taxas de consumo de água assim como valor pago por esse consumo normalmente aumentam e as restrições de uso da água são implementadas (JACOBI; GRANDISOLI, 2017).

A água da condensação do ar condicionado pode ser usada para regar plantas internas e externas, já que é retirada do ar externo e, portanto, não contém cloro ou outros aditivos que possam estar presentes na água potável vinda do abastecimento público. A água pode ser usada para encher um regador, redirecionada para um sistema de coleta de água da chuva ou drenada diretamente para um jardim próximo para irrigar diretamente as plantas ao ar livre, fornecendo água muito necessária para dias em que não há abastecimento que impediria a rega, e sua utilização no lugar da água potável pode reduzir os custos da água doméstica (BASTOS; CALMON, 2015).

Mas também algumas empresas e prédios públicos estão reciclando condensados em larga escala. Isso se torna quase uma necessidade em áreas duramente atingidas por secas ou o acesso à água é difícil, ou mesmo em situações de escassez decorrentes de menores taxas pluviométricas ou fenômenos climáticos com resultados inesperados (CUNHA; KLUSENER FILHO; SCHRÖDER, 2016).

Na proposta de Mota, Oliveira e Inada (2011) de reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR, aproveitando que a instalação das unidades condensadoras foi realizada na parte externa dos prédios, foi possível a conexão de tubos de PVC na saída da mangueira de dreno de 8 aparelhos visando coletar todo o fluxo de água condensada, que



foi direcionada a um recipiente de 50 litros para armazenamento, esta água vem sendo utilizada naquela instituição com a finalidade de lavagem de calçada e regar as plantas situadas na entrada do prédio. Os autores ainda apontam como benefício desse sistema, além da economia do consumo de água potável, o baixo custo do projeto, que teve um investimento de cerca de R\$ 200,00 considerando todo material utilizado na instalação, assim como a mão-de-obra.

Na proposta de Bastos e Calmon (2015) para reaproveitar da água do sistema de ar condicionado de uma Instituição de Ensino Superior com 137 unidades utilizadas durante 10 horas/dia, com produção de um volume de 4.298 litros de condensado de água, foi possível uma economia de 77,72% da demanda das águas provenientes do sistema público de abastecimento que eram empregadas em descargas sanitárias. A água coletada, direcionada por uma bomba de recalque, é armazenada em 3 reservatórios na cobertura do prédio, sendo estes construídos especificamente para esse fim, evitando assim a contaminação da água potável recebida do sistema público de abastecimento e destinando o volume armazenado somente para o sistema hidro-sanitário das descargas sanitária dos banheiros da instituição. O sistema teve um custo elevado de R\$ 23.700,00, devido as modificações estruturais necessárias à sua implantação, com tempo previsto para o retorno do investimento de 4,37 anos.

Fortes, Jardim e Fernandes (2015) projetaram um sistema de captação de água proveniente de aparelhos de ar condicionado instalados em 12 salas de uma instituição de ensino que coletavam aproximadamente de 50 litros de condensado por dia. O custo do projeto, utilizado 2 caixas d'água com capacidade de 100 litros e tubos de PVC com as conexões necessárias foi orçado em R\$ 818,10 e o tempo de retorno do investimento em 6,76 anos. Os cálculos também demonstraram ser possível economizar o consumo de 13 m<sup>3</sup>/ano de água proveniente da rede de abastecimento devido ao reuso dos condensados. A análise da qualidade da água coletada também foi realizada, considerando parâmetros de pH, alcalinidade, concentração de cloretos, condutividade e dureza, sendo todos definidos como dentro dos limites tolerados pela legislação, mas com a ressalva dos pesquisadores acharem ser necessário uma análise quanto a presença de metais.

Pegoretti et al. (2016) realizaram o cálculo do desperdício mensal de água proveniente de 10 aparelhos de ar condicionado de uma instituição educacional e pesquisa federal do estado de Tocantins e verificaram que cada aparelho produz cerca de 36 litros por dia, os quais eram gotejados no pátio da instituição, produzindo áreas molhas e sujeitas a ocasionarem acidentes. Propuseram então um sistema simples de captação, com uso de instalação de tubos de PVC diretamente nos drenos dos aparelhos para coletar a água condensada e armazena-la em uma caixa d'água de PVC com capacidade de 500 litros, conforme esquema ilustrado na Figura 2.

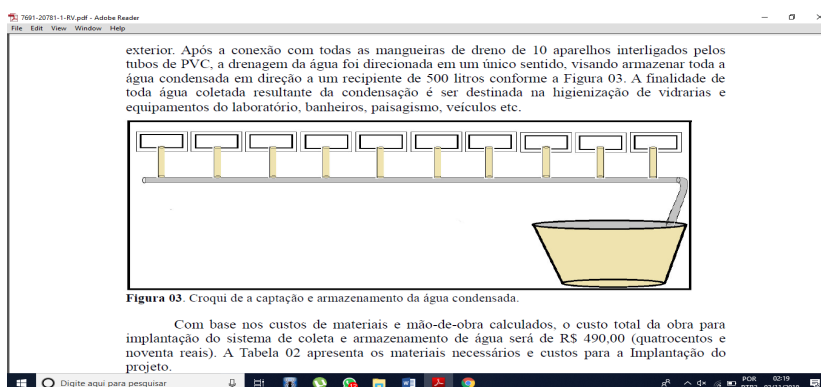


Figura 2. Croqui de a captação e armazenamento da água condensada proposto por Pegoretti et al. (2016)

O projeto de baixo custo, cerca de R\$ 500,00, incluído materiais e mão-de-obra, mostrou-se viável pelo custo financeiro, benefício ambiental, além de colocar em prática a premissa de associação de educação e pesquisa adotado pela instituição em que foi implantado, tendo ainda consagrado compromisso com a agenda de preservação ambiental, através do reuso e água, recurso que deve ser valorizado por ser essencial e cada vez menos disponível em sua forma natural (PEGORETTI et al., 2016).

Cunha, Klusener Filho e Schröder (2016) avaliaram o potencial de reaproveitamento da água de condensação gerada por equipamentos de ar condicionado do tipo *split* de 36,000 BTUs (*British Thermal Units* ou Unidade Térmica Britânica) utilizado por um período de 8 horas diárias, no prédio administrativo de uma indústria. Foi realizada ainda a análise da qualidade da água armazenada, que chegou a um volume de 64 litros/dia, seguindo os parâmetros físico-químicos e biológicos da água conforme definido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, Norma Brasileira NBR 15.527:2007 e pela Agência Nacional de Águas (ANA). Os resultados dessas análises apontaram que o potencial de contaminação da água coletada era inexistente, contudo foi indicado o tratamento desse condensado com a adição de cloro para prevenir contaminação de pessoas durante o manuseio.

Foi calculado que o reaproveitamento semanal de 322,5 litros de água semanal e 1.419 litros mensais pode ser aplicado para a limpeza do piso e do pátio da empresa, trazendo economia do consumo da rede de distribuição pública, porém, os resultados das medições também demonstraram que esses volumes podem variar, sofrendo influência de fatores como temperatura externa do ambiente que causa maior evaporação da água armazenada, assim como da própria umidade do ar, que pode reduzir o volume produzido pelos equipamentos. Uma vez que foi observado que não seria necessário utilizar uma bomba para direcionar a água armazenada, foi proposto um protótipo simples de reservatório coberto, visando reduzir a evaporação da água captada (CUNHA; KLUSENER FILHO; SCHRÖDER, 2016), conforme ilustrado na Figura 3.

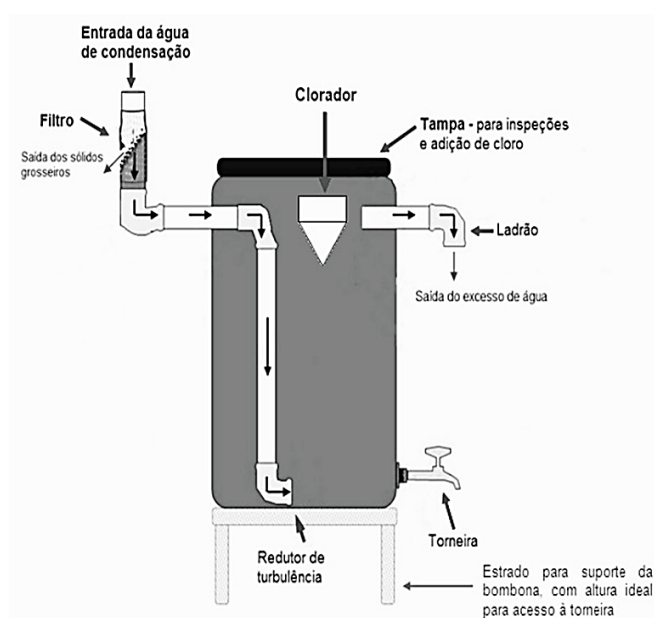


Figura 3. Protótipo de reservatório para armazenamento da água proposto

Ferreira e Tose (2016) realizaram um estudo de caso no Instituto Federal do Espírito Santo – campus Santa Teresa, verificando que se utilizada a água proveniente da condensação de todos os aparelhos de ar condicionado da instituição, seria possível economizar do consumo da rede de abastecimento local quase 173.000 litros anuais de água pelo reuso do condensado para limpeza de áreas, irrigação dos jardins e descarga em banheiros, o que equivale a mais de 40% do consumo mensal. A Figura 4 demonstra a simplicidade da instalação proposta.





Figura 4. Instalação para captação de água de aparelhos de ar condicionado implantado no Instituto Federal do Espírito Santo (2016)

Foi proposto um sistema simples de captação utilizando canos de PVC e caixas d'água de 1000 litros, com custo de R\$ 500,15 reais por instalação em cada prédio. Diante do baixo custo, associado a elevada vazão dos aparelhos de ar condicionado, o retorno do investimento seria alcançado em 14 meses (FERREIRA; TOSE, 2016).

Caldas e Camboim (2017) propuseram um sistema de reaproveitamento de condensado de ar condicionado a ser implantado em um bloco de um Centro Universitário na cidade João Pessoa-Paraíba visando reduzir o consumo de água doce potável e redução dos custos de manutenção do prédio, sendo a produto da captação utilizado para rega dos jardins do Bloco F da instituição que acumulam uma área de cerca de 600 m<sup>2</sup>, com demanda mensal de 18.000 litros de água, assim como para a descarga de aparelhos sanitários, que têm a demanda mensal de 20.289 litros. São utilizados 20 aparelhos de ar condicionada com volume de água liberado 11.060 litros mensais. Após instalação, embora sendo necessária a complementação da demanda de água para os fins citados na instituição, houve economia substancial no consumo e consequente economia nos custos do uso da rede de abastecimento público.

Marques (2017) analisou a viabilidade de utilização de condensado de ar condicionado para reuso em um laboratório experimental de uma instituição de ensino no Estado de Goiás. Foi utilizado como produtor de condensado o aparelho do próprio laboratório, com uma vazão de 90 litros semanais, sendo construído um protótipo semelhante a filtros domésticos com uso de velas cerâmicas microporosas convencionais com barriletes modificados que foram alocados em um sobre o outro para criação do sistema de filtragem, sendo o barrilete superior utilizado com reservatório primário, onde foi instalado o sistema de filtros e o barrilete inferior como receptáculo da água condensada filtrada, conforme Figura 5.

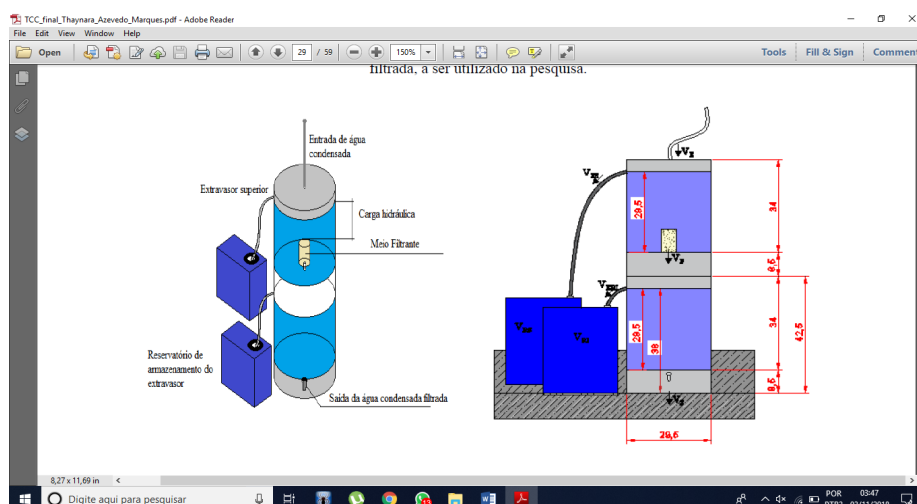


Figura 5. Protótipo para filtração da água condensada de Marques (2017)

Foram realizadas análises dos parâmetros de qualidade da água, incluído metais, uma vez que o reuso da água condensada dos aparelhos é a lavagem e higienização de vidrarias do laboratório, que devem permanecer estéreis para uso em experimentos. Como resultado, foi verificado que todos os parâmetros analisados (pH, alcalinidade, dureza, turbidez, cor aparente, condutividade elétrica, resistividade e bactérias heterotróficas), incluído a presença de metais pesados (Cromo, Níquel, Chumbo), apontaram para adequação da água condensada filtrada ao uso proposto já que os índices dos elementos permaneceram dentro do determinado na legislação, sendo a água classificada na Classe 1 de pureza físico-química (MARQUES, 2017).

Silva (2017) fez um estudo sobre a viabilidade de reaproveitamento de água de condensação de 20 aparelhos de ar condicionados instalados em um pavimento de um prédio de 3 andares localizado na cidade Cuiabá/MT. Os aparelhos funcionam 40 horas semanais, sendo considerados apenas os dias úteis que somaram 22 e produzem 4.977 litros de vazão mensal. No projeto piloto foi utilizada uma cisterna de 1000 litros, devido ao local de armazenagem ser localizado em um estacionamento e a necessidade de manter o condensado coletado resguardado da poluição ambiente e preservar suas características físico-químicas, que foram mensuradas e consideradas adequadas para reuso segundo legislação vigente.

Apesar da pesquisadora não ter divulgado o custo do projeto, afirma que os benefícios de implantação quanto a redução do consumo do volume da rede de abastecimento pelo reuso da água produzida no condensado dos aparelhos é economicamente viável, frisando ainda as vantagens ambientais dessa economia (SILVA, 2017).

Carvalho, Gouveia e Accardo (2018) propuseram um sistema de reaproveitamento da água condensada de aparelhos de ar condicionado, que passando por um tratamento iônico, é transformada em água de Classe I, indispensável para uso em ensaios quantitativos em laboratórios de química. A Figura 6 mostra o sistema piloto, composto por um recipiente de armazenagem para decantação (1), uma Lâmpada UV (2), um aparelho deionizador (3) e outro recipiente para armazenagem da água tratada (4).



Figura 6. Sistema piloto proposto por Carvalho, Gouveia e Accardo (2018)

Os autores ainda apontam como benefícios do sistema a relação transdisciplinar entre os departamentos de Química e Meio Ambiente da instituição de ensino superior onde foi instalado o protótipo, assim como a economia do recurso água, através de seu reuso e uma atividade que exige alta demanda, devido a necessidade de água tratada de alta qualidade e com propriedades específicas de uso (CARVALHO; GOUVEIA; ACCARDO, 2018).

## 5. CONCLUSÃO

Foram analisados 11 trabalhos experimentais, sendo que a maioria se utilizou de proposta simples de implementação, utilizando materiais de baixo custo e encontrados facilmente no mercado. Diante das

diversas propostas de reuso da água condensada de aparelhos de ar condicionado, foi observado que todos os projetos se mostraram viáveis, com retorno financeiro do investimento variando de 14 meses até mais de 8 anos.

Observou-se que a maioria dos projetos partiram de pesquisadores de instituições de educação de nível superior e todos apontaram benefícios ao meio ambiente, em decorrência da não utilização de água proveniente da rede de abastecimento, reduzindo assim o consumo de água doce potável em aplicações menos nobres, como a descarga de sanitários, mas também em uso mais complexos como em laboratórios de pesquisa.

Verificou-se que todos os projetos foram implementados, mesmo que alguns somente na forma piloto, contudo reafirmando os resultados a eficácia da utilização da água de condensado para todos os usos propostos.

A maioria dos projetos foi de baixo custo, como já mencionado, o que contribui para que possam ser implantados em outros ambientes, inclusive doméstico, considerando as proporções de quantidades de aparelhos ligados aos sistemas e de vazão destes, sabe-se que em residências seria uma menor produção, contudo como o consumo doméstico também tende a ser inferior aos das grandes construções em que foram utilizados os projetos originais, tem-se a possibilidade de reuso para limpeza de áreas e irrigação de plantas e pequenos jardins, se mostrando uma opção eficiente para esses de maior demanda e menor disponibilidade de água, como no verão.

## REFERÊNCIAS

ASBRAV. Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado e Ventilação. **Setor de HVAC-R fecha 2014 com mais de US\$16 bilhões em vendas de ar-condicionado**. ASBRAV, 2014. Disponível em:< <http://www.webarcondicionado.com.br/setor-de-hvac-r-espera-fechar-2014-com-mais-de-us16-bilhoes-em-vendas-de-ar-condicionado/>>. Acesso em 28 out. 2018.

BASTOS, C.; CALMON, J. Uso de água residual do ar condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. **Revista Habitat Sustentável**. 2015. Vol. 3, Nº. 2, p. 66-746.

CALDAS, J.; CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis: avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do Uipê. **INTERSCIENTIA**. vol. 5 , n 1, 2017.

CARVALHO, C. O. C.; GOUVEIA, D. M.; ACCARDO, E. Reaproveitamento da água condensada de aparelhos de ar-condicionado para uso em laboratórios de química. **Dignidade Re-Vista**, v.3, n.5, julho 2018.

CUNHA, K. T., KLUSENER FILHO, L. C., SCHRÖDER, N. T. Reaproveitamento da água de condensação de equipamentos de ar condicionado. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA** 14, 2016. Disponível em:< <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/ic/article/view/2041>>. Acesso em 28 out. 2018.

FERREIRA, E. P.; TOSE, M. Uso sustentável da água produzida por aparelhos de ar condicionado – um estudo de caso. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. V. 8, No. 3, Dez/2016. Disponível em:< <http://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/viewFile/11407/209209209374>>. Acesso em 28 out. 2018.

FORTES, P. D., JARDIM, P. C. F.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: **Anais do XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XII SEGeT**. Porto Alegre/RS, 2015. Porto Alegre/RS: 28 a 30 de outubro de 2015.

JACOBI, P. R., GRANDISOLI, E. Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções. São Paulo: IEE-USP e Reconnecta, 2017.

MARQUES, T. A. **Tratamento de água gerada em ar condicionado em filtros cerâmicos do tipo gravidade para uso em laboratório**. 2017. 98 f. Monografia (Graduação - Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em:< [https://www.eec.ufg.br/up/140/o/TCC\\_final\\_Thaynara\\_Azevedo\\_Marques.pdf](https://www.eec.ufg.br/up/140/o/TCC_final_Thaynara_Azevedo_Marques.pdf)>. Acesso em 28 out. 2018.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M. de.; INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. **Anais Eletrônico VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar**. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá Editora CESUMAR. Maringá – Paraná, 2011. Disponível em:<[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/thatiane\\_ro\\_drigu](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/thatiane_ro_drigu)>. Acesso em 28 out. 2018.

PEGORETTI, H. M. et al. Reaproveitamento e caracterização físico química do condensado dos aparelhos de clima-

tização do IFTO Campus Paraíso do Tocantins. In: **VII Jornada de Iniciação Científica do Instituto Federal do Tocantins**. Paraíso do Tocantins, 2016. Disponível em:< <http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/jice/7jice/paper/viewFile/7691/3572>>. Acesso em 28 out. 2018.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editoras Ltda, 2007.

SILVA, A. R. da. **Sustentabilidade ambiental aplicada a partir do reúso de água de aparelhos de ar condicionado segundo a lei nº. 10.446 de 03/10/2016**. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá – Bela Vista. Cuiabá, 2017. Disponível em:< [http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer\\_public/8b/9f/8b9fbd3b-819a-41ec-a5dd-33e151d2f4ad/alaine\\_rodrigues\\_da\\_silva.pdf](http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/8b/9f/8b9fbd3b-819a-41ec-a5dd-33e151d2f4ad/alaine_rodrigues_da_silva.pdf)>. Acesso em 28 out. 2018.

TUNDISI. J. G. **Água no século XXI**. Enfrentando a Escassez. São Carlos – SP: Rima, 2005.

CAPÍTULO

28

## AUTORES

GABRIEL SILVEIRA FONSECA

GILSON DOS SANTOS LEÃO

JOSÉ JADSON OLIVEIRA DA SILVA

LUCAS MARCELO VALE DE LIMA

CLENILSON RAMOS SANTOS

ISAQUE SILVA DOS SANTOS

# INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA USINAGEM DE UMA PEÇA DE AÇO 1045 EMPREGANDO CORTE COM FLUIDO SINTÉTICO E SOLÚVEL EM UM TORNO MECÂNICO

## RESUMO

No procedimento de corte em peças de diferentes materiais ou ligas, existe a preocupação na qualidade do produto, mas também na durabilidade do equipamento ou máquina ferramenta manipulado. Durante o processo, um fator preocupante está ligado a temperatura e velocidade de corte entre a peça e a ferramenta de corte. Com base nesta problemática existe a adoção de técnicas para diminuir a intensidade do calor gerado e provocado pelo atrito. Na qual inserir um determinado tipo de fluido de corte para diminuição de tais temperaturas de corte é viável na execução do serviço. Este ensaio será trabalhado em aço 1045 e 1020, e assim será medido as temperaturas e velocidades para corte com uso de fluido de corte de origem sintética e solúvel. Trazendo meios automatizados para melhor eficiência do projeto.

**Palavras-chave:** Temperatura, Velocidade, Ferramenta, Fluido, Torno.



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Santos et al. (2017), a revolução industrial trouxe inúmeros benefícios como a otimização de processos, máquinas e ferramentas. Essa evolução proporcionou a fabricação de inúmeros bens, utensílios e máquinas que facilitam a vida moderna. A usinagem foi um dos processos de fabricação que ganhou destaque e assim processos foram otimizados e a qualidade do produto final tornou-se evidente.

O torneamento, uma das inúmeras técnicas ofertadas pelos processos de fabricação mecânica, consiste na remoção de lascas de material (cavaco) por meio de uma peça presa ao equipamento com rotação selecionada e corte executado por meio de uma ferramenta de corte para aferir forma a matéria-prima. Porém, no decorrer do procedimento o aumento gradual da temperatura e velocidade de corte torna-se evidente e preocupante, pois no momento não é possível estimar que efeitos essa grande transferência de calor em ambos (tanto ferramenta quanto peça a ser usinada). O aumento proporcional da velocidade de corte influencia o aumento da temperatura de corte como cita Diniz et al. (2006, pág. 120) assegurando que “a velocidade de corte é o parâmetro que mais influência no desgaste, pois com o aumento da mesma, aumenta a energia (calor) que é imputada ao processo, sem um aumento da área da ferramenta que recebe este calor.

Na tentativa de redução de calor gerado durante o corte, pode ser empregado a utilização de fluido de corte para minimização do gradiente de temperatura na peça e principalmente na ferramenta. Nesta obra a importância da análise de temperaturas será abordada na avaliação da vida útil de ferramentas de corte utilizando fluido de corte de origem sintética e solúvel.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta obra irá analisar temperaturas com dois tipos de fluidos de corte, o solúvel e o sintético. No experimento foi utilizado o torno mecânico convencional VEKER – Bench lathe, pastilha de corte widea raio de 0.4, seis tarugos de aço 1045 de 120 mm (milímetros) de comprimento e 2” (polegadas) de diâmetro, uma placa de arduíno, programada para analisar as temperaturas e esboçar gráficos, fluido de corte mineral fabricante MERAX (óleo mineral, aditivos EP inativos e aditivos de lubricidade) e fluido Unix Solúvel (Sintético) 100 na proporção de 50 mL de fluido para 950 mL de água. As velocidades de corte que serão empregadas serão de 450 rpm e 260 rpm.

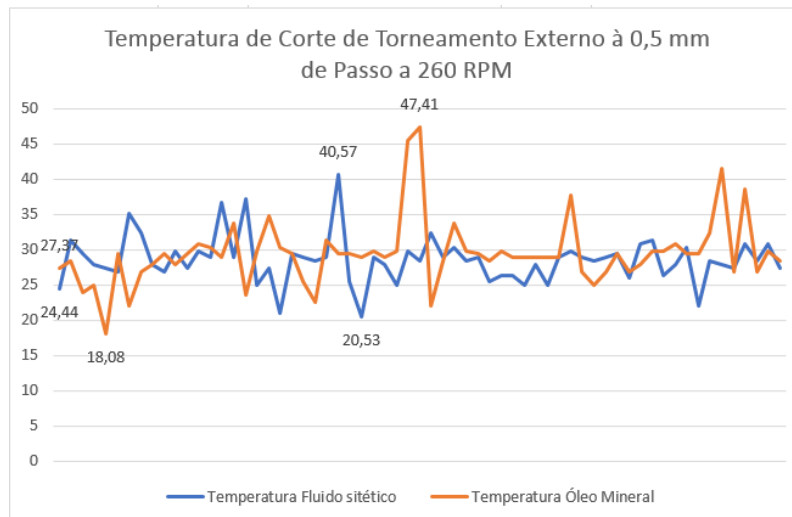
A matéria-prima para torneamento externo (tarugo de aço 1045), será mantido a temperatura de 30° no início do corte. As etapas serão divididas em cortes utilizando velocidade de rotação de 450 rpm e avanço de 0,5 décimo por minuto com corte longitudinal de 90 mm para fluidos mineral e solúvel com passo de 0,5 mm, 1,0 mm e 1,5 mm realizado em três peças de aço 1045 com períodos de corte esboçados manualmente para fluido solúvel e também para fluido sintético. E cortes utilizando velocidade de rotação de 260 rpm com avanço de 1,0 décimo por minuto com corte longitudinal de 90 mm para fluidos mineral e solúvel com passo de 0,5 mm, 1,0 mm e 1,5 mm realizado em três peças de aço 1045 com período de corte medido manualmente tanto para fluido solúvel quanto para fluido sintético. Na medição da temperatura não será adotado um intervalo de tempo, e sim uma linha constante para cada medição entre a peça usinada e a ferramenta de corte. No total de seis peças manipuladas no experimento.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

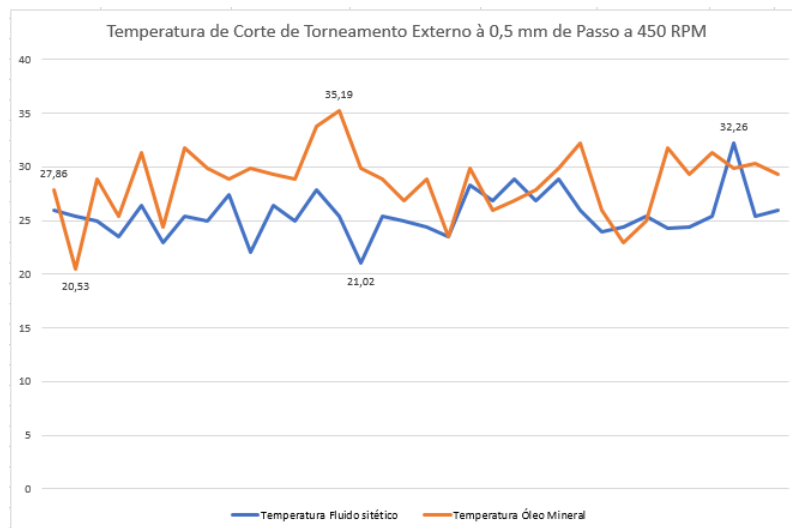
A primeira parte do experimento foi utilizado o corte com a peça de aço 1045 ao passo 0,5 mm com velocidades de 450 rpm e 260 rpm para os fluidos sintético e mineral. A menor temperatura para a rotação de 260 rpm foi registrada para o fluido sintético como também para a rotação de 450 rpm. O percentual de redução de temperatura para rotação de 260 rpm utilizando o fluido sintético foi de 14,42% em relação ao fluido mineral. Já o percentual de redução de temperatura para rotação de 450 rpm utilizando o fluido sintético foi 8,32% em relação ao fluido mineral, conforme Figura 1 e 2.

**Figura 1:** Temperatura de corte x velocidade de corte para corte para fluido sintético e mineral para Torneamento Externo a 0,5 mm e 260 RPM.



Fonte: Autores (2018)

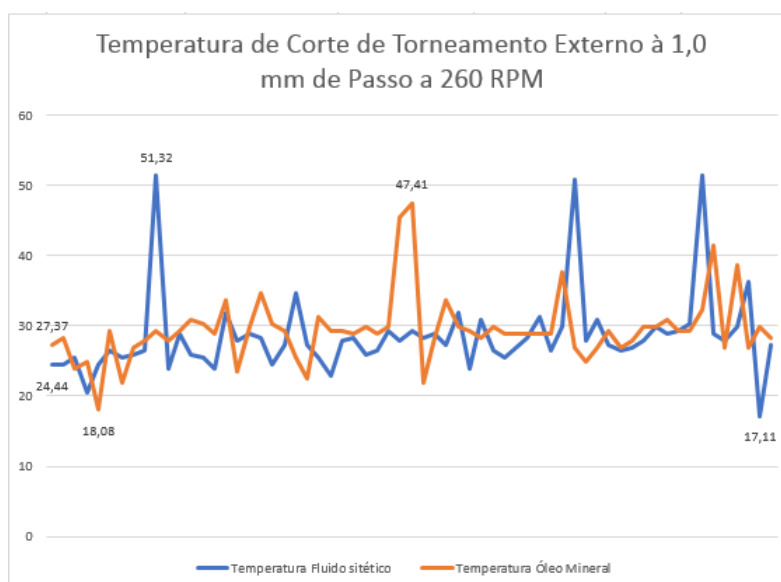
**Figura 2:** Temperatura de corte x velocidade de corte para corte para fluido sintético e mineral para Torneamento Externo a 0,5 mm e 450 RPM.



Fonte: Autores (2018)

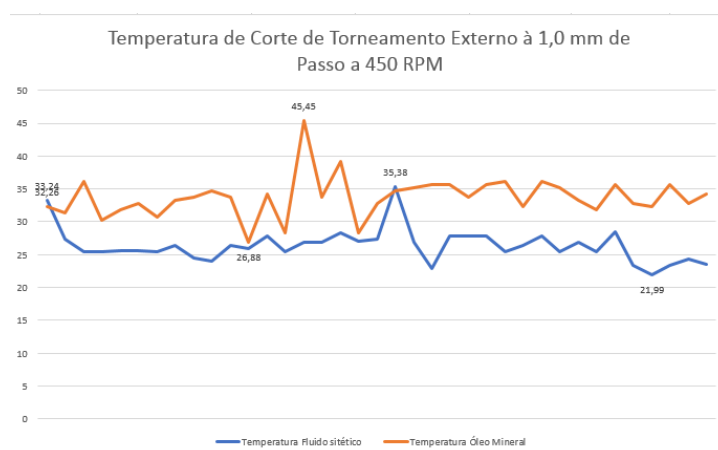
Em seguida foi utilizado o corte com a peça de aço 1045 ao passo 1,0 mm com velocidades de 260 rpm e 450 rpm para os fluidos sintético e mineral. A menor temperatura para a rotação de 260 rpm foi registrada para o fluido mineral, e para a rotação de 450 rpm para o fluido sintético. O percentual de redução de temperatura para rotação de 260 rpm utilizando o fluido mineral foi de 7,97% em relação ao fluido sintético. Já o percentual de redução de temperatura para rotação de 450 rpm utilizando o fluido sintético foi 22,15% em relação ao fluido mineral, conforme Figura 3 e 4.

**Figura 3:** Temperatura de corte x velocidade de corte para corte para fluido sintético e mineral para Torneamento Externo a 1,0 mm e 260 RPM.



**Fonte:** Autores (2018)

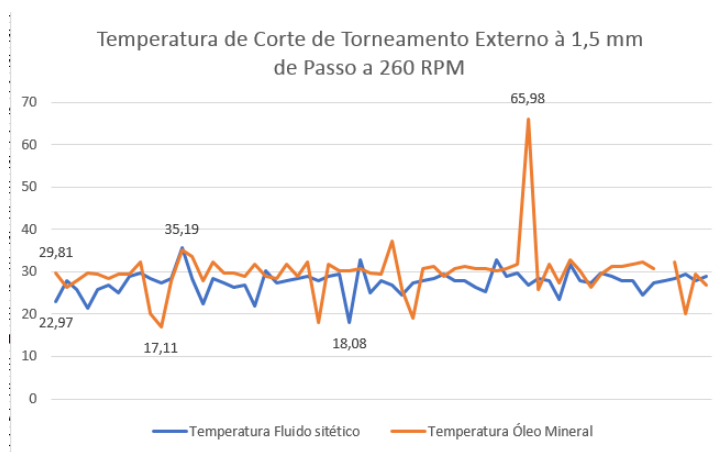
**Figura 4:** Temperatura de corte x velocidade de corte para corte para fluido sintético e mineral para Torneamento Externo a 1,0 mm e 450 RPM.



**Fonte:** Autores (2018)

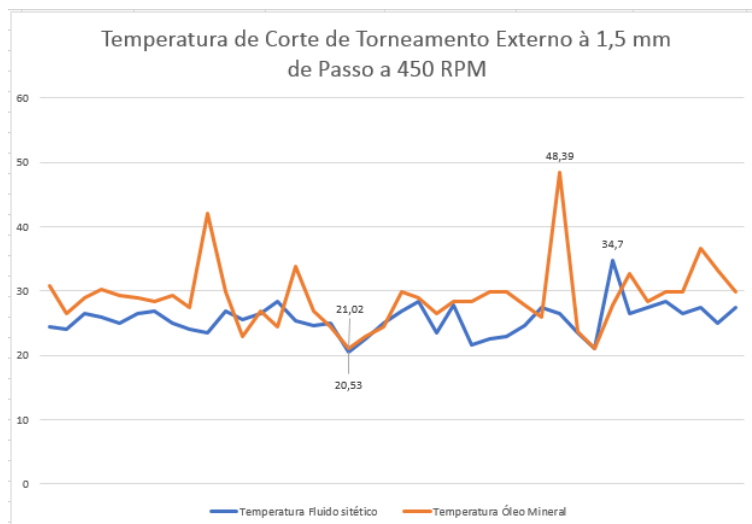
Em seguida foi utilizado o corte com a peça de aço 1045 ao passo 1,5 mm com velocidades de 260 rpm e 450 rpm para os fluidos sintético e mineral. A menor temperatura para a rotação de 260 rpm foi registrada para o fluido sintético como também para a rotação de 450 rpm. O percentual de redução de temperatura para rotação de 260 rpm utilizando o fluido sintético foi de 46,66% em relação ao fluido mineral. Já o percentual de redução de temperatura para rotação de 450 rpm utilizando o fluido sintético foi 23,55% em relação ao fluido mineral, conforme Figura 5 e 6.

**Figura 5:** Temperatura de corte x velocidade de corte para corte para fluido sintético e mineral para Torneamento Externo a 1,5 mm e 260 RPM.



**Fonte:** Autor (2018)

**Figura 6:** Temperatura de corte x velocidade de corte para corte para fluido sintético e mineral para Torneamento Externo a 1,5 mm e 450 RPM.



**Fonte:** Autor (2018)

## 5. CONCLUSÃO

O fluido de corte solúvel apresentou os melhores resultados na maioria dos processos de usinagem do aço ABNT 1045, com relação à refrigeração da peça, envolvendo altas rotações, porém, em rotações menores a diferença entre os percentuais de temperatura foram quase que insignificantes. Quando comparada as duas temperaturas entre os fluidos e tais percentuais se encontrarem próximos, deve ser levada em consideração a lubrificação da peça usinada, então o fluido mineral se mostra mais eficaz devido sua melhor lubrificação e acabamento. As temperaturas medidas condicionaram menores esforços de usinagem e tensões de cisalhamento, com destaque para a melhor refrigeração do fluido solúvel e melhor lubrificação do fluido mineral.

## REFERÊNCIAS

- DINIZ, A. E; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. São Paulo: Artiber. 8ª Ed. 2006.
- SANTOS, I. S.; PESTANA, A. C.; ALMEIDA, G. F.; CARVALHO, J. F. L.; CHAVES, L. S.; SOUSA, R. N. S. Análise da

temperatura de corte do em uma peça de aço 1020 utilizando corte a seco, fluido emulsionável e sintético e vegetal para usinagem em torno mecânico. **Anais...** 1ª Mostra de iniciação científica de engenharia mecânica da Faculdade Pitágoras. São Luís – MA. 2017.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**EDUARDO MENDONÇA PINHEIRO:** Doutorado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, em andamento). Mestre em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2017). Especialista em Gestão Agroindustrial pela Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA, 2006), Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER, 2017). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, 2004), Licenciatura Plena pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL, 2008). Mestrado em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, interrompido em 2014). Professor dos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras/FAMA. Professor Conteudista e Pesquisador do Curso de Tecnologia de Alimentos pela UEMANET. Professor substituto do Curso de Engenharia de Produção na Universidade Estadual do Maranhão (2014-2016). Consultor pelo Programa Alimentos Seguros (PAS). Têm experiência em agricultura, gestão e processo produtivo industrial com ênfase em alimentos e bebidas.

**GLAUBER TÚLIO FONSECA COELHO:** Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (2006), mestrado em Engenharia Civil (Concentração: Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2009) e MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV. Aluno do Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera - UNIDERP e discente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é Coordenador Acadêmico Adjunto da Faculdade Pitágoras de São Luís, bem como professor de disciplinas na área de Meio Ambiente e Tecnologia da Construção. Possui experiência em Construção Civil, Gestão de Projetos, Meio Ambiente, Hidrologia e Drenagem.

**PATRÍCIO MOREIRA DE ARAÚJO FILHO:** Professor Adjunto na Universidade CEUMA, atuando nos cursos de Engenharia Mecânica, Produção, Ambiental, Elétrica e Computação nas disciplinas de Estatística, Física I e II, Mecânica- Estática, Dinâmica, Vibrações Mecânicas e Ciência dos Materiais. Graduado em Física pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA (1996), Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica, nas áreas de Projetos e Materiais pela Universidade Estadual Paulista “Dr. Júlio de Mesquita Filho” - UNESP (1998 a 2002). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Materiais, Controle de Processo e Metalurgia de Semicondutores: desenvolvimento e aprimoramento de materiais e ligas amorfas, por meio de processos de refino sob vácuo, Bridgman e Fusão Zonal; caracterização de propriedades elétricas e mecânicas. Na Pós-Graduação desenvolve atividades de ensino e coordenou os cursos de Matemática-Estatística e Química-Estatística da Faculdade Atenas Maranhense. Foi o Coordenador Geral do CPPE/FAMA e Coordenador do Comitê Interno de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão da Faculdade Atenas Maranhense - FAMA entre os anos de 2009 a Jun/2011. Coordenador de Pesquisa da FAMA e presidente do CEP-FAMA (2011-2017). Exerceu a função de Conselheiro titular, junto a Secretaria de Estado do Meio-Ambiente/MA, com atividades desenvolvidas no Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão\ CONERH-MA (2010-2013). Foi coordenador de Pesquisa e Extensão da Faculdade Pitágoras São Luís/ Maranhão. Foi o presidente do Conselho da Editora do Centro de Ensino Atenas Maranhense - CEA-MA (Prefixo Editorial: 89293) e editor chefe da Revista Acta Brazilian Science (ISSN 2317-7403). Consultor AD Hoc da: Fundação de Amparo à Pesquisa no Maranhão - FAPEMA, Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação e Revista CEUMA Perspectivas(ISSN 1415-3068).

## PROJETO INTEGRADO MULTIDISCIPLINAR

Esta obra tem caráter multidisciplinar e reúnem 28 artigos, neste primeiro volume, focando nas mais diversas áreas do saber, principalmente engenharias e logística. O livro faz parte de uma coleção de três volumes que objetivam difundir aos cursos de graduação das instituições de ensino superior brasileiras, a produção de alunos e professores, orientados por equipe de revisores, da disciplina projetos multidisciplinares, projetos, empreendedorismo. Neste primeiro volume é abordada uma coletânea de artigos que versa sobre os temas: concreto ecológico; eficiência energética; ferramentas de qualidade; manutenção estratégica e produtiva; PID; logística de transportes; infraestrutura; ergonomia; segurança no trabalho; condicionadores de ar; gestão ambiental; resíduos sólidos; análise de ruído; automatização de ferramentas; teoria das filas; método Owas; PDCA; recuperação/reutilização de óleos e água; e por fim, usinagem.

### Aplicação

A obra destina-se a estudantes, docentes e pesquisadores voltados para as áreas de engenharias e logística que queiram aprofundar seu conhecimento técnico científico nesta valiosa contribuição de difusão científica.



**Pascal**

Editora

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-65-80751-00-6



9 786580 751006