

## Engenharia de Produção: What's Your Plan? 4



Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

Engenharia de Produção:  
What's Your Plan? 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Natália Sandrini e Lorena Prestes

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E57 Engenharia de produção: what's your plan? 4 [recurso eletrônico] /  
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:  
What's Your Plan?; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-256-2

DOI 10.22533/at.ed.562191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação.  
3. Segurança do trabalho. I. Machado, Marcos William Kaspchak.  
II. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O quarto volume, com 24 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados a inovação em gestão organizacional, gestão de segurança do trabalho, ferramentas de gestão da qualidade e sustentabilidade.

A sequência, os estudos de gestão da qualidade e sustentabilidade apresentam a utilização de princípios e ferramentas para o aumento de produtividade sustentável. Na gestão da qualidade são abordadas ferramentas como QFD, CEP e MASP. Estas ferramentas auxiliam as organizações na melhoria dos processos e redução de desperdícios o que gera um resultado, não só financeiro, mas também ambiental e social.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE	
Lorena Brenda de Oliveira	
José Jefferson do Rego	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5621912041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
QUALIDADE: SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DE UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO NO MUNICÍPIO DE REDENÇÃO-PA	
Elaine de Deus Alves	
Milena Penha da Silva Santos	
Fábria Maria de Souza	
Hélio Raymundo Ferreira Filho	
Aline de Oliveira Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5621912042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE	
Lorena Brenda de Oliveira	
José Jefferson do Rego	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5621912043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
ELIMINAÇÃO DE ESPERA E TRANSPORTE EM PROCESSO PARA AUMENTO DE PRODUÇÃO COM APLICAÇÃO DE CONCEITOS DO <i>LEAN PRODUCTION</i>	
Ismael Cristofer Baierle	
Jones Luís Schaefer	
Matheus Becker da Costa	
Johanna Dreher Thomas	
Gustavo Trindade Choaire	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5621912044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
ANÁLISE QUALITATIVA DO SISTEMA DE CHECKOUT CONVENCIONAL: O CASO DE UM SUPERMERCADO EM CAMPINA GRANDE - PB	
Arthur Arcelino de Brito	
Pablo Veronese de Lima Rocha	
Paulo Ellery Alves de Oliveira	
Ellen Mendes de Freitas	
Jaqueline Marques Rodrigues	
Marrisson Murilo de Andrade Farias	
Éder Wiliam de Macedo Siqueira	
Rafael de Azevedo Palhares	
Mariana Simião Brasil de Oliveira	
Diego de Melo Cavalcanti	
Felipe Barros Dantas	
Victor Hugo Arcelino de Brito	
Nathaly Silva de Santana	
Pedro Osvaldo Alencar Regis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5621912045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 69**

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA PANIFICADORA LOCALIZADA EM ANGICOS/RN

Otacília Maria Lopes Barbalho  
Jonathan Jameli Santos Medeiros  
Marcos Antônio Araújo da Costa  
Allan Fellipe de Azevedo Pessoa  
Tuirá Moraes de Avelino  
Paulo Ricardo Fernandes de Lima  
Rayane Cabral da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5621912046**

**CAPÍTULO 7 ..... 81**

APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS DA GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL EM UMA EMPRESA FRANCESA DE MANUTENÇÃO EM TRANSPORTE FERROVIÁRIO

Natália Maria Puggina Bianchesi  
Vinícius Renó de Paula  
Fabrício Alves de Almeida  
Gabriela Belinato  
Pedro Paulo Balestrassi

**DOI 10.22533/at.ed.5621912047**

**CAPÍTULO 8 ..... 99**

GESTÃO DE QUALIDADE, PADRONIZAÇÃO E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOPRADORA KRONES S12

Andrey Sartori  
Bruna Vanessa de Souza  
Claudinilson Alves Luczkiewicz  
Ederson Fernandes de Souza  
Esdras Warley de Jesus  
Fabrício César de Moraes  
Moisés Phillip Botelho  
Rosana Sifuentes Machado  
Rosicley Nicolao de Siqueira  
Rubens de Oliveira  
William Jim Souza da Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.5621912048**

**CAPÍTULO 9 ..... 114**

QFD - DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE APLICADA NA GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Edinilson José Slabei  
Alfredo Bruger Junior  
Lilian Karine Turek

**DOI 10.22533/at.ed.5621912049**

**CAPÍTULO 10 ..... 123**

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP): IMPLANTAÇÃO EM UMA REFUSORA DE ALUMÍNIO SECUNDÁRIO

Camila Aparecida Soares de Oliveira  
Adriano Kulpa

**DOI 10.22533/at.ed.56219120410**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>139</b>
ESTUDO DE VARIABILIDADE UTILIZANDO GRÁFICO DE CONTROLE PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR ALIMENTÍCIO	
Maria Carolina Parreiras Gonçalves Peixoto Matheus Albiani Alves César Augusto Ribeiro Henrique Tadeu Castro Mendes Alessandra Lopes Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56219120411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>153</b>
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MASP PARA REDUÇÃO DE REFUGO NUMA INDÚSTRIA MOVELEIRA NO NOROESTE DO PARANÁ	
Nathália Pirani Rubio Thiago Dias Lessa do Nascimento Marília Neumann Couto João Arthur Pirani Rubio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56219120412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>161</b>
A APLICAÇÃO DO MASP NUMA EMPRESA DO SETOR DE ENERGIA EÓLICA	
David Cassimiro de Melo Marcel Alison Pimenta Bastos Cabral de Medeiros Marcelle Moreno Moreira Victor Francisco Sabino Araújo Lima Bianca Luanna Barros Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56219120413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>177</b>
AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS PELO SETOR DE MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE CALCÁRIO NO RN	
Andressa Galvão de Araújo Luciana de Figueiredo Lopes Lucena	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56219120414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>189</b>
PROCESSOS TECNOLÓGICOS SUSTENTÁVEIS: O SISTEMA DE TORREFAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE BIOCÁRVÃO NO BRASIL	
Isabela Mariana Felipelli Barreto Fernando Fabrício Lopes Eller de Oliveira João Evangelista de Almeida Saint'Yves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56219120415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>202</b>
SUSTENTABILIDADE DA BIOENERGIA BRASILEIRA E ROTAS DE CONVERSÃO ENERGÉTICA DE BIOMASSAS	
Herbert Carneiro Rangel Claudio Luiz Melo de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56219120417</b>	

**CAPÍTULO 17 ..... 218**

RECICLAGEM DE LAMA FINA DE ACIARIA ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE BRIQUETAGEM PARA REUTILIZAÇÃO NO PROCESSO DA ACIARIA

Aline Tatiane Nascimento de Oliveira  
Janaina Antônia Alves da Silva  
Pâmella Franciele Pereira  
Leonardo Ayres

**DOI 10.22533/at.ed.56219120417**

**CAPÍTULO 18 ..... 230**

ANÁLISE DE BARREIRAS QUE AFETAM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS VOLTADAS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Moisés Phillip Botelho  
Istefani Carisio de Paula

**DOI 10.22533/at.ed.56219120418**

**CAPÍTULO 19 ..... 256**

A IMPORTÂNCIA DOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) PARA A TRAJETÓRIA SUSTENTÁVEL DAS EMPRESAS

Mariana Simião Brasil de Oliveira  
Rafael de Azevedo Palhares  
Tuíra Morais Avelino Pinheiro  
Paulo Ricardo Fernandes de Lima  
Jéssyca Fabíola Ribeiro Ataliba  
Arthur Arcelino de Brito  
Paulo Ellery Alves de Oliveira  
Nathaly Silva de Santana  
Izaak Paulo Costa Braga  
Hálison Fernandes Bezerra Dantas  
Pedro Osvaldo Alencar Regis

**DOI 10.22533/at.ed.56219120419**

**CAPÍTULO 20 ..... 270**

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR PARA O CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA COM INTERFACE ONLINE PARA FOMENTAR O CONSUMO CONSCIENTE DA ÁGUA EMBUTIDA EM REFEIÇÕES

Luis Gabriel de Alencar Alves  
Thais Aparecida Ribeiro Clementino  
Caio Vinicius de Araujo Ferreira Gomes  
Ana Caroline Evangelista de Lacerda  
Rodolfo José Sabiá

**DOI 10.22533/at.ed.56219120420**

**CAPÍTULO 21 ..... 282**

DIAGNÓSTICO POR HIERARQUIZAÇÃO DECRESCENTE DE FREQUÊNCIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO CAMPUS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA CEARENSE

Andresa Dantas de Araújo  
Vinicius Nascimento Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.56219120421**

**CAPÍTULO 22 ..... 293**

A LOGÍSTICA REVERSA COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA DE GESTÃO DE CUSTO E SUSTENTABILIDADE DE UMA EMPRESA

Laís da Costa Valentim

Maria Rita de Cássia Calçada Leopoldino

Anderson Vinícius Fontes dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.56219120422**

**CAPÍTULO 23 ..... 305**

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL E PRÁTICAS DE GOVERNANÇA CORPORATIVA: PROPOSTA DE AVALIAÇÃO PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Guilherme Scheuermann

Carlos Cyrne

Estela Gausmann

Chantreli Schneider

**DOI 10.22533/at.ed.56219120423**

**CAPÍTULO 24 ..... 316**

PRÁTICAS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL POR MICROEMPRESAS: ESTUDO DE CASO EM MARMORARIAS

Cícero Hermínio do Nascimento Júnior

Maria de Lourdes Barreto Gomes

Daniel Barros Castor

Gabriel Almeida do Nascimento

Ana Maria Magalhães Correia

**DOI 10.22533/at.ed.56219120424**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 329**

## ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE

**Lorena Brenda de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

**José Jefferson do Rego**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

**RESUMO:** O Setor da Construção, uma das maiores economias mundiais com cerca de US\$ 10 trilhões de gastos em bens e serviços relacionados à construção a cada ano (McKinsey&Company, 2017) vem sofrendo problemas no âmbito da produção. De acordo com a análise Farmer Review (2017), a situação atual é alarmante: nas últimas duas décadas, a construção foi o setor que menos apresentou aumento na produtividade, ficando atrás da área industrial, serviços e de outros setores da economia. Dentre os motivos elencados pela revista, o retrabalho é uma das grandes razões para tal situação, motivado pela má qualidade do produto final. Sobre esse assunto, é de conhecimento a dificuldade em aplicar métodos para controle de qualidade de obras que abranjam e atendam as diferentes tipologias do universo da Construção Civil, ocasionando inibição de um acompanhamento mais efetivo na qualidade final do produto a ser oferecido. As metodologias já existentes relacionadas a esta matéria, por vezes, não

apresentam grandes aplicabilidades no âmbito da Engenharia Civil por ser um universo gerador de produtos (obras) únicos, com singularidades e características específicas. Diante disso, o presente trabalho apresenta um método inovador para controle da qualidade em obras, que une elementos das metodologias ágeis e ferramentas de gestão de projetos tradicionais reconhecidas mundialmente. Espera-se, dessa forma, fornecer ao âmbito acadêmico e ao mercado mecanismo para mitigar problemas técnicos de ausência de qualidade dos serviços e materiais na Construção Civil, possibilitando, assim, evidenciar possíveis intercorrências ou não conformidades de forma efetiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Civil, Qualidade, Método, Metodologia Ágil, Gestão de Projetos

**ABSTRACT:** The Construction Industry, one of the largest insurance companies with about \$ 10 trillion in one-year construction-related services and services (McKinsey & Company, 2017) is experiencing production problems. According to a Farmer Review (2017) analysis, a current situation is alarming: in the last two decades, a construction industry was the one that had another fall in productivity, behind the industrial area, services and other sectors of the economy. The reasons are listed by the magazine, rework is one of the great reasons

for the situation, motivated by the quality of the final product. On this subject, it is a practical knowledge about the application of methods for quality control of works that cover and attend to the different typologies of the Civil Construction universe, causing inhibition of a more effective follow-up on the final quality of the product to be sold. The existing methodologies are related to this matter, sometimes not the great applicability in the scope of Civil Engineering because it is a universe that generates unique products (works), with singularities and specific characteristics. Therefore, the present work presents an innovative method for quality control in works, an element of the tools and tools of management of rules recognized worldwide. In this way, it is expected to provide an academic model and a market mechanism for the mitigation of quality shocks of materials and services in Civil Construction, thus making it possible to evidence the interurrences or nonconformities in an effective way.

**KEYWORDS:** Construction, Quality, Method, Agile Methodology, Project Management

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma das peculiaridades da indústria da Construção Civil, talvez a que mais a diferencie das indústrias de produtos fabricados em série, é o fato da produção possuir o caráter nômade, que consiste, basicamente, em se ter para cada novo empreendimento um novo canteiro de obras, o qual se altera constantemente conforme a fase de produção e de desenvolvimento da construção. Como se tem sempre uma praça de trabalho provisória para a fabricação dos produtos finais, sua organização em todas as fases do processo de construção é fundamental e deve possibilitar a eficiência e o bom desempenho da produção e dos operários que nela trabalham. Algumas técnicas de gestão de projetos são importantes ferramentas que se apresentam para melhor organizar a execução, implantação e manutenção de um canteiro de obras (CORRÊA, 2008)

A indústria da Construção Civil no Brasil ainda é conhecida pelo atraso nos procedimentos gerenciais e técnicas construtivas, pela mão de obra desqualificada, por baixos índices de produtividade, por atrasos nos prazos de entrega, pela não conformidade e baixa qualidade do produto final, entre outras limitações. Isso justifica a preocupação atual de um grande número de construtoras com seus sistemas de gestão da qualidade. A necessidade gerencial na construção civil exige o emprego de ferramentas apropriadas para esse ambiente específico (FREJ, 2010).

Nessa vertente, apresenta-se um método para controle da qualidade em obras, ou seja, um programa de acompanhamento sistemático e rastreável que busca a avaliação dos diferentes aspectos inerentes à construção, buscando controlar que os padrões normativos de qualidade sejam atendidos. Esse método busca integrar diferentes metodologias já consagradas mundialmente, as quais visam a melhoria contínua na execução dos serviços, além de agregar elementos da metodologia ágil, reduzindo os retrabalhos e respectivos custos atrelados.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ISO 9001:2015

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma entidade não-governamental criada em 1947, cujo objetivo é promover o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas à intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços e desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividades econômicas. Os membros que compõe a ISO são os representantes das entidades máximas de normalização nos respectivos países associados, como Ansi (American National Standards Institute), nos Estados Unidos, e o Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia), no Brasil.

Especialmente no tocante à ISO 9001:2015 Sistemas da Qualidade – Modelo para controle da qualidade em projetos, desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica, a principal característica é a especificação dos requisitos do sistema da qualidade para uso, destinando-se, primordialmente, à prevenção de não-conformidades em todos os estágios, desde o projeto até a assistência técnica.

Em seu conteúdo atual, sete princípios da gestão da qualidade (foco no cliente, liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência, gestão de relacionamento), que formam a base para as normas de sistema de gestão da qualidade na família ISO 9000:2015, são trazidos. O conceito de abordagem de processo norteará o método deste trabalho.

Esse grupo de normas técnicas surgiu como importante documento de referência para nivelamento dos sistemas produtivos e também para regular o intercâmbio de mercadorias e serviços entre blocos econômicos. O fundamento básico que rege este tema é o PDCA (*Plan Do Check Act*), que consiste no conjunto de ações interligadas entre si e ordenadas de forma a obter o contínuo aperfeiçoamento e tornar os processos gerenciais mais claros, objetivos e ágeis. É uma ferramenta orientada especificamente no planejamento das atividades, sua execução, monitoramento e controle de maneira cíclica, na qual cada ação converge para o aprimoramento de sua ação posterior.

No que se refere ao método proposto a ser apresentado, serão utilizadas as terminologias e conceitos da família ISO 9000:2015, buscando assegurar que a concepção desenvolvida esteja alinhada com esse padrão normativo adotado mundialmente.

### 2.2 Gerenciamento de Projetos

Gerenciar Projeto é aplicar os conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto com o objetivo de atender os seus requisitos, e ainda, atender ou exceder as necessidades e expectativas dos stakeholders, envolvendo as variáveis como escopo, prazo, custo e qualidade (VALLE et al 2014).

Especialmente neste trabalho, serão utilizados os conceitos de gestão oriundos

do PMI devido à clareza e à semelhança dos conceitos e proposições com o objetivo deste trabalho, além de se tratar de uma metodologia referência mundial nesta temática.

Segundo o *Project Management Institute* (PMI) (2004), a gestão de projetos é o processo através do qual se aplicam conhecimentos, capacidades, instrumentos e técnicas às atividades do projeto de forma a satisfazer as necessidades e expectativas das diversas partes interessadas. Quanto ao sucesso em projetos, o *The Standish Group* (2011) indica que somente 37% dos projetos mundiais analisados foram bem-sucedidos ao cumprir o orçamento, cronograma e qualidade planejados. O mesmo estudo indicou a taxa de sucesso de 75% para empreendimentos que empregam os conceitos de gerenciamento modernos, indicando que há um enorme interesse nas técnicas abordadas.

De acordo com o PMBOK (2018), o gerenciamento de projetos acontece por meio de processos que se relacionam de diferentes formas e asseguram o fluxo eficaz. Esses processos são agrupados em cinco categorias (Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento) detalhadas a seguir e em cada processo é produzido um conjunto de atividades relacionadas de forma dinâmica que operam em entradas específicas, objetivando saídas também específicas.

Estas categorias representam o ciclo de vida dos projetos, ou seja, as diferentes fases às quais o projeto é submetido, determinadas pela necessidade de gerir e controlar, a natureza e a complexidade do projeto e qual a área que se destina. São marcadas por um conjunto de atividades que se relacionam visando ao alcance de um objetivo definido previamente, possuindo entradas, ferramentas e técnicas e saídas (PMBOK, 2018). Como o gerenciamento de projetos é algo dinâmico, os processos de gerenciamento também são, decorrendo de forma integrada e conectada entre eles, visando, acima de tudo, facilitar a coordenação e evitar conflitos de informação. Conforme apresentado anteriormente e detalhado a seguir, as cinco categorias são:

- Processos de iniciação: realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase. São marcados pela autorização oficial para início do projeto ou fase;
- Processos de planejamento: são considerados como o processo mais importante do fluxo já que é nesse estágio que o escopo e os objetivos são refinados com foco no produto final. Segundo CLELAND e IRELAND (2002), planejamento é o processo de análise e explicação dos objetivos, metas e estratégias necessários para que o projeto seja realizado;
- Processos de execução: etapa em que os trabalhos são verdadeiramente realizados segundo o planejamento definido anteriormente;
- Processos de monitoramento e controle: estão presentes ao longo do projeto, monitorando e controlando o progresso e desempenho do mesmo ao longo do tempo;
- Processos de encerramento: destinados ao encerramento oficial do projeto ou fase.

Os processos de gerenciamento de projetos estão ligados e interagindo entre

si durante todo o projeto. Muitas das saídas de processos são entradas para os subsequentes que se tornam entradas para outros processos subsequentes e assim por diante, até o encerramento do projeto e estão ligados pelos objetivos que produzem e apesar de serem apresentados de uma maneira distinta e com interface de entrada e saída bem definidos, os processos se sobrepõem, são repetidos e revisados durante o decorrer do projeto.

## 2.3 Metodologia Ágil

De forma evolutiva, o Gerenciamento de Projetos acompanha a necessidade das organizações, suportando o processo de tomada de decisão. Com o aumento da complexidade dos projetos, volatilidade de cenários e das incertezas associadas, métodos ágeis ganharam espaço (SCHWABER, 1995). Em 2001 foi publicado o primeiro documento oficial desta metodologia, o Manifesto Ágil realizado por um grupo de profissionais veteranos na área de software dos Estados Unidos, que reuniu quatro valores apresentados a seguir.

- **Indivíduos e interação entre eles** mais que processos e ferramentas;
- **Softwares em funcionamento** mais do que documentação abrangente;
- **Colaboração com o cliente** mais que negociação de contratos;
- **Responder a mudanças** mais que seguir um plano.

Ou seja, mesmo havendo valor aos itens à direita, valorizamos mais os itens à esquerda.

Os doze princípios ágeis foram cunhados a partir do Manifesto e podem ser vistos em seguida:

- Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente por meio da entrega cedo e frequente de software com valor;
- Mudanças de requisitos são bem-vindas, mesmo em fases tardias do desenvolvimento. Os processos ágeis utilizam a mudança em favor da vantagem competitiva para o cliente;
- Entregar software em funcionamento com frequência, desde a cada duas semanas até a cada dois meses, com uma preferência por prazos mais curtos;
- As pessoas do negócio e os desenvolvedores devem trabalhar em conjunto diariamente ao longo do projeto;
- Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê-lhes o ambiente e o suporte que precisam e confie neles para realizarem o trabalho;
- O método mais eficiente e efetivo de se transmitir informação para e entre uma equipe de desenvolvimento é a conversa face a face;
- Software em funcionamento é a principal medida de progresso;
- Os processos ágeis promovem o desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter indefi-

nidamente um ritmo constante;

- A atenção contínua à excelência técnica e a um bom projeto aumentam a agilidade;
- Simplicidade – a arte de se maximizar a quantidade de trabalho não é feita – é essencial;
- As melhores arquiteturas, requisitos e projetos emergem de equipes que se auto-organizam;
- Em intervalos de tempo regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais efetiva e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

Segundo Shenhar e Dvir (2007) as práticas de Gerenciamento de Projetos foram disseminadas no decorrer dos anos por meio da sistematização de guias de conhecimento que apresentam um conjunto de ações, técnicas e ferramentas para gerir projetos de qualquer natureza. Esses guias atualmente são rotulados de métodos tradicionais devido ao surgimento de novas teorias, que propõem princípios, ações, técnicas e ferramentas, ditos novos e que se denominam por Métodos Ágeis. As metodologias ágeis estão cada vez mais em evidência, devido, principalmente, a sua adoção e aceitação pela indústria de TI (Ambler, 2008).

Para um melhor entendimento das diferenças entre os métodos tradicionais e os ágeis, Eder *et al.* (2013) apresenta um trabalho comparativo que remete às diferentes metodologias de gerenciamento de projetos. A pesquisa utilizou, a princípio, uma revisão bibliográfica com o intuito de identificar as práticas recomendadas em cada abordagem. O resultado foi a identificação de características críticas que diferenciam o uso de uma ou outra abordagem. Os autores geraram um modelo conceitual e apresentaram como resultado da pesquisa que a diferença principal das abordagens analisadas está nas técnicas empregadas.

Nesse mesmo trabalho, Eder *et al.* (2013) apresenta sumário das características do gerenciamento ágil que são apresentadas a seguir.

- Objetivo principal: orientado por produto e centrado em pessoas;
- Tipo de projeto: projetos com mudanças constantes e que necessitam de respostas rápidas;
- Tamanho: mais efetivo em projetos pequenos;
- Gerente de projeto: papel de facilitador ou coordenador;
- Equipe do projeto: atuação colaborativa em todas as atividades do projeto;
- Cliente: essencial. Deve ser parte integrante da equipe do projeto;
- Planejamento: curto e com a participação de todos os envolvidos na elaboração do planejamento;
- Modelo de desenvolvimento: interativo e incremental;
- Comunicação: informal;

- Controle de mudanças: dinâmico e com rapidez de incorporação nas iterações.

### 3 | CONCEPÇÃO DO MÉTODO

A concepção do método buscou remodelar os conceitos oriundos de Gestão de Projetos – PMBOK, ISO 9000:2015 e Metodologia Ágil para o contexto do controle da qualidade de obras. Especialmente no relativo à formulação originada do PMBOK, o projeto (obra) será avaliado ao longo do Ciclo de Vida do Projeto durante as fases de Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento através da modelagem para o âmbito da Construção Civil os processos, já vistos anteriormente, da área de conhecimento Qualidade. O conceito de abordagem de processo indicada na ISO 9001:2015 baseia diretamente o fluxo proposto da metodologia. Os elementos da Metodologia Ágil serão inseridos na fase de Execução que, consoante ao que foi visto no capítulo anterior, é a etapa mais adequada à aplicação.

A Figura (1) a seguir apresenta o fluxo proposto da metodologia para controle da qualidade de obras e, a seguir, serão descritos cada etapa de trabalho a ser aplicada.

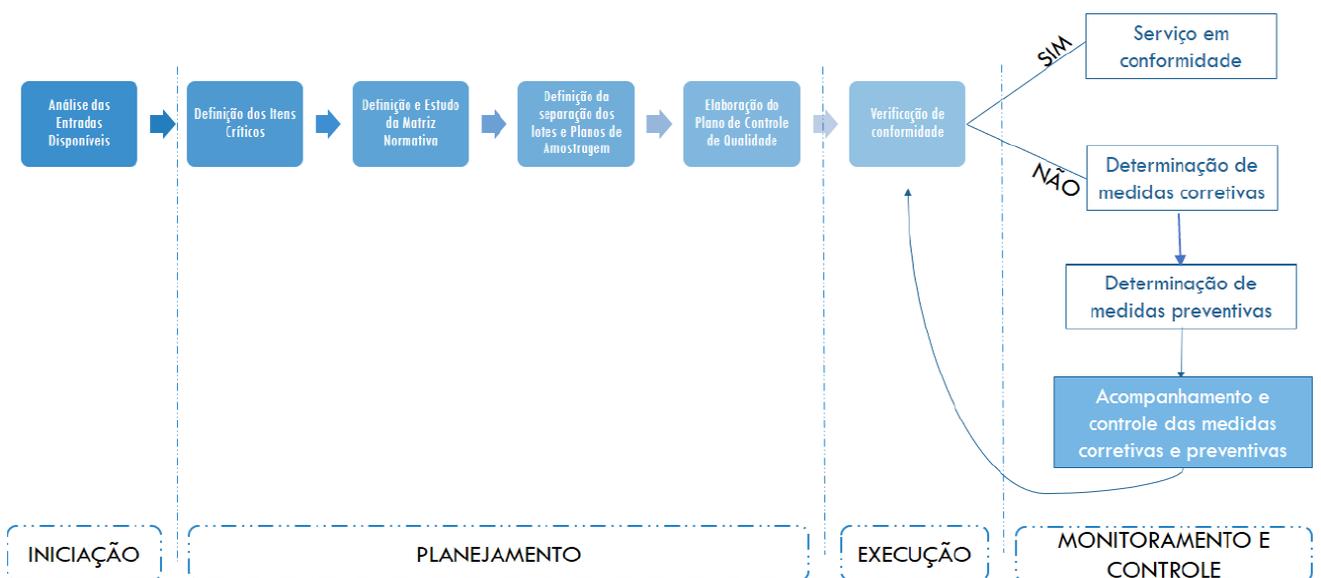


FIGURA 1 - Fluxo do Método para Controle de Qualidade – Metodologia híbrida

#### 3.1 Análise das entradas disponíveis

Para se realizar o posterior Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle da Qualidade, deve-se conhecer profundamente o escopo do objeto de estudo, ou seja, conhecer o escopo da obra e das especificidades que estão a ela atreladas. Nessa etapa, é importante estudar os documentos licitatórios, se caso for obra pública (edital, termo de referência, proposta técnica), os documentos básicos para a Supervisão (contrato da obra, projetos, especificações técnicas) e outros documentos relevantes, como normas técnicas específicas para realização do empreendimento, literaturas e

quaisquer outros que possam fornecer instrução do escopo da obra.

Essa etapa é de grande relevância visto que servirá como fundamentação para o desenvolvimento das etapas de trabalho subsequentes. Dessa forma, o envolvimento de toda equipe e o desprendimento de tempo para estudo, pesquisa e leitura sobre o assunto são de grande relevância.

### 3.2 Definição dos Itens Críticos

É sabido que, em uma obra, existem diversos materiais, serviços e aquisições relacionadas às diferentes fases de execução e que existe grande dificuldade quando se busca controlar todos esses. Assim, entende-se que é aconselhável focar no primordial para garantir que esses não apresentem falhas.

Dessa forma, após obter o entendimento da matéria e análise de toda documentação disponível, deve-se definir os itens críticos a serem controlados com maior atenção, podendo ser classificados como serviços, materiais ou aquisições para o empreendimento.

A definição desses em cada classe está atrelada aos riscos oferecidos às pessoas envolvidas no empreendimento e à construção propriamente dita. Itens que oferecem riscos estruturais ao empreendimento, e, conseqüentemente, riscos de segurança às pessoas envolvidas devem ser considerados prioritários no controle da execução e aplicação, por conseguinte, no controle da qualidade. Como exemplos em obras verticais, pode-se citar o concreto, material responsável por fornecer maior parte da resistência do empreendimento. Itens que oferecem riscos funcionais também devem ser tratados com importância, visto que a má execução pode comprometer a funcionalidade da construção. Após análise desses itens, deve-se ainda considerar como críticos aqueles que possuem características de durabilidade e estética com importância para o produto final. A Figura (2) apresenta esta classificação dos itens críticos. Os objetivos, características e tipologias dos projetos serão de extrema importância para a definição das principais linhas de risco a serem controladas e evitadas, sendo assim fundamentais na definição dos itens críticos do projeto. Neste trabalho, não serão integrados os riscos relacionados à Segurança do Trabalho e Meio ambiente, tratando apenas dos riscos inerentes à qualidade dos serviços, materiais e aquisições realizados.

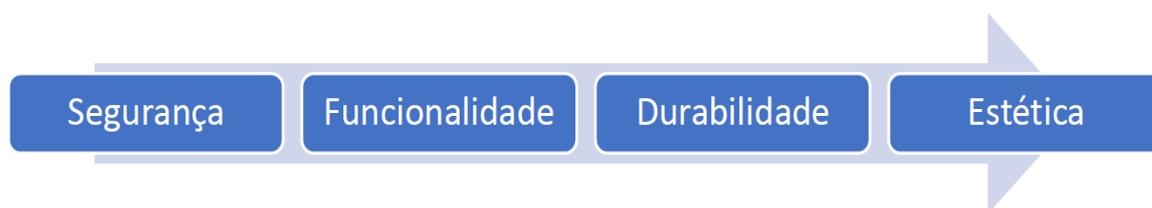


FIGURA 2 - Classificação dos itens críticos

Tal classificação, por vezes, não é algo simples e, comumente, é tratado como algo subjetivo, vinculado à experiência da equipe envolvida no empreendimento. É importante registrar que esses itens devem ser escolhidos a partir de um bom embasamento técnico da tipologia da obra, dos projetos disponíveis e de problemas já conhecidos em obras semelhantes a de estudo.

Essa etapa é uma das mais importantes para que o controle da qualidade possua êxito, visto que tal escolha deve filtrar exatamente os itens essenciais à garantia da qualidade do produto final.

### **3.3 Definição e Estudo da Matriz Normativa**

Após a escolha dos itens a serem avaliados de forma mais efetiva, deve-se definir os documentos de referência que servirão de subsídio para elaboração dos planos de controle da qualidade, que podem ser normas, especificações técnicas, memoriais descritivos, catálogos, dentre outros. Esse material deve oferecer parâmetros que ajudarão na análise da qualidade do material, serviço ou aquisição.

Deve-se buscar, nos documentos de referência, os parâmetros referentes à aceitação do serviço, material ou aquisição, grifando os pontos que podem ser falhos dentro de um universo de obra. Atenção às especificações a forma de armazenamento, formação de lotes e amostras e a aplicação ou execução do material ou serviço.

### **3.4 Definição e Separação de Lotes e de Planos de Amostragem**

É de conhecimento que, num universo de construção, com sequenciamento de serviços semelhantes e aplicações de materiais semelhantes, a amostragem total não é algo prático. Assim, buscando garantir alcançar todos os itens críticos de forma amostral, estipulam-se lotes e amostras representativas do universo de estudo. As dimensões e características dos lotes e amostras dependerão exclusivamente do serviço e da respectiva prescrição normativa.

Após o estudo da literatura disponível a cada item crítico, deve-se identificar como serão realizados a separação dos lotes e, por consequência, os planos de amostragem de forma a garantir a representatividade do serviço ou material que se deseja conferir. Alguns materiais e serviços possuem especificidades e técnicas próprias que apresentam tais divisões; outros devem passar por estudo mais detalhado para definição de tais parâmetros.

Esses parâmetros podem ser reavaliados ao longo do processo a depender do êxito de tal análise; algumas vezes, percebe-se que a quantidade de amostras avaliadas é inferior às necessárias para representar o universo de estudo; em outras, nota-se que o serviço ou material se mostra com comportamento linear, comportando lotes maiores e, conseqüentemente, um menor número de amostras.

### 3.5 Elaboração do Plano de Controle de Qualidade

Trata-se da elaboração de um conjunto de processos manuais, procedimentos e formulários que vão garantir que a qualidade seja documentada, analisada e entregue à equipe de fiscalização, e que análises críticas possam ser realizadas garantindo, assim, a implementação de ações de melhorias.

O Plano de Controle de Qualidade, representado em forma de documento pelo Relatório de Serviço é o compacto de todas as informações colhidas ao longo das atividades acima descritas que, como resultado, fornecerão as Instruções de Qualidade e os Cadastros de Serviços e Ensaios, documentos que serão aplicados no processo da Figura (3) para verificação da conformidade dos itens críticos definidos inicialmente e consequente controle de qualidade da obra:



FIGURA 3 - Relatório de Serviço

Nessa fase, os Cadastros de Serviço e as respectivas Instruções de Qualidade deverão ser geradas de acordo com as fases do andamento do empreendimento. Ou seja, deverão ser realizadas em paralelo à evolução dos serviços da obra, ou seja, orientadas ao produto (obra) com entregas incrementais a depender da demanda (*sprints*). Essa característica é fundamentada na metodologia ágil e busca garantir maior agilidade no trabalho e maior iteração com o produto.

Além disso, principalmente nessa etapa, o conceito da ferramenta *Scrum* é implantada visando à comunicação efetiva entre os membros da equipe com ciclos de *feedback*, buscando a autonomia da tomada de decisão para os times envolvidos na entrega do produto. A decisão de evolução dos Cadastros de Serviço e respectivas

Instruções da Qualidade é um exemplo de decisão a ser tomada de forma ágil e autônoma da equipe de projeto.

A gestão à vista também é uma ferramenta que auxilia a elaboração destes planos visando facilitar o entendimento especialmente do fluxo global de execução dos serviços. Inclui a identificação dos colaboradores responsáveis por cada etapa deste o início ao fim de cada processo executivo, gerando um grande ganho a produtividade minimizando possíveis de comunicação.

### **3.6 Verificação da Conformidade e Acompanhamento das Medidas Corretivas e Preventivas**

Nessa etapa, serão aplicados os conceitos adquiridos e materiais produzidos anteriormente à obra. O que se busca é identificar quais os desvios encontrados em relação aos parâmetros estipulados no Relatório de Serviço e, conseqüentemente, preveni-los e mitigá-los; As ações acionadas variam a depender das características da obra e precisam ser adotadas com prontidão para que maiores problemáticas não se desenvolvam.

É um desafio a aplicação e manutenção de algumas das ferramentas aqui apresentadas em um empreendimento da Construção Civil visto às singularidades e dinamismo do processo, mas, quando atreladas a outras ferramentas de gestão, principalmente de monitoramento e controle, e fundidas em uma metodologia específica, a aplicação se torna viável e essencial ao bom andamento da execução.

Como explanado no capítulo anterior – revisões bibliográficas, foram utilizados para concepção deste método os conceitos de gestão do PMBOK, da ISO 9000:2015 e de elementos da Metodologia Ágil devido às similaridades entre as teorias e o escopo do método a ser estruturado. Demais metodologias não foram empregadas pela ausência de características que indiquem a aplicabilidade correta dos conceitos pregados.

## **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente artigo apresentou a concepção de um método para controle de qualidade de obras. Esse tema, apesar dos modelos já propostos, continua a despertar grande interesse no gerenciamento de obras, uma vez que a atividade de planejar e executar obras requer significativas customizações, específicas à canteiros de obras, nas metodologias concebidas. O método aqui proposto procura integrar ao planejamento e execução de obras elementos dos métodos de gestão mais recentes, identificados como *métodos ágeis*, originariamente propostos para o desenvolvimento de sistemas de software.

Com a revisão bibliográfica, procurou-se identificar dentre os principais elementos dos métodos ágeis, aqueles que, forma mais imediata e objetiva, poderiam ser

diretamente inseridos nos modelos tradicionais de gestão de obras. Assim, conceitos como *sprints*, gestão à vista e o modelo *Scrum* foram inseridos num controle de qualidade de obra baseado nos modelos já tradicionais como ISO 9001 e PMBOK, também pensados para trabalharem de forma integrada.

Por unir princípios da Metodologia Ágil aos conceitos do PMBOK e ISO 9001, o método proposto apresentou outros benefícios específicos, entre os quais destacam-se:

- Possibilidade de realização de *sprints*, ou seja, planejamento por ondas sucessivas, otimizando o tempo gasto em planejamento e reduzindo o desperdício de tempo em planejar atividades podem ser alterados ao longo da execução (planejamento por etapas – terraplenagem, assentamento de mantas impermeabilizantes, assentamento de tubulações em aço);
- Maior interação da equipe com a utilização do Scrum - feedback, facilitando a comunicação de todos os envolvidos oferecendo a todos o entendimento do processo como um todo;

Percebe-se ainda que elementos da metodologia ágil contribuem para:

- Maior integração entre as pessoas envolvidas nos diversos processos de planejamento e execução da obra, consequentemente melhor resultado nas atividades; mais do que o cumprimento de rotinas e padrões pré-estabelecidos;
- Maior agilidade em atender possíveis mudanças nos processos; mais do que seguir um plano rígido, pré-estabelecido;
- Maior atenção ao cliente; mais do que negociações baseadas em cláusulas contratuais.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. J.; SCHIMITZ, E. A. Análise de risco em gerência de projetos. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

ALENCAR, L. H.; SANTANA, M. O. Análise do gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil. Revista de Gestão e Projetos, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 74-92, jan. / jun., 2010.

ALMEIDA, I. M.; SOUZA, F. B. Estudo conceitual da aplicação combinada dos métodos SCRUM e CCPM para gerenciamento flexível de múltiplos projetos. Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 11, n. 4, p. 117-139, out. / dez., 2016.

ALVES, N. 5 problemas que impedem a modernização da construção civil. 2017. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/5-problemas-que-impedem-a-modernizacao-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

CARVALHO, G. S. B. Passo a passo do gerenciamento de projetos. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 124-138, maio 2007.

CHAMBERS, S. et alii Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.

CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A; JOHNSTON, R. Administração da produção. São

Paulo: Atlas, 1997.

CLELAND, D. I., IRELAND, Lewis R. Gerência de projetos. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

CORRÊA, L. E. P. Gestão de projetos aplicados à construção civil. Revista Techoje, Savassi, 3p., 2008. Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/410](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/410)>.

FREJ, T. A.; ALENCAR, L. H. Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife. Revista Produção, Recife, v. 20, n. 3, p. 322-334, jul. / set., 2010.

SCHWABER, K. SCRUM Development processo. 1995. Disponível em: <http://jeffsutherland.com/oops!a/schwapub.pdf>

SHENHAR, A. J., & Dvir D. (2007). Reinventing Project management: The Diamond approach to successful growth and innovation. Boston: Harvard Business School Press.

VALLE, A. B.; CIERCO, A. A.; SOARES, C. A. P.; FINOCCHIO JR, J. Fundamentos do gerenciamento de projetos. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014. (Série Gerenciamento de Projetos).

## QUALIDADE: SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DE UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO NO MUNICÍPIO DE REDENÇÃO-PA

### **Elaine de Deus Alves**

Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Redenção - Pará

### **Milena Penha da Silva Santos**

Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Redenção - Pará

### **Fábia Maria de Souza**

Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Redenção - Pará

### **Hélio Raymundo Ferreira Filho**

Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Redenção - Pará

### **Aline de Oliveira Ferreira**

Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Redenção - Pará

**RESUMO:** A gestão da qualidade é um dos temas mais relevantes para as organizações, sendo utilizada como ferramenta no levantamento de fatores críticos com relação a qualidade de seus produtos visando mantê-los competitivos no mercado, quer sejam na produção de bens tangíveis ou intangíveis. A qualidade dos produtos é um fator cada vez mais determinante para assegurar ao comprador um padrão de qualidade elevada no mercado. O objetivo deste artigo é observar e analisar os fatores adotados pelo sistema de gestão da qualidade de uma empresa do setor moveleiro

estabelecida no município de Redenção-PA nos seus processos de fabricação. A abordagem adotada foi a qualitativa e procurou-se conhecer os fatores relacionados aos aspectos ligados a gestão da qualidade da empresa. Ao término, pode-se observar que a empresa presa pela qualidade de seus produtos, sendo a conformidade e a confiabilidade as variáveis com maior importância para os gestores da organização.

**PALAVRAS-CHAVES:** Qualidade. Processos produtivos. Empresa moveleira.

**ABSTRACT:** Quality management is one of the most relevant issues for organizations, being used as a tool in the survey of critical factors regarding the quality of their products in order to keep them competitive in the market, whether in the production of tangible or intangible goods. The quality of products is an increasingly important factor in assuring the buyer a high quality standard in the market. The purpose of this article is to observe and analyze the factors adopted by the quality management system of a furniture company established in the municipality of Redenção-PA in its manufacturing processes. The approach adopted was qualitative and it was sought to know the factors related to aspects related to the quality management of the company. At the end, it can be observed that the company is trapped by the quality of its

products, with compliance and reliability being the most important variables for the organization's managers.

**KEYWORDS:** Quality. Productive processes. Furniture company.

## 1 | INTRODUÇÃO

A importância da qualidade em qualquer atividade não pode ser vista apenas como diferencial, mas sim como umas das melhores alternativas para manter-se no mercado competitivo, buscando a cada dia melhorias na cadeia produtiva, alcançando dessa maneira a satisfação do cliente, e conseqüentemente aumentando as receitas da organização.

Juran (2015) apregoa que a qualidade é alcançada através da reformulação de todas as fases dos processos, visto que este aprimoramento agrega qualidade ao produto, uma vez que se resulta no grau de satisfação do cliente, desta forma a qualidade é vista como uma ferramenta capaz de evitar possíveis desapontamentos tanto com o produto final defeituoso, quanto para a expectativa do cliente.

Drucker (2017) aponta que a gestão precisa de planejamento, avaliado através de fatores quantitativos, sendo o trabalhador a peça importante para a garantia da eficiência na gestão das empresas.

Diante deste cenário, apresenta-se a seguinte questão-problema: A empresa que atua no setor moveleiro, no município de Redenção-PA, utiliza as práticas de gestão da qualidade em seus processos produtivos?

Para se chegar a qualidade, e atingir a satisfação, é necessário que se transite entre o atendimento ao cliente, produto, serviço prestado, organização, custo e as ferramentas para atingir a qualidade. Passando por este caminho, a expectativa é atendida da melhor forma, fazendo com que o consumidor passe a buscar produtos e serviços com qualidade.

Face ao exposto, o objetivo geral deste artigo se constitui em conhecer e analisar as práticas de gestão da qualidade, implantadas no processo produtivo de uma empresa que atua no setor de movelaria, no município de Redenção-PA.

## 2 | QUALIDADE

O termo qualidade pode assumir diferentes conceitos, dependendo do seu enfoque teórico-metodológico, como também do processo produtivo no qual está inserido. Embora o termo qualidade tenha como principal característica a de ser atribuída a excelência ou superioridade de um produto ou serviço, o conceito no decorrer dos anos foi agregando valores e novas ideias.

A gestão da qualidade vem sendo usada pelas organizações que buscam melhorias contínuas em seu desempenho produtivo, haja vista, que sua implantação

traz resultados significativos para a organização (ABUSA; GIBON, 2013).

Conforme afirma Paladini (2010), o conceito da qualidade engloba diferentes partes, com variados níveis de importância. Focar atenção demasiada em apenas algum destes níveis, faz com que a empresa seja fragilizada estrategicamente. Este conceito, está relacionado tanto na prestação de serviços quanto aos produtos.

Para Turchi (1997) o conceito de qualidade ainda está muito ligado ao valor, ou seja, ao aumento da produtividade e redução de custos, portanto, esse se torna um critério quantitativo para definir qualidade. Segundo Juran e Gryna (1991, p. 43), “para a maioria dos clientes, qualidade relaciona-se às características do produto que atendem suas necessidades. Sendo ausência de falhas, e um bom serviço ao cliente [...]. Uma definição para isso é “adequação ao uso”.

Nas empresas, atualmente os conceitos estão voltados basicamente para a satisfação das expectativas e necessidades dos clientes. A Figura 1 apresenta as eras pelas quais a qualidade passou: a era da inspeção, era do controle estatístico e a era da qualidade total, sendo desde então, a qualidade responsável por incorporar uma definição de produção em conformidade com o projeto:

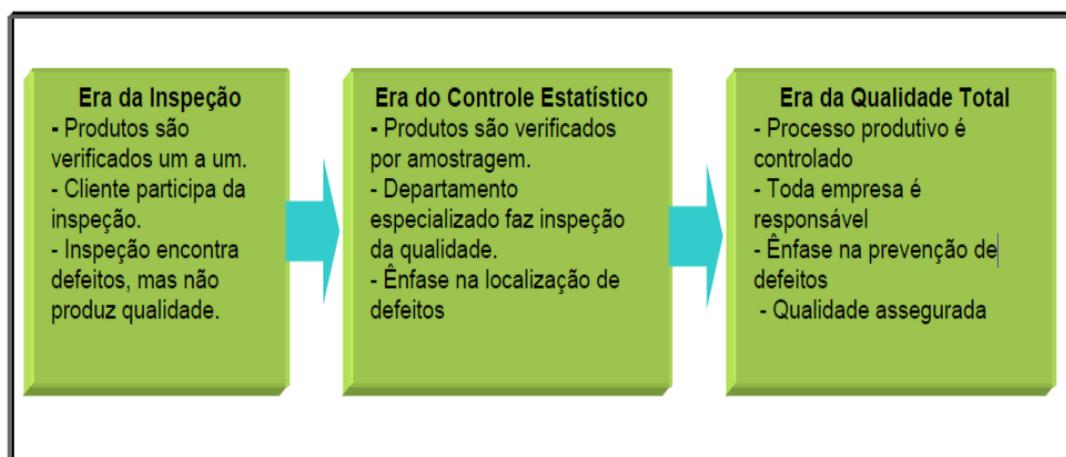


Figura 1 - Eras da qualidade

Fonte: Oliveira *et al* (2010).

Dessa forma, entende-se por fim, que qualidade é o atributo ou as condições de certa coisa, que é capaz de distingui-las das outras e que determinam sua natureza, assim como sua eficiência e eficácia.

## 2.1 Enfoques da Qualidade

Todos os conceitos de qualidade podem ser agrupados em cinco grupos ou enfoques, seguindo a seguinte linha: enfoque transcendental, baseada no produto, baseada no usuário, baseada na produção, baseada no valor. Garvin, (1992) sistematizou os enfoques existentes para qualidade e os apresentam conforme mostrado no Quadro 1:

Transcendental	Relaciona-se a alta qualidade, ou excelência nata, é uma característica estável de um bem, e que independe de alterações em gostos ou costumes.
Baseada no produto	É definida como uma mensurável que depende do conteúdo de um ou mais atributos do produto.
Baseada no usuário	Diz respeito a qualidade que está nos olhos do cliente. A qualidade refere-se em preferências pessoais.
Baseada na Produção	Indica que a qualidade é uma harmonia de especificações. Uma vez que uma especificação do projeto é estabelecida, qualquer anormalidade representa diminuição na qualidade.
Baseada no Valor	É representado pela qualidade em termos de custos e preços. Ou seja, um produto de qualidade apresenta um preço acessível e um desempenho esperado.

Quadro 1 - Enfoques agregados a qualidade

Fonte: Toledo (2013).

Os enfoques da qualidade que mais se aplicam na atividade produtiva são os do usuário, do produto, do processo ou produção e do valor, todos devem ser vistos como importantes e complementares, assim sendo os mesmos estão associados a uma área específica do ciclo da produção segundo Toledo *et al* (2013).

## 2.2 Gestão da qualidade

A gestão para Martin; Golsby-Smith (2017) afirmam que “a gestão é uma ciência e que as decisões de negócios devem ser orientadas por uma análise rigorosa dos dados, é subjacente à prática e ao estudo de negócios”.

Oliveira *et al* (2010) destaca que por meio do planejamento, controle e aprimoramento, a gestão da qualidade busca a garantia da qualidade de produtos e serviços, tendo como objetivo a padronização de processos. Souza et al (2016) apregoam que “a satisfação do cliente é o resultado alcançado quando as características do produto correspondem às necessidades do cliente”.

Desta forma, as organizações analisam um exemplo básico prescrito e personaliza sua gestão, ajustando a natureza do seu negócio. “E as constantes modificações do mercado, faz com que as empresas busquem aprimoramento de suas estruturas, arranjando estruturas inovadoras que atendam, de forma ágil, as necessidades impostas pelos consumidores” (TEIXEIRA; MACCARI; SIMONSEN, 2016, p. 13).

Grael e Oliveira (2010) atentam para a norma ISO 9001, que é reconhecida internacionalmente, é utilizada para comprovar a capacidade de fornecimento de produtos e serviços que atendam às necessidades dos clientes, por empresas que preencham os requisitos legais e regulatórios aplicáveis da norma, tendo como objetivo o aumento da satisfação do cliente por meio de melhorias de processo e avaliação da conformidade.

De acordo com Roldan; Ferraz (2017), “a certificação ISO 9001, continua sendo procurada pelas organizações como meio de obtenção de vantagem competitiva,

desde sua vigência em 1987”. Esta busca pela qualidade provoca alterações contínuas nas versões da ISO 9001/2008 para a versão ISO 9001/2015.

Dessa forma, entende-se por fim, que a gestão da qualidade nada mais é do que produtos (tangíveis e intangíveis) com qualidade, que envolvam todos os critérios como aparência atrativa do produto, baixos defeitos, tempo curto de manufatura além da tecnologia envolvida no processo.

Enfim Nascimento e Mendes Neto (2017) apregoam que o “ativo intangível defende a imaterialidade, o que dificulta sua mensuração, incluem se nessa categorização, a marca, a inovação, os ativos humanos e a capacidade de geração”, já Toledo et al (2013) enfatizam que os bens tangíveis são os bens materiais, concretos, que podem ser tocados.

### 2.2.1 Gestão da qualidade na produção de bens tangíveis

A gestão da qualidade envolve ações produtivas distintas, que podem ser distinguidas pela padronização, operação e natureza do produto. Quanto a natureza, o produto pode ser classificado em tangível, quando é fabricado, podendo ser tocado e visto, e intangível quando o produto é gerado, sendo apenas sentido de acordo com (CRUZ, 2012).

Toledo et al (2013) definem que a qualidade com foco em processos, é construída por atribuições que podem ser medidas e controladas, e podem ser observadas através de elementos principais para a qualidade do produto. O Quadro 2 relaciona-se aos fatores que agregam qualidade ao produto:

Características organizacionais	Principais: O produto deve apresentar bom desempenho	Adicionais: Completam o produto, tornando-o mais atrativo
Confiabilidade	Não apresente falhas durante o período de garantia.	Possuir garantia estendida
Conformidade	É a adequação às normas e especificações definidas na elaboração do projeto.	Apresentar segurança com relação a qualidade do produto
Durabilidade	Tempo de duração do produto até a sua deterioração física	Possui relação com a vida útil do produto.
Assistência técnica	É a maneira como o cliente e o produto são tratados no momento do reparo	Qualidade no reparo do produto
Estética	Deve apresentar beleza	Deve apresentar qualidade
Qualidade percebida	Associada a novos produtos que utilizam sua marca	

Quadro 2 - Elementos para a qualidade do produto

Fonte: Toledo et al (2013).

Dessa forma, qualquer desvio significa redução da qualidade, ou seja, este enfoque em processo volta-se para as atividades práticas de controle da qualidade

durante a fabricação, visando que o nível de qualidade seja alcançado com o menor custo possível.

Paladini (2010, p. 34) sugere que “a qualidade deve ser gerada a partir das operações do processo produtivo”, segundo o autor, para se obter qualidade nos processos é necessário se ter a eliminação de perdas, que visa eliminar os defeitos, garantindo um produto em condições de ser utilizado, a eliminação das causas de perdas garante maior confiabilidade ao produto, e por último a otimização do processo, que vem para garantir um produto com máxima eficácia e eficiência.

## 2.3 Processo produtivo

O processo produtivo relaciona-se com as fases de execução da produção e são construídas pelo corpo cooperativo no momento da fabricação de um produto. Devido à grande importância do processo produtivo para a organização, é necessário que haja controles rígidos, para isso, é imprescindível que exista continuidade dos padrões de qualidade em seus produtos.

O processo de produção pode ser visto como um conjunto de atividades realizadas dentro de uma sequência lógica afim de produzir produtos. Slack; Brandon-Jones; Johnston (2018) mostram a produção a partir de três aspectos: função produção, gerentes de produção e administração da produção:

- a) Função produção: responsável por fornecer os recursos para a produção;
- b) Gerentes de produção: são os responsáveis pelo controle dos recursos necessários pela função produção e;
- c) A administração da produção: tida como a ferramenta do gerente de produção para organizar e delinear a produção de forma mais eficiente.

Além destas etapas podemos contar também com a gestão de processos, que está associada a uma melhoria contínua do processo de desenvolvimento para a empresa.

### 2.3.1 Características dos processos produtivos

O gerenciamento dos processos pode ser mensurado de três formas, sendo que a primeira envolve a identificação dos mesmos. A segunda relaciona-se a critérios de mensuração dos processos da primeira fase. Por último, os processos significativos para a empresa, que são trabalhados para obtenção de um efeito de garantia para a eficácia.

Por este motivo torna-se imperativo que os processos, necessitam ser constantemente avaliados, permitindo o acompanhamento das mudanças no ambiente externo. Fazendo-se necessário uma adequação permanente dos mesmos para refletir as modificações propostas.

### 3 | METODOLOGIA

A forma de abordagem da pesquisa é a qualitativa, pois o tratamento dos dados visa conhecer a qualidade do processo produtivo em uma empresa do setor moveleiro, observando os sistemas de gestão da qualidade adotados pela organização. Para Ganga (2012), a finalidade da pesquisa qualitativa é alcançar informações do fenômeno segundo a visão das pessoas, bem como a observação e coleta de evidências, que podem trazer a interpretação do ambiente onde a problemática ocorre.

Para alcançar os objetivos, utilizou-se técnicas da pesquisa descritiva, visando a identificação das diferentes fases do processo produtivo na fabricação dos móveis planejados, com relação a perspicácia produtiva da empresa quanto a escolha do produto pelo cliente, buscando a compreensão do sistema produtivo adotado pela empresa. Para Ganga (2012), a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno.

Como procedimento técnico, utilizou-se o estudo de caso, desta maneira, realizou-se estudos no local, promovendo um levantamento e coleta de dados através dos operários e proprietário que atuam na execução dos processos produtivos, além das observações realizadas no local. Conforme alega Gil (2017) o estudo de caso é utilizado através de múltiplas técnicas de coleta de dados, como observações e entrevistas, garantindo a profundidade necessária para a credibilidade dos resultados.

Os dados foram coletados através de entrevista, realizada com o proprietário e alguns funcionários, que desenvolvem diferentes atividades na empresa, para isso, elaborou-se um roteiro de perguntas, sendo feitas através das observações dos entrevistadores. Martins e Theóphilo (2016) afirmam que a entrevista é uma técnica cujo objetivo é entender e compreender o significado que os entrevistados atribuem a questões e situações.

Desta forma, este trabalho buscou conhecer e acompanhar o desenvolvimento dos processos produtivos dos móveis planejados, visando a crescente expansão da área de gestão da qualidade, permitindo conhecer a maneira como a qualidade dos processos vem sendo abordada.

### 4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

#### 4.1 Caracterização da empresa

A empresa em questão possui atualmente nove colaboradores, de forma que as atividades e funções são distribuídas da seguinte maneira:

- a. Sete colaboradores: são responsáveis pelas diferentes fases de elaboração do móvel no processo produtivo. Estes colaboradores não possuem atividades padronizadas, ou seja, quando a demanda é muito grande os funcionários participam de todas as fases da fabricação, no entanto, quando o fluxo de pedidos é baixo estes colaboradores se organizam em duplas para a

execução das atividades;

- b. Um colaborador: responsável por todo o atendimento dado aos clientes. Essa assistência refere-se ao atendimento inicial, como especulações sobre o design do móvel, medidas onde o móvel será instalado, entre outras;
- c. Um gestor: o empresário/proprietário é responsável por todas as questões financeiras e administrativas da organização.

Para melhor entender o funcionamento da empresa, a partir das observações *in loco* buscou-se reproduzir a estrutura de funcionamento da empresa por meio da representação gráfica do layout da linha de produção, abaixo exposta:

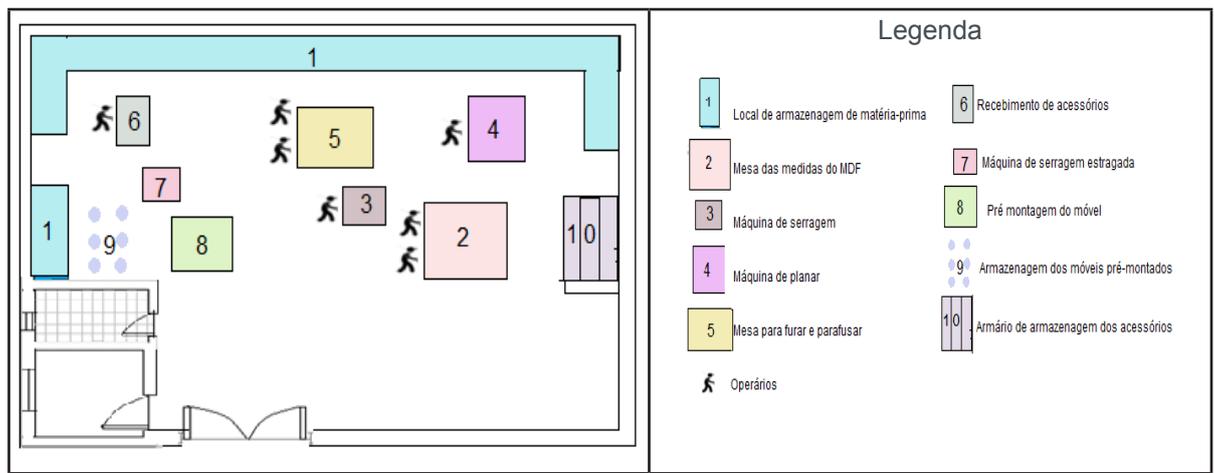


Figura 2 - Layout atual da empresa

Fonte: Elaborado pelos autores, (2018)

A Figura 2, refere-se ao layout atual da empresa de móveis planejados, pode-se observar como é feita toda a distribuição do maquinário, e como os funcionários se posicionam nas diferentes fases do processo de fabricação. Cada maquinário aqui representado é de responsabilidade de todos, uma vez que os colaboradores não padronizam suas atividades.

Embora estes funcionários não possuam tarefas específicas, ou seja, padronizadas, dividindo entre si as diferentes fases do processo produtivo, eles ainda conseguem manter um bom desempenho com relação ao desenvolvimento das fases, facilitando e mantendo a agilidade na produção.

Atualmente, a empresa trabalha exclusivamente com móveis planejados, feitos unicamente pela matéria-prima denominada de MDF (Fibras de Média Densidade). Esta matéria-prima é importada de outras cidades tendo um representante lotado no município de Redenção-PA. Entretanto, a empresa possui atualmente um estoque considerável, conseguindo por tanto, atender a demanda solicitada.

## 4.2 Fatores adotados na busca da qualidade durante o processo produtivo

### 4.2.1 Qualidade percebida

A busca por um produto com qualidade percebida começa pela aquisição da matéria-prima, pois ela refere-se ao fator predominante de todo o processo, ou seja, representa o fator inicial, onde será agregada toda a qualidade do produto acabado. Além disso, a empresa produz diferentes tipos de móveis, desde simples estantes até móveis bem elaborados, como por exemplo, armários de cozinhas totalmente planejados. Em média, a duração do processo produtivo de um móvel varia entre 3 e 7 dias dependendo do tamanho, do grau de dificuldade e principalmente da estética do produto.

A fabricação dos móveis, inicia-se a partir do momento que o cliente entra em contato com a empresa, e a partir de então, as demais fases do processo são acionadas. Neste fluxograma pode-se entender melhor como se desenvolvem as fases do processo:

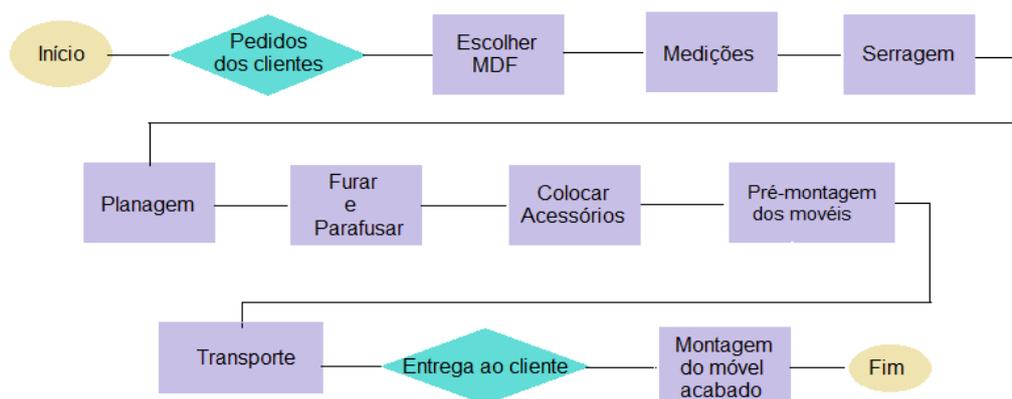


Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo

Fonte: adaptação das observações na empresa moveleira, (2018)

O funcionário é responsável pelas seguintes atividades:

- Encaminhar-se ao local (geralmente um imóvel do cliente: residência; empresa e etc.) onde será instalado o móvel a ser construído de forma personalizada;
- No local faz-se o recolhimento das medidas e processões necessários para a construção do móvel.

A partir de então, os dados são projetados pelo colaborador responsável por todo o atendimento dado ao cliente.

### 4.2.2 Conformidade

Esse colaborador é o responsável pela elaboração do projeto, abordando o design e as medidas, e em seguida, envia o modelo do projeto para o cliente, onde só então a empresa inicia a fabricação do móvel atribuindo as especificações do projeto, caso o cliente aprove o design do móvel.

#### *4.2.3 Estética*

A aprovação com relação ao design do projeto trata-se unicamente das especificações delineadas inicialmente, e principalmente com a relação do fator estético recebido por esse modelo de projeto. A partir das indicações do cliente quanto as suas preferências estéticas e da exploração pela empresa, do espaço físico onde o móvel será instalado, é apresentado ao cliente as diferentes e possíveis formas personalizadas e ajustadas do produto.

Com a devida aprovação dada pelo cliente, essas informações de modelo e design são repassadas para a equipe que faz parte da linha de produção para a construção, referente ao modelo do móvel, segundo as exigências e necessidades do cliente.

As fases seguintes que englobam os processos produtivos para a realização da produção quase sempre são realizadas por duplas, sendo divididas pela própria equipe operacional, composta pelos sete funcionários que trabalham na linha de produção.

#### *4.2.4 Confiabilidade*

A busca pela confiabilidade está associada com o monitoramento realizado pelos próprios funcionários e pelo empresário/proprietário da empresa. São eles os responsáveis por fazer toda a fiscalização necessária para que o produto chegue ao cliente com a qualidade esperada. Todos são os responsáveis pela supervisão e aperfeiçoamento para atender as peculiaridades do produto.

#### *4.2.5 Assistência técnica*

A assistência técnica é contínua e imediata, quando em alguma parte do processo de fabricação, ocorre determinado desgaste de qualquer parte do móvel, essa parte é substituída imediatamente, evitando possíveis conflitos com os clientes, uma vez que a empresa visa a qualidade e a confiabilidade por parte dos mesmos. Só então, ocorre o envio e a montagem do móvel no local estabelecido inicialmente.

Na pós entrega do móvel também existe um período de garantia, caso seja por falta de qualidade do material, mas esta garantia não se aplica frente a má utilização do produto, contudo a empresa restaura o móvel diante da solicitação imposta pelo cliente para restaura-lo.

#### *4.2.6 Durabilidade*

A busca pela garantia de um produto durável inicia-se com as observações realizadas no decorrer de todo o processo produtivo, levando-o a fluir de forma sistêmica, mantendo um bom clima organizacional entre os funcionários, mantendo a flexibilidade na produção através de cooperadores devidamente capacitados, e que são compromissados com suas funções, e isto, influi diretamente na durabilidade do produto, já que a qualidade é levada em consideração em cada fase do processo de fabricação, onde cada funcionário deve primar pela qualidade das peças que compõem o produto final.

## 5 | CONCLUSÃO

Embora existam problemas, a empresa valoriza a conformidade, a qualidade e a confiabilidade de seus clientes através dos seus produtos, uma vez que decide utilizar mais tempo para produzir, entregando um produto com maior qualidade, e assim garantindo a satisfação e a fidelização dos clientes.

Por este motivo, a empresa do ramo moveleiro, busca a cada pedido atender as exigências propostas por seus clientes, passando a confiança de que o cliente receberá exatamente o produto exigido, ganhando, portanto, a credibilidade necessária para se manter no mercado.

Podemos considerar que os objetivos apresentados anteriormente, sobre a qualidade do processo de produção dos bens tangíveis, foram parcialmente atingidos, pois a empresa em questão está em busca de novas técnicas de aprimoramento para se consolidar no mercado de móveis planejados, através da qualidade inserida em seus processos, visando continuamente a qualidade dos seus produtos.

## REFERÊNCIAS

ABUSA, F. M.; GIBSON, P. Experiences of TQM elements on organizational performance and future opportunities for a developing country. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 30, n. 9, p. 920-941, 2013.

CRUZ, S. D. F. **Administração da produção e operações**. Rio de Janeiro: Cesupi, 2012.

DRUCKER, P. F. **O Gestor Eficaz**. Ed. ampliada e revisada. Rio de Janeiro: LTC/GEN, 2017.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRAEL, P. F. F.; OLIVEIRA, O. J. **Sistemas certificáveis de gestão ambiental e da qualidade: práticas para integração em empresas do setor moveleiro**. *Produção*, v. 20, n. 1, p. 30-41, jan./

mar., 2010.

JURAN, J. M. **Fundamentos da Qualidade Para Líderes**. Bookman: São Paulo. 2015.

JURAN, J. M.; GRAYNA, F. M. **Controle da qualidade: handbook - conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo: Makron/McGraw-Hill, 1991.

MARTIN, R. L.; GOLDSBY-SMITH, T. **Gestão é bem mais que ciência Harvard Business Review Brasil (online)** out./2017. Disponível em <<http://hbrbr.uol.com.br/gestao-e-mais-que-ciencia/>>. Acesso em 07/04/2018.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

NASCIMENTO, N. B.; MENDES NETO, E. B. Grau de intangibilidade. **Revista de Auditoria Governança Contabilidade**, v. 5, n. 19, p. 107-117, 2017.

OLIVEIRA, J. A. et al. **Um estudo sobre a utilização de sistemas**, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. **Produção**, v. 21, n. 4, p. 708-723, out./dez., 2010.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2010.

ROLDAN, V. P. S.; FERRAZ, S. F. S. Práticas de Gestão da Qualidade, Estratégias Competitivas e Desempenho Inovador na Indústria de Transformação Brasileira. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 16, n. 1, p. 100-118, abr./ 2017.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: atlas, 2018.

SOUZA, F. M. et al. **Quality in Services: An Analysis of the Quality of Services Offered by a Supermarket**. **Espacios**. v. 37, n. 1, p. 17-, jan./2016.

TEIXEIRA, G. C. S.; MACCARI, E. A.; SIMONSEN, D. The Influence of Competency Level and Maturity in Project Management in the Corporate Income of an Company of the Transformation Sector. **Future Studies Research Journal**, v. 8, n. 1, p. 3-30, 2016.

TOLEDO, J. C. et al. **Qualidade gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TOLEDO, J. C.; BATALHA, M. O; AMARAL, D. C. **Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas**. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 2, p. 90-101, 2000.

TURCHI, L. M. **Qualidade Total: afinal, do que estamos falando?** Texto para discussão n. 459 - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.

## ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE

**Lorena Brenda de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

**José Jefferson do Rego**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - Pernambuco

**RESUMO:** O Setor da Construção, uma das maiores economias mundiais com cerca de US\$ 10 trilhões de gastos em bens e serviços relacionados à construção a cada ano (McKinsey&Company, 2017) vem sofrendo problemas no âmbito da produção. De acordo com a análise Farmer Review (2017), a situação atual é alarmante: nas últimas duas décadas, a construção foi o setor que menos apresentou aumento na produtividade, ficando atrás da área industrial, serviços e de outros setores da economia. Dentre os motivos elencados pela revista, o retrabalho é uma das grandes razões para tal situação, motivado pela má qualidade do produto final. Sobre esse assunto, é de conhecimento a dificuldade em aplicar métodos para controle de qualidade de obras que abranjam e atendam as diferentes tipologias do universo da Construção Civil, ocasionando inibição de um acompanhamento mais efetivo na qualidade final do produto a ser oferecido. As metodologias já existentes relacionadas a esta matéria, por vezes, não

apresentam grandes aplicabilidades no âmbito da Engenharia Civil por ser um universo gerador de produtos (obras) únicos, com singularidades e características específicas. Diante disso, o presente trabalho apresenta um método inovador para controle da qualidade em obras, que une elementos das metodologias ágeis e ferramentas de gestão de projetos tradicionais reconhecidas mundialmente. Espera-se, dessa forma, fornecer ao âmbito acadêmico e ao mercado mecanismo para mitigar problemas técnicos de ausência de qualidade dos serviços e materiais na Construção Civil, possibilitando, assim, evidenciar possíveis intercorrências ou não conformidades de forma efetiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Civil, Qualidade, Método, Metodologia Ágil, Gestão de Projetos

**ABSTRACT:** The Construction Industry, one of the largest insurance companies with about \$ 10 trillion in one-year construction-related services and services (McKinsey & Company, 2017) is experiencing production problems. According to a Farmer Review (2017) analysis, a current situation is alarming: in the last two decades, a construction industry was the one that had another fall in productivity, behind the industrial area, services and other sectors of the economy. The reasons are listed by the magazine, rework is one of the great reasons

for the situation, motivated by the quality of the final product. On this subject, it is a practical knowledge about the application of methods for quality control of works that cover and attend to the different typologies of the Civil Construction universe, causing inhibition of a more effective follow-up on the final quality of the product to be sold. The existing methodologies are related to this matter, sometimes not the great applicability in the scope of Civil Engineering because it is a universe that generates unique products (works), with singularities and specific characteristics. Therefore, the present work presents an innovative method for quality control in works, an element of the tools and tools of management of rules recognized worldwide. In this way, it is expected to provide an academic model and a market mechanism for the mitigation of quality shocks of materials and services in Civil Construction, thus making it possible to evidence the interferences or nonconformities in an effective way.

**KEYWORDS:** Construction, Quality, Method, Agile Methodology, Project Management

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma das peculiaridades da indústria da Construção Civil, talvez a que mais a diferencie das indústrias de produtos fabricados em série, é o fato da produção possuir o caráter nômade, que consiste, basicamente, em se ter para cada novo empreendimento um novo canteiro de obras, o qual se altera constantemente conforme a fase de produção e de desenvolvimento da construção. Como se tem sempre uma praça de trabalho provisória para a fabricação dos produtos finais, sua organização em todas as fases do processo de construção é fundamental e deve possibilitar a eficiência e o bom desempenho da produção e dos operários que nela trabalham. Algumas técnicas de gestão de projetos são importantes ferramentas que se apresentam para melhor organizar a execução, implantação e manutenção de um canteiro de obras (CORREIA, 2008)

A indústria da Construção Civil no Brasil ainda é conhecida pelo atraso nos procedimentos gerenciais e técnicas construtivas, pela mão de obra desqualificada, por baixos índices de produtividade, por atrasos nos prazos de entrega, pela não conformidade e baixa qualidade do produto final, entre outras limitações. Isso justifica a preocupação atual de um grande número de construtoras com seus sistemas de gestão da qualidade. A necessidade gerencial na construção civil exige o emprego de ferramentas apropriadas para esse ambiente específico (FREJ, 2010).

Nessa vertente, apresenta-se um método para controle da qualidade em obras, ou seja, um programa de acompanhamento sistemático e rastreável que busca a avaliação dos diferentes aspectos inerentes à construção, buscando controlar que os padrões normativos de qualidade sejam atendidos. Esse método busca integrar diferentes metodologias já consagradas mundialmente, as quais visam a melhoria contínua na execução dos serviços, além de agregar elementos da metodologia ágil, reduzindo os retrabalhos e respectivos custos atrelados.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ISO 9001:2015

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma entidade não-governamental criada em 1947, cujo objetivo é promover o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas à intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços e desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividades econômicas. Os membros que compõe a ISO são os representantes das entidades máximas de normalização nos respectivos países associados, como Ansi (American National Standards Institute), nos Estados Unidos, e o Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia), no Brasil.

Especialmente no tocante à ISO 9001:2015 Sistemas da Qualidade – Modelo para controle da qualidade em projetos, desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica, a principal característica é a especificação dos requisitos do sistema da qualidade para uso, destinando-se, primordialmente, à prevenção de não-conformidades em todos os estágios, desde o projeto até a assistência técnica.

Em seu conteúdo atual, sete princípios da gestão da qualidade (foco no cliente, liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência, gestão de relacionamento), que formam a base para as normas de sistema de gestão da qualidade na família ISO 9000:2015, são trazidos. O conceito de abordagem de processo norteará o método deste trabalho.

Esse grupo de normas técnicas surgiu como importante documento de referência para nivelamento dos sistemas produtivos e também para regular o intercâmbio de mercadorias e serviços entre blocos econômicos. O fundamento básico que rege este tema é o PDCA (*Plan Do Check Act*), que consiste no conjunto de ações interligadas entre si e ordenadas de forma a obter o contínuo aperfeiçoamento e tornar os processos gerenciais mais claros, objetivos e ágeis. É uma ferramenta orientada especificamente no planejamento das atividades, sua execução, monitoramento e controle de maneira cíclica, na qual cada ação converge para o aprimoramento de sua ação posterior.

No que se refere ao método proposto a ser apresentado, serão utilizadas as terminologias e conceitos da família ISO 9000:2015, buscando assegurar que a concepção desenvolvida esteja alinhada com esse padrão normativo adotado mundialmente.

### 2.2 Gerenciamento de Projetos

Gerenciar Projeto é aplicar os conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto com o objetivo de atender os seus requisitos, e ainda, atender ou exceder as necessidades e expectativas dos stakeholders, envolvendo as variáveis como escopo, prazo, custo e qualidade (VALLE et al 2014).

Especialmente neste trabalho, serão utilizados os conceitos de gestão oriundos

do PMI devido à clareza e à semelhança dos conceitos e proposições com o objetivo deste trabalho, além de se tratar de uma metodologia referência mundial nesta temática.

Segundo o *Project Management Institute* (PMI) (2004), a gestão de projetos é o processo através do qual se aplicam conhecimentos, capacidades, instrumentos e técnicas às atividades do projeto de forma a satisfazer as necessidades e expectativas das diversas partes interessadas. Quanto ao sucesso em projetos, o *The Standish Group* (2011) indica que somente 37% dos projetos mundiais analisados foram bem-sucedidos ao cumprir o orçamento, cronograma e qualidade planejados. O mesmo estudo indicou a taxa de sucesso de 75% para empreendimentos que empregam os conceitos de gerenciamento modernos, indicando que há um enorme interesse nas técnicas abordadas.

De acordo com o PMBOK (2018), o gerenciamento de projetos acontece por meio de processos que se relacionam de diferentes formas e asseguram o fluxo eficaz. Esses processos são agrupados em cinco categorias (Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento) detalhadas a seguir e em cada processo é produzido um conjunto de atividades relacionadas de forma dinâmica que operam em entradas específicas, objetivando saídas também específicas.

Estas categorias representam o ciclo de vida dos projetos, ou seja, as diferentes fases às quais o projeto é submetido, determinadas pela necessidade de gerir e controlar, a natureza e a complexidade do projeto e qual a área que se destina. São marcadas por um conjunto de atividades que se relacionam visando ao alcance de um objetivo definido previamente, possuindo entradas, ferramentas e técnicas e saídas (PMBOK, 2018). Como o gerenciamento de projetos é algo dinâmico, os processos de gerenciamento também são, decorrendo de forma integrada e conectada entre eles, visando, acima de tudo, facilitar a coordenação e evitar conflitos de informação. Conforme apresentado anteriormente e detalhado a seguir, as cinco categorias são:

- Processos de iniciação: realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase. São marcados pela autorização oficial para início do projeto ou fase;
- Processos de planejamento: são considerados como o processo mais importante do fluxo já que é nesse estágio que o escopo e os objetivos são refinados com foco no produto final. Segundo CLELAND e IRELAND (2002), planejamento é o processo de análise e explicação dos objetivos, metas e estratégias necessários para que o projeto seja realizado;
- Processos de execução: etapa em que os trabalhos são verdadeiramente realizados segundo o planejamento definido anteriormente;
- Processos de monitoramento e controle: estão presentes ao longo do projeto, monitorando e controlando o progresso e desempenho do mesmo ao longo do tempo;
- Processos de encerramento: destinados ao encerramento oficial do projeto ou fase.

Os processos de gerenciamento de projetos estão ligados e interagindo entre

si durante todo o projeto. Muitas das saídas de processos são entradas para os subsequentes que se tornam entradas para outros processos subsequentes e assim por diante, até o encerramento do projeto e estão ligados pelos objetivos que produzem e apesar de serem apresentados de uma maneira distinta e com interface de entrada e saída bem definidos, os processos se sobrepõem, são repetidos e revisados durante o decorrer do projeto.

## 2.3 Metodologia Ágil

De forma evolutiva, o Gerenciamento de Projetos acompanha a necessidade das organizações, suportando o processo de tomada de decisão. Com o aumento da complexidade dos projetos, volatilidade de cenários e das incertezas associadas, métodos ágeis ganharam espaço (SCHWABER, 1995). Em 2001 foi publicado o primeiro documento oficial desta metodologia, o Manifesto Ágil realizado por um grupo de profissionais veteranos na área de software dos Estados Unidos, que reuniu quatro valores apresentados a seguir.

- **Indivíduos e interação entre eles** mais que processos e ferramentas;
- **Softwares em funcionamento** mais do que documentação abrangente;
- **Colaboração com o cliente** mais que negociação de contratos;
- **Responder a mudanças** mais que seguir um plano.

Ou seja, mesmo havendo valor aos itens à direita, valorizamos mais os itens à esquerda.

Os doze princípios ágeis foram cunhados a partir do Manifesto e podem ser vistos em seguida:

- Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente por meio da entrega cedo e frequente de software com valor;
- Mudanças de requisitos são bem-vindas, mesmo em fases tardias do desenvolvimento. Os processos ágeis utilizam a mudança em favor da vantagem competitiva para o cliente;
- Entregar software em funcionamento com frequência, desde a cada duas semanas até a cada dois meses, com uma preferência por prazos mais curtos;
- As pessoas do negócio e os desenvolvedores devem trabalhar em conjunto diariamente ao longo do projeto;
- Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê-lhes o ambiente e o suporte que precisam e confie neles para realizarem o trabalho;
- O método mais eficiente e efetivo de se transmitir informação para e entre uma equipe de desenvolvimento é a conversa face a face;
- Software em funcionamento é a principal medida de progresso;
- Os processos ágeis promovem o desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter indefi-

nidamente um ritmo constante;

- A atenção contínua à excelência técnica e a um bom projeto aumentam a agilidade;
- Simplicidade – a arte de se maximizar a quantidade de trabalho não é feita – é essencial;
- As melhores arquiteturas, requisitos e projetos emergem de equipes que se auto-organizam;
- Em intervalos de tempo regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais efetiva e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

Segundo Shenhar e Dvir (2007) as práticas de Gerenciamento de Projetos foram disseminadas no decorrer dos anos por meio da sistematização de guias de conhecimento que apresentam um conjunto de ações, técnicas e ferramentas para gerir projetos de qualquer natureza. Esses guias atualmente são rotulados de métodos tradicionais devido ao surgimento de novas teorias, que propõem princípios, ações, técnicas e ferramentas, ditos novos e que se denominam por Métodos Ágeis. As metodologias ágeis estão cada vez mais em evidência, devido, principalmente, a sua adoção e aceitação pela indústria de TI (Ambler, 2008).

Para um melhor entendimento das diferenças entre os métodos tradicionais e os ágeis, Eder *et al.* (2013) apresenta um trabalho comparativo que remete às diferentes metodologias de gerenciamento de projetos. A pesquisa utilizou, a princípio, uma revisão bibliográfica com o intuito de identificar as práticas recomendadas em cada abordagem. O resultado foi a identificação de características críticas que diferenciam o uso de uma ou outra abordagem. Os autores geraram um modelo conceitual e apresentaram como resultado da pesquisa que a diferença principal das abordagens analisadas está nas técnicas empregadas.

Nesse mesmo trabalho, Eder *et al.* (2013) apresenta sumário das características do gerenciamento ágil que são apresentadas a seguir.

- Objetivo principal: orientado por produto e centrado em pessoas;
- Tipo de projeto: projetos com mudanças constantes e que necessitam de respostas rápidas;
- Tamanho: mais efetivo em projetos pequenos;
- Gerente de projeto: papel de facilitador ou coordenador;
- Equipe do projeto: atuação colaborativa em todas as atividades do projeto;
- Cliente: essencial. Deve ser parte integrante da equipe do projeto;
- Planejamento: curto e com a participação de todos os envolvidos na elaboração do planejamento;
- Modelo de desenvolvimento: interativo e incremental;
- Comunicação: informal;

- Controle de mudanças: dinâmico e com rapidez de incorporação nas iterações.

### 3 | CONCEPÇÃO DO MÉTODO

A concepção do método buscou remodelar os conceitos oriundos de Gestão de Projetos – PMBOK, ISO 9000:2015 e Metodologia Ágil para o contexto do controle da qualidade de obras. Especialmente no relativo à formulação originada do PMBOK, o projeto (obra) será avaliado ao longo do Ciclo de Vida do Projeto durante as fases de Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento através da modelagem para o âmbito da Construção Civil os processos, já vistos anteriormente, da área de conhecimento Qualidade. O conceito de abordagem de processo indicada na ISO 9001:2015 baseia diretamente o fluxo proposto da metodologia. Os elementos da Metodologia Ágil serão inseridos na fase de Execução que, consoante ao que foi visto no capítulo anterior, é a etapa mais adequada à aplicação.

A Figura (1) a seguir apresenta o fluxo proposto da metodologia para controle da qualidade de obras e, a seguir, serão descritos cada etapa de trabalho a ser aplicada.

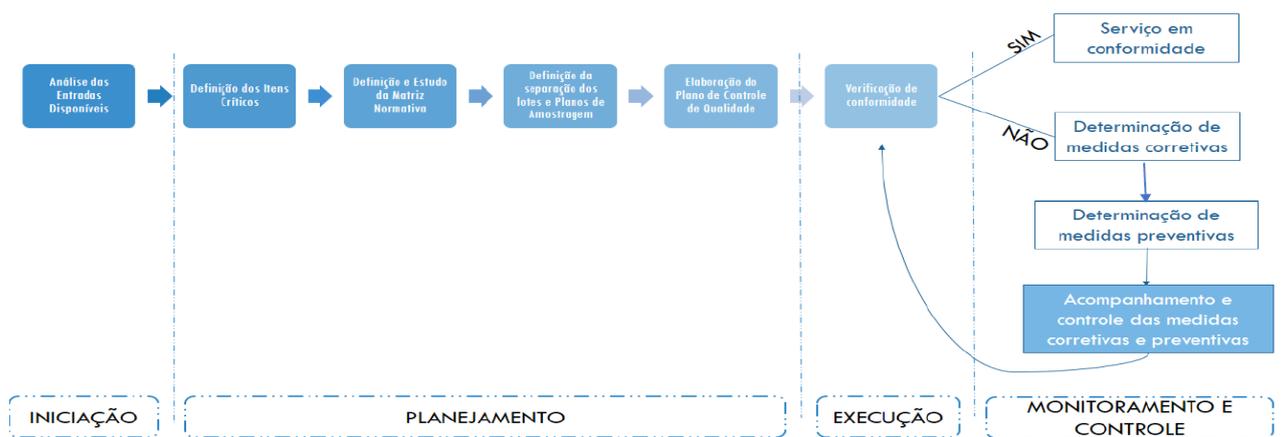


FIGURA 1 - Fluxo do Método para Controle de Qualidade – Metodologia híbrida

#### 3.1 Análise das entradas disponíveis

Para se realizar o posterior Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle da Qualidade, deve-se conhecer profundamente o escopo do objeto de estudo, ou seja, conhecer o escopo da obra e das especificidades que estão a ela atreladas. Nessa etapa, é importante estudar os documentos licitatórios, se caso for obra pública (edital, termo de referência, proposta técnica), os documentos básicos para a Supervisão (contrato da obra, projetos, especificações técnicas) e outros documentos relevantes, como normas técnicas específicas para realização do empreendimento, literaturas e quaisquer outros que possam fornecer instrução do escopo da obra.

Essa etapa é de grande relevância visto que servirá como fundamentação para o desenvolvimento das etapas de trabalho subsequentes. Dessa forma, o envolvimento

de toda equipe e o desprendimento de tempo para estudo, pesquisa e leitura sobre o assunto são de grande relevância.

### 3.2 Definição dos Itens Críticos

É sabido que, em uma obra, existem diversos materiais, serviços e aquisições relacionadas às diferentes fases de execução e que existe grande dificuldade quando se busca controlar todos esses. Assim, entende-se que é aconselhável focar no primordial para garantir que esses não apresentem falhas.

Dessa forma, após obter o entendimento da matéria e análise de toda documentação disponível, deve-se definir os itens críticos a serem controlados com maior atenção, podendo ser classificados como serviços, materiais ou aquisições para o empreendimento.

A definição desses em cada classe está atrelada aos riscos oferecidos às pessoas envolvidas no empreendimento e à construção propriamente dita. Itens que oferecem riscos estruturais ao empreendimento, e, conseqüentemente, riscos de segurança às pessoas envolvidas devem ser considerados prioritários no controle da execução e aplicação, por conseguinte, no controle da qualidade. Como exemplos em obras verticais, pode-se citar o concreto, material responsável por fornecer maior parte da resistência do empreendimento. Itens que oferecem riscos funcionais também devem ser tratados com importância, visto que a má execução pode comprometer a funcionalidade da construção. Após análise desses itens, deve-se ainda considerar como críticos aqueles que possuem características de durabilidade e estética com importância para o produto final. A Figura (2) apresenta esta classificação dos itens críticos. Os objetivos, características e tipologias dos projetos serão de extrema importância para a definição das principais linhas de risco a serem controladas e evitadas, sendo assim fundamentais na definição dos itens críticos do projeto. Neste trabalho, não serão integrados os riscos relacionados à Segurança do Trabalho e Meio ambiente, tratando apenas dos riscos inerentes à qualidade dos serviços, materiais e aquisições realizados.



FIGURA 2 - Classificação dos itens críticos

Tal classificação, por vezes, não é algo simples e, comumente, é tratado como algo subjetivo, vinculado à experiência da equipe envolvida no empreendimento. É importante registrar que esses itens devem ser escolhidos a partir de um bom embasamento técnico da tipologia da obra, dos projetos disponíveis e de problemas já

conhecidos em obras semelhantes a de estudo.

Essa etapa é uma das mais importantes para que o controle da qualidade possua êxito, visto que tal escolha deve filtrar exatamente os itens essenciais à garantia da qualidade do produto final.

### **3.3 Definição e Estudo da Matriz Normativa**

Após a escolha dos itens a serem avaliados de forma mais efetiva, deve-se definir os documentos de referência que servirão de subsídio para elaboração dos planos de controle da qualidade, que podem ser normas, especificações técnicas, memoriais descritivos, catálogos, dentre outros. Esse material deve oferecer parâmetros que ajudarão na análise da qualidade do material, serviço ou aquisição.

Deve-se buscar, nos documentos de referência, os parâmetros referentes à aceitação do serviço, material ou aquisição, grifando os pontos que podem ser falhos dentro de um universo de obra. Atenção às especificações a forma de armazenamento, formação de lotes e amostras e a aplicação ou execução do material ou serviço.

### **3.4 Definição e Separação de Lotes e de Planos de Amostragem**

É de conhecimento que, num universo de construção, com sequenciamento de serviços semelhantes e aplicações de materiais semelhantes, a amostragem total não é algo prático. Assim, buscando garantir alcançar todos os itens críticos de forma amostral, estipulam-se lotes e amostras representativas do universo de estudo. As dimensões e características dos lotes e amostras dependerão exclusivamente do serviço e da respectiva prescrição normativa.

Após o estudo da literatura disponível a cada item crítico, deve-se identificar como serão realizados a separação dos lotes e, por consequência, os planos de amostragem de forma a garantir a representatividade do serviço ou material que se deseja conferir. Alguns materiais e serviços possuem especificidades e técnicas próprias que apresentam tais divisões; outros devem passar por estudo mais detalhado para definição de tais parâmetros.

Esses parâmetros podem ser reavaliados ao longo do processo a depender do êxito de tal análise; algumas vezes, percebe-se que a quantidade de amostras avaliadas é inferior às necessárias para representar o universo de estudo; em outras, nota-se que o serviço ou material se mostra com comportamento linear, comportando lotes maiores e, conseqüentemente, um menor número de amostras.

### **3.5 Elaboração do Plano de Controle de Qualidade**

Trata-se da elaboração de um conjunto de processos manuais, procedimentos e formulários que vão garantir que a qualidade seja documentada, analisada e entregue à equipe de fiscalização, e que análises críticas possam ser realizadas garantindo, assim, a implementação de ações de melhorias.

O Plano de Controle de Qualidade, representado em forma de documento pelo Relatório de Serviço é o compacto de todas as informações colhidas ao longo das atividades acima descritas que, como resultado, fornecerão as Instruções de Qualidade e os Cadastros de Serviços e Ensaios, documentos que serão aplicados no processo da Figura (3) para verificação da conformidade dos itens críticos definidos inicialmente e conseqüente controle de qualidade da obra:

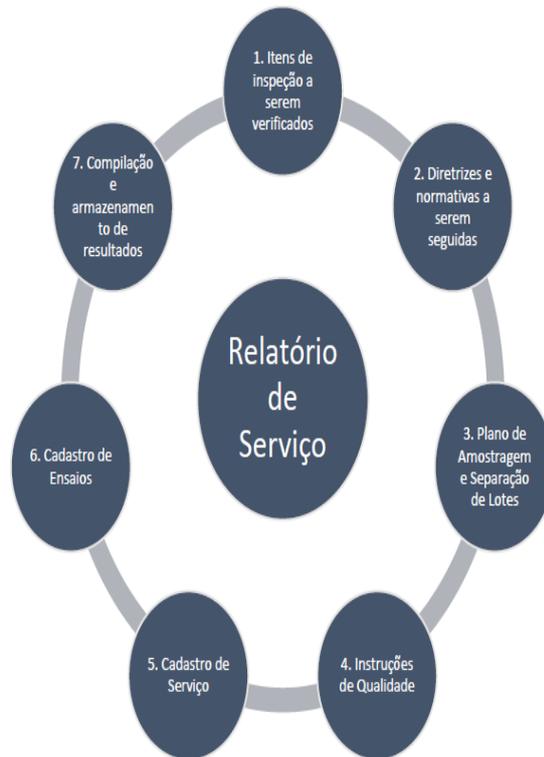


FIGURA 3 - Relatório de Serviço

Nessa fase, os Cadastros de Serviço e as respectivas Instruções de Qualidade deverão ser geradas de acordo com as fases do andamento do empreendimento. Ou seja, deverão ser realizadas em paralelo à evolução dos serviços da obra, ou seja, orientadas ao produto (obra) com entregas incrementais a depender da demanda (*sprints*). Essa característica é fundamentada na metodologia ágil e busca garantir maior agilidade no trabalho e maior iteração com o produto.

Além disso, principalmente nessa etapa, o conceito da ferramenta *Scrum* é implantada visando à comunicação efetiva entre os membros da equipe com ciclos de *feedback*, buscando a autonomia da tomada de decisão para os times envolvidos na entrega do produto. A decisão de evolução dos Cadastros de Serviço e respectivas Instruções da Qualidade é um exemplo de decisão a ser tomada de forma ágil e autônoma da equipe de projeto.

A gestão à vista também é uma ferramenta que auxilia a elaboração destes planos visando facilitar o entendimento especialmente do fluxo global de execução dos serviços. Inclui a identificação dos colaboradores responsáveis por cada etapa deste o

início ao fim de cada processo executivo, gerando um grande ganho a produtividade minimizando possíveis de comunicação.

### 3.6 Verificação da Conformidade e Acompanhamento das Medidas Corretivas e Preventivas

Nessa etapa, serão aplicados os conceitos adquiridos e materiais produzidos anteriormente à obra. O que se busca é identificar quais os desvios encontrados em relação aos parâmetros estipulados no Relatório de Serviço e, conseqüentemente, preveni-los e mitigá-los; As ações acionadas variam a depender das características da obra e precisam ser adotadas com prontidão para que maiores problemáticas não se desenvolvam.

É um desafio a aplicação e manutenção de algumas das ferramentas aqui apresentadas em um empreendimento da Construção Civil visto às singularidades e dinamismo do processo, mas, quando atreladas a outras ferramentas de gestão, principalmente de monitoramento e controle, e fundidas em uma metodologia específica, a aplicação se torna viável e essencial ao bom andamento da execução.

Como explanado no capítulo anterior – revisões bibliográficas, foram utilizados para concepção deste método os conceitos de gestão do PMBOK, da ISO 9000:2015 e de elementos da Metodologia Ágil devido às similaridades entre as teorias e o escopo do método a ser estruturado. Demais metodologias não foram empregadas pela ausência de características que indiquem a aplicabilidade correta dos conceitos pregados.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou a concepção de um método para controle de qualidade de obras. Esse tema, apesar dos modelos já propostos, continua a despertar grande interesse no gerenciamento de obras, uma vez que a atividade de planejar e executar obras requer significativas customizações, específicas à canteiros de obras, nas metodologias concebidas. O método aqui proposto procura integrar ao planejamento e execução de obras elementos dos métodos de gestão mais recentes, identificados como *métodos ágeis*, originariamente propostos para o desenvolvimento de sistemas de software.

Com a revisão bibliográfica, procurou-se identificar dentre os principais elementos dos métodos ágeis, aqueles que, forma mais imediata e objetiva, poderiam ser diretamente inseridos nos modelos tradicionais de gestão de obras. Assim, conceitos como *sprints*, gestão à vista e o modelo *Scrum* foram inseridos num controle de qualidade de obra baseado nos modelos já tradicionais como ISO 9001 e PMBOK, também pensados para trabalharem de forma integrada.

Por unir princípios da Metodologia Ágil aos conceitos do PMBOK e ISO 9001, o

método proposto apresentou outros benefícios específicos, entre os quais destacam-se:

- Possibilidade de realização de *sprints*, ou seja, planejamento por ondas sucessivas, otimizando o tempo gasto em planejamento e reduzindo o desperdício de tempo em planejar atividades podem ser alterados ao longo da execução (planejamento por etapas – terraplenagem, assentamento de mantas impermeabilizantes, assentamento de tubulações em aço);
- Maior iteração da equipe com a utilização do Scrum - feedback, facilitando a comunicação de todos os envolvidos oferecendo a todos o entendimento do processo como um todo;

Percebe-se ainda que elementos da metodologia ágil contribuem para:

- Maior integração entre as pessoas envolvidas nos diversos processos de planejamento e execução da obra, conseqüentemente melhor resultado nas atividades; mais do que o cumprimento de rotinas e padrões pré-estabelecidos;
- Maior agilidade em atender possíveis mudanças nos processos; mais do que seguir um plano rígido, pré-estabelecido;
- Maior atenção ao cliente; mais do que negociações baseadas em cláusulas contratuais.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. J.; SCHIMITZ, E. A. Análise de risco em gerência de projetos. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

ALENCAR, L. H.; SANTANA, M. O. Análise do gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil. Revista de Gestão e Projetos, São Paulo, v. 1, n. 1, p 74-92, jan. / jun., 2010.

ALMEIDA, I. M.; SOUZA, F. B. Estudo conceitual da aplicação combinada dos métodos SCRUM e CCPM para gerenciamento flexível de múltiplos projetos. Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 11, n. 4, p. 117-139, out. / dez., 2016.

ALVES, N. 5 problemas que impedem a modernização da construção civil. 2017. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/5-problemas-que-impedem-a-modernizacao-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

CARVALHO, G. S. B. Passo a passo do gerenciamento de projetos. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 124-138, maio 2007.

CHAMBERS, S. et alii Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.

CHAMBERS, S.; HARLAND; C.; HARRISON, A; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997.

CLELAND, D. I., IRELAND, Lewis R. Gerência de projetos. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

CORRÊA, L. E. P. Gestão de projetos aplicados à construção civil. Revista Techoje, Savassi, 3p., 2008. Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/410](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/410)>.

FREJ, T. A.; ALENCAR, L. H. Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife. Revista Produção, Recife, v. 20, n. 3, p. 322-334, jul. / set., 2010.

SCHWABER, K. SCRUM Development processo. 1995. Disponível em: <http://jeffsutherland.com/oops!a/schwapub.pdf>

SHENHAR, A. J., & Dvir D. (2007). Reinventing Project management: The Diamond approach to successful growth and innovation. Boston: Harvard Business School Press.

VALLE, A. B.; CIERCO, A. A.; SOARES, C. A. P.; FINOCCHIO JR, J. Fundamentos do gerenciamento de projetos. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014. (Série Gerenciamento de Projetos).

## ELIMINAÇÃO DE ESPERA E TRANSPORTE EM PROCESSO PARA AUMENTO DE PRODUÇÃO COM APLICAÇÃO DE CONCEITOS DO *LEAN PRODUCTION*

### **Ismael Cristofer Baierle**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas

São Leopoldo – Rio Grande do Sul

### **Jones Luís Schaefer**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais

Santa Cruz do Sul – Rio Grande do Sul

### **Matheus Becker da Costa**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais

Santa Cruz do Sul – Rio Grande do Sul

### **Johanna Dreher Thomas**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Curso de Engenharia de Produção

Santa Cruz do Sul – Rio Grande do Sul

### **Gustavo Trindade Chaire**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Curso de Engenharia Mecânica

Santa Cruz do Sul – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** Para uma empresa ser considerada *Lean* a eliminação de desperdícios deve ser um objetivo a ser perseguido, pois estes geram custo e não agregam valor ao produto ou ao serviço. Um desperdício dentro das empresas pode ser passar despercebido como

as esperas e transporte de materiais entre operações, atividades que tomam muito tempo necessitam de alguém que faça exclusivamente este trabalho e ainda podem causar pausa em determinada operação por falta de material. Este trabalho tem como objetivo o aumento da produção focando apenas na eliminação de perdas em esperas e transporte, e para isso se buscou o mapeamento do processo de produção de capas de chuva, desde a sua entrada no processo produtivo até o embalamento. Com esse mapeamento das operações foi possível mensurar o tempo perdido em transporte e o tempo perdido em operações devido a espera por material. Após análise do processo foi proposto um novo *layout* fabril, com alterações e combinações de algumas operações, visando a eliminação ou diminuição de transporte de material entre operações e com isso diminuindo também a ociosidade de máquinas e pessoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean Production*; Sistema Toyota de Produção; Eliminação de perdas; Aumento de produção.

**ABSTRACT:** For a company to be considered Lean the elimination of waste must be a goal to be pursued, because it generates cost and do not add value to the product or service. A waste inside companies may be going unnoticed as the waiting and transportation of materials between operations, activities that take a lot of time need

someone who does this work exclusively and can still cause a break in certain operation due to lack of material. The objective of this work is to increase production by focusing only on the elimination of losses in waiting and transportation, and for this purpose the mapping of raincoats production process was sought from its entry into the productive process until the packaging. With this mapping of the operations it was possible to measure the time lost in transportation and the time lost in operations due to waiting for material. After analyzing the process, a new factory layout was proposed, with changes and combinations of some operations, aiming at eliminating or reducing the transport of material between operations and thereby reducing the idleness of machines and people.

**KEYWORDS:** Lean Production; Toyota Production System; Waste elimination; Increase of production

## 1 | INTRODUÇÃO

É fato que todas as empresas e organizações visam ao lucro e o retorno de seus investimentos. Para que a empresa gere lucro, ela precisa calcular todos os seus custos, precificar corretamente seus produtos e fazer um bom trabalho de *marketing* para conseguir se inserir no mercado e comercializar seu produto ou serviço. O custo pode estar associado tanto a questão de valores monetários que envolvem a compra de insumos e matérias-primas como no emprego correto da mão-de-obra nas operações de produção. Desafios como aumentar a produção sem afetar a qualidade e o custo final do produto e sem precisar de grandes investimentos parece algo impossível de se alcançar. *Lean Production* é uma prática que ajuda as empresas a identificar e eliminar desperdícios através da melhoria contínua (VERRIER, *et al.* 2014) e diminuindo esses desperdícios é possível diminuir os custos de produção sem comprometer o valor final do produto para o cliente. Segundo Maximiano (2005) desperdício é o contrário de agregação de valor, uma ideia fundamental nos sistemas *Lean*. Porém, quando se fala em eliminação total de desperdícios ou perdas é que surge um problema, que é medir e eliminar perdas praticamente invisíveis, que são as perdas em processo, com transporte entre operações e perdas com ociosidade. Outro fator importante é manter uma proximidade com fornecedores a fim de permitir uma integração mais ampla nos fluxos de materiais e informação (TORTORELLA, MIORANDO e MARODIN, 2017). Em seu livro *Shingo* (1996) diz que a ociosidade de pessoas não é ruim, e diz ainda que ociosidade é melhor do que produzir em excesso ou produzir para estoque. Porém, quando se tem demanda e essa ociosidade é proveniente da falta de material para processar, ela vira um desperdício, e considerando que todo desperdício significa custo, este custo significa menos lucratividade para a empresa.

O objetivo deste artigo é realizar um estudo de caso em uma empresa com necessidade de aumentar a sua produção e melhorar os prazos de entrega ao cliente, porém sem capital de giro para investimentos em maquinários ou em mão-

de-obra. Assim, a necessidade da empresa é aumentar a produção com os recursos disponíveis, e para isso há a necessidade de realizar um mapeamento de todo seu processo, encontrando possíveis falhas e desperdícios, seguindo as perspectivas do *Lean Production*. Para eliminar desperdícios e corrigir falhas é preciso muito mais do que conhecer apenas os conceitos *Lean*, é preciso entender o processo de produção como um todo, devendo este ser acompanhado e mapeado com todos os detalhes para que nada passe despercebido. Sabendo disso, neste trabalho apresentamos uma breve revisão teórica sobre *Lean Production*, e a partir desse conhecimento teórico fizemos o mapeamento e o desenho do processo produtivo atual das capas de chuva, identificando possíveis perdas para após identificar e mapear o que pode ser feito para eliminar ou pelo menos diminuir essas perdas. De acordo com isso foi proposto um novo desenho do processo produtivo com as otimizações de operações sugeridas.

Além desta introdução o artigo segue estruturado em mais quatro partes. Na próxima seção será apresentada a fundamentação teórica seguida dos procedimentos metodológicos empregados. Na sequência serão apresentadas as análises e resultados da pesquisa, bem como suas conclusões.

## 2 | REVISÃO TEÓRICA

O termo *Lean Production* foi apresentado no livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Jones, em 1992, o qual passou a ser amplamente disseminado na América. O *Lean Production* é uma filosofia de gerenciamento, não só da produção, mas de toda a organização, que busca oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam: produtos de alta qualidade, baixo custo e no momento em que solicitam (SHINGO, 1996). Outra definição de *Lean Production* é dada por Shah e Ward (2007) como sendo um sistema sócio-técnico integrado que objetiva eliminar desperdícios ao reduzir ou minimizar a variabilidade interna do cliente e do fornecedor. Já Pakdil e Leonard (2014) tratam o *Lean* como uma característica que identifica sistemas de produção extremamente eficientes e eficazes que geram bons resultados com maior qualidade, mas também com menos custos e consumindo menos recursos. O *Lean* tem suas origens no JIT (*Just In Time*), metodologia concebida pelo fabricante de automóveis Toyota como o sistema de produção perfeito (SCHONBERGER, 2007), que através de vários conceitos e ferramentas deu origem ao Sistema Toyota de Produção (STP). O pensamento *Lean* foi popularizado por pesquisadores americanos para descrever o STP (JADHAV, MANTHA e RANE, 2014) e, juntamente com outras técnicas de gestão japonesas tem sido implementada em muitas empresas como forma de reinventar sua forma de gestão e de gerenciar as operações. Alvarez & Antunes Jr (2001) destacam que um dos primeiros modelos estruturados sobre o STP foi apresentado no livro “O Sistema Toyota de Produção”, de Yasuhiro Monden (1984), cuja versão original em inglês data de janeiro de 1982. Posteriormente, outros autores

trataram de interpretar e esquematizar o STP, tornando-o palatável para o público ocidental e disseminando os conceitos da produção enxuta, também conhecida como *Lean Production*.

Os conceitos, princípios e práticas propostos e utilizados no STP são amplamente reconhecidos como elementos constituintes de um modelo robusto de organização e gestão da produção. Dentre os princípios básicos de construção desse modelo encontra-se o conceito de perdas (ANTUNES, 1998). Para os precursores Shingo e Ohno, o objetivo mais importante do Sistema Toyota de Produção (STP) é justamente o aumento da eficiência através da eliminação total das perdas (OHNO, 1996; SHINGO, 1996). O Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão após a década de 50 em decorrência da produção muito baixa e da enorme escassez de recursos das indústrias japonesas. Como aconteceu na Europa, chegara a hora do Japão também ocupar espaço no mundo das organizações e da administração, sendo assim as ideias vindas de lá também começaram a fazer parte do vocabulário da administração. O Sistema Toyota foi criado por membros da família Toyota baseado nas técnicas de Henry Ford e Frederick Taylor. Segundo Maximiano (2005) os dois princípios mais importantes do sistema Toyota são: eliminação de desperdícios e fabricação com qualidade. O princípio de eliminação de desperdícios, *Lean Production*, consiste em um conjunto de ferramentas e técnicas para redução de *lead times*, estoques, *set up times*, falhas em equipamentos, resíduos, retrabalhos e outros desperdícios ocultos nos processos produtivos (KUMAR, *et al.* 2006). Ou seja, significa fabricar com o máximo de economia de recursos. O princípio da fabricação com qualidade objetiva produzir sem defeitos, que também é uma forma de eliminar desperdícios. Até os anos 80 as empresas ocidentais seguiam essa filosofia. Mas para os japoneses isso era desperdício, especialmente logo depois da Segunda Guerra Mundial, quando o país enfrentava escassez de recursos. Dessa forma nasceu o elemento básico do Sistema Toyota de Produção: eliminação de desperdícios de todos os tipos. Esses desperdícios são identificados também como desperdícios *Lean* e podem ser classificados em sete tipos (VERRIER, *et al.* 2014):

- Tempo perdido em consertos ou refugos;
- Produção além do volume necessário ou antes do momento necessário;
- Operações desnecessárias no processo de manufatura;
- Transportes desnecessários no processo de manufatura;
- Estoque;
- Movimento humano desnecessário;
- Espera entre operações.

Depois de eliminar ou reduzir os desperdícios o que sobra são os esforços para agregar valor ao produto. Segundo Maximiano (2005) agregar valor significa realizar operações de transformação de materiais e componentes estritamente relacionados

com a elaboração de um produto. Ainda segundo Shingo (1996), o princípio da subtração do custo é o conceito mais básico do Sistema Toyota de Produção exigindo esforços extraordinários para a eliminação da perda e, para isso ele defende que se deve criar novos métodos para os processos. Mesmo conhecendo muito bem os conceitos do STP e *Lean*, Kull et al. (2014), afirma que as práticas do STP bem sucedidas são mais que simplesmente implementar ferramentas, técnicas ou conceitos. A literatura enfatiza que a maioria das empresas que implementam programas baseados nos conceitos do STP e *Lean Production* não tiveram sucesso na execução dos seus objetivos (BORTOLOTTI, BOSCARI e DANESE, 2015).

Então, de nada adianta conhecer o conceito *Lean* se não se tem conhecimento do próprio processo de produção para que se possa aplicar e realizar melhorias. *Lean* não é um programa que tem início, meio e fim. Muito menos é um programa que possui uma fórmula ou passos bem definidos a serem seguidos. Ele possui sim início e meio mas nunca tem fim. E sua implantação depende da mentalidade de toda organização, é um programa de melhoria contínua, o que é bom hoje, pode não ser mais bom amanhã. Sempre há o que melhorar, sempre há algo de diferente a fazer, sempre há algo a descobrir dentro da produção.

Na seção a seguir iremos apresentar os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa, assim como qualquer outra, exige inicialmente os procedimentos de uma Pesquisa Bibliográfica, evidenciada de acordo com Vianna (2001) por um levantamento de informações e produções científicas em materiais (livros, revistas científicas, jornais, *sites* e outros) publicados a respeito do assunto, para identificar aspectos que possam contribuir para esclarecer o problema da pesquisa. Ou seja, procura-se explicar um problema a partir de referências teóricas. Portanto, esta pesquisa se enquadra, conforme a finalidade, em uma pesquisa descritiva, uma vez que visa à pesquisa e exploração do assunto e problema em questão, o uso do *Lean Production* para eliminação de perdas no processo e aumento da produção.

Segundo os meios, a pesquisa é um estudo de caso, pois será realizada a partir de dados reais de uma empresa fabricante de capas de chuva. Como método, a pesquisa é baseada em um único estudo de caso (YIN 2003; EISENHARDT e GRAEBNER, 2007). O estudo de caso é um projeto de pesquisa melhor definido como um estudo intensivo de uma única unidade, onde o objetivo do pesquisador é elucidar as características de uma classe maior de fenômenos (GERRING, 2004) e permite ao pesquisador entender o que realmente acontece na organização e como os processos levam aos resultados (GILLHAM, 2001). O estudo de caso pode ser usado para testes teóricos e refinamento de teorias (MEREDITH, 1998). Tem sido amplamente utilizado no campo do gerenciamento de operações como uma metodologia útil para avaliar

a aplicabilidade de métodos e ferramentas voltados para melhorar os resultados da empresa (KITCHENHAM, PICKARD e PFLEEGER, 1995). A organização alvo deste trabalho é uma fabricante de capas de chuva brasileira, com problemas relacionados aos prazos de entrega dos produtos, necessitando melhorar consideravelmente os prazos de entrega sem impactar na qualidade e sem gerar custos adicionais para a empresa.

De acordo com o exposto, pode-se colocar os procedimentos metodológicos em 4 etapas:

- Pesquisa bibliográfica e exploratória sobre os assuntos da pesquisa;
- Levantamento e acompanhamento de todas as operações de produção;
- Mapeamento e desenho do processo produtivo atual;
- Proposta de novo desenho do processo produtivo com a otimização das operações.

## **4 | ANÁLISE E RESULTADOS**

Como visto nas seções anteriores, antes de partir para a aplicação de algum conceito ou método é preciso conhecer a fundo o seu processo e saber o que pode e deve ser melhorado. Primeiramente se fez o mapeamento de todas as operações necessárias para a fabricação de uma capa de chuva e, depois de várias observações de todo o fluxo produtivo e de cada operação específica foi criada uma Ficha de Amostragem do Trabalho, como mostra a Figura 1.

FICHA AMOSTRAGEM DO TRABALHO								
Departamento: Produção				Setor: Fábrica				
Atividade Observada	EVENTOS						Data	Hora
	MT	MM	FM	MP	AO	SS		
Corte do Corpo	X						28/mar	13:30
Corte da Manga	X						28/mar	14:45
Corte do Capuz	X						28/mar	15:00
Bainha do Corpo	X						28/mar	15:30
Bainha da Barra	X						28/mar	16:00
Solda Bainha Manga	X						28/mar	16:30
Bainha Capuz	X						29/mar	09:00
Fechamento Capuz			X				29/mar	09:00
Fechamento Capuz	X						29/mar	14:00
Serigrafia Corpo	X						29/mar	14:30
Solda Corpo a Manga		X					29/mar	15:00
Solda Corpo a Manga	X						30/mar	08:30
Fechamento Manga	X						30/mar	09:30
Solda Capuz ao Corpo			X				30/mar	15:00
Colocar Botões					X		30/mar	16:00
Solda Capuz ao Corpo	X						31/mar	09:30
Colocar Botões	X						31/mar	09:00
Destaque Sobras	X						31/mar	09:30
Embalagem					X		31/mar	09:30
Embalagem	X						31/mar	10:00

CÓD	Descrição Evento	N.º	%
MT	Máquina Trabalhando	15	75%
MM	Máquina em Manutenção	1	5%
FM	Falta de Material proc. Anterior	2	10%
MP	Máquina sendo operada	0	0%
AO	Ausência Operador	2	10%
SS	Sem Serviço p/poder operar	0	0%

**ANALISTAS:**  
Ismael Cristofer Baierle

20

Figura 1: Ficha de Amostragem do Trabalho

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Nesta ficha de amostragem, pode-se observar todas as etapas do processo de produção das capas de chuva. Com ela foi possível mapear, em percentual, o tempo em que se estava agregando valor ao produto e o tempo em que não se estava agregando valor, que caracteriza o desperdício. Pode-se observar que as atividades que agregam valor representam 75% de todo tempo disponível. Dos 25% de tempo perdido, 10% correspondem a máquina parada por falta de material do processo anterior, mais 10% porque o operador estava ausente em busca de material no processo e em 5% do tempo a máquina estava em manutenção. Nota-se então, que 20% do tempo perdido é em função de falta de material oriundo de algum processo anterior. Para saber o porquê de estar faltando material nas estações de trabalho, todo o fluxo de material

percorrido durante o processo de produção foi mapeado. Isso gerou o desenho atual do fluxo de materiais, conforme Figura 2.

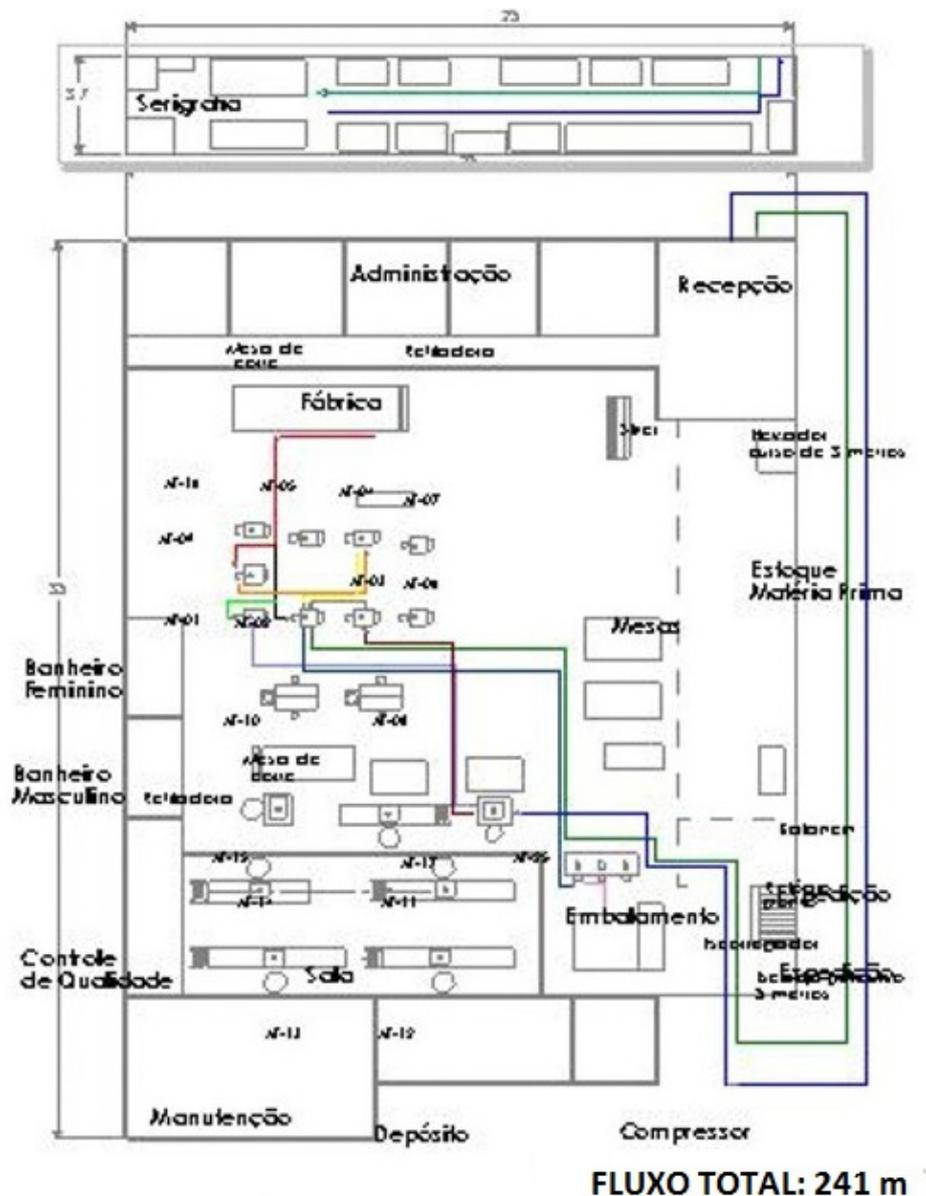


Figura 2: Desenho do fluxo de materiais atual

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Na Figura 2, as linhas em cinza representam o fluxo de material durante o processo de produção e as linhas azuis representam fluxo adicional, ou seja, quando uma máquina não é capaz de atender a próxima operação sozinha, os materiais são deslocados para mais uma ou duas máquinas para dar conta da produção. Com todo esse fluxo, desde a entrada no processo até a saída, uma capa de chuva percorre 241 metros. Com esse desenho já é possível visualizar que existem desperdícios dentro da produção, pois a distância percorrida no fluxo produtivo é muito grande e ainda se tem um fluxo adicional para conseguir equilibrar a produção para não gerar ainda mais desperdícios. Mesmo sendo possível visualizar esses desperdícios é preciso saber como eliminá-los. Para isso, foi realizada uma análise da mão-de-obra com

os métodos de produção utilizados atualmente e os métodos propostos, conforme a Figura 3.

Operações: 15						Análise de mão-de-obra método atual / proposto					
Inspeção:						<b>CAPA DE CHUVA</b> Analistas: Ismael Cristofer Baierle Hora Início: 8:00 Hora Fim: 11:30					
Transporte:											
Demoras:											
Armazenagem:											
Distância Percorrida:											
Tempo Total Unitário:											
elemento	operação	inspeção	transporte	demora	armazenagem	Descrição das Atividades	continuar	eliminar	combinar	mudar	simplificar
1	●	□	→	⏸	▽	Corte do Corpo	X				
2	●	□	→	⏸	▽	Corte da Manga	X				
3	●	□	→	⏸	▽	Corte do Capuz	X				
4	○	□	→	⏸	▽	Transporte das peças cortadas até o cavalete			X		
5	○	□	→	⏸	▽	Tempo de espera para preparação da máquina			X		
6	●	□	→	⏸	▽	Bainha do Corpo	X				
7	○	□	→	⏸	▽	Transporte ao cavalete p/Bainha Barra		X			
8	●	□	→	⏸	▽	Bainha da Barra	X				
9	○	□	→	⏸	▽	Transporte das peças para local de espera			X		
10	○	□	→	⏸	▽	Tempo espera p/ realização de ativid. seguintes			X		
11	●	□	→	⏸	▽	Solda Bainha Manga	X				
12	○	□	→	⏸	▽	Transporte das Peças para a Serigrafia	X				
13	●	□	→	⏸	▽	Bainha Capuz	X				
14	●	□	→	⏸	▽	Fechamento Capuz	X				
15	●	□	→	⏸	▽	Serigrafia Corpo	X				
16	○	□	→	⏸	▽	Transporte da Serigrafia até a Fábrica	X				
17	○	■	→	⏸	▽	Inspeção Serigrafia antes solda Corpo/Manga	X				
18	●	□	→	⏸	▽	Solda Corpo a Manga	X				
19	○	□	→	⏸	▽	Transporte ao cavalete para Fecham. Manga	X				
20	●	□	→	⏸	▽	Fechamento Manga	X				
21	○	□	→	⏸	▽	Transporte ao cavalete para solda Capuz/Corpo	X				
22	●	□	→	⏸	▽	Solda Capuz ao Corpo	X				
23	○	□	→	⏸	▽	Transporte para as prensas p/ colocar botões	X				
24	●	□	→	⏸	▽	Colocar Botões	X				
25	○	□	→	⏸	▽	Transporte até as mesas de acabamento	X				
26	●	□	→	⏸	▽	Destaque Sobras	X				
27	○	■	→	⏸	▽	Revisão das peças	X				
28	●	□	→	⏸	▽	Embalamento	X				
29	○	□	→	⏸	▽	Armazenagem no estoque de produtos prontos	X				
30	○	□	→	⏸	▽						

Figura 3: Análise de mão-de-obra – Método atual x Método proposto

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Na Figura 3 tem-se o fluxograma completo da produção, separando cada atividade em operação, inspeção, transporte, demora e armazenagem. O principal objetivo é eliminar os 25% de desperdícios mostrados na Figura 1, que são provenientes de transporte, tempo de espera para realização de atividades seguintes e tempo de espera para preparação da máquina (*setup*). Foi possível observar durante o acompanhamento dos processos que não é possível terminar com todos os transportes entre operações, porém é possível realizar combinações desses transportes. Como por exemplo na operação 4, enquanto a máquina está parada para *setup*, a operação 5 de transporte

poderia ser realizada concomitantemente deixando a máquina abastecida. Assim, quando a troca de ferramenta finalizar, o operador já pode imediatamente começar a trabalhar. No método atual, assim que a máquina está pronta o operador solicita o material e só daí se inicia o transporte. Essas duas atividades combinadas, resultam em um ganho de no mínimo 5%, do tempo gasto em *setup* que vimos na figura 1. Outra otimização possível seria a eliminação da operação 7, de transporte de material até o cavalete. Isso pode ser feito com a simples troca de posição de uma máquina, que será posicionada logo ao lado da mesa de corte. No modelo atual, o corte e a operação 7 ficam distantes e ainda se gera o fluxo adicional. Com essa troca de posicionamento da máquina, se diminui transporte, que significa redução de perda ou desperdício. As operações 9 e 10 também não podem ser eliminadas completamente, porém poderiam ser combinadas acontecendo em sincronia. Essa sincronia evitaria inclusive estoque em processo. Por fim, foi feita uma reorganização em todo o *layout* da fábrica, com o intuito de deixar o fluxo de trabalho mais dinâmico. Esse novo *layout* foi desenhado resultando na Figura 4.

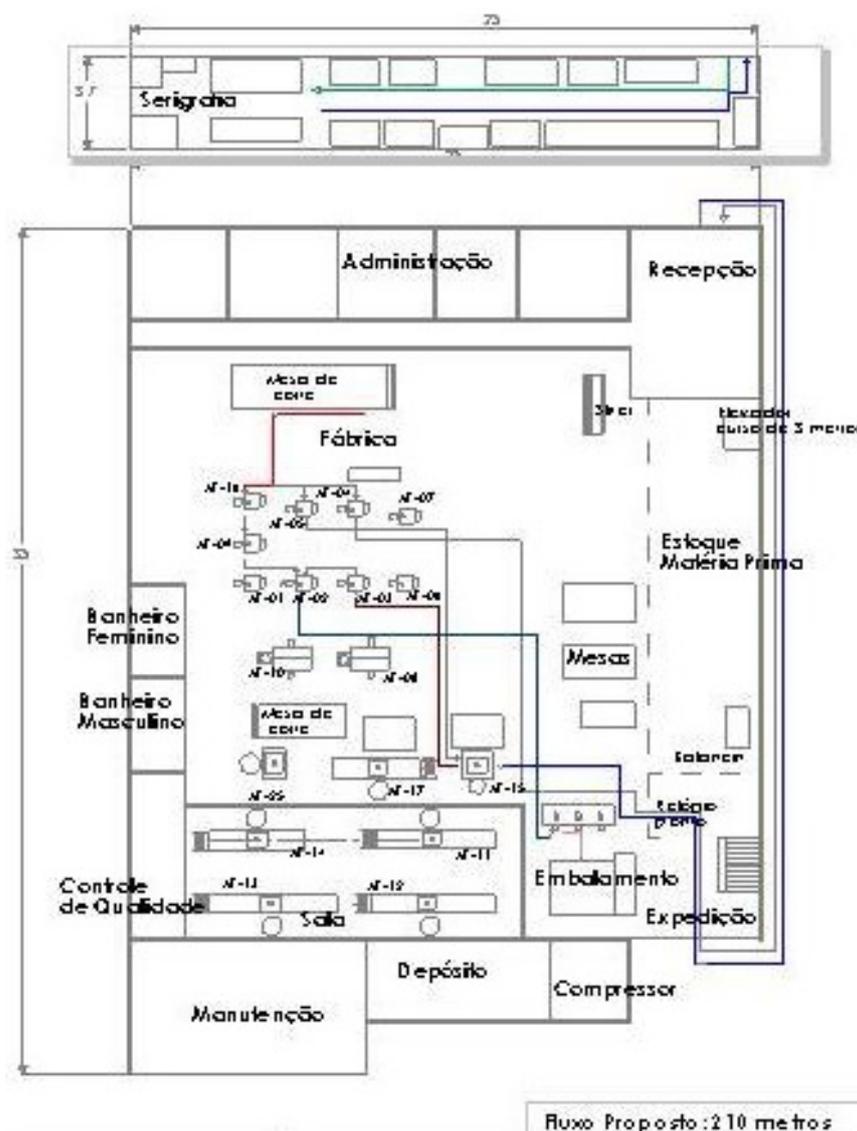


Figura 4: Desenho do fluxo de materiais e *layout* proposto

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Comparando esse fluxo de materiais e layout proposto com o fluxo atual da Figura 2, pode-se observar que ele ficou mais dinâmico. As linhas que representam o fluxo do material no processo seguem um caminho sequencial, não existindo mais o fluxo adicional, onde antes o material ia e voltava dentro do processo. Na nova proposta os materiais seguem um fluxo contínuo, não necessitando mais retornar ou serem distribuídos em mais máquinas para atender a demanda da operação posterior. Neste novo layout, uma capa de chuva percorreria 210 metros ao longo de sua fabricação, ou seja, 46 metros a menos do que ela percorre no fluxo atual.

Para confirmar se a redução do fluxo realmente traria resultados para a empresa, isso deve resultar em ganho para a empresa. No modelo atual a empresa tem a capacidade de fabricar 400 capas de chuva em um dia. Já com a nova proposta de mudança de layout e diminuição do transporte entre operações a empresa passaria a ter capacidade fabril de 480 capas por dia. Isso representa 20% a mais na capacidade de produção e implica dizer que a empresa atingiria o seu objetivo, de aumentar a produção apenas com os recursos existentes, sem precisar realizar novos investimentos. Com esse aumento, é possível melhorar prazos de entrega, que impactaria em uma maior procura pelos produtos da empresa que cumpriria seus prazos de entrega.

## 5 | CONCLUSÕES

Este trabalho buscou trazer uma contribuição no que diz respeito a implementação da cultura *Lean* dentro de uma empresa fabricante de capas de chuva. Como fora mencionado no início deste trabalho, o *Lean Production* consiste em vários conceitos que visam a eliminação de perdas. Esses conceitos podem ser aplicados em conjunto ou de forma isolada, dependendo de cada situação e de cada empresa. Para que surta efeito sempre deve haver ganho por parte da empresa, pois nada justifica a aplicação de algum conceito *Lean* que não implique em melhoria de qualidade, aumento de capacidade produtiva, etc. Para Dahlgaard e Dahlgaard-Park (1999) e Crandall e Crandall (2011) o grande fator de insucesso de algumas empresas de não conseguirem implantar os conceitos *Lean*, é que elas o fazem da mesma maneira do que quando querem introduzir uma nova máquina no processo. Neste trabalho, o interesse pela implantação do *Lean Production* aconteceu porque aumentar a produção se fazia necessário, porém não havia capital para investimentos. E como se aumenta a produção sem investir? Diante desse problema foi preciso trabalhar com o que havia disponível procurando conhecer bem os conceitos *Lean* e o que era necessário para colocar pelo menos algum deles em prática.

Podemos concluir ainda que, com a implantação do *Lean*, todo mundo dentro da empresa passa a enxergar de forma diferente o processo produtivo e todas as práticas do dia-a-dia. Um pré-requisito muito importante é conhecer muito bem toda a empresa, todos seus processos e como o produto chega até o final para ser entregue ao cliente. Somente conhecendo muito bem o seu processo é que é possível identificar

falhas, que resultam em perdas ou desperdícios. O *Lean* não é um programa cheio de regras, e sim uma nova forma de pensar, uma nova forma de agir frente aos problemas diários, é uma forma de pensar sempre em melhorias, em melhorias contínuas que não tem fim.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. dos R.; ANTUNES Jr., J. A. V. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção, **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, 2001.

ANHOLON, R.; SANO, A. T. Analysis of critical processes in the implementation of lean manufacturing projects using project management guidelines. **International Journal Advanced Manufacturing Technology**, 2015.

ANTUNES JR., José Antonio Valle. Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção; uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Tese de Doutorado em Administração, Programa de Pós- Graduação em Administração, **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 399p, 1998.

BORTOLOTTI, T.; BOSCARI, S.; DANESE, P. Successful Lean Implementation: Organizational Culture and Soft Lean Practices. **International Journal of Production Economics**, 2015.

CRANDALL, R. E.; CRANDALL, W. E. Three Little Words: inventory reduction programs require alignment of technology, infrastructure and culture. **Industrial Engineering**, 2011.

DAHLGAARD, J. J.; DAHLGAARD-PARK, S. M. P. Integrating Business Excellent and Innovation Management: Developing a Culture for Innovation, Creativity, and Learning. **Total Quality Management**, 1999.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. **Academy of Management Journal**, 2007.

GERRING, J. What is a Case Study and What is It Good for? **American Political Science Review**, 2004

GILLHAM, B. **Case Study Research Methods**. London: Continuum, 2001

JADHAV, J. R.; MANTHA, S. S.; RANE, S. B. Exploring barriers in lean implementation. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 2, p. 122-148, 2014.

KITCHENHAM, B.; PICKARD, L.; PFLEEGER, S. L. Case Studies for Method and Tool Evaluation. **IEEE Software**, 1995

KULLI, T. J.; YAN, T.; LIU, Z.; J. G. Wacker. The Moderation of Lean Manufacturing Effectiveness by Dimensions of National Culture: Testing Practice-culture Congruence Hypotheses. **International Journal of Production Economics**, 2014.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; SINGH, R. K.; TIWARI, M. K.; PERRY, D. Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME: a case study. **Production Planning & Control**, v. 17, n. 4, p. 407-423, 2006.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. Teoria geral da administração: da revolução urbana a revolução digital. 5. ed. – São Paulo: **Atlas**, 2005.

MEREDITH, J. Building Operations Management Theory through Case and Field Research. **Journal of Operations Management**, 1998.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala, **Bookman**, Porto Alegre, RS, 1996.

PAKDIL, F.; LEONARD, K. M. Criteria for a lean organization: Development of a lean assessment tool. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 15, p. 4587-4607, 2014.

SCHONBERGER, R. J. Japanese production management: An evolution-With mixed success. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 403-419, 2007.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, p. 785-805, 2007.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção. **Editora Bookman**, Porto Alegre, 1996.

TORTORELLA, G. L.; MIORANDO, R.; MARODIN, G. Lean supply chain management: Empirical research on practices, contexts and performance. **International Journal of Production Economics**, v. 193, p. 98-112, 2017.

VIANNA, Ilca Oliveira de Almeida. Metodologia do trabalho científico: um enfoque didático da produção científica. São Paulo: **EPU**, 2001.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E.; REMITA, H. Combining organizational performance with sustainable development issues: The Lean and Green project benchmarking repository. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 83-93, 2014.

YIN, R. K. Case Study Research: Design and Methods. 3rd ed. **Thousand Oaks**, CA: Sage, 2003.

## ANÁLISE QUALITATIVA DO SISTEMA DE CHECKOUT CONVENCIONAL: O CASO DE UM SUPERMERCADO EM CAMPINA GRANDE - PB

### **Arthur Arcelino de Brito**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

### **Pablo Veronese de Lima Rocha**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

### **Paulo Ellery Alves de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

### **Ellen Mendes de Freitas**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia de Produção, Campina Grande – Paraíba

### **Jaqueline Marques Rodrigues**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia de Produção, Campina Grande – Paraíba

### **Marrisson Murilo de Andrade Farias**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia de Produção, Campina Grande – Paraíba

### **Éder Wilian de Macedo Siqueira**

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Departamento de Administração e Economia – DAEC, Campina Grande – Paraíba

### **Rafael de Azevedo Palhares**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

### **Mariana Simião Brasil de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

### **Diego de Melo Cavalcanti**

Universidade Maurício de Nassau (UNINASSAU), Campina Grande – Paraíba

### **Felipe Barros Dantas**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia elétrica e Computação, Campina Grande – Paraíba

### **Victor Hugo Arcelino de Brito**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia Civil, Campina Grande – Paraíba

### **Nathaly Silva de Santana**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

### **Pedro Osvaldo Alencar Regis**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Engenharia de Produção, Natal – Rio Grande do Norte

**RESUMO:** As práticas do Sistema *Lean* extrapolaram os limites fabris e ganharam espaço nos mais variados campos da economia, levando mais competitividade às empresas através da eliminação de atividades que não agregam valor aos produtos e serviços, do aumento da eficácia, otimização de custos e melhoria dos serviços prestados. O objetivo

deste estudo é analisar de forma qualitativa o sistema de *checkout* convencional, sob a ótica do pensamento enxuto, em um supermercado na cidade de Campina Grande, Paraíba. O setor de frente de loja foi escolhido por conter oportunidades de melhoria em seus serviços e por ser parte essencial do supermercado na relação com os seus clientes. A visualização do serviço oferecido sob a ótica enxuta permitiu uma análise do mapa de atividades, o levantamento de perdas e desperdícios, bem como uma investigação sobre as causas e consequências das perdas no processo. Por fim, faz o levantamento de um conjunto de contramedidas com o objetivo de aumentar a eficiência do ciclo de atendimento, a redução do *working in process* do serviço (filas de pessoas) e uma melhora no atendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean*, Eliminação de desperdícios, Serviços

**ABSTRACT:** The practices of the Lean System have extrapolated manufacturing boundaries and gained space in the most varied fields of the economy, bringing more competitiveness to companies by eliminating activities that do not add value to products and services, increasing efficiency, optimizing costs and improving services. The aim of this study is to qualitatively analyze the conventional checkout system, from the perspective of lean thinking, in a supermarket in the city of Campina Grande, Paraíba. The store front sector was chosen because it contains opportunities for improvement in its services and for being an essential part of the supermarket in relation with its customers. The visualization of the service offered through the lean perspective allowed an analysis of the map of activities, the survey of losses and wastes, as well as an investigation into the causes and consequences of losses in the process. At the end, it surveys a set of countermeasures with the objective of increasing the efficiency of the service cycle, reducing the “working in process” of the service (queues of people) and an improvement in service.

**KEYWORDS:** Lean, Checkout, Wastes, Products

## 1 | INTRODUÇÃO

Surgido em meados da década de 50, o Sistema Toyota de Produção trouxe consigo diferentes tipos de técnicas e ferramentas relativamente simples que tornaram a Toyota Motors Company a maior fabricante de carros do mundo. Foram as bases deste sistema que garantiram a robustez da empresa durante a crise do petróleo, onde várias companhias sucumbiam junto à crise da época e a Toyota continuava a crescer e escapar quase ileso dos seus efeitos.

À medida que se tornou referência para o mercado, o Sistema Toyota de Produção evoluiu e recebeu outras nomenclaturas, como Sistema de Produção *Lean*, ou manufatura enxuta. Além disso, as técnicas simples e eficientes excederam os limites das unidades fabris e passaram a ser aplicadas em várias outras áreas da economia como prestação de serviço, agricultura, construção, varejo e etc.

A essência da manufatura enxuta foi traduzida para as áreas de serviço e com

esta tradução veio o pensamento *Lean*, trazendo consigo não a lógica da linha de montagem, mas as práticas da produção enxuta.

Segundo o IDV (Instituto para Desenvolvimento do Varejo), em 2016 o varejo restrito apresentou um resultado negativo, com fechamento real de - 6,2%, sendo este o pior resultado desde o início do monitoramento da série em 2001. Entre as justificativas para explicar tal queda estão a deterioração do mercado de trabalho, especialmente pelas condições econômicas do Brasil que enfrenta a pior recessão de sua história, o alto índice de desemprego e a taxa de inflação de alguns segmentos como o de alimentação dentro do lar e dos produtos farmacêuticos.

De acordo com o IBGE publicado em 2017, o setor do varejo que corresponde aos supermercados acumulou uma taxa negativa de - 3,1%, sendo este um fator preocupante para as empresas. Diante desse cenário desafiador em que o país vive, são necessários esforços gerenciais na elaboração de estratégias que tornem as empresas mais robustas para enfrentamento da situação.

De maneira análoga a atmosfera enfrentada pela Toyota na década de 70, o setor de varejo vive um dos seus piores momentos econômicos, assim, o pensamento enxuto faz-se importante por identificar oportunidades de melhorias, que se transformem em competências adicionais ao setor supermercadista, através da melhora dos serviços, eliminação de perdas, redução dos tempos de operação e de uma melhor interação com o cliente.

A realização deste trabalho justifica-se mediante a oportunidade de melhorias visualizadas durante o serviço de atendimento de caixas em um supermercado (*checkouts*), oferecido pelo setor de frente de loja. Verificou-se ainda que a visualização dos serviços prestados no setor de *checkouts*, sob a ótica *lean*, poderia indicar as perdas do serviço, bem como oportunidades de aperfeiçoamento que podem desenvolver vantagens competitivas para a empresa. Desta forma, foi proposta uma avaliação qualitativa do sistema de *checkout* convencional em uma loja supermercadista na cidade de Campina Grande, Paraíba.

A relevância deste trabalho se dá pelo fato da pouca visibilidade que os supermercados da cidade dão ao pensamento enxuto dentro de suas empresas, além da contribuição que os resultados podem gerar a empresa avaliada. Assim, esta avaliação qualitativa busca visualizar o processo de atendimento da frente de loja, sob a ótica *lean*, fazendo a identificação de perdas do serviço, suas consequências, causas e por fim, propõe sugestões de contramedidas para enfrentamento das perdas/desperdícios.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Conceito de supermercado

Para Silva (1990), o supermercado é um sistema de autosserviço, onde o consumidor tem a liberdade de servir-se daquilo que deseja comprar, só entrando em contato com os operadores da loja para pagamento de suas compras. Ou seja, não há vendedores interferindo no processo de compra, ou em balcões como acontece em mercearias e pequenas lojas.

Por sua vez, Kotler e Armstrong (2007) complementam tal conceito afirmando que os supermercados são lojas de autosserviço, relativamente grandes, de baixo custo, baixas margens e alto volume, sendo estas projetadas para atender as necessidades que os clientes têm de produtos alimentícios, higiene pessoal, produtos de limpeza e de uso doméstico.

Parente (2000) caracteriza os supermercados pelo sistema autosserviço, *checkouts* (caixas registradoras sobre o balcão na saída da loja), e produtos dispostos de maneira acessível, que permitam aos fregueses “auto servirem-se”, utilizando cestas e carrinhos.

### 2.2 Psicologia das filas

Maister (1985) sugere que muitos métodos utilizados para estudar e reduzir as filas, como a teoria das filas, não leva em conta a percepção do consumidor sobre o tempo perdido em filas. A percepção dos consumidores acerca de 10 minutos pode variar de acordo com a situação em que o mesmo é submetido.

Assim, levando em consideração conceitos de expectativas e percepções sobre serviços, o autor desenvolveu uma série de proposições acerca da psicologia das filas, que podem ser utilizadas pelas organizações para influenciar a satisfação dos consumidores. As preposições são as seguintes:

- Tempo ocioso parece mais longo que o tempo ocupado. A ideia dessa proposição é certificar que o tempo inocupado está sendo utilizado em uma atividade considerada útil ao consumidor e está relacionada de alguma forma ao serviço prestes a ser finalizado;
- Esperas de pré-processo parecem durar mais que esperas dentro do processo. É importante que o contato humano seja feito o mais breve possível para convencer que o serviço já começou, gerando redução da ansiedade no consumidor. Por exemplo, receber imediatamente o cardápio em um restaurante assegura ao consumidor que o serviço já começou e que ele não foi esquecido;
- Ansiedade faz as situações parecem mais longas. Por exemplo, quando filas paralelas são utilizadas em um serviço, o consumidor tem a sensação que a fila escolhida parece ser mais lenta, enquanto as outras se movem rapidamente. Algumas empresas adotam o sistema de fila único por parecerem mais justas para os consumidores, reduzindo sua ansiedade por per-

ceberem que os primeiros a chegarem, são os primeiros a serem atendidos;

- Esperas incertas parecem mais longas que esperas conscientes. É importante informar ao consumidor o tempo de espera em que ele será submetido. Ao passo que o cliente não tem consciência de quando um serviço será executado, aumentam-se os níveis de ansiedade à medida que as expectativas não são satisfeitas;
- Esperas não explicadas parecem mais longas que as explicadas. Se o consumidor entende as razões da espera, ele estará mais satisfeito do que quando nenhum fato justifica sua espera em uma fila;
- Esperas injustas são mais longas que as esperas equitativas. Uma das situações mais irritantes para o consumidor ocorre quando alguém que tenha chegado depois seja atendido primeiro. Isto pode ser eliminado através do sistema de fila única, obedecendo a ordem de chegada através de um sistema de senha, por exemplo;
- Quanto mais valioso o serviço, mais tempo o consumidor consente em esperar. Se o serviço é visto como rotineiro e de baixa agregação de valor, a tolerância de espera vai diminuir potencialmente;
- Esperas individuais parecem durar mais que esperas em grupo. Quando existe uma interação de grupo em uma fila, mesmo com o anúncio de atrasos, a espera torna-se mais tolerável.

Embora o sistema de fila única com a política de atendimento seguindo a ordem de chegada seja mencionado como solução para os problemas acima, nem sempre ela pode ser aplicada devido a fatores como legislação (prioridade para deficientes, idosos, gestantes) e espaço físico insuficiente (para estabelecimentos que utilizam carrinhos de compras).

### 2.3 Momento da verdade

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente (CAMPOS, 1992). Assim, o cliente espera ter uma ótima experiência ao adquirir um produto ou serviço. Logo, é essencial para as empresas garantir que as expectativas do cliente sejam atendidas, desde o primeiro contato até as últimas etapas do processo de compras ou serviço.

Uma experiência inicial prazerosa pode tornar-se um pesadelo para o cliente em etapas posteriores. Desta forma, em um supermercado que por conceito tem seu contato direto com o cliente apenas nas estações de *checkout*, é imprescindível que seja oferecido o melhor serviço, pois este é o ponto crítico em que o cliente pode formar uma opinião pessoal do nível de serviço prestado pela organização, ou seja, este é momento da verdade – MV.

Almeida (1995) descreve o momento da verdade como um momento ímpar, no qual se tem a oportunidade de mostrar ao cliente que a empresa é a melhor opção para ele. Berg (2017), por sua vez, complementa que o MV está intimamente associado à

qualidade de atendimento que a empresa proporciona e envolve os aspectos tangíveis e intangíveis, como cordialidade, atenção, ambiente físico, confiabilidade no serviço e etc.

## 2.4 As perdas do serviço sob a ótica *lean*

As perdas em seu significado mais simples consistem em atividades que não adicionam valor às operações. Bicheno (2004) afirma que as perdas são um fator fortemente relacionado ao sistema *lean*, sendo a eliminação das perdas uma forma para atingimento do *lean* ideal, porém, defende que a prevenção das perdas é no mínimo tão importante quanto à eliminação das mesmas.

O sistema *lean* vai muito além dos processos fabris e se expandiu para outros setores da economia, como construção civil, hospitais, lanchonetes, restaurantes, supermercados e outros agentes que prestam serviços ao consumidor. Bicheno (2004) lista a ocorrência de perdas relacionadas a serviços prestados ao consumidor, são elas:

- Perdas por atrasos: onde o cliente passa a esperar além do esperado por um serviço, por entregas, em filas, por respostas, e por itens que não chegaram de acordo com o prometido;
- Perdas por duplicação: ocorrem quando o cliente tem que fornecer os mesmos dados por mais de uma vez, repetindo detalhes em formulários ou respondendo a várias questões de variados assuntos dentro de uma mesma organização;
- Perdas por movimentos desnecessários: através do enfrentamento de filas várias vezes, ergonomia deficiente na execução do serviço;
- Perdas por comunicação ineficiente: quando o canal de comunicação não está claramente especificado, o serviço pode ficar aquém do esperado, gerando insatisfação;
- Perdas por estoques falhos: produtos em falta, inaptidão de ofertar o que é requisitado, substituição de produtos ou serviços;
- Perdas por oportunidades – em manter ou ganhar clientes, falha no estabelecimento de comunicação, ignorando clientes, e ou hostilidade no atendimento cliente;
- Perdas por erros – nos serviços de transação, produtos defeituosos dentro de pacotes ou serviços, bens perdidos ou danificados.

## 2.5 Consumo *lean*

Womack e Jones (2005) desenvolveram alguns princípios *lean* para o processo de consumo. O conceito de consumo enxuto envolve uma sistematização dos negócios para fornecimento de bens e serviços utilizando seis princípios:

- Resolva os problemas do cliente completamente dando certeza que todos os itens e serviços funcionam, e funcionam juntos;

- Não desperdice o tempo do cliente;
- Forneça exatamente o que o cliente deseja;
- Forneça exatamente o que o consumidor deseja exatamente onde ele quer;
- Forneça aquilo que o cliente deseja, onde ele deseja, e quando ele requer;
- Agregue continuamente soluções para reduzir o tempo requerido do cliente e aborrecimentos.

## 2.6 Princípios *lean* aplicados ao serviço

Os princípios da manufatura enxuta também podem ser traduzidos para os serviços. George (2004) faz tradução através do apontamento de fatores importantes para a aplicação de serviços *lean*, dentre eles:

- a. Eficiência de Ciclo de Processo – que consiste na relação do tempo utilizado nas atividades que adicionam valor ao serviço sobre o lead time total do processo. Ou seja, é a razão entre o tempo utilizado na agregação de valor sobre o tempo total de atendimento do serviço; Assim, quanto mais agregação de valor no tempo do atendimento, maior será a eficiência deste índice;
- b. Redução do trabalho em processo – Também conhecido como WIP - *Working in Process*, que consiste em qualquer atividade ou trabalho oficialmente no processo. Alternadamente, no âmbito dos serviços, pode-se considerar WIP as pessoas à espera de um atendimento. Assim, quando são observadas grandes filas em supermercados, pode-se entender que o WIP é alto, ou seja, há atraso em demasia;
- c. 20% das atividades causam 80% do atraso – Assim, ao atacar o grupo relativo a 20% das atividades, é possível a obtenção de 80% de ganhos. Exemplo: ao melhorar a velocidade de um processo em 20%, espera-se obter um déficit de 80% no tempo de ciclo. Quanto maior o tempo em processo, maiores os custos e mais possibilidades de frustração dos clientes;
- d. Trabalho invisível não pode ser melhorado – Para que sejam verificadas oportunidades de melhoria, é necessário identificar ou sinalizar tarefas que não agregam valor – Perdas – desta forma é necessário o uso de ferramentas que mostrem o como o processo ocorre, como o mapa do fluxo do processo.

Espera-se a partir destes fatores que o pensamento enxuto contribua na criação de vantagens competitivas para as empresas, através do aumento da eficácia, otimização de custos e melhora na qualidade de serviços prestados.

### 3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa tem caráter descritivo por tratar de levantamento ou observações feitas sobre alguns problemas que ocorrem no setor dos caixas convencionais de um supermercado. Pode-se também caracterizá-la como estudo de caso por selecionar um objeto de pesquisa e se aprofundar no conhecimento de seus aspectos característicos ou ainda reconhecer um padrão científico já delineado em que o “caso” possa ser inserido. Em suma, a pesquisa trata de um levantamento de aspectos do setor de *checkouts* convencionais de um supermercado e da análise desses aspectos sob a ótica do pensamento *lean* e do serviço enxuto.

A abordagem deste estudo é do tipo qualitativa por se basear na análise de dados sem o processo de mensuração numérica, através de percepções, descrição de características por observação direta, entrevistas não estruturadas e etc.

A coleta de dados se deu principalmente a partir de observação direta *in situ* (caracterizando-se o processo de compras e pagamentos dos clientes nos *checkouts* convencionais do supermercado), permitindo assim um levantamento do diagrama de decisões *in loco* por também analisar a situação no local onde os fenômenos acontecem.

Também foram feitas entrevistas não estruturadas com os principais agentes do processo, o que inclui os clientes internos (operadores de caixas, embaladores, fiscal de loja) e com alguns clientes externos. Assim puderam ser identificados alguns efeitos indesejados para os clientes em geral e o levantamento de fatores que contribuem para um elevado tempo de atendimento das filas (WIP).

As observações foram feitas em dias de pico, que compreendem o período de sexta, sábado e domingo, das 8 às 14, com o objetivo de analisar o serviço quando o mesmo passa a ser mais requisitado.

A pesquisa se restringe a fazer uma análise qualitativa no setor de frente de loja, especificamente nos *checkouts* convencionais, e considera as filas do supermercado como uma extensão deste setor, já que as pessoas que adentram nas filas, o fazem por necessitar do serviço e se posicionarem a espera do serviço (trabalho em processo dos caixas de supermercado).

A partir dos dados coletados, foi possível a identificação de desperdícios no serviço oferecido, bem como suas consequências e causas. Além disso, foi possível formular um conjunto de contramedidas sugeridas para os efeitos indesejados que contribuem para um maior alinhamento com o pensamento *lean*.

#### 3.1 A empresa objeto de estudo

O supermercado pesquisado faz parte de um grupo varejista que surgiu em Campina Grande- PB, e atua há cerca de 20 anos no mercado. O grupo possui três grandes lojas supermercadistas e um centro de distribuição que facilita o trabalho de seus fornecedores e permite otimizações operacionais. O grupo possui cerca de

500 colaboradores divididos em mais de 60 cargos registrados, tomados pelo mesmo objetivo: o sucesso e crescimento mútuo. A empresa classifica os seus clientes como “*shoppers*”, que diferente do consumidor comum, é um cliente mais consciente sobre suas decisões, que pensa, pondera e decide suas compras. É um tipo de cliente que dá importância às suas relações com a empresa, que analisa sua imagem e atuação perante o mercado e a sociedade, que valoriza o contato, a exclusividade e que tem uma visão global.

A loja supermercadista objeto deste estudo é a loja II, que conta com uma área de 1605 m<sup>2</sup> destinados a vendas e conta com cerca de 150 colaboradores, que trabalham em turnos de 8 horas/dia, onde destes 32 colaboradores atuam na área de *checkouts* convencionais, setor analisado no presente trabalho. A loja apresenta 12 estações de caixa convencional, porém, segundo o gerente responsável por este setor, o potencial máximo de atendimento só é operado no sábado, quando 10 *checkouts* ficam ocupados por um operador de caixa e um embalador.

Cada estação de *checkout* convencional possui uma esteira controlada pelo operador, um balcão de apoio para as compras que passaram pelo processo de registro e leitura, um scanner fixo (responsável pela leitura dos códigos de barras), uma balança, monitor, teclado, impressora de nota fiscal, caixa registradora, um leitor de cartão e uma cadeira.

A empresa tem como missão superar as expectativas de compra dos seus clientes, tentando sempre oferecer preços baixos, excelência no atendimento, variedade de produtos e qualidade nos serviços prestados.

Além disso, visa ser reconhecida como o melhor grupo varejista do Estado da Paraíba, utilizando-se de infraestruturas adequadas e práticas sustentáveis e apoiado por colaboradores comprometidos e fornecedores verdadeiramente parceiros.

O grupo tem como seus principais valores: a crença em Deus, humildade em ser, responsabilidade em crescer, honestidade em agir, prontidão em servir, respeito em conviver e por fim eficiência em atender.

## 4 | ANÁLISE QUALITATIVA

### 4.1 Situação atual (*checkout*)

Em horários de pico, como sábados e domingos, principalmente no horário da manhã, há uma grande demanda pelo setor de frente de loja. Desta forma, há uma rápida formação de filas e um aumento dos serviços requisitados aos operadores de caixa, embaladores e fiscais de loja, que devem exercer seus serviços com excelência e eficiência no atendimento. Porém, pequenas falhas, poucas vezes notadas pelos gerentes ou fiscais de frente de loja acabam contribuindo para o aumento do tempo de atendimento dos clientes, que enfrentam impacientemente longas e demoradas filas.

Ainda pelo conceito de supermercados vistos no referencial teórico deste presente estudo, foi visto que o cliente deve ser livre para que o autosserviço funcione e que o contato direto seja feito no setor de *checkouts*, onde o “momento da verdade” ocorre. Uma experiência prazerosa para o cliente nos corredores do supermercado pode se tornar um pesadelo, quando o serviço oferecido pela frente de loja não corresponde com o esperado, gerando insatisfação dos clientes e uma má reputação para a empresa.

Objetivando entender o processo que ocorre no setor de frente de loja, foram feitas várias visitas ao *Gemba* (termo japonês para identificar o lugar em que o trabalho acontece). E através da observação direta e das entrevistas não estruturadas com os colaboradores do setor, foi possível elaborar um diagrama de atividades que corresponde aos serviços comuns prestados por uma caixa de supermercado e um embalador da empresa em estudo, como visto na Figura 1:

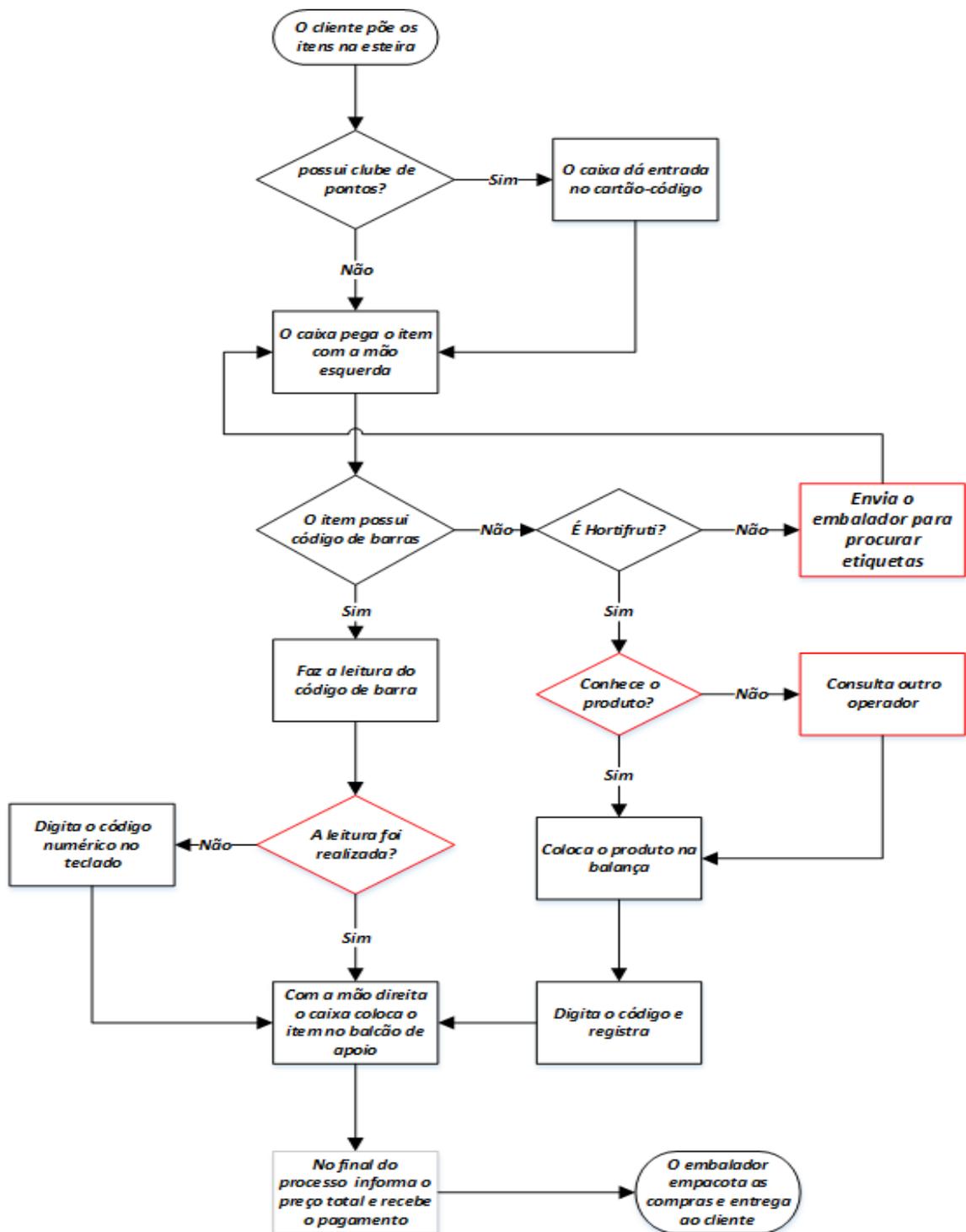


Figura 1 – Diagrama de atividades da frente de loja

Fonte: autoria própria (2018)

A partir do diagrama de atividades descrito anteriormente, observações e entrevistas informais junto aos funcionários do setor de frente de loja, foi possível montar um quadro (quadro 1) de atividades dos principais agentes do processo de atendimento de *checkout*, visando verificar a ocorrência de alguns procedimentos ou decisões que podem comprometer a visão de qualidade percebida pelo cliente ou ainda oportunidades de melhoria para o processo.

Agentes	Atividades	Classificação da atividade
Operadores de caixa do supermercado	Recepção do cliente com cordialidade	Principais
	Pesagem do Produto	
	Identificação dos Produtos	
	Realizar a leitura dos produtos	
	Informar os valores das compras	
	Transações Financeiras	
	Empacotar itens (na ausência dos embaladores)	Secundárias
	Consulta a outros operadores quando não identificam ou desconhecem o código de alguns produtos	
Embaladores	Ser cordial com o cliente	Principais
	Embalar corretamente os produtos adquiridos	
	Procurar etiquetas de preços nos corredores do supermercado	Secundárias
	Fazer a troca de produtos danificados detectados no momento do atendimento do setor de <i>Checkout</i>	

Quadro 1 – Atividades principais e secundárias exercidas pelos operadores de caixa e embaladores

Fonte: Autoria própria (2018)

A partir deste quadro, percebe-se que as atividades secundárias desviam os agentes de cumprir com eficiência e eficácia, as suas atividades principais. Assim, quanto mais interrupções das atividades principais ou primárias, maior será o tempo de fila dos clientes (*working in process* do serviço).

#### 4.2 As perdas do serviço

Buscando identificar as perdas do serviço sob a ótica do sistema enxuto, foi feito um levantamento no serviço de checkouts convencionais buscando a identificação de perdas ou desperdícios no serviço prestado na frente de loja, como mostra o Quadro 2:

PERDAS/DESPERDÍCIOS	IDENTIFICAÇÃO
<b>Atraso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientes enfrentam longas filas, mesmo nos caixas de pequenas compras;</li> </ul>
<b>Movimentos desnecessários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentação desnecessária dos embaladores em busca de produtos e etiquetas de preços dentro do supermercado;</li> <li>• Interrupção dos colegas de trabalho, por parte dos caixas, para retirada de dúvidas;</li> </ul>

PERDAS/DESPERDÍCIOS	IDENTIFICAÇÃO
<b>Comunicação ineficiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alguns itens, eventualmente, não apresentam código de barra, ou ainda possuem código de barras, porém danificados, impedindo a leitura por escaneamento;</li> <li>• Alguns produtos não estão cadastrados no sistema;</li> <li>• Por vezes o preço não condiz com aquilo que estava na prateleira;</li> </ul>
<b>Estoques Falhos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por falta de conhecimento de alguns operadores de caixa, algumas folhagens são registradas com nomes diferentes, ocasionando erro de dados no estoque;</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caixas que não cumprimentam os clientes;</li> </ul>
<b>Erros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Itens danificados (e.g. açúcar, iogurte e outros líquidos vazando sobre a esteira);</li> </ul>

Quadro 2 – Desperdícios no serviço de atendimento dos *checkouts*

Fonte: Autoria própria (2018)

### 4.3 As causas das perdas e efeitos indesejados

Visando entender de forma mais completa os desperdícios e perdas, além da identificação, foram levantadas as causas e efeitos indesejados das perdas junto aos colaboradores atuantes no setor de frente de loja (gerente, fiscais de loja, operadores de caixa e embaladores) e da observação direta. A partir deste levantamento, foi elaborado o Quadro 3, abordando as possíveis causas das perdas identificadas anteriormente.

ANOMALIAS (EFEITOS INDESEJADOS)	CAUSAS
Ausência parcial de embalador	Os embaladores se ausentam do seu posto de trabalho para substituir itens com ausência de código de barra, itens com preços não atualizados no sistema, itens danificados necessitando substituição e escolhas de ultima hora por parte dos clientes.
Falta de conhecimento dos caixas	Falta de treinamento dos operadores, falta de embalagem que identifiquem os itens, e até mesmo de etiquetas de código de barra que dispensariam a necessidade de conhecimento prévio do operador.

Produtos sem código de barras ou com etiqueta de código danificada	Algumas cooperativas fornecedoras de produtos não põem etiqueta de código de barras em seus produtos, como o fornecedor de folhagens do supermercado, que não embala seus itens, e por consequência também não utiliza código de barras. Os códigos de barra danificados estão ligados a fatores como erros de impressão pelo fornecedor, manuseio inadequado no percurso entre a fábrica e as prateleiras do supermercado, erros de impressão nas balanças do supermercado, papel de etiqueta com baixa qualidade ou com relevos que não permitem uma boa impressão.
Itens danificados	Este problema ocorre devido a fatores como manuseio inadequado dos itens no percurso desde os estoques das fábricas até as prateleiras do supermercado, e em alguns casos ligado a qualidade da embalagem dos produtos;
Caixas que não cumprimentam os clientes	Este é um problema ligado ao fator psicológico e humano dos colaboradores. Há certa cobrança por parte dos fiscais de frente de loja em cima dos operadores de caixa e dos embaladores, porém o problema está ligado ao clima organizacional e a fatores emocionais destes profissionais.
Preços divergentes entre prateleira e caixa de supermercado	Erros na atualização de preço por parte do departamento responsável, bem como algum erro de autorização de mudança de preços;
Produtos não cadastrados no sistema	Fator relacionado a erros de comunicação entre o mercado e alguns fornecedores, quando estes últimos modificam o seu código barra sem comunicar aos seus clientes ou distribuidores.
Interrupção de colegas de trabalho para retirada de dúvidas	Alguns operadores, devido à falta de conhecimento ou treinamento, acabam interrompendo outros caixas de supermercado para identificar os itens que estão sendo lidos (frutas e verduras). Alguns produtos não constam no catálogo de verduras e legumes, devido falta de atualização do mesmo.

Quadro 3 – Efeitos indesejados

Fonte: Autoria própria(2018)

É possível verificar que alguns problemas descritos ao longo deste estudo, não tem origem exatamente no caixa, mas em outros setores da empresa, porém, o *checkout* acaba servindo como uma peneira, onde estes problemas ou perdas tendem a aparecer de forma mais explicita, tendo o agravante de acontecer aos olhos do consumidor. Por ter um consumidor do tipo *shopper*, que pondera e avalia o serviço do supermercado, estas falhas podem comprometer o processo de fidelização e a reputação da empresa.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento das perdas, dos seus efeitos indesejados e de algumas de suas causas, é possível sugerir um conjunto de contramedidas imediatas com o objetivo de atenuar ou resolver as problemáticas vista neste presente estudo. Desta

forma, espera-se uma melhora do serviço oferecido pelo supermercado, bem como um maior alinhamento com o pensamento enxuto e um aumento na satisfação dos clientes externos, e dos clientes internos (operadores de caixa e embaladores) que atuam como agentes diretos desta prestação de serviço.

Espera-se que as contramedidas possam aumentar a eficiência do tempo de ciclo através da eliminação de atividades que não agregam valor ao serviço, reduza o trabalho em processo (filas de pessoas), e atenda as reais necessidades do cliente, evitando aborrecimentos.

Para atacar as causas relacionadas anteriormente, sugerem-se as seguintes contramedidas:

Criação de um programa de treinamento contínuo dos operadores de caixa – Espera-se desta forma que os caixas recebam constantes atualizações acerca de novos produtos da sessão de hortifrúti, para que desta forma possam exercer suas atividades de maneira correta, e evitando que os dados do sistema sejam enviados de maneira inadequada para os estoques e para a sessão de planejamento de compras, atacando desta forma o problema de erros no cálculo de demandas (perdas por estoques inadequados). Uma atualização constante dos operadores de caixa, também permite uma melhor execução de suas atividades, sem que necessitem consultar outros colaboradores (perda por movimentação desnecessária), evitando desta forma erros por desatenção, e promovendo um menor tempo de fila para os clientes. O treinamento ainda deve contemplar questões referentes à cordialidade com o consumidor (atacando desta forma as perdas ou desperdícios por oportunidade), garantindo um atendimento com excelência, eficiência e qualidade (fatores previstos na visão, missão e valores da empresa em estudo).

Quanto às perdas por comunicação ineficiente – Sugere-se um combate por várias frentes, o primeiro deve ser uma constante revisão dos itens por parte dos promotores de loja responsáveis pela organização das prateleiras (gôndolas). Esta revisão servirá para identificar itens que se encontram indevidamente sem o código de barras, e adicionando etiquetas com o código numérico para os mesmos.

A revisão durante o abastecimento das prateleiras também combaterá as perdas por erros, por identificar produtos danificados, antes que os mesmos cheguem aos clientes. Essas medidas evitam a interrupção e movimentação desnecessária do embalador dentro do supermercado em busca de etiquetas de preços, e produtos para substituição (atacando a perda por movimentação desnecessária).

O supermercado não possui um sistema que gere código de barras para os produtos de prateleira, desta forma, a contramedida de revisão e adição de etiquetas com código numérico já ataca perdas relacionadas à movimentação desnecessária do embalador.

Quanto à códigos de barra com erros de impressão vindos do setor de frigoríficos, sugere-se a adoção de um papel de maior qualidade e com um relevo de segurança que permita o bom alinhamento das barras e por consequência uma melhor impressão

das etiquetas dos produtos da sessão de açougue (queijos, carnes e outros frios). Por fim, sugere-se uma atualização constante do catálogo de frutas e verduras, com menor intervalo de tempo, de maneira a facilitar o trabalho dos caixas e manter a boa comunicação entre o setor de hortifrúti e a frente de loja.

Espera-se que com a boa execução destas contramedidas, ocorra uma redução das paradas do serviço e um melhor atendimento ao cliente. A busca do supermercado em oferecer um o consumo enxuto permitirá um fluxo mais contínuo dos produtos no caixa, e conseqüentemente, uma redução do tempo de fila, gerando uma maior satisfação do consumidor.

O trabalho teve como limitantes a falta de tempo para quantificar a frequência de perdas, bem como o baixo número de artigos e livros nacionais que tratassem sobre a classificação das perdas do serviço.

Por fim, sugere-se como trabalhos futuros, uma análise quantitativa das perdas do serviço oferecido pela frente de loja, a medição dos tempos de atendimento dos clientes (no caixa), bem como o tempo de filas que os mesmos enfrentam até serem atendidos. E a partir disso sugerir melhorias ou contramedidas com maiores direcionamentos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. **Cliente, eu não vivo sem você: o que você não pode deixar de saber sobre qualidade em serviços e clientes**. Salvador, BA: Casa da qualidade, 1995.

BERG, E. **O momento da verdade do cliente**. Disponível em: < <http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/o-momento-da-verdade-do-cliente/87737/> > Acesso em 28 de Janeiro de 2017.

BICHENO, J. **The new Lean Toolbox: Towards Fast, Flexible Flow**. Buckingham: PICSIE Books, 2004.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (No estilo japonês)**. 6. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1992.

COBRA, M. **Marketing Básico**. São Paulo: Atlas, 1997.

FLORIS, P.; GIOMMI, M. **Il banco cassa – macchine per la grande distribuzione**. Fano: Centro Studi Giovanni Klaus koenig, 1997.

FREI, F. X. **Customer – Introduced variability in servicer operations**. HBS No. 606 – 063, Boston: Harvard Business School Publishing, 2006.

GEORGE, L. L. **Lean Seis Sigma para Serviços**. Tradução: Henrique Trieschmiann. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

GHINATO, P. Publicado como 2º. cap. do **Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora da UFPE, Recife, 2000.

GREASLEY, A. **Operations Management**. 3<sup>rd</sup> Edit. Birmingham Wiley, 2013.

IDVORG. **Varejo restrito fecha em 2016 com decréscimo real de -6,2%**. Disponível em: <<http://www.idv.org.br/conjuntura-e-comercio-varejista/varejo-restrito-fecha-em-2016-com-decrescimento-real-de-62/>> Acesso em 25 de Janeiro de 2017.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MAISTER, D. H. **The psychology of waiting lines**. (1985) Czepiel, M. R. Solomon and C.F. Surprenant (eds) *The service encounter*, Lexington Press, pp. 113 – 23.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala**. Porto alegre: Bookman, 1997.

PARENTE, J. **Varejo no Brasil: gestão e estratégia**. São Paulo: Atlas, 2000.

SANTOS, L. M., **Avaliação da carga de trabalho em Operadores de Caixa de supermercado – um estudo de caso**, UFRS, Porto Alegre, 2004. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção de grau mestre em Engenharia.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean consumption**. *Harvard Business Review*, March, 1-11. 2005. Disponível em: <<https://hbr.org/2005/03/lean-consumption>> Acesso em 18 de Março de 2017.

## APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA PANIFICADORA LOCALIZADA EM ANGICOS/RN

### Otacília Maria Lopes Barbalho

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

### Jonathan Jameli Santos Medeiros

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

### Marcos Antônio Araújo da Costa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

### Allan Fellipe de Azevedo Pessoa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

### Tuira Moraes de Avelino

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

### Paulo Ricardo Fernandes de Lima

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

### Rayane Cabral da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Angicos-RN

**RESUMO:** As empresas e organizações estão cada vez mais focadas no mercado e em suas tendências, o que as impulsionam a buscar o diferencial competitivo, através da melhoria continua nos processos e nos métodos de fabricação de produtos de bem físico ou de serviços. Frente a isso, o artigo pretende analisar e propor melhorias, caso seja necessário, no

processo produtivo de uma empresa localizada no município de Angicos/RN, está análise se dará por meio de algumas ferramentas de qualidade. A metodologia utilizada neste trabalho é uma revisão bibliográfica acerca das ferramentas de controle de qualidade, bem como a realização de visitas a unidade produtiva de forma a analisar o processo de produção do pão francês, e por fim sugerir melhorias neste processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade, processo produtivo, ferramentas de qualidade.

**ABSTRACT:** Companies and organizations are increasingly focused on the market and their trends, which impel them to seek the competitive advantage through continuous improvement in the processes and methods of manufacturing physical goods or services. Therefore, the article intends to analyze and propose improvements, if necessary, in the productive process of a company located in the city of Angicos / RN, this analysis will be given through some quality tools. The methodology used in this work is a bibliographical review about the quality control tools, as well as visits to the production unit in order to analyze the French bread production process, and finally to suggest improvements in this process.

**KEYWORDS:** quality, productive process, quality tools.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o mercado cada vez mais competitivo, a acirrada concorrência das empresas e organizações está cada vez maior, e para garantir sua sobrevivência e consequente sucesso, estas empresas necessitam cada vez mais agregar qualidade aos seus produtos.

De acordo com Moretti (2003) a qualidade deve fazer parte do sistema vivo da organização, e esta qualidade não deve estar vinculada somente a produtos físicos tangíveis, mas também a serviços intangíveis que acompanham ou podem acompanhar o produto físico.

A busca por realizar atividades com maior nível de excelência deve ser estimulada em todas as partes do processo de qualquer empresa, já que estas estão em constante disputa para se manter em um mercado que apresenta-se cada vez mais competitivo.

A adoção de um sistema de gestão da qualidade é uma decisão estratégica para uma organização que pode ajudar a melhorar seu desempenho global e a prover uma base sólida para iniciativas de desenvolvimento sustentável (ABNT – NBR ISO 9001:2015).

A panificação surgiu por volta de 8000ac na Mesopotâmia, esta é considerada uma das artes culinárias mais antigas da história. Com o aperfeiçoamento das técnicas utilizadas na fabricação dos pães, esse produto tomou várias formas e versões, fazendo com que o mesmo seja um dos alimentos mais consumidos no mundo, entretanto é imprescindível a busca de novos desafios e tecnologias que permitam cada vez mais, sua afirmação definitiva como setor de relevância no cenário econômico.

De acordo com o Guia de Implementação de Panificação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 16170 de 2015, a produção própria do pão é responsável geralmente por 52% do faturamento das empresas de panificação. Deste percentual, 40% correspondem ao pão tipo francês. Nota-se que nos tipos de pães consumidos no país, os pães artesanais somam 83%, dos quais 42% são representados pelo pão tipo francês.

Portanto, o pão tipo francês é estrategicamente muito importante nas empresas de panificação e confeitaria, mesmo com a atual incorporação de diferentes produtos e serviços que ampliam a atuação das empresas.

Devido à importância do pão tipo francês na panificação, este artigo tem como objetivo, apresentar os processos de produção, do pão francês, em uma padaria de pequeno porte, e sugerir se necessário, melhorias na produção. Para isso, é imprescindível utilizar as ferramentas da qualidade, já que o uso dessas ferramentas ajudam a estabelecer métodos mais elaborados de resolução do problemas bem como planos de ações mais eficientes.

## 2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste tópico será abordado a fundamentação teórica que norteará este trabalho.

Esta abordará conceitos fundamentais que envolvem o tema qualidade, e suas ferramentas, as quais são essenciais para a elaboração de plano de ações que ajudam na resolução de problemas de uma empresa.

## 2.1 Conceito de qualidade

Qualidade é um conjunto de atributos que tornam um serviço plenamente adequado ao uso, esta satisfação envolve preço, disponibilidade segurança e durabilidade.

Para Maiczuk e Junior (2013), qualidade é atender sempre as necessidades dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar, mas a necessidade da busca pela melhoria da qualidade tende a interpretar que a qualidade é produzir dentro das expectativas do cliente de forma confiável, acessível e segura.

## 2.2 Melhoria continua

Melhoria Continua é a melhoria em que é realizado mudanças simples, porém com frequência, adotando uma abordagem incremental de forma a buscar cada vez mais as necessidades dos clientes com baixo risco acidental e baixo investimento (GONZALES, 2006).

Para Agostinetto (2006), a melhoria continua vai além do processo de fabricação, ela apoia os demais processos de negócios, e quando vista a curto prazo traz benefícios pequenos isoladamente, mas quando esses benefícios vão sendo acumulados trazem melhorias consideráveis para a empresa.

## 2.3 Ferramentas do controle de qualidade

Estas ferramentas são usualmente utilizadas em metodologias/métodos de gerenciamento de processos tendo em vista a melhoria contínua da qualidade. Existem 7 (sete) ferramentas do controle de qualidade (Figura 1) propostas por Ishikawa, as quais serão descritas neste trabalho.

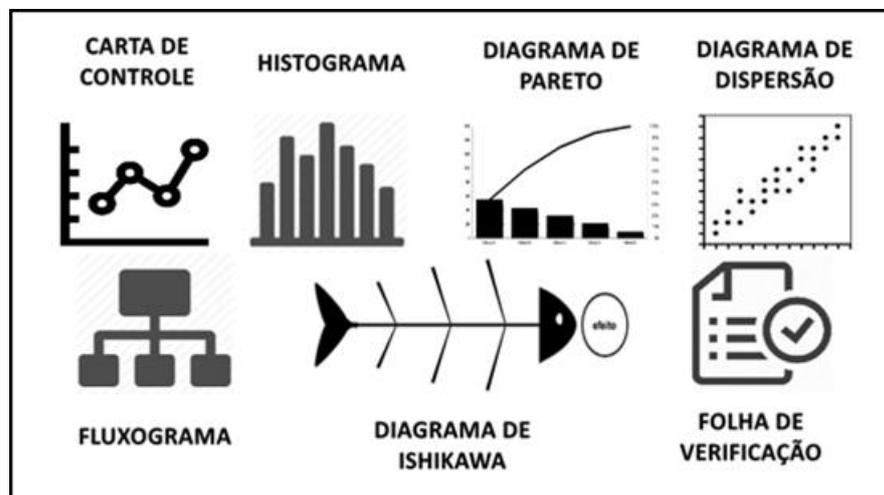


Figura 1 – Imagem das 7 Ferramentas da qualidade

Fonte: Sales, 2017.

### *2.3.1 Fluxograma*

Auxilia na identificação do melhor caminho que o produto ou serviço irá percorrer no processo, ou seja, mostra as etapas sequenciais do processo, utilizando símbolos que representam os diferentes tipos de operações.

### *2.3.2 Diagrama Ishikawa (Espinha de Peixe)*

Tem como objetivo identificar as possíveis causas de um problema e seus efeitos, relacionando o efeito a todas as possibilidades (causas) que podem contribuir para o problema tenha ocorrido.

### *2.3.3 Folhas de verificação*

É uma lista de itens pré-estabelecidos que serão marcados a partir do momento que forem realizados ou avaliados. É usada para a certificação de que os passos ou itens pré-estabelecidos foram cumpridos ou para avaliar em que nível eles estão. É semelhante a um checklist.

### *2.3.4 Diagrama de Pareto*

É um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação (da maior para a menor, por exemplo) nas causas de um determinado problema ou não conformidade.

### *2.3.5 Histograma*

Tem como objetivo mostrar a distribuição de frequências de dados obtidos por medições periódicas, criando assim uma panorama dos padrões que mais se repetiram em um determinado período de tempo.

### *2.3.6 Carta de Controle*

É usado para mostrar as tendências dos pontos de observação em um período de tempo. É um tipo de gráfico utilizado para o acompanhamento do processo, determinando a faixa de tolerância limitada pela linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle) e uma linha média do processo (limite central), que foram estatisticamente determinadas.

### *2.3.7 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, uma

em função da outra.

## 2.4 Ferramentas gerenciais da qualidade

Estas ferramentas surgiram para cobrir lacunas deixadas pelas 7 ferramentas do controle de qualidade, são muito úteis para analisar, planejar e corrigir os problemas dentro de uma organização. Duas dessas ferramentas serão descritas neste trabalho.

### 2.4.1 Matriz de priorização GUT

Matriz GUT é uma ferramenta bastante eficiente e utilizada para priorizar problemas. O seu nome é originado das iniciais G de gravidade, U de urgência e T de tendência. Ele se utiliza de três escalas (colunas de decisão) para definir uma prioridade, e através da combinação delas é possível fazer uma priorização bem eficaz. A Figura 2, ilustra um exemplo de matriz GUT.

Matriz de Priorização de GUT						
Gravidade - G		Urgência - U		Tendência - T		Nota
Extremamente Grave		Extremamente Urgente		Piora imediata		5
Muito Grave		Muito Urgente		Piora Curto prazo		4
Grave		Urgente		Piora Médio prazo		3
Pouco Grave		Pouco Urgente		Piora Longo prazo		2
Sem Gravidade		Sem Urgência		Sem tendência de piora		1
Avaliação						
Item	Descrição problema	G	U	T	Total	Priorização
1	Roubo a transeuntes	5	4	3	12	2º
2	Assalto a estabelecimentos comerciais	5	5	5	15	1º
3	Furto a Residencias	4	4	3	11	3º
4	Transeuntes com medo de sair na rua	3	2	2	7	4º

Figura 2 – Exemplo de uma matriz GUT

Fonte: Marcondes, 2016.

### 2.4.2 Diagrama de árvore

O diagrama de árvore é uma ferramenta usada para visualizar a estrutura de um problema, de um planejamento ou de qualquer outra oportunidade de interesse, esta ferramenta permite a visualização gráfica de diferentes níveis de detalhamento de um problema. É uma ferramenta simples e natural de se construir, por isso, ela é comumente usada para organizar informação. A mesma é feita desenvolvendo-se os galhos da árvore em diferentes níveis de detalhe, (Figura 3), e sugerindo uma ação corretiva e ou preventiva para cada problema.

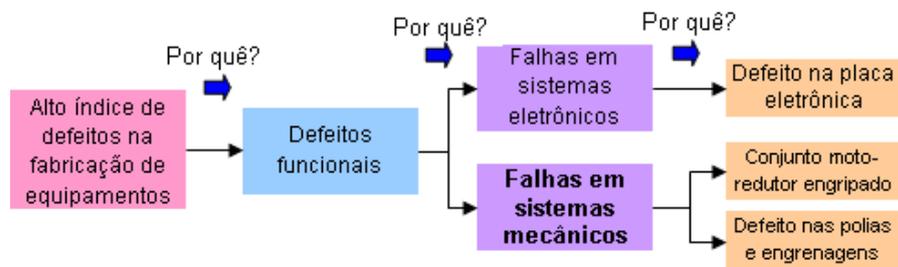


Figura 1: exemplo de desdobramento de problema

Figura 3 – Desdobramento do diagrama de árvore

Fonte: Oribe, 2004.

### 3 | METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em uma panificadora de pequeno porte, a mesma está localizada no Município de Angicos – RN.

A pesquisa foi realizada em etapas que compreenderam os meses de janeiro, fevereiro e março de 2018. A fase de escolha da empresa para fins de estudo, foi realizada no mês de janeiro, a segunda fase foi realizada no mês seguinte, com o estudo bibliográfico acerca das ferramentas de controle da qualidade, e a última fase compreendeu o estudo de caso na panificadora escolhida.

Para realização do estudo de caso, foi realizado visitas a panificadora, afim de conhecer o ambiente de trabalho e o setor de produção do pão francês.

Por fim, serão apresentados os resultados e as considerações finais que o estudo proporcionou, através das vistorias na empresa de panificação.

#### 3.1 Caracterização da empresa

A Empresa objeto deste estudo, é uma panificadora localizada na cidade de Angicos/RN, possuindo apenas uma unidade que atende de domingo a domingo das 6:00 às 10:00 horas no turno matutino e das 15:00 às 19:00 horas, no turno vespertino.

A panificadora atua há mais de 20 anos no mercado, entretanto, foi formalizada em 2010, e sua atividade principal é a fabricação de produtos de padaria e confeitaria, entretanto, esta empresa também trabalha com vendas de produtos terceirizados.

A empresa possui 12 funcionários, sendo 01 gerente, 01 subgerente, 01 padeiro, 01 amassador, 01 forneiro, 02 cozinheiros, 03 balconistas, e 02 vendedores de rua. O organograma desta empresa será apresentado na Figura 4.

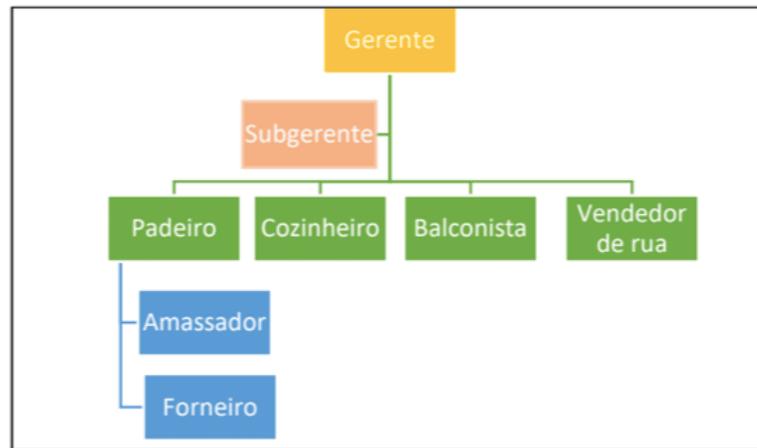


Figura 4 – Organograma da panificadora

Fonte: Autores, 2018.

### 3.2 Registro da atividade

Durante o processo foi possível obter o registro fotográfico das máquinas utilizadas nas etapas de produção do pão francês, as imagens das máquinas da sequência do processo de produção podem ser observadas no Quadro 1.



Quadro 1 – Máquinas e equipamentos utilizados na produção do pão francês

Fonte: Autores, 2018.

#### 4 | MAPEAMENTO DO PROCESSO

Diante dos dados colhidos junto aos funcionários envolvidos no processo e ainda o proprietário gerente, o pão francês é o produto que dispense maior tempo de preparação, devido ao grande volume de saída, o que o torna responsável por boa parte do lucro desta empresa.

Por este motivo, foi escolhido este processo para estudo. As etapas de preparação deste produto são descritas no fluxograma (Figura 5) a seguir:

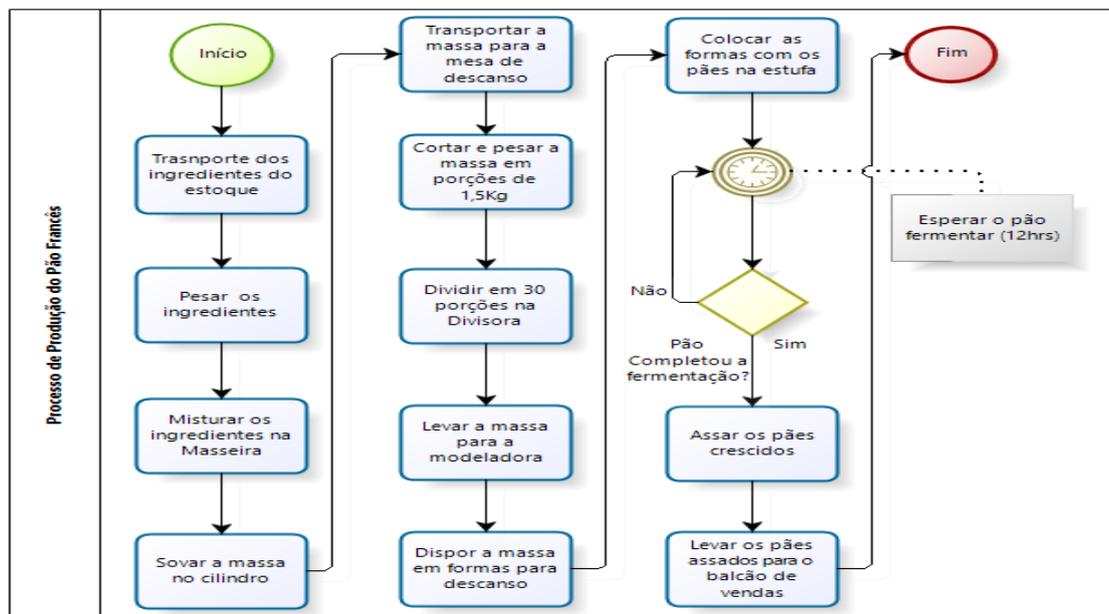


Figura 5 – Fluxograma do processo produtivo do pão francês

Fonte: Autores, 2018.

Para a produção do pão francês é necessário primeiramente trazer as matérias-primas do estoque e pesá-las, feito isso os ingredientes são dispostos na masseira grande e misturados, o próximo passo é sovar a massa misturada no cilindro, em seguida a massa é posta na mesa de descanso, onde está a balança, a próxima etapa é cortar a massa e pesar porções de 1,5 Kg cada, em seguida as porções serão levadas para a divisora, onde serão subdivididas em trinta porções relativas a um pão cada, após esse procedimento, a massa vai para a modeladora, que irá dispor a massa em formas, e dispô-las nas estufas, após modelar a massa é necessário levar os pães crescidos ao forno grande, logo após, os pães serão levados ao forno para serem assados, e por fim serão levados até o balcão para serem vendidos.

## 5 | OBSERVAÇÃO DO PROCESSO

Durante as visitas a unidade de fabricação do pão francês, observou-se que o *layout* das máquinas está organizado de forma a facilitar o processo de trabalho, porém as condições a que os funcionários estão expostos não está confortável, uma vez que o ambiente apresenta pouca iluminação, e pouca ventilação, o que torna o trabalho dos operários um pouco exaustivo.

Pôde ser observado que os funcionários utilizam alguns equipamentos de proteção individual (EPI), como avental, botas e toucas, porém não utilizam máscaras para prevenir risco de adquirir alguma doença devido à inalação do pó da farinha, além de protetor auricular para proteção dos ouvidos, devido ao barulho de algumas

máquinas.

Em conversa com o gerente da empresa foi possível obter a informação de que algumas vezes o pão francês não correspondem as expectativas dos clientes e da empresa, não atingindo assim a qualidade desejada.

## 6 | IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Para identificação de oportunidades e melhoria da empresa de panificação foram coletados alguns dados em uma folha de verificação e a partir desses dados foi possível construir a matriz Swot, uma ferramenta que permite identificar os pontos fortes e fracos nos fatores internos e externos a empresa. A Figura 6 mostra esta ferramenta.

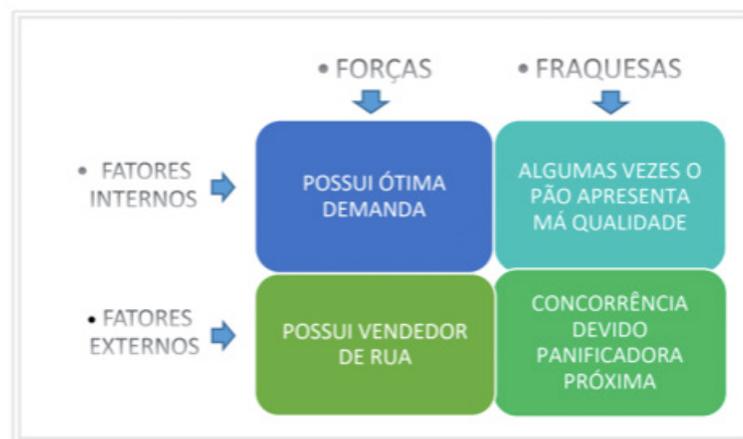


Figura 6 – Matriz Swot da panificadora

Fonte: Autores, 2018.

## 7 | ANÁLISE DO PROCESSO

A partir da análise dos dados coletados e diante do que foi observado, foi possível verificar alguns problemas relacionados a segurança do trabalho, como a falta de utilização de alguns EPI's dos funcionários, além do ambiente apresentar pouca iluminação e pouca ventilação. No entanto foi possível perceber que algumas vezes o pão francês não apresenta a qualidade desejada, devido a alguns fatores que podem interferir em sua produção, e para este tipo de problema foi elaborado um plano de ação de modo a tentar corrigi-lo.

## 8 | PLANO DE AÇÃO

Para verificar e solucionar o problema de qualidade do pão francês, utilizou-se a ferramenta gerencial diagrama de árvore (Figura 7), a qual é utilizada quando têm-se um

problema maior que envolve outros problemas secundários, e na mesma ferramenta, é possível fornecer a ação para corrigir e/ou prevenir cada tipo de problema.

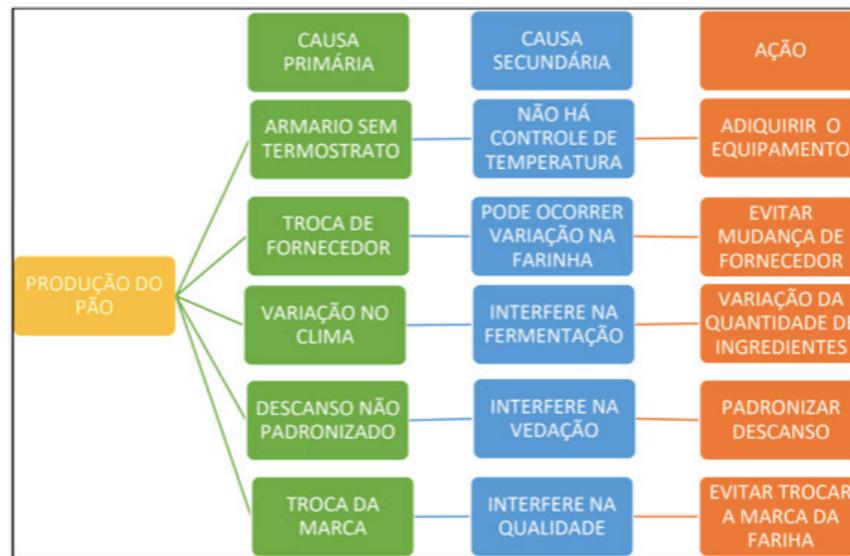


Figura 7– Diagrama de árvore

Fonte: Autores, 2018.

## 9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante as visitas foi relatado um problema com a qualidade do pão francês, uma vez que este, algumas vezes não apresentava a qualidade desejada, o que acaba por gerar prejuízo a panificadora, diante disso, foram feitas análises de forma a entender o motivo deste problema, e, para isto utilizou-se o diagrama de árvore, ferramenta esta, que possibilitou além da análise do problema, as ações corretivas e preventivas necessárias.

É válido frisar ainda que, para melhorar a produtividade não é necessário somente analisar o processo de produção em si, mas, as condições de trabalho do funcionário/operário, já que, se as condições do ambiente de produção estiverem favoráveis, a produtividade aumenta, visto que, o operário não estará sob fadiga.

Entretanto faz-se necessário que a empresa forneça os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) para os funcionários, aumente a iluminação do ambiente, bem como a instalação de algum sistema de ventilação de forma a melhorar as condições de trabalho a que os funcionários estão submetidos.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J.S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria continua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. São Carlos, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 16170**, Guia de Implementação

Panificação – Pão tipo Francês Diretrizes para Avaliação da Qualidade e Classificação, Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR ISO 9001**. Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos, Rio de Janeiro, 2015.

GONÇALVES, D. E. F. *ET AL*, **Análise no Processo Produtivo do Pão Francês**, INSTITUTO POLITÉCNICO – Centro Universitário UMA. Belo Horizonte/ MG, 2015.

GONZALES, R.V.D. **Análise exploratória da prática de melhoria contínua em empresas fornecedoras do setor automobilístico e de bens de capital certificadas pela norma ISO 9001:2000**. São Carlos, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Angicos/RN**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=240080>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

Marcondes, J.S. **Matriz de Priorização GUT (Gravidade x Urgência x Tendência)**. Gestão de Processos Segurança. 2016. Disponível em < <https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/matriz-de-priorizacao-de-gut/> > Acesso em: 30 de mar. de 2018.

MORETTI, S. **Qualidade de vida no trabalho x auto realização humana**. Santa Catarina, 2003.

ORIBE, C. Y. **Diagrama de Árvore: a ferramenta para os tempos atuais**. Banas Qualidade, Editora EPSE, ano XIII. São Paulo, 2004. Disponível em < <http://www.qualypro.com.br/artigos/diagrama-de-arvore-a-ferramenta-para-os-tempos-atuais> > Acesso em: 30 de mar. de 2018.

SALES, R. **Ferramentas da Qualidade: conceito e aplicação**. Portal administração. 2017. Disponível em < <http://www.portal-administracao.com/2017/09/sete-ferramentas-da-qualidade-conceito.html> > Acesso em 28 de mar. de 2018.

## APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS DA GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL EM UMA EMPRESA FRANCESA DE MANUTENÇÃO EM TRANSPORTE FERROVIÁRIO

### **Natália Maria Puggina Bianchesi**

Universidade Federal de Itajubá – Qualidade e Produto  
Itajubá – MG

### **Vinícius Renó de Paula**

Universidade Federal de Itajubá – Qualidade e Produto  
Itajubá – MG

### **Fabrcio Alves de Almeida**

Universidade Federal de Itajubá – Qualidade e Produto  
Itajubá – MG

### **Gabriela Belinato**

Universidade Federal de Itajubá – Qualidade e Produto  
Itajubá – MG

### **Pedro Paulo Balestrassi**

Universidade Federal de Itajubá – Qualidade e Produto  
Itajubá – MG

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma pesquisa-ação em uma empresa francesa de manutenção de transporte ferroviário. O propósito do trabalho é o de reduzir os desperdícios e o tempo de produção, melhorar o ambiente de trabalho e aumentar a produtividade. Para obter resultados significativos e duradouros é necessário que se realize pequenas melhorias cotidianamente. Desse modo, o conceito de

melhoria contínua visa solucionar problemas através de pequenos passos em um ciclo contínuo e permanente de melhoramento. Para tanto, conduziu-se o projeto através desta filosofia, utilizando-se de ferramentas da qualidade e procurou-se identificar os problemas no processo e propor soluções para reduzir e/ou eliminar suas principais causas. O projeto proporcionou resultados positivos à empresa, aos funcionários e aos clientes, assegurando uma melhoria contínua no setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoria contínua, PDCA, Ferramentas da qualidade.

**ABSTRACT:** This paper presents an action research at a French railway maintenance company. The purpose of the work is to reduce waste and production time, improve the work environment and increase productivity. To achieve significant results it is necessary to make small improvements every day. In this way, the concept of continuous improvement aims at solving problems through small steps in a continuous and permanent cycle of improvement. For this, the project was conducted through this philosophy, using quality tools and seeking to identify the problems in the process to propose solutions to reduce and / or eliminate its main causes. The project has provided positive results to the company, employees and customers, ensuring a continuous improvement

in that sector.

**KEYWORDS:** Continuous improvement, PDCA, Quality tools.

## 1 | INTRODUÇÃO

Para acompanhar as transformações constantes e aceleradas provenientes do crescimento da globalização e do aumento do dinamismo do ambiente, a gestão da qualidade tornou-se fundamental. De maneira a permitir o aperfeiçoamento contínuo das organizações e o desenvolvimento de alternativas para projetos de melhoria, a gestão da qualidade contribui para a sobrevivência da empresa.

De acordo com CAMPOS (2004), não é mais possível garantir a sobrevivência da empresa apenas exigindo que as pessoas façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. Hoje, são necessários métodos que possam ser aprendidos e praticados por todos, em direção aos objetivos da empresa.

Para que as metas de melhoria das empresas sejam atingidas é necessário que todos entendam o porquê de realizar aquela atividade e estejam motivados para contribuir por meio de ideias, sugestões e execuções para promover melhorias que proporcionem satisfação aos funcionários, consumidores e sociedade.

Este é o princípio da abordagem da Gestão da Qualidade Total, que quando aplicado juntamente com um método de solução de problemas, proporciona às empresas resultados satisfatórios, garantindo posições competitivas no mercado.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar e analisar ações de melhoria implantadas na linha de produção de peças elétricas em uma empresa francesa de transporte ferroviário, utilizando um método de solução de problemas denominado Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Os princípios e ferramentas da qualidade são apresentados em uma pesquisa-ação de maneira simples e eficiente na resolução de problemas. Desse modo, o enfoque é na redução de tempo de produção, desperdícios, melhoria do ambiente de trabalho, aumento da produtividade e redução de custos.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Gestão da qualidade total

Em uma definição simples e direta, Crosby (1999) define qualidade como atendimento às especificações, ou seja, a conformidade com os requisitos.

Porém, Garvin (1992) considera que ao conceito da qualidade evoluiu, ao longo deste século, em quatro estágios, os quais denominam “eras” da qualidade e que são: Inspeção; Controle estatístico da qualidade; Garantia da Qualidade; Gestão da Qualidade Total (GQT). A GQT é a fase de evolução na qual se encontra atualmente e é composta por um conjunto integrado de princípios, ferramentas e metodologias que

apoiam a melhoria contínua dos produtos e processos, para atingir os objetivos de satisfação total do cliente.

Obviamente a satisfação do cliente não é resultado somente do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também de fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade, etc. O conceito de satisfação do cliente foi então estendido para outras entidades envolvidas com as atividades da empresa.

O termo qualidade interpretado de forma mais ampla significa qualidade de trabalho, qualidade de serviço, qualidade de informação, qualidade de processo, qualidade de divisão, qualidade de pessoal, incluindo operários, engenheiros, gerentes e executivos, qualidade de sistema, qualidade de empresa, qualidade de objetivos, etc. O enfoque básico é controlar a qualidade em todas as suas manifestações (ISHIKAWA, 1993).

## 2.2 Melhoria contínua e o ciclo de controle de processo

Segundo Mello *et al.* (2009), a melhoria contínua expressa a busca permanente por melhoramento e está relacionada à capacidade de resolução de problemas por meio de pequenos passos, alta frequência e ciclos curtos de mudança.

Carpinetti (2010) mostra que para se melhorar continuamente não basta encontrar os problemas e corrigi-los, é importante que se identifique os problemas prioritários, observe, colete dados, faça uma análise e busque as causas-raízes, planeje e implante as ações e finalmente verifique os resultados.

Para tanto, é necessário utilizar um método para gerenciar essas atividades de melhoria. Tais atividades constituem o ciclo de controle de processo denominado PDCA. O conceito desse ciclo é composto de quatro fases básicas, conforme Figura 1.

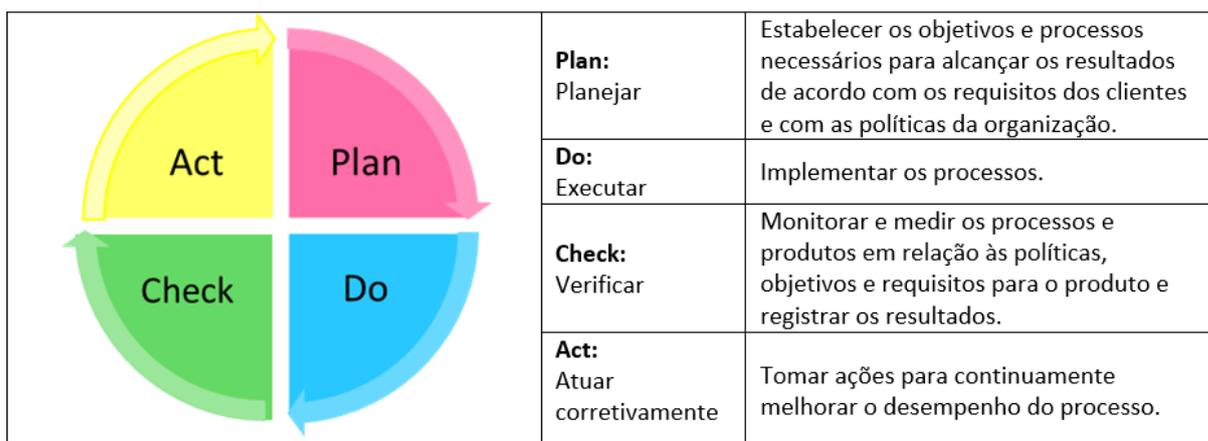


Figura 1 – Ciclo PDCA

Fonte: MELLO et al. (2009)

Esse método apresenta um fluxo de etapas a serem realizadas através de uma sequência cíclica, ou seja, cada vez que se conclui a quarta fase do ciclo, inicia-se

novamente a primeira fase e aplica-se o PDCA, permitindo que o processo não estagne e esteja sempre evoluindo.

Contudo, é preciso empregar algumas técnicas para a obtenção, processamento e disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Tais ferramentas e abordagens da qualidade são consideradas facilitadores da melhoria contínua, pois possibilitam o monitoramento e avaliação dos processos, facilitação na resolução de problema e auxiliam na tomada de decisão. Convém ressaltar a diferença entre método e ferramenta. O método é a sequência lógica para se atingir a meta desejada. A ferramenta é o recurso a ser utilizado no método. De nada adianta conhecer várias ferramentas se o método não é dominado. O que soluciona problemas não são as ferramentas, mas sim o método (CAMPOS, 2004).

### 3 | MÉTODO DE PESQUISA

Para a elaboração deste trabalho adotou-se a metodologia pesquisa-ação. Esse método é definido por Thiollent (2005) como um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Pode-se dizer que pesquisa é a preparação e ação é a modificação intencional de uma dada realidade. A ação implica em consequências que modificam uma dada realidade independente da ação ser de sucesso ou não em termos da intenção de modificar a realidade em questão (MARTINS, MELLO e TURRIONI, 2014).

Inicialmente, realizou-se uma análise da situação real para definir os problemas a serem resolvidos. Em seguida, coletaram-se dados através de observações, cronometragens e entrevistas, para suas respectivas análises e comparação com a teoria envolvida.

Logo após a análise dos dados, definiram-se as ações necessárias para a solução do problema e, em seguida, aplicaram-se as mudanças necessárias conforme o planejamento. Por fim, avaliaram-se os resultados obtidos de modo a compará-los com os dados iniciais, verificando o nível de melhoria atingida.

### 4 | DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Iniciando-se o ciclo PDCA, na primeira etapa da fase “*Plan*” definiu-se claramente o problema e a situação atual da linha estudada. Para isso, realizou-se um estudo utilizando a metodologia de plano de ação com as fases: *What*; *Who*; *When*; *Where*; *Why*; *How* (5W1H):

- *What* (o que): reduzir o tempo elevado de produção;
- *Who* (quem): definiu-se uma equipe para a realização do projeto, com os

seguintes integrantes: o coordenador de produção, o supervisor do setor, a responsável chefe de produção, dois operários atuantes na linha de produção e dois estagiários. A equipe realizou reuniões semanais a fim de monitorar as etapas do processo de melhoria;

- *When* (quando): o prazo para coleta e análise de dados, proposição e implantação de melhorias e avaliação do resultado foi de seis meses;
- *Where* (onde): o trabalho se deu na planta de uma empresa localizada na cidade de Romilly sur Seine, França, no setor de manutenção de peças elétricas e eletrônicas. Tal setor é responsável pela manutenção do motor do trem. O estudo ocorreu no processo da linha de manutenção de peças chamadas “gavetas” do motor que tem a função de fornecer energia elétrica necessária para ventiladores, aquecedores, compressor do motor, carregamento da bateria, iluminação, entre outros. Nesse setor o trabalho é realizado em um turno de 8h, onde se descontam 60 minutos de pausa para o almoço, 15 minutos referente à reunião diária pela manhã e 15 min de pausa pela tarde. Portanto, o número de horas efetivamente trabalhadas é de 6,5h. Apesar de simples, o processo envolve 14 funcionários, seis postos de trabalho, manutenção de 2.907 produtos ao ano, sendo estes de dois tipos (A e B), que chegam com diferentes defeitos, além de ocorrer frequentes perdas de produtos e ferramentas, alto nível de retrabalho e atraso na entrega do produto final;
- *Why* (por que): visto a situação atual, sugeriu-se o projeto com o propósito de identificar e reduzir os desperdícios e conseqüentemente reduzir o tempo e o custo da produção e melhorar o ambiente de trabalho;
- *How* (como): através do ciclo PDCA e do auxílio das ferramentas e princípios da qualidade necessários, pôde-se identificar as causas do problema, propor ações de melhoria e aplicá-las conforme suas prioridades.

A segunda etapa deu-se pela observação do estado atual do processo. Primeiramente, com o auxílio dos operadores, identificaram-se os postos de trabalho e o fluxo de pessoas e materiais, que são os mesmos para os dois tipos de produto.

Os postos de trabalho foram divididos da seguinte maneira:

- Posto 1: Zona de chegada, onde os produtos são retirados de suas caixas e aguardam para serem reparados;
- Posto 2: Bancadas, onde os operários realizam individualmente a reparação dos produtos;
- Posto 3: Teste 1, o primeiro teste no produto é realizado;
- Posto 4: Teste 2, o segundo teste no produto é realizado;
- Posto 5: Teste 3, o terceiro teste no produto é realizado;
- Posto 6: Zona de saída, onde os produtos aguardam para serem levados a outro departamento para continuar o processo de manutenção.

Paralelamente, realizou-se uma medição das distâncias percorridas pelos funcionários entre cada posto de trabalho e cronometrou-se o tempo de cada atividade desenvolvida.

A cronometragem ocorreu em cinco dias diferentes, analisando operadores em ritmo normal de trabalho, com a permissão dos mesmos. Para obter uma melhor visualização da disposição dos postos de trabalho e para ter-se uma ideia global do fluxo de produto e operador, construiu-se um Diagrama *Spaghetti* (Figura 2), o qual auxilia também no planejamento do layout futuro.

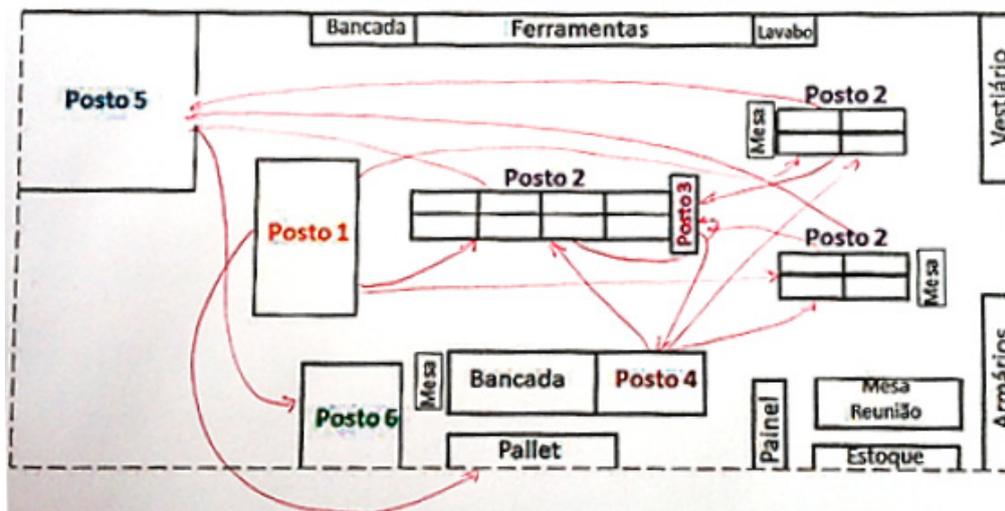


Figura 2 - Diagrama *Spaghetti* da situação atual

O diagrama permitiu identificar uma grande quantidade de fluxo redundante e vários pontos de cruzamento, indicando possíveis perdas de tempo devido a desperdícios com transporte e movimentos inúteis que podem ser eliminados.

Também foi elaborado um fluxograma (Figura 3) registrando as distâncias percorridas pelos funcionários e os tempos padrão das atividades, a sequência das atividades e suas interações dentro do processo, classificando-as em: operação, transporte, inspeção, espera e estoque. Como no setor é realizado o serviço de manutenção, os tempos de reparação e estocagem dos produtos são variáveis. Portanto, a análise dos tempos se concentra principalmente nos transportes, inspeções e em operações, exceto a reparação.

Atividades	Símbolos					Distância [m]	Tempo [min]
	●	➔	■	◐	▼		
Estocar produto no Posto 1					■	-	variável
Tirar o produto da caixa	■					-	2,63
Colocar a caixa na palete		■				3,2	0,58
Produto aguarda no estoque				◐		-	variável
Tranferir produto para Posto 2		➔				9,0	3,00
Analisar defeito			■			-	5,12
Procurar ferramentas	■					-	4,69
Reparar o produto	■					-	variável
Levar o produto para Posto 3		➔				9,0	0,22
Realizar teste 1			■			-	5,00
Levar produto para Posto 4		➔				4,0	0,25
Realizar teste 2			■			-	5,00
Retornar produtos para Posto 2		➔				6,0	0,20
Continuar reparação	■					-	variável
Levar produto para Posto 5		➔				18,0	0,42
Realizar teste 3			■			-	1,32
Levar produto para Posto 6		➔				3,5	0,18
Estocar produto					▼	-	variável
<b>Total</b>						<b>52,7</b>	<b>28,61</b>

Legenda:

●  
Operação

➔  
Transporte

■  
Inspeção

◐  
Espera

▼  
Estoque

Figura 3 - Fluxograma atual

Para entender e controlar o processo é preciso a compreensão do relacionamento causa-efeito. De acordo com Mello et al. (2009), o estudo das causas pode ser feito com o auxílio de ferramentas como o diagrama de causa e efeito e o brainstorming, que auxilia a construção do diagrama para gerar ideias das possíveis causas da não-conformidade.

Portanto, a equipe se reuniu para estudar as informações coletadas e identificar as principais causas do problema, dividindo-as em grupos distintos.

Assim, construiu-se um diagrama de causa e efeito, apresentado na Figura 4.

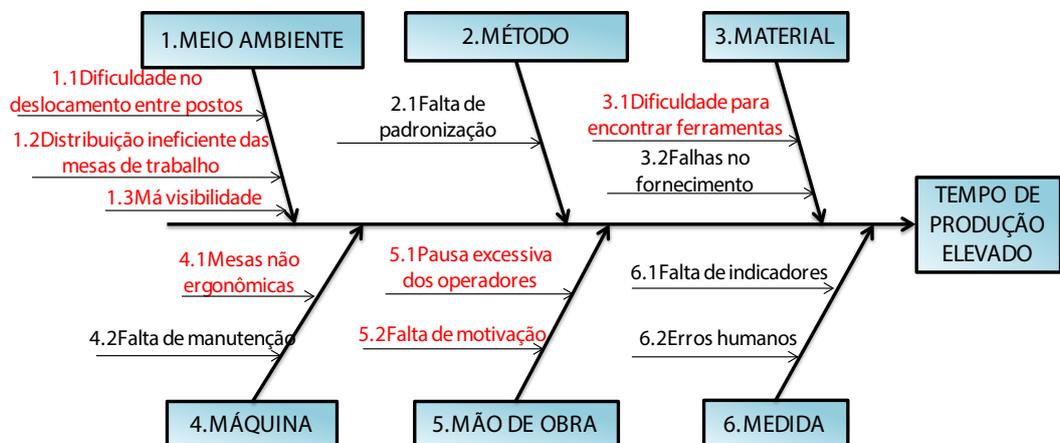


Figura 4 - Diagrama Causa e Efeito

A última etapa dessa fase de planejamento se deu pelo fato de planejar as ações

de melhoria. Utilizando o diagrama confeccionado, a equipe avaliou a relevância das causas, buscando restrições e contradições para as mesmas, e então, identificaram-se aquelas com prioridade de eliminação.

Em seguida, elaborou-se um quadro (Quadro 1) com as propostas de melhorias e quais seriam as dificuldades encontradas para implantá-las.

	Causa	Descrição	Solução	Dificuldades
1.1	Dificuldade no deslocamento entre postos	Os postos são organizados de maneira que gera grande cruzamento de fluxo e com pequeno espaço de passagem.	Novo <i>Layout</i>	Tempo de implantação
1.2	Distribuição ineficiente das mesas de trabalho	As mesas de trabalho são dispostas de modo que dificulta o deslocamento dos funcionários e a comunicação interna.		
1.3	Má visibilidade	O supervisor de equipe encontra dificuldade em observar a linha de produção de sua sala, devido a disposição de máquinas e móveis.		
2.1	Dificuldades para encontrar ferramentas	Cada funcionário tem suas ferramentas, porém existem algumas que são de uso comum, as quais não têm lugar fixo e identificação, causando perda de tempo ao procurá-las.	5S	Falta de engajamento dos operadores
3.1	Mesas não ergonômicas	As mesas de trabalho não têm ajuste de altura, sendo prejudicial à saúde dos trabalhadores e reduzindo a produtividade.	Novas mesas	Preço
4.1	Pausas excessivas dos operadores	Os operadores costumam estender as pausas programadas em mais de 15 minutos.	Tabela de Pontos	Aplicação; colaboração dos operadores.
4.2	Falta de motivação	Os operadores não se preocupam em atingir o prazo de entrega dos produtos.		

Quadro 1 – Propostas de Melhorias

## 5 | IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS

Na segunda fase do PDCA, “Do”, foram colocadas em prática as ações de melhorias propostas.

### 5.1 Novo *layout*

Fez-se um estudo do layout e procurou-se solucionar as causas identificadas na fase anterior. Para tanto, sugeriu-se o layout da Figura 5. Para elaboração desse layout, tomaram-se os devidos cuidados com os postos de trabalhos que não podiam ser deslocados (representados em rosa na Figura 5). Desse modo, focou-se na mudança da disposição das bancadas do Posto 2 e na melhoria da circulação dos operários entre os demais postos.

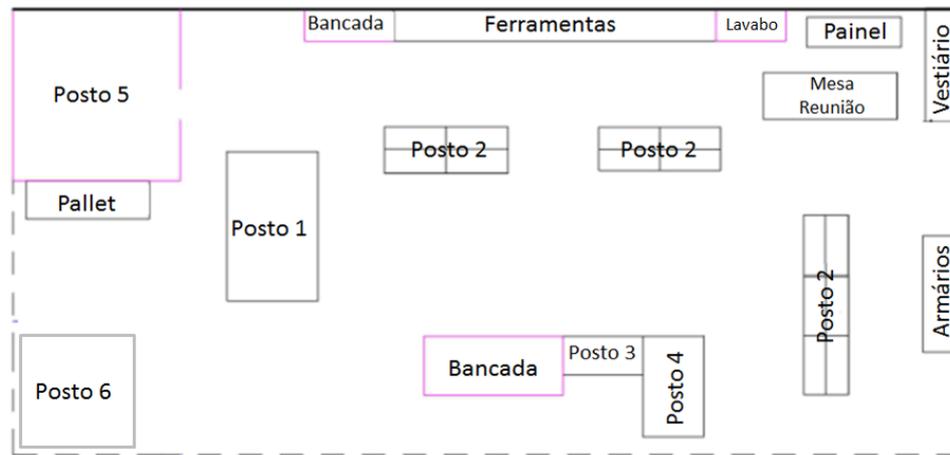


Figura 5 – Novo layout

Percebe-se que no novo layout, quatro outras mudanças são visíveis:

- Os postos de trabalhos com processo consecutivos foram aproximados, reduzindo o tempo de transporte;
- Há uma área maior para a circulação do produto;
- O pallet de estocagem foi retirado desta área do setor, pois devido a sua altura ele dificultava a visibilidade da linha;
- A área destinada à reunião diária do setor foi deslocada para um local onde não ocorrem circulações de empilhadeiras, e aproximou-se de itens de conveniência.

## 5.2 Metodologia 5s

É uma filosofia de trabalho que busca promover a disciplina na organização através da consciência e responsabilidade de todos, de forma a tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo (PAULA *et al.*, 2011). Sua aplicação consiste em cinco sentidos: Utilização, Ordenação, Limpeza, Padronização e Disciplina. Para a aplicação dessa metodologia o setor foi dividido em várias zonas, as quais se denominaram “Zonas 5S”, facilitando assim a identificação das tarefas e a definição dos responsáveis.

- Utilização:** Para a aplicação deste sentido, demarcou-se uma área denominada “Zona de espera de decisão” (Figura 6), onde os funcionários colocavam materiais, ferramentas e documentos que não eram úteis no setor. Em seguida, o supervisor da equipe analisava os objetos para decidir se eles seriam descartados, reciclados ou realocados para um lugar mais adequado.



Figura 6 - Zona de espera de decisão

b) Ordenação: Para possibilitar um acompanhamento pelos funcionários do andamento da etapa e, também, para dividir as tarefas entre eles, criou-se um painel visual contendo uma tabela com as tarefas, os responsáveis e as datas limite. A cada semana a tabela se renovava e junto colocavam-se fotos com o “antes e depois” de cada tarefa. Outra atividade realizada nessa etapa foi a organização do pallet de estoque. Com o auxílio dos operários identificou-se a frequência de utilização de cada material e, assim, elaborou-se o Diagrama de Pareto, conforme Figura 7.

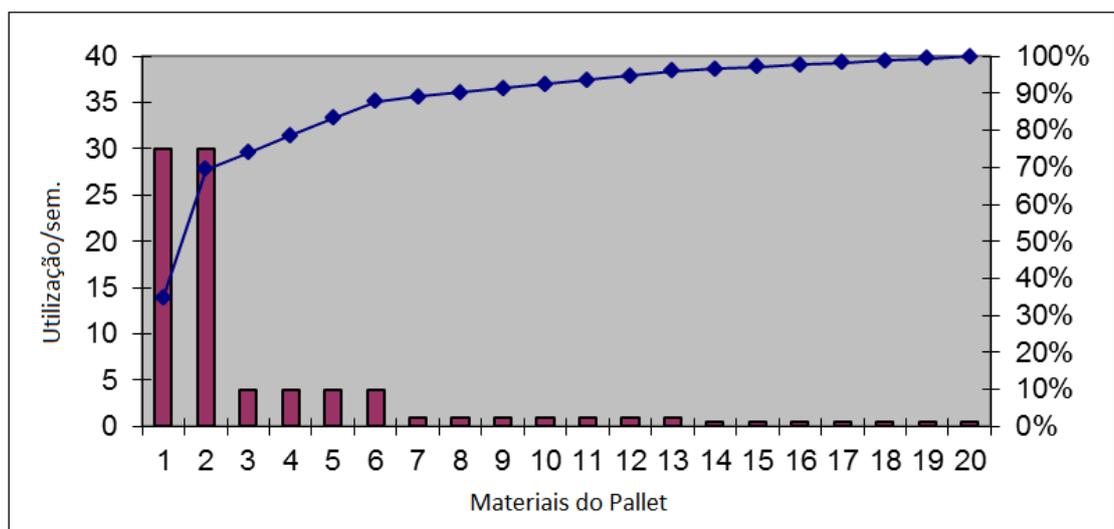


Figura 7 – Diagrama de Pareto

Permitiu-se assim organizar a pallet de uma maneira lógica através da classificação

dos materiais em A, B e C. Aqueles classificados como “A” são os materiais mais utilizados, portanto foram colocados no meio da pallet para facilitar sua visibilidade e seu acesso; aqueles com menor frequência de utilização obtiveram classificação “B” e foram dispostos no restante do pallet; e os raramente utilizados classificou-os como “C” e foram remanejados para outros setores. A Figura 8 demonstra o pallet durante a etapa de ordenação, utilizando-se dos resultados do diagrama da Figura 7.



Figura 8 – Pallet de Estoque

Outra atividade exercida nesta etapa foi a compra de novos armários para a organização das ferramentas e a identificação de postos de trabalho, documentos, e equipamentos através de etiquetas. Tais identificações podem ser vistas na Figura 9.



Figura 9 – Antes e Depois: Ferramentas

c) Limpeza: A fim de facilitar o acesso dos operários ao material de limpeza, criou-se uma área apropriada, conforme Figura 10, e compraram-se materiais novos como suporte, vassouras e pás, que foram dispostos de maneira organizada e destinados à linha de produção. Antes, o material era compartilhado por todos do setor, o que resultava em atraso na limpeza das demais linhas ou até na desistência da limpeza.



Figura 10 – Antes e Depois: Área de limpeza

d) Padronização: Para a aplicação desse senso fez-se uma planilha, como mostrado na Figura 11, para cada Zona 5S, e fixou-a na área comum do setor onde ocorrem as reuniões diárias. Este documento relata as atividades programadas, a frequência e seus responsáveis. Depois de realizadas as tarefas, cada funcionário assina a planilha a fim de obter um controle entre eles na divisão das tarefas.

		Ações 5S				Nome	Data
Zonas	Ações	Frequência				Sem 1	
		Terça	Quinta	1 x / sem	Última sexta		
A (Pascal /Cédric /Arnaud)	Limpar a zona(aspirador)						
	Esvaziar os lixos						
	Limpar a mesa de reuniões						
	Limpar os armários						
	Verificar as etiquetas						
B (Olivier /Claude)	Limpar a zona(aspirador)						
	Limpar os armários						
	Verificar as etiquetas						
C (Michel /Tiffany)	Limpar a zona(aspirador)						
	Limpar as bancadas de teste						
	Verificar as etiquetas						
D (Thomas /Daniel)	Limpar a zona(aspirador)						
	Organisar as caixas vazias e pallet						
	Verificar as etiquetas						
E (Olivier /Abdel)	Limpar a zona(aspirador)						
	Esvaziar os lixos						
	Verificar as etiquetas						
F (Michel /Ludo)	Limpar a zona(aspirador)						
	Trocar o filtro da máquina						
	Limpar a máquina						
G (Eric / Bertrand)	Limpar a zona(aspirador)						
	Arrumar a pallet						

Figura 11 – Acompanhamento Ações 5S

e) Disciplina: Para controlar se as ações 5S estão sendo seguidas conforme o padrão criou-se um quadro magnético, conforme Figura 12, que permite a aplicação de ímãs para indicar a situação de cada atividade. Ímãs verdes indicam que a atividade já foi cumprida e ímãs vermelhos indicam as quais ainda não foram, escrevendo em suas faces quais são elas. O quadro foi fixado ao lado do documento citado na etapa anterior, pois eles se relacionam diretamente, mesmas Zonas, atividades e frequências. No final de cada dia o supervisor do setor faz uma inspeção para observar se as atividades estão conformes ou não conformes e, em seguida, altera os ímãs no quadro. Desta maneira, proporciona aos funcionários um controle visual sobre as ações 5S e lhes permite que as sigam com vigor.

TECHNIDCENTRE DE ROMILLY	CONTROLE 5S			
Zonas	TERÇA	QUINTA	TODA SEMANA	TODO MÊS
A	Zona A OK	Zona A Limpar a zona Esvaziar os lixos Limpar a mesa de reunião	Zona A Limpar o interior e exterior dos armários	Zona A Verificar as etiquetas
B	Zona B OK	Zona B OK	Zona B Limpar o interior e exterior dos armários	Zona B Verificar as etiquetas
C	Zona C OK	Zona C OK		Zona C Verificar as etiquetas
D	Zona D OK	Zona D OK	Zona D OK	Zona D Verificar as etiquetas
E	Zona E OK	Zona E Limpar a zona Esvaziar os lixos		Zona E Verificar as etiquetas
F				Zona F Limpar a zona Trocar o filtro Limpar a máquina
G			Zona G Limpar a zona Arrumar a pallet	

Figura 12 – Controle 5S

### 5.3 Novas mesas

Fez-se o pedido de compra de novas mesas com altura ajustável para cada operário. Desse modo, melhorou-se a ergonomia e reduziram-se dores musculares e

fadiga, aumentando assim, a produtividade e motivando os operários a trabalharem com novos equipamentos que melhorem sua saúde.

## 5.4 Tabela de pontos

A proposta da Tabela de Pontos tem como objetivo motivar os funcionários a melhorarem suas performances. Para isso, a ideia é de implantar um sistema de avaliação do desempenho dos funcionários, para que no final de cada mês os três melhores classificados recebam alguma bonificação.

## 6 | AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A terceira fase do PDCA, “*Check*”, teve como objetivo verificar se as melhorias aplicadas trouxeram bons resultados. Para analisar o antes e depois da linha de produção, utilizou-se das mesmas ferramentas dispostas na fase de “observação”, pois assim, é possível comparar claramente as mudanças realizadas.

Portanto, construiu-se um novo Diagrama *Spaghetti* (Figura 13), a fim de visualizar o fluxo do produto e um novo Fluxograma (Figura 14) para analisar a distância percorrida e o tempo gasto depois das mudanças.

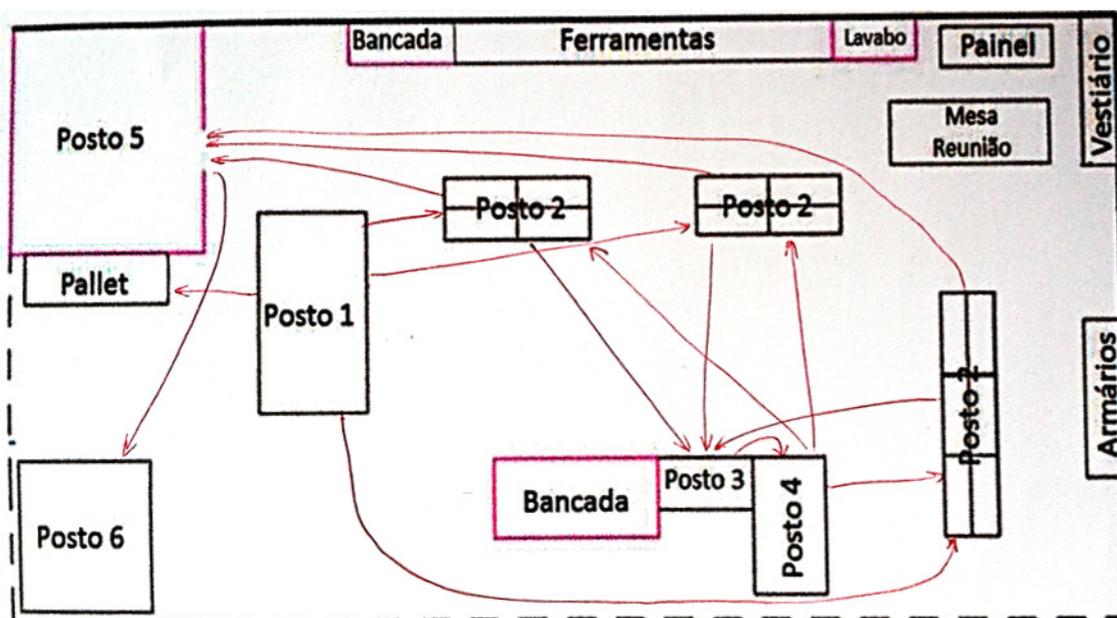


Figura 13 – Novo Diagrama *Spaghetti*

As melhorias realizadas no processo apresentaram bons resultados. Com a implantação do novo layout, estima-se uma redução de aproximadamente 11 metros no percurso de cada operário, além de reduzir em 15% o tempo do processo analisado, passando de 28,61 minutos para 24,40 minutos.

Sabendo-se que o setor produz 2.907 produtos por ano, a economia de tempo anual será de 12.238,47 minutos, ou seja, 203,97 horas. Se considerarmos que a

empresa tem como gasto de um funcionário por hora de €67,70, valor este considerado como base em todos os projetos da empresa, a economia gerada será de €13.809,07 ao ano.

Atividades	Símbolos					Distância [m]	Tempo [min]
	●	→	■	◐	▼		
Estocar produto no Posto 1						-	variável
Tirar o produto da caixa						-	2,63
Colocar a caixa na palete						1,80	0,12
Produto aguarda no estoque						-	variável
Transferir produto para Posto 2						7,08	2,16
Analisar defeito						-	5,12
Procurar ferramentas						-	2,45
Reparar o produto						-	variável
Levar o produto para Posto 3						6,14	0,11
Realizar teste 1						-	5,00
Levar produto para Posto 4						1,03	0,03
Realizar teste 2						-	5,00
Retornar produtos para Posto 2						5,20	0,12
Continuar reparação						-	variável
Levar produto para Posto 5						17,4	0,21
Realizar teste 3						-	1,32
Levar produto para Posto 6						3,02	0,13
Estocar produto						-	variável
<b>Total</b>						<b>41,7</b>	<b>24,40</b>

Legenda:

●  
Operação

→  
Transporte

■  
Inspeção

◐  
Espera

▼  
Estoque

Figura 14 – Novo Fluxograma

Em relação à aplicação da metodologia 5S, sua avaliação se deu por auditorias internas mensais, e a cada mês atribuíam-se uma nota ao setor. Dessa maneira, elaborou-se um gráfico, conforme Figura 15, para analisar a evolução dos 5S.

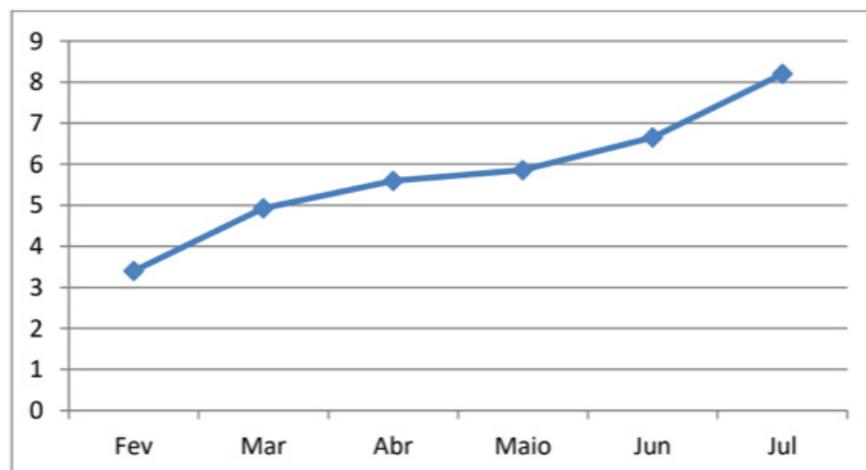


Figura 15 – Evolução dos 5S

A introdução desta metodologia resultou em um ambiente de trabalho mais confortável e organizado e permitiu aos funcionários realizar pequenas mudanças diárias em seus hábitos e melhorando significativamente o desempenho de todos no

setor.

Para encerrar o ciclo PDCA, a última etapa permite que após analisado os resultados obtidos, faça-se uma conclusão e uma reflexão sobre o desenvolvimento de todo o ciclo.

Através de gráficos comparativos, como o da Figura 16, percebe-se que o projeto apresentou resultados positivos, como a redução de 12% das atividades que não agregam valor.

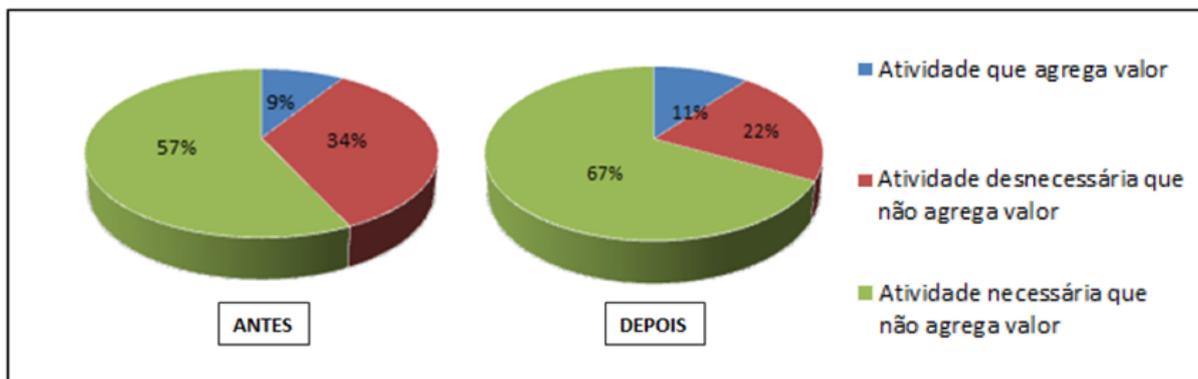


Figura 16 – Gráfico comparativo

Os resultados trouxeram benefícios para a empresa, como aumento da produtividade e redução de custos, através de melhorias no tempo de produção e na redução de desperdícios, além de melhorar a satisfação dos clientes e bem estar dos funcionários. Porém, ainda há atividades que podem ser eliminadas e oportunidades de melhorias, podendo ser criado um novo planejamento para a aplicação de novas ações futuras.

## 7 | CONCLUSÕES

O propósito desse trabalho foi aplicar o princípio da Gestão da Qualidade Total no setor elétrico e eletrônico da empresa e, juntamente com o método PDCA integrado com algumas ferramentas da qualidade, propor melhorias na linha de produção. Seguindo a metodologia da melhoria contínua, conduziu-se o projeto através de pequenas melhorias cotidianas para, assim, obter uma significativa melhoria final.

Para isso, fez-se um estudo detalhado da linha de produção a fim de diagnosticar as principais causas do elevado tempo de produção, para que se pudesse identificar e implantar as melhorias necessárias.

Primeiramente buscou-se coletar dados para conhecer detalhadamente o setor e a linha de produção estudada. Em seguida, procurou-se identificar as causas críticas do problema, como por exemplo, a necessidade de novas mesas, assim como de uma nova reorganização da disposição das máquinas e dos postos de trabalho e da organização das ferramentas.

Posteriormente, propuseram-se diversas melhorias e implantou-as, como o novo layout e a metodologia 5S. A implantação da metodologia 5S é uma das principais metas da empresa e sua aplicação requer tempo e treinamento. Portanto a formação de uma equipe de melhorias mostrou-se de fundamental importância para o desenvolvimento do projeto, através de uma base teórica fundamentada nas ferramentas da melhoria contínua.

Finalmente, avaliaram-se os resultados obtidos através da comparação da situação proposta com a atual do setor. Tais melhorias trouxeram bons resultados a um curto período de tempo e a baixo custo. Além de eliminar desperdícios, reduzir tempo de produção, reduzir custos e aumentar a produtividade, a metodologia aplicada permitiu uma melhora no ambiente de trabalho e um maior envolvimento dos funcionários, permitindo-os a aperfeiçoar seus desempenhos.

Algumas das sugestões de melhorias não foram implantadas até o momento devido ao pouco tempo disponível, porém poderão apresentar bons resultados quando aplicadas. Como sugere a metodologia estudada, novas melhorias deverão ser aplicadas continuamente para que resultados duradouros sejam alcançados. Portanto, espera-se que a empresa prossiga com o uso do ciclo PDCA.

Assim, esse trabalho se mostrou de grande importância, pois possibilitou a aplicação da teoria estudada em um ambiente de trabalho. Apesar das dificuldades na execução das melhorias relacionadas ao envolvimento dos funcionários, aos poucos foi possível desenvolver as atividades propostas obtendo resultados positivos.

## 8 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, CNPQ e CAPES pelo apoio e fomento necessário à realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. TQC: **Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. 7. ed., Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

MARTINS, R. A.; MELLO, C. H. P.; TURRIONI J. B. **Guia para elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção**. São Paulo: Atlas, 2014.

MELLO, C. H. P. et al. **ISO 9001:2008**. São Paulo: Atlas, 2009.

PAULA, V. R.; MAIOLI, R. A. L.; TURRIONI, J. B. **Análise da aplicação da metodologia do 5S em uma organização pública - Prefeitura Municipal de Itajubá-MG**. In: XXXI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte-MG. Anais, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação**. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

## GESTÃO DE QUALIDADE, PADRONIZAÇÃO E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOPRADORA KRONES S12

### **Andrey Sartori**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Bruna Vanessa de Souza**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Claudinilson Alves Luczkiewicz**

FATEC SENAI MT. Eixo de Controle e Processos Industriais. Várzea Grande/Mato Grosso.

### **Ederson Fernandes de Souza**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Esdras Warley de Jesus**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Fabrcio César de Moraes**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Moisés Phillip Botelho**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Rosana Sifuentes Machado**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Rosicley Nicolao de Siqueira**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Rubens de Oliveira**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **William Jim Souza da Cunha**

FATEC SENAI MT. Eixo de Controle e Processos

Industriais. Várzea Grande/Mato Grosso.

**RESUMO:** Este trabalho propõe aumentar a produtividade do setor de sopro na indústria de bebidas sediada em Várzea Grande – MT. Para garantir o alcance das metas, foi implantado a gestão da qualidade para a melhoria e organização do setor a curto e médio prazo, tendo como problema focado as paradas na Sopradora Krones S12. Com a integração das técnicas e das ferramentas na gestão da qualidade, fundamenta-se a tomada de decisão no processo produtivo do setor e seus resultados de forma positiva. Houve a utilização dos gráficos de análise e fluxograma, onde apontam dados coletados para uma possível comparação e diagnóstico, como também para uma melhor compreensão do problema de baixa produtividade deste setor e sua otimização. As etapas do processo produtivo foram ilustradas no Fluxograma para uma melhor visualização do processo e identificação de possíveis causas dos desperdícios. O Plano de ação enfatiza os objetivos para a redução de tempo e faz um direcionamento das ações ou etapas que devem ser seguidas. Já a Folha de Verificação vem a apresentar os dados apurados em tempo real para uma melhor tomada de decisão. Os resultados obtidos foram satisfatórios, através de uma comparação de dados anteriores (285

minutos de máquina parada) e posteriores (0 minuto) à aplicação das ferramentas da qualidade. Com isso verificou-se uma redução de 100% da perda de produtividade gerada por paradas na sopradora ocorridas por problemas de molde não bloqueado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão da Qualidade. Ferramentas da Qualidade. Sopradora Krones S12. Perdas.

**ABSTRACT:** This work proposes to increase the productivity of the blow industry in the beverage industry based in Várzea Grande - MT. In order to guarantee the achievement of the goals, quality management was implemented for the improvement and organization of the sector in the short and medium term, with a focus on Stopping the Krones S12 blower. With the integration of the techniques and the tools in the quality management, it is based the decision making in the productive process of the sector and its results in a positive way. The analysis and flowchart charts were used, where they point data collected for a possible comparison and diagnosis, as well as for a better understanding of the problem of low productivity in this sector and its optimization. The steps of the production process were illustrated in the Flowchart for a better visualization of the process and identification of possible causes of waste. The Action Plan emphasizes goals for time reduction and directs actions or steps that must be followed. The Check Sheet, however, presents the real-time data for better decision-making. The results were satisfactory, through a comparison of previous data (285 minutes of stationary machine) and later (0 minutes) to the application of quality tools. This resulted in a 100% reduction in the productivity loss generated by blowdown stops caused by unlocked mold problems.

**KEYWORDS:** Quality Management. Quality tools. Blower Krones S12. Losses.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os conceitos da qualidade mudaram ao longo do tempo deixando de ser simples operações em processos de manufatura, direcionadas a pequenas melhorias e passa a ser considerado um dos fatores críticos para a sobrevivência de organizações produtivas. Para elaboração desse trabalho foram utilizadas as ferramentas: PDCA, Fluxograma, Plano de Ação e Folha de Verificação. Para garantir o alcance das metas, foi implantada a gestão da qualidade para a melhoria e organização do setor de curto e médio prazo, tendo como problema focal as paradas na sopradora Krones S12. Houve a utilização dos gráficos de análise e fluxograma, onde apontam dados coletados para uma possível comparação e diagnóstico, como também para uma melhor compreensão do problema de baixa produtividade deste setor e sua otimização. O Plano de ação enfatiza os objetivos para a redução de tempo e faz um direcionamento das ações ou etapas que devem ser seguidas. Já a Folha de Verificação vem a apresentar os dados apurados em tempo real para uma melhor tomada de decisão. Os resultados obtidos foram satisfatórios, através de uma comparação de dados anteriores (285 minutos de máquina parada) e posteriores (zero minuto) à aplicação das ferramentas da qualidade.

Com isso verificou-se uma redução de 100% da perda de produtividade gerada por paradas na sopradora ocorridas por problema de molde não bloqueado. Este trabalho busca padronizar e aumentar a produtividade do setor do sopro da Indústria situada em Várzea Grande/MT e que resultará em melhorias contínuas no processo de fabricação dos produtos deste setor. A escolha de uma indústria de bebidas, está focada em uma área de produção do setor do sopro, despertando o interesse da alta gerência, de como a gestão da qualidade e suas ferramentas de apoio podem ser aplicadas para a solução dos problemas apresentados.

## 2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

A gestão da qualidade total baseia-se em ações de monitoramento e controle da produção/processo voltados à garantia do atendimento das necessidades do cliente final. Nesse sentido, ações são tomadas em busca do entendimento e mapeamento dos pontos potenciais de interferências do processo na elaboração do produto final. PALADINI (2004) nos diz ainda que sempre há dois objetivos básicos como meta para os sistemas da qualidade, o primeiro no desenvolvimento de mecanismos que garantam a sua sobrevivência e mecanismos que possibilitem a sua evolução.

Planejar e controlar uma produção que envolve em modo geral, pois com a colaboração das equipes de cada setor, resultará em metas atingidas e lucratividade para a empresa e satisfação dentro do ambiente de trabalho. Há uma variedade de conceitos e definições na literatura especializada quanto à Qualidade. Pela definição de Campos (2001), pode-se entendê-la como um produto ou serviço que atende suas necessidades, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente.

Os planos estratégicos que reconhecem a qualidade como uma prioridade competitiva essencial precisam ser baseados em uma definição operacional de qualidade (RITZMAN & KRAJEWSKI, 2004). Implicando em trazer para a área operacional ferramentas que devem dar suporte ao processo produtivo de forma a proporcionar para a organização diferencial competitivo.

### 2.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. A utilização do ciclo PDCA, ilustrada na Figura 1, está baseada em etapas em sequencial que estruturam o estudo do processo com passos norteadores das ações e resultados ao longo das respostas das intervenções realizadas no processo.

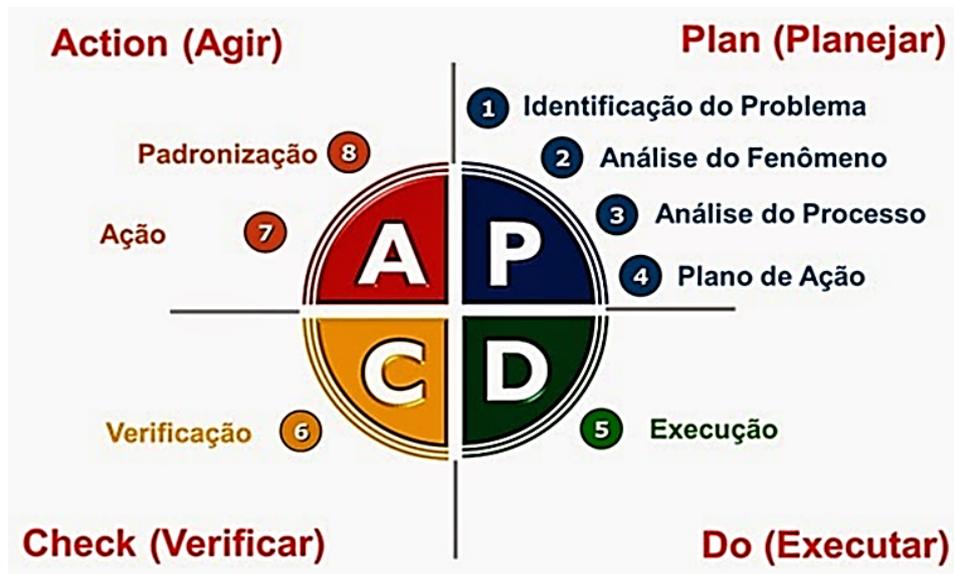


Figura 1: Ciclo PDCA

Fonte: Etna Informática (2010)

Segundo CAMPOS (2001) o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) é composto das seguintes etapas:

Planejamento (P): etapa que consiste em estabelecer objetivos e o método para alcançar as metas propostas.

Execução (D): fase de executar as tarefas como foi previsto na etapa de planejamento e coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo.

Verificação (C): a partir dos dados coletados na execução comparar o resultado alcançado com a meta planejada.

Atuação corretiva (A): etapa que consiste em atuar no processo em função dos resultados obtidos, adotando como padrão o plano proposto.

## 2.2 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são ferramentas gerenciais e permitem as análises de fatos e tomada de decisão com base em dados, dando a certeza de que a decisão é real a indicada (FILHO 2003). Ainda conforme o autor, a gestão da qualidade total pode ser descrita como uma excelente ferramenta gerencial que tem auxiliado as organizações nesta busca incessante na melhoria de seus produtos ou serviços.

Segundo Miguel (2006) as ferramentas da Qualidade são usadas como suporte ao desenvolvimento da qualidade ou ao apoio à decisão na análise de determinado problema. Mata-Lima (1999) completa afirmando que o grande potencial delas, está quando são utilizadas para a identificação das causas raízes dos problemas e para a solução destes. As Sete Ferramentas Tradicionais da Qualidade, de acordo com Miguel (2006) e Vieira (1999), são: Fluxograma, plano de ação, folha de verificação, cartas de controle, diagrama de causa e efeito, gráfico de Pareto, matriz GUT.

## 2.3 Fluxograma E PLANO DE AÇÃO

A utilização do fluxograma (como o próprio nome sugere) refere-se à determinação do fluxo de operações de um processo. A estrutura do fluxo permite tanto uma visão global do processo quanto pode enfatizar operações, ações ou decisões críticas. Garante também que sejam identificadas situações nas quais há cruzamento de vários fluxos (que pode, por exemplo, constituir-se em ponto de congestionamento) ou situações em que atividades desenvolvidas em paralelo poderiam ser compactadas ou ainda, determinar quais as sequências mais usuais de ações encadeadas.

O plano de ação é uma ferramenta para acompanhamento de atividades, após a etapa onde são relacionadas às causas prováveis, com visualização das mais significativas por ocorrência, volume e importância, pode-se estabelecer ações corretivas e prioridade para o desenvolvimento e implementação dos trabalhos.

## 2.4 Folha de verificação

A folha de verificação facilita a coleta e análise de dados para melhoria do processo produtivo registrarão itens das etapas a serem verificadas, permitindo agilidade na real situação do processo e uma instantânea interpretação da realidade. Elas são estruturadas de acordo com as exigências de cada usuário, e por isso, mostra extrema elasticidade de preparação, utilização e interpretação, no entanto, não devem ser confundidas com check-list, que são listagens de itens a serem verificados. (PALADINI, 1997).

## 2.5 Cartas de controle

Carta de controle é um tipo específico de gráfico de controle que serve para acompanhar a variabilidade de um processo, identificando suas causas comuns (Intrínsecas ao processo) e especiais (Aleatórios). Para construção da carta de controle deve-se calcular o limite superior de controle (LSC), o limite inferior do controle (LIC) e a média (M) de um processo. Os dados do processo, dentro desses limites, caracterizarão, na maior parte das vezes, que o mesmo está sob controle (estável) e que as flutuações são consistentes e inerentes ao processo. De modo geral, causas comuns devem ser tratadas via ação gerencial, enquanto as especiais devem ser tratadas pelos próprios operadores. (CAMPOS, 2001).

## 2.6 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou diagrama espinha de peixe, é uma ferramenta de representação das possíveis causas que levam a um determinado efeito. As causas são agrupadas por categorias e semelhanças previamente estabelecidas ou percebidas durante o processo de classificação. (CAMPOS, 2001).

## 2.7 Gráfico de Pareto

É um gráfico de barras, construída a partir de um processo de coleta de dados (em geral, uma folha de verificação), e pode ser utilizada quando se deseja priorizar problemas ou causas relativas a um determinado assunto. (CAMPOS, 2001 ) A ideia básica surgiu a partir do princípio de Pareto que foi desenvolvido com base no estudo sobre desigualdade na distribuição de riquezas, cuja conclusão era de que 20% da população (poucos e vitais) detinham 80% de riqueza, enquanto o restante da população (muitos e triviais) detinha apenas 20%. Essa relação é também conhecida como a regra dos 80/20. (CAMPOS, 2001).

## 2.8 Matriz GUT

A matriz GUT é em geral utilizada na priorização de problemas e na análise de riscos. Os problemas são arrolados, conforme mostra a figura 5, e analisados sob os aspectos de gravidade (G), urgência (U) e tendência (T). Que se atribui um número de inteiro entre 1 a 5 a cada uma das dimensões (G, U e T), correspondendo o 5 à maior intensidade e o 1 à menor, e multiplicam-se os valores obtidos para G, U e T a fim de ser obter um valor para cada problema ou fator de risco analisado. Os problemas ou fatores de risco que obtiverem maior pontuação serão tratados com prioridade. (CAMPOS, 2001).

# 3 | MÉTODO

## 3.1 Processos de sopro em garrafas PET

Em uma fábrica de refrigerantes situada em várzea Grande utiliza-se uma sopradora Kronos S-12 de fabricação alemã (Figura 2), composta de 12 estações de sopro que tem a função de sopragem das pré-formas para a moldagem de garrafas PET, utilizadas na Linha de produção de envase de refrigerantes, com produção nominal de 21.600 garrafas/hora (250 ml, 500 ml, 510 ml, 600 ml), 18.000 garrafas/hora (1,5 litros) e 16.000 garrafas/hora (2,0 litros), 12.500 garrafas/horas (2,5 litros e 3 litros). Ele é chamado de sopro inline, ou seja, depois de serem sopradas as garrafas vão diretamente via transporte aéreo até a rotuladora e posteriormente a enchedora não sendo armazenadas temporariamente para uso , como acontece no sopro outline.



Figura 2: sopradora da marca Krones S12

Fonte: <https://www.krones.com/br>

As pré-formas são recebidas da logística, aprovadas pela segurança da qualidade do produto, após a liberação do controle de qualidade é liberada para produção, são colocadas no basculador antes de serem direcionadas para a Sopradora passando por um transporte com sensores e dispositivos. Ao entrar na Sopradora, a estrela de transferência é responsável por elevar a pré-forma e direcioná-la para a entrada do forno.

O forno é composto por nove zonas de aquecimento, que têm a função de distribuição do material na garrafa, onde cada zona possui nove lâmpadas infravermelhas. A zona nove possuem lâmpadas de 3000 watts de potência cada, enquanto que as zonas um a oito possuem lâmpadas de 2.500 watts cada. Através das lâmpadas, dos refletores, da ventilação e das réguas de refrigeração do forno com temperatura que varia entre (60°C a 90°C), tem a função de aquecer as pré-formas em um processo de produção com qualidade estável e confiável em uma temperatura do pré-molde que varia de 90°C a 100°C.

Além da regulagem individual de cada zona existe uma regulagem geral que facilita o aumento da potência em todas as zonas ao mesmo tempo. Ao saírem do forno os braços de transferência levam as pré-formas para a roda de sopragem onde serão estiradas e sopradas (figura 3).

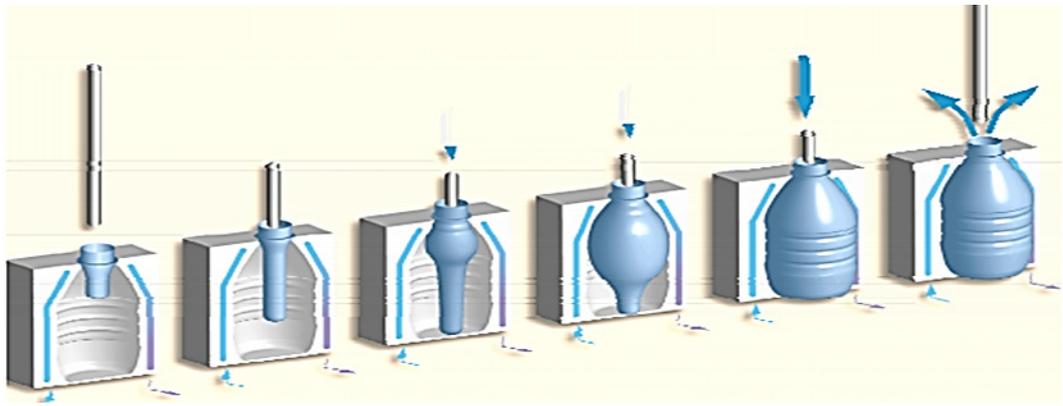


Figura 3: processo de sopragem das pré-formas

Fonte: Krones, 2016

Após, os braços de transferência levam as pré-formas para a roda de sopragem que tem a função de esticar e soprar a pré-forma aquecida que vem do forno infravermelho. A roda de sopragem é o local onde os postos de sopragem estão instalados em uma base giratória, esta base gira e os faz passar por cames que irão acionar cada um dos postos em sequência correta, sincronizada e precisa. Os postos de sopragem são um conjunto formado por semi-moldes, porta-moldes, fundo dos moldes, tubeira, sistema de estiramento e sistema de distribuição do ar. A sopragem é o momento da entrada de ar de alta pressão (28 bar) para a constituição do formato e detalhes da garrafa. O tempo que o ar de alta pressão fica no molde irá influenciar no volume da garrafa.

A realização deste trabalho baseou-se em um estudo de caso onde de acordo com Yin (2005), é uma pesquisa empírica que inquire elementos atuais, dentro de um cenário real, sobretudo, onde os fenômenos ainda não estão claramente definidos. O método desse trabalho visa fazer um acompanhamento e gerenciamento do processo de produção da sopradora Krones S12, com análise e coletas mensais de dados.

Com base no problema formulado neste projeto são apresentadas as tipologias da pesquisa quanto aos objetivos, procedimentos e a abordagem do problema, os procedimentos técnicos adotados de coleta e análise de dados para o delineamento do trabalho. Foi realizado estudo de pesquisa em livros, artigos, revistas específicas, sites relacionados ao assunto essencial para aprofundar o conhecimento, pois trata-se de um caso específico e prático.

O período de execução do estudo de caso foi de julho a setembro de 2017 e um período de estabilidade do projeto de mais três meses (Outubro/2017 a Dezembro/2017) totalizando seis meses de estudo em uma indústria de bebidas situada em Várzea Grande – MT.

A empresa estudada conta com 1121 funcionários sendo que destas 183 pessoas atuam na área industrial, possui quatro linhas de envase e suas respectivas capacidades produtivas estão descritas a seguir:

- Linha PET 90 – Capacidade 32m<sup>3</sup>/h. 26 SKU's – 250 ml a 3 litros;

- Linha PET 64-Capacidade 21,8m<sup>3</sup>/h. 7 SKU's - 2 litros;
- Linha Lata 40- Capacidade: 30.000 latas/h - 24 SKU's- 250 a 350 ml;
- Linha RGB 140 - Capacidade: 30 m<sup>3</sup>/h-10 SKU's - NS, KS e LS.

Inicialmente formou-se uma equipe multidisciplinar para atuar na aplicação da metodologia PDCA (Figura 4), denominado grupo de melhoria, de acordo com Saavedra (2010), os grupos de melhorias são formados por pessoas de um ou mais departamento, que estejam envolvidos no problema que está ocorrendo em um ativo da organização. Partindo desta afirmação o grupo de melhoria foi composto por um Técnico de Produção do setor, um Mecânico, um Eletricista, um Auxiliar Administrativo e uma Supervisora, na equipe cada componente possuía funções distintas sendo estas: atualizador, timoneiro, curinga, secretário e líder respectivamente. O cronograma de atividades do PDCA seguiu a ordem de fases descritas por Campos (2001).

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES																		
Nome do Grupo:		Equipe Alfa										Data: 23/06/2016						
Setor:		Linha KHS PET 90																
Etapa	Fase	Tarefa	Prazo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º		
				23/06	30/6	7/7	14/7	21/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9	15/9		
P	Identificação do Problema	Elaborar o Diagrama de Pareto para identificar o Problema	P															
			R															
		Divulgar Histórico e Meta do Problema	P															
			R															
		Calcular o ganho do Projeto	P															
			R															
	Observação do Problema	Revisar Cronograma de Atividades	P															
			R															
		Preencher Identificação do Problema	P															
			R															
		Observar o Problema no Local	P															
			R															
	Análise	Realizar Registro Fotográfico	P															
			R															
		Elaborar o Ver e Agir	P															
			R															
		Realizar a 1ª Auto-Avaliação	P															
			R															
Planejamento de Ações	Realizar a Tempestade de Idéias	P																
		R																
	Elaborar Diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe)	P																
		R																
	Elaborar os Por Quês Múltiplos	P																
		R																
D	Desenvolvimento do Plano de Ação	Elaborar Plano de Ação	P															
			R															
		Realizar a 2ª Auto-Avaliação	P															
			R															
C	Verificação dos Resultados	Atualizar Plano de Ação	P															
			R															
		Atualizar Plano de Ação	P															
			R															
		Atualizar Plano de Ação	P															
			R															
A	Padronização	Atualizar Gráfico de Acompanhamento	P															
			R															
	Conclusão	Observar as Melhorias no Local	P															
			R															
		Realizar Registro Fotográfico	P															
			R															
		Verificar Implementação dos Procedimentos Revisados	P															
			R															
		Concluir o Projeto	P															
			R															
		Realizar a 3ª Auto-Avaliação	P															
			R															

Figura 4: cronograma de atividades da equipe

Fonte: Empresa, 2017

A linha escolhida para realização do estudo foi a PET 90 sendo diretamente analisado o setor de sopro especificamente a Sopradora Krones S12, essa escolha se deu devido à linha e o setor participar do programa de excelência operacional desenvolvido na empresa no mesmo período. A coleta de dados referente a paradas do equipamento foi retirada da planilha de Excel de uso da empresa denominado “SGP” (Sistema de Gerenciamento de Produção). Para identificação do problema foi utilizado o Diagrama de Pareto com objetivo de verificar e priorizar os problemas com

maiores impactos na produtividade.

Através dos apontamentos realizados na folha de verificação do SGP foi possível estratificar as principais paradas da sopradora Krones S12 ocorrida no período de janeiro/2016 a junho/2016 e elaborar o Gráfico de Pareto, constatando assim a principal parada como sendo Molde não Bloqueado. Visando compreender em qual SKU e turno havia maior evidencia do problema elaboraram-se mais dois Gráficos de Pareto (figura 5) um para SKU (figura 7) e outro para turnos de produção. Observa-se que quase 80% da falha ocorrem nas SKU's de 1,5 L (27%), 500 ml (19%), 2L (18%) e 3L (14%). E o turno de produção com mais relatos de paradas, devido falha de molde não bloqueado é o turno C responsável por 54% do tempo total de parada por este motivo.

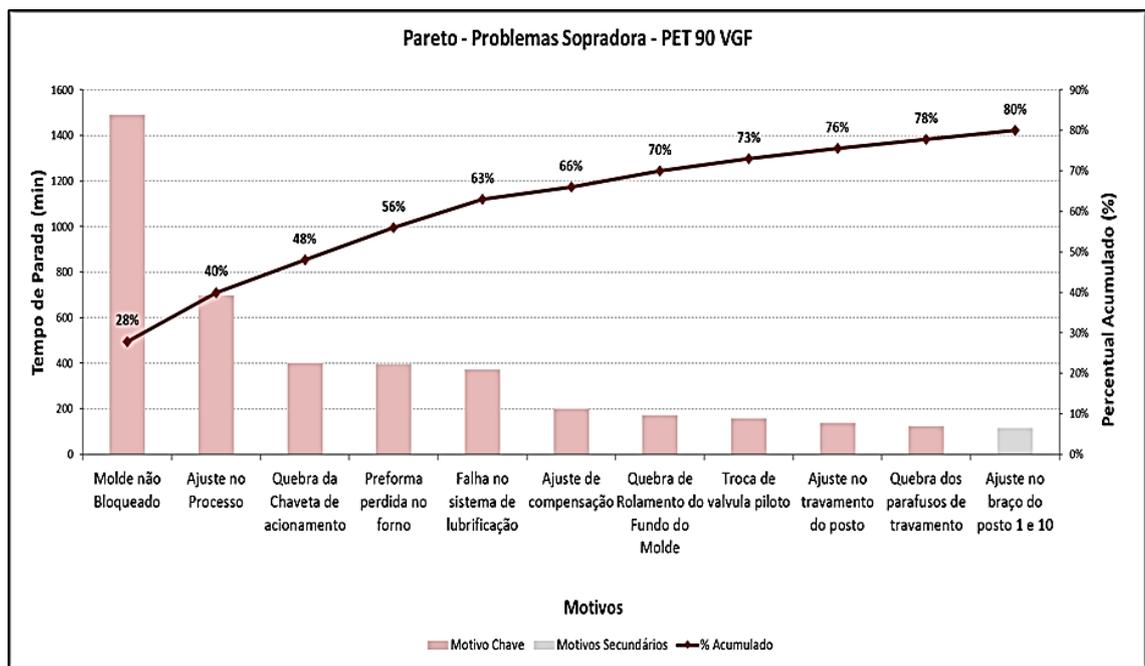


Figura 5: uso do gráfico de Pareto para selecionar as falhas

Fonte: Empresa, 2017

Com base nas informações adquiridas através da estratificação da folha de verificação do SGP, Gráfico de Pareto (Figura 6) e do histórico de parada mês a mês, concluiu-se que o fenômeno da falha pode ser descrito como: “Não ocorre bloqueio da árvore de fechamento gerando molde não bloqueado durante processo contínuo da sopradora S12, ocorrendo na porta molde, não há relação com habilidades com tendência no turno C principalmente na SKU 1,5L sendo o tempo médio de 284,5 minutos/mês”.

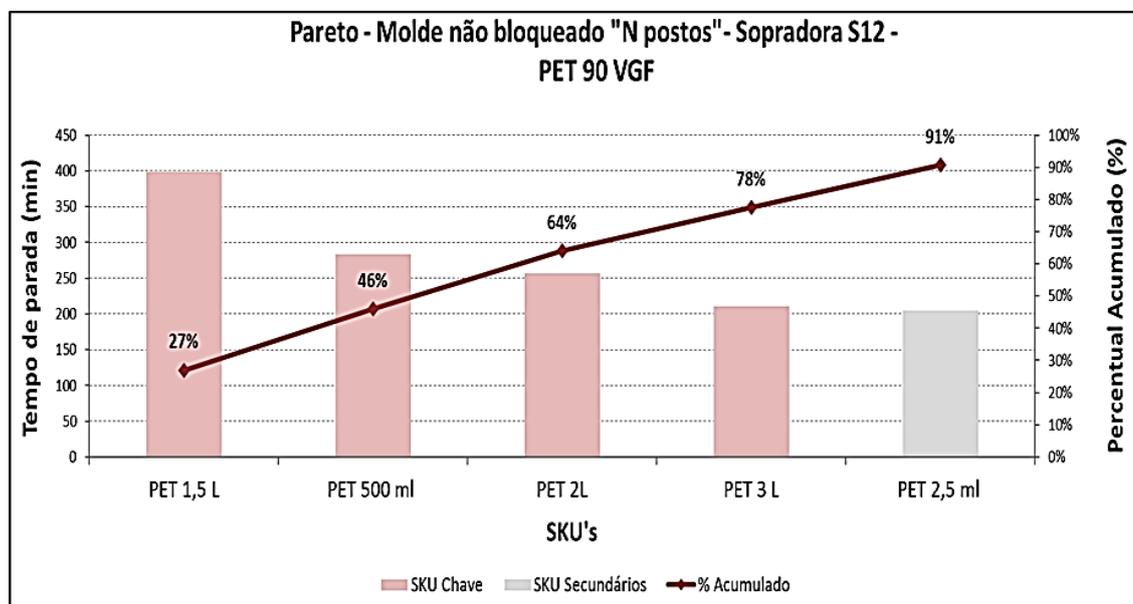


Figura 6: Pareto das SKU'S que mais geram a falha

Fonte: I Empresa, 2017

Com base no histórico de tempo de parada estabeleceu-se a meta para os três meses seguintes onde o mês de julho/2017 estabelece-se uma meta de 150 minutos de paradas por mês, ou seja, uma redução de 61% da perda, para os meses seguintes (agosto e setembro) o propósito foi uma redução de 96% o que significa que o tempo de parada reduziria de 284,5 min para 11 min por mês. Além do período do projeto estabeleceu-se um período de estabilidade de mais três meses com a mesma meta proposta para o mês de setembro.

Entre os dias 06 e 07 de julho realizou-se a observação *in loco* do problema esta atividade tinha por objetivo verificar como a falha ocorre e possibilita a percepção de possíveis causas do problema. Foram contemplados os três turnos de produção, ou seja, a observação teve um período de 48 horas. De acordo com Pires (2014) é na fase de observação que são investigadas as características específicas do problema com uma visão ampla e sobre vários pontos de vista, isto é, conhecer o problema nos mínimos detalhes, seguindo este conceito durante a observação entrevistou-se os operadores, mecânicos e supervisor da área indagando-os sobre como o problema ocorre; frequência de limpeza da máquina; mecanismos utilizados para evitar a falha; frequências de manutenção; relação da falha com modo de operação.

Com esta observação foi possível identificar e entender como o problema ocorre verificando que a falha de molde não bloqueada pode surgir em diversas situações as quais foram relatadas na tempestade de ideias. Entre as principais observações e relatos dos operadores, mecânicos e supervisor sobre ocorrência da falha pode-se destacar:

- Procedimentos operacionais realizados de maneira incorreta (ajuste de altura de molde, utilização de instrumentos para setup, ajustes de parafusos não realizados, etc.);

- Alta incidência da falha quando pré-forma entram torta na roda de sopro;
- Peças com desgastes e com necessidade de troca;
- Falha no plano de limpeza da sopradora;
- Apontamentos inadequados no SGP (Folha de verificação).

Através destas observações algumas intervenções foram realizadas utilizando a ferramenta Ver e Agir, está por sua vez busca eliminação de erros fáceis e correções de pequenas anomalias.

### 3.2 Análise do problema

Para realização da análise do problema reuniu-se o grupo de melhoria continua e aplicaram-se as técnicas de *Brainstorming* (Tempestade de Ideias), Matriz de GUT Diagrama de Causa e Efeito e Cinco Porquês. Após realização do *Gemba* (Observação no local), iniciou-se uma seção de brainstorming com objetivo de identificar as causas possíveis de moldes não bloqueados. Primeiramente aplicou-se um treinamento com operadores, mecânico, eletricitas, técnicos e supervisor do setor de sopro, onde foram apresentadas as principais regras para realização de uma tempestade de ideia, definição do problema e objetivo do projeto, sendo este último definido como: Reduzir de 284,50 minutos para 11 minutos as perdas por molde não bloqueado na sopradora Kronos S12 da linha Pet 90 (96% de redução).

A tempestade de ideia ocorreu de maneira não estruturada, ou seja, cada participante da reunião apresentou suas ideias conforme estas surgiam sem pressão, todos os participantes da reunião interagiram desde o funcionário mais experiente até o mais novo independentemente do nível hierárquico, conseguindo assim atingir o objetivo de elencar as possíveis causas do problema possibilitando a detecção da causa raiz com aplicação das demais ferramentas da qualidade utilizada. Obteve-se um total de 28 causas prováveis através da tempestade de ideias, onde posteriormente elencaram-se as causas fundamentais através de essas reuniões com funcionários do setor e pessoas entendidas do problema.

Para desenvolvimento do diagrama de causa e efeito as causas fundamentais foram agrupadas em categorias (Mão-de-obra, Máquina, Método, Material, Medida e Meio Ambiente) e semelhanças prévias estabelecidas ou percebidas durante o processo de classificação verificou-se que de vinte e oito (28) causas levantadas no *Brainstorming* foram priorizadas treze (13) causas. A categoria com maior número de possíveis causas foi a de Máquinas com 69% das causas.

O método de priorização visando reduzir e ordenar as causas fundamentais para posterior análise através do método dos cinco porquês. Utilizou-se a matriz de GUT para elencar as causas considerando a Gravidade em relação ao processo, resultados e pessoas, a Urgência em função do tempo para resolução do problema e a Tendência considerando crescimento, redução ou eliminação do problema. A análise foi realizada durante reunião do grupo de melhoria com participação do supervisor e pessoas

conhecedoras do processo e seguindo os critérios de pesos.

Na aplicação dos cinco porquês objetivou-se descobrir a causa raiz das possíveis causas priorizadas (5 causas foram priorizadas) possibilitando a eliminação ou redução do problema de molde não bloqueado. Para que isso ocorresse houve uma explicação prévia sobre a correta aplicação do método, exemplificações da forma de uso e importância para eliminação de problemas.

Com base nas causas raízes definidas para o problema em estudo desenvolveu-se o plano de ação através da ferramenta 5W2H. Durante a execução do plano de ação buscou-se respeitar as datas prevista no planejamento e cobrar dos responsáveis a implementação das ações quando em atrasos. As ações implementadas foram de caráter orientativo onde se desenvolveu treinamentos e instruções aos operadores, técnicos, mecânico, eletricista e supervisor do setor de sopro e de qualidade, ações de elaboração de procedimentos e LPP's (Lição Ponto a Ponto) operacionais e de processo, revisão de planos de manutenções periódicas além de troca de peças do equipamento.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que para o aumento de produtividade gerando redução de perdas e padronização do setor de sopro da empresa de bebidas situada em Várzea Grande\MT, observou-se melhorias no processo produtivo do setor de sopro e na padronização dos procedimentos após a implantação da gestão da qualidade neste setor em específico. Conforme apresentado os resultados obtidos foram satisfatórios, através de comparação de dados anteriores de 285 minutos de máquina parada e posteriores zero minutos. A ferramenta PDCA importante para as tomadas de decisão relacionadas ao planejamento estratégico da gestão da qualidade do setor, direcionando e especificando cada etapa das ações tomadas para a solução da causa raiz. Com as aplicações corretamente das ferramentas contribui para o gerenciamento de processos e aumento de produtividade gerando redução de perdas. Como comprovado pela redução de 100% da perda de produtividade gerada por paradas na sopradora, ocorridas por problemas de molde não bloqueados. Foi possível calcular um ganho de R\$ 4.131,60 por hora de produção e R\$ 890,00 em pré-forma por ano apenas por motivo de molde não bloqueado. Obtiveram-se ainda ganhos não tangíveis, ou seja, ganhos não financeiros com padronização de processo, redução de desgastes de peça e conhecimentos adquiridos por parte de toda a equipe envolvida e todo o setor de modo geral.

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.F.D. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica - EP: São Paulo, 2003.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 1. Ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2001.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo. Editora Atlas, 2010.

FILHO G. V.: **Gestão da Qualidade Total: Uma Abordagem Prática**. Campinas, SP: Alínea, 2003.

FREITAS, M.A; COLOSIMO, E.A.: **Confiabilidade: Análise de Tempo de Falha e Testes de Vida Acelerados**. Ed Fundação Cristiano Ottoni, Belo Horizonte, MG, 1997.

ISHIKAWA, K., Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa, Editora Campos, Rio de Janeiro, 1993.

MARSHALL JÚNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A.V.; MOTA, E.B.; LEUSIN, S. **Gestão da qualidade**. 9. Ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2008.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas**. Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Mad (Paladini, et al., 2012) (Portugal), 2007.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

PALADINI, E. P., BOUER, G., FERREIRA, J. J., CARVALHO, M. M., MIGUEL, P. A., SAMOBYL, R. W., & ROTONDARO, R. G. (2012). **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos** (2ª ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.

PIRES, A. C.B. **A Implantação no Gemba do Círculo de Kaizen**. X Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 2014.

YIN, RK. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## QFD - DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE APLICADA NA GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

**Edinilson José Slabei**

Faculdades Integradas do Vale do Iguaçu –  
Uniguaçu

União da Vitória - Paraná

**Alfredo Bruger Junior**

Faculdades Integradas do Vale do Iguaçu –  
Uniguaçu

União da Vitória – Paraná

**Lilian Karine Turek**

Faculdades Integradas do Vale do Iguaçu –  
Uniguaçu

União da Vitória – Paraná

**RESUMO:** A pesquisa apresenta a definição do método Desdobramento da Função Qualidade (QFD), como o mesmo é aplicado, suas unidades operacionais, os benefícios e as dificuldades da implantação, apresentando sua evolução através dos tempos, proximidade com o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e a Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP). O objetivo deste trabalho é evidenciar a relação entre o QFD e a GDP, a fim de demonstrar como o QFD influencia de maneira positiva não só no gerenciamento de desenvolvimento de produto, mas em todos os processos de uma empresa, seja ela produtora de bens e/ou serviços.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desdobramento da Função Qualidade, Gestão de Desenvolvimento

de Produtos, Processo de Desenvolvimento de Produtos.

**ABSTRACT:** The research presents the definition of the Quality Function Deployment (QFD) method, how it is applied, its operational units, the benefits and difficulties of the deployment, showing its evolution over time, proximity to the Product Development Process) and Product Development Management (GDP). The objective of this work is to highlight the relationship between QFD and GDP in order to demonstrate how QFD influences in a positive way not only in the management of product development, but in all the processes of a company, whether it produces goods and / or services.

**KEYWORDS:** Quality Function Deployment, Product Development Management, Product Development Process.

### 1 | INTRODUÇÃO

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) passa por várias fases e segundo Rozenfeld (2006) é papel dele identificar e antecipar as necessidades de mercado e, a partir disto, buscar melhor a forma de desenvolver um produto que chegue a manufatura como um projeto possível de ser

desenvolvido. Rozenfeld (2006) ainda considera que um novo produto precisa ter um projeto bem elaborado e segmentado que apresente detalhadamente todas as fases de planejamento e execução, bem como, uma pesquisa apresentando as necessidades e os desejos dos consumidores.

O produto desenvolvido passa por todas as fases do PDP, mas para a empresa obter maior sucesso e aceitação no mercado, bem como, ter êxito no ciclo de desenvolvimento e de vida do produto, um importante aspecto a ser levado em consideração é a qualidade implantada nos processos e conseqüentemente nos produtos e a Gestão do Desenvolvimento do Produto (GDP).

Para conseguir implantar e administrar a qualidade, existem métodos que ajudam a criar um produto com um design bem elaborado, um nível de funcionalidade desejável, durabilidade e que atenda ao que o consumidor espera de acordo com as funções propostas.

Um método muito utilizado, segundo Pinto e Fontanelle (2013), e que vem trazendo bom retorno para as empresas é o Desdobramento da Função Qualidade (QFD). A aplicação do QFD é considerada como um construct importante no gerenciamento de operações no desenvolvimento de novos produtos, dentro do contexto de uma estruturação do PDP (TAN; WISNER, 2003 apud CAUCHICK MIGUEL, 2009).

O surgimento deste método, ocorreu na década de 1960, durante o contexto do Controle da Qualidade Total (TQC), onde a indústria japonesa estava em rápido crescimento e precisava de métodos que garantissem a qualidade desde o início do processo de desenvolvimento do produto, ou seja, desde a fase de projeto (AKAO, 1996; MIGUEL et al. apud NAGUMO, 2005; OHFUJI et al., 1997) , além disso, segundo Cortés e da Silva (2005) era preciso melhorar o planejamento com um mapa de controle de qualidade, mostrando os pontos a serem controlados dentro do processo de produção. Como as empresas tinham dificuldades.

Para atingir tal objetivo, Yoji Akao começou a realizar pesquisas, e unindo seus resultados com os de Shigeru Mizuno, deram origem por meio do uso do diagrama de causa e efeito ao método conhecido como Quality Function Deployment (QFD) (AKAO, 1996), que além de auxiliar a qualidade no desenvolvimento do produto, o mesmo se expande para qualidade na produção, distribuição, vendas até assistência técnica e logística reversa, em um processo em conjunto para que o trabalho seja realizado de forma integrada pelas áreas funcionais da empresa (CHENG; MELO FILHO, 2010).

O QFD vem sendo implantado em diversas empresas, tanto as que prestam serviços como as que fornecem bem de consumo, e segundo Cauchick Miguel (2009) é um método voltado para o desenvolvimento de produtos e serviços cujo propósito é definir as especificações de produtos a partir do levantamento das necessidades dos clientes. Mas, de certa forma, como outros métodos de qualidade, as empresas ainda encontram dificuldades na implantação, principalmente por falta de treinamento adequado dos colaboradores.

## 2 | EXPANSÃO DO MÉTODO QFD

O método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) foi criado no Japão na década de 60, e a partir disto o método foi se expandindo por todo o oriente, mas foi conhecido no ocidente, apenas em 1972. O QFD foi introduzido nos EUA e Europa no início da década de 80 (SULLIVAN apud CHENG, 2003).

Já no Brasil o QFD foi apresentado pela primeira vez na década de 90, por um dos seus criadores, Yoji Akao, em uma conferência sobre Controle da Qualidade realizada no Rio de Janeiro (AKAO; OHFUJI, apud CAUCHICK MIGUEL, 2003), e a partir disto começou a ser utilizado por muitas empresas.

As aplicações evoluíram e expandiram para vários tipos de empresas dentre elas a automotiva que foi onde ela surgiu, empresas siderúrgicas, alimentícias, de utilidades, setores de serviços, dentre outros (CAUCHICK MIGUEL, 2003).

## 3 | O DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

Com o passar dos anos o QFD vem contribuindo de maneira cada vez mais significativa para o PDP, e exclusivamente para a GDP. Autores como (CAUCHICK MIGUEL, 2003; DRUMOND et al.,1999; MOSKOWITZ e KIM, 1997; NAGUMO, 2005; OHFUJI et al.,1997; PINTO e FONTENELLE, 2013) dizem que o QFD (Quality Function Deployment ou Desdobramento da Função Qualidade) consiste em um processo utilizado para transformar os requisitos que os clientes esperam de determinado produto ou serviço ou de uma ideia de desenvolvimento, para a partir dele tomar decisões em cima de o que produzir ou fazer, como trabalhar, que caminho seguir, etc., proporcionando assim uma visão mais ampla e clara do PDP, facilitando no processo da linha de frente da empresa, trazendo mecanismos constantes para alcançar vantagens competitivas no desenvolvimento do produto.

De acordo Cheng e Melo Filho (2010), o QFD pode ser ainda conceituado como um meio de exprimir sistematicamente informação relacionada com a qualidade e de explicitar ordenadamente o trabalho relacionado com a aquisição da qualidade, tem como enfoque a garantia da qualidade, no decorrer do desenvolvimento de produto e é subdividido em Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFD<sub>r</sub>).

Cita-se acima duas partes constituintes do QFD, ou seja, QFD amplo= QD + QFD restrito (QFD<sub>r</sub>). QD é o desdobramento que parte da voz do consumidor ou do cliente intermediário, e essas informações que os clientes fornecem são usadas para atingir o objetivo de atender as suas necessidades, por intermédio de desdobramentos sistemáticos passando por todos os fatores para o desenvolvimento do produto. O QFD<sub>r</sub> é o desdobramento da função trabalho, consiste em desdobrar o trabalho e trata da questão de qual é a forma mais eficaz e eficiente de assegurar a qualidade requerida pelos clientes internos e externos em todo o ciclo do produto, à fim de integrar

o trabalho das áreas funcionais (CHENG, 2003; CHENG; MELO FILHO, 2010).

Assim, é necessário que sejam levantadas informações sobre os diferentes agentes que atuam em torno do sucesso de um produto ou serviço, e essas informações são o ponto de entrada na utilização das unidades operacionais do método (tabelas, matrizes, modelo conceitual e conjunto de padrões para produção) (CHENG; MELO FILHO, 2007-2010).

Abaixo é apresentada as unidades operacionais do desdobramento da função qualidade.

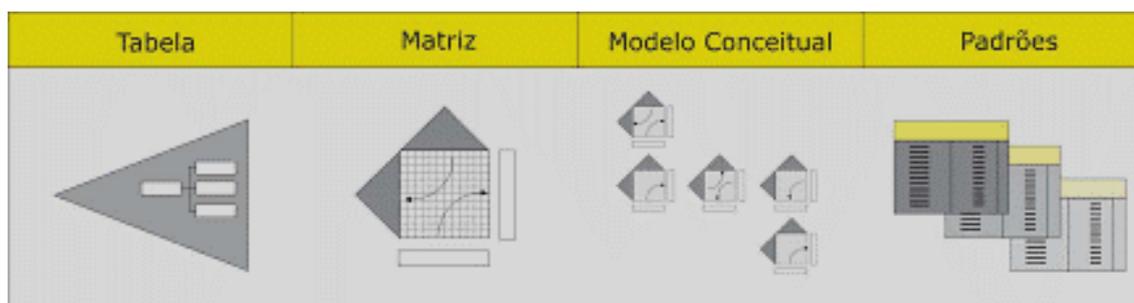


Figura 1 - Unidades operacionais do QD

Fonte: Cheng, Melo Filho, 2010.

As unidades operacionais apresentadas acima são utilizadas para compilação dos dados coletados concretizando o raciocínio da causa e efeito, de forma encadeada em vários níveis da empresa. As tabelas são usadas para o detalhamento de algo de forma ordenada, onde são descritos parâmetros para qualidade, exigências dos clientes, características da qualidade do produto e/ou serviço, etc. A matriz é constituída de duas tabelas e servem para dar visibilidade às relações qualitativas, quantitativas e de intensidade entre duas tabelas.

O modelo conceitual é um conjunto de tabelas e matrizes formadas por determinado projeto que apresenta o caminho que a empresa deverá percorrer, por meio do desdobramento da qualidade positiva, da tecnologia, do custo e da confiabilidade. O conjunto de padrões é o meio de transmitir as informações geradas nos processos anteriores às áreas funcionais da empresa, para que a partir disso, o processo seja padronizado (CHENG; MELO FILHO, 2010).

Resumidamente, são apresentadas abaixo as etapas para aplicação do QFD, as mesmas são adaptadas de (Cheng et al. (1995), Akao (1996) e Ohfujii et al. (1997)) apud Carnevalli e Cauchick Miguel (2009):

- a. Definir um plano, por meio do qual apresenta o produto a ser produzido;
- b. Selecionar os membros da equipe do QFD, com um líder fixo independente da etapa;
- c. Promover treinamento sobre o método de acordo com a realidade específica de cada empresa;

- d. Fazer pesquisas internas e externas para identificar os requisitos para o produto ser desenvolvido;
- e. Definir o modelo conceitual, que são as tabelas e matrizes descritas acima, que serão feitas para chegar no objetivo;
- f. Elaborar a matriz da qualidade, onde são identificados os requisitos dos clientes prioritários, feita a tradução destes requisitos em especificações de projeto e definição dos valores destas especificações, a fim de satisfazer os clientes e atingir os objetivos do projeto;
- g. Realizar as outras tabelas e matrizes definidas no modelo conceitual. Os valores das especificações de projeto devem ser desdobrados até garantir a qualidade do projeto, os tipos de desdobramentos são: Desdobramento da Qualidade, Desdobramento da Tecnologia; Desdobramento dos Custos; Desdobramento da Confiabilidade;
- h. Realizar o QFDr;
- i. Após obter os resultados da aplicação do QFD, são feitas Tabelas de Fluxograma do Processo, Tabela de Garantia da Qualidade e de Padrões Técnicos de Processos, possibilitando fabricar o produto ou realizar o serviço com as especificações definidas.

Essas etapas são a base para aplicação e continuação do QFD, mas é importante destacar que não basta apenas aplica-las, pois, como todo método a ser implantado em uma empresa, o QFD apresenta algumas dificuldades no desenvolvimento e implantação do projeto.

#### **4 | BENEFÍCIOS E DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO**

Com o principal foco sendo a satisfação dos clientes internos e externos, o QFD apresenta benefícios comprovados, são eles: melhoria do sistema de desenvolvimento de produtos, aumento do faturamento e lucratividade, melhoria na percepção do cliente quanto à capacidade de inovação tecnológica da empresa, aumento da participação na fatia de mercado, redução do tempo de desenvolvimento, explicitação das reais necessidades dos clientes internos com relação à escolha dos equipamentos, redução do número de mudanças de projeto, redução das reclamações de clientes, fortalecimento da prática da engenharia simultânea, melhoria da comunicação entre os setores interfuncionais, redução de transtornos e mal-estar entre funcionários, maior capacitação de recursos humanos da empresa e maior retenção de conhecimento tecnológico (CARVENALLI et al., 2004; CHENG: MELO FILHO, 2010; MELO FILHO et al., 2010).

Por outro lado, é importante ressaltar que o QFD apenas apresenta esses benefícios se houver comprometimento da alta gerência, os funcionários estiverem

devidamente treinados e obrigatoriamente saibam como o método será aplicado e porque será aplicado, pois as principais dificuldades que foram citadas em outras pesquisas, estão na falta de comprometimento dos membros de todo o grupo, em trabalhar com matrizes muito grandes, em interpretar os requisitos dos clientes (CARVENALLI et al., 2004).

## **5 | O DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD) AUXILIANDO NA GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (GDP)**

Um dos principais motivos para implantação do QFD, é porque o mesmo auxilia de maneira satisfatória todo o PDP e é de extrema importância no campo da Gestão de Desenvolvimento de Produto (CARNEVALLI et al., 2004; CLARK, 1993; DOLAN, 1993; URBAN, 1993), sendo principal colaborador nas etapas iniciais do projeto, onde é avaliado as principais necessidades dos clientes, e a empresa passa a agir por meio da avaliação feita pelo QFD em cima da satisfação do cliente interno e externo.

Gilioli (2006) afirma que o QFD mostra de maneira explícita que o plano de desenvolvimento deve ser feito primeiramente com itens da qualidade requerida, itens de características da qualidade e procedimentos que tiverem maior importância. Dessa forma, o grande foco na qualidade deste método leva a cremos que o auxílio do mesmo ao GDP é de grande importância, trazendo bons resultados quando aplicado de maneira adequada.

O QFD pode desdobrar e traduzir as exigências dos clientes por meio da determinação das funções, processos e matérias primas de um produto para que a empresa possa estabelecer metas de desenvolvimento técnico para a melhoria do desempenho do produto (UJIHARA, 2006). Assim, o método contribui para o sucesso do projeto de PDP e, conseqüentemente, o sucesso da empresa, visto que, quando a mesma passa a atender os requisitos dos clientes, seu market share aumenta, o consumidor antigo continua comprando e passa a influenciar a aparição de novos compradores.

Além disso, a empresa se torna competitiva e possui maior facilidade de implantação de métodos e ferramentas, pois conseguindo esses benefícios e outros, está menos vulnerável a degradação, sua integração intersetorial é bem vista, o trabalho em equipe funciona, tendo como resultado o desenvolvimento da cultura organizacional em benefício de seus futuros empreendimentos.

## **6 | METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado a partir da busca de artigo, livros, dissertações e outros a fim de responder os questionamentos do trabalho referente às definições do método QFD, bem como, suas particularidades e os benefícios de aplica-lo junto ao GDP. Para isto, houve um estudo inicial referente à análise e conhecimento dos métodos,

para então criar parâmetros de associação entre a Gestão de Desenvolvimento de Produtos e o Desdobramento da Função Qualidade.

A pesquisa é de cunho bibliográfico, que segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007, p. 61): “constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema”.

Levando em conta toda a análise e comparação dos estudos feitos por vários autores, afirma-se que o objetivo da pesquisa foi cumprido, e que além dos pontos propostos e indicados para estudo neste artigo, conseguiu-se obter maior compreensão e aprendizado do método QFD e dos processos de GDP e PDP.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método QFD vem sendo utilizado proporcionando facilidade e diversas melhorias para empresas de diversos setores, e vem principalmente contribuindo no processo de PDP e na GDP, pois o mesmo foca em cumprir os requisitos dos clientes, por meio de uma produção integrada entre os diversos setores de uma empresa, mas principalmente pelo entendimento do método pelos funcionários da linha de frente. Dessa forma, para cumprir os requisitos dos clientes, a ideia do QFD é agir no início do projeto, pois é esta etapa que definirá um projeto de sucesso ou não.

Desde a época de seu surgimento no Japão e sua expansão para outros países do oriente e mais tarde para o ocidente, o método vem sendo aprimorado, e hoje ele pode atuar de maneira conjunta com outros métodos e ferramentas da qualidade, sendo que o mesmo pode auxiliar muito para que no processo de produção ou serviço tenha menos dificuldades, menos desperdícios, menores leads times, etc. Além disso, o mesmo direciona o desenvolvimento do produto ou serviço de maneira padronizada, logo, prever todo o processo até o cliente fica mais fácil, portanto, a empresa consegue disponibilizar ao consumidor seus produtos ou serviços fins cumprindo com as exigências dos clientes.

Por outro lado, é visto que o QFD possui algumas dificuldades de implantação, mas isso irá depender muito da cultura de cada organização, e principalmente do comprometimento da alta gerência na busca de envolver todos os funcionários. Não se pode comparar o andamento da implementação entre as empresas, pois tudo depende de como a empresa vê o mercado, os clientes, a estrutura, os processos e tudo que envolve o ciclo de vida do produto e/ou serviço.

Com tudo isso, evidencia-se que o QFD está favorecendo muito as empresas que o aplicam de maneira adequada e que visam promover sua participação no mercado. Entretanto, é preciso estudar as organizações que possuem dificuldades na implementação para conseguir estimular a padronização e melhoramento organizacional. Por fim, deixa-se o estudo deste ponto que afeta diversas empresas como um rumo para futuras pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- Akao, J. Ohfuji, T. **Recent Aspects of Quality Function Deployment in Services Industries in Japan**. In: Proceedings of the International Conference on Quality Control, p. 17-26, Rio de Janeiro (1989).
- Akao, Y. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996, 187 p.
- Carnevali, J.A. Cauchick Miguel, P.A. **Empresas de referência na utilização do desdobramento da função qualidade**. Produto & Produção, vol. 10, n. 1, p. 01 - 18, fev. 2009.
- Carnevali, J.A. et al. **Aplicação do QFD no desenvolvimento de produtos: levantamento sobre seu uso e perspectivas para pesquisas futuras**. Gestão e Produção, v.11, n.1, p.33-49, jan.-abr. 2004.
- Cauchick Miguel, P.A. **Desdobramento da Qualidade no Desenvolvimento de Filmes Flexíveis para Embalagens**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº 2, p. 87-94, 2003.
- \_\_\_\_\_. P.A. **QFD no desenvolvimento de novos produtos: um estudo sobre a sua introdução em uma empresa adotando a pesquisa-ação como abordagem metodológica**. Produção, v. 19, n. 1, jan./abr. 2009, p. 105-128.
- Cervo, A.L. bervian, P.A. Silva, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- Cheng, L.C. Melo Filho, L.D.R. **QFD – Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Blucher, 2010.
- \_\_\_\_\_. L.D.R. **QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento – caso em uma empresa de materiais**. Prod. vol.17, no.3, São Paulo Set./Dez. 2007.
- \_\_\_\_\_. **QFD em desenvolvimento de produto: características metodológicas e um guia para intervenção**. Produção Online, Vol. 3/ Num. 2/ Junho de 2003.
- Clark, K. B., Wheelwright, S. C. **Managing New Product e Process Development**. Free Press. New York, 1993.
- Cortés, D.M.M. Silva, C.A.B. **Revisão: Desdobramento da Função Qualidade-QFD - Conceitos e Aplicações na Indústria de Alimentos**. Braz. J. Food Technol., v.8, n.3, p. 200-209, jul./set. 2005.
- Dolan, R. J. **Managing the New Product Development Process**. Addison-Wesley, Reading, 1993.
- Drumond, F.B.; Filho, O.D.; Cheng, L.C. **Integração do desdobramento da função qualidade (QFD) e métodos estatísticos ao desenvolvimento de produtos**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT, 5, 1999, Belo Horizonte, Proceeds of the... Belo Horizonte: UFMG, Agosto, 1999.
- Gilioli, R. F. **Uso da técnica QFD na melhoria da qualidade em uma assistência técnica de veículos automotivos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade de Taubaté, Taubaté, 2006.
- Melo Filho, L.D.R. Brunelli, R.P. Cheng, L.C. **Método Desdobramento da Função Qualidade (QFD) para seleção de equipamentos na gestão preventiva de equipamentos em um sistema de manufatura de classe mundial (WCM)**. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. São Carlos, SP, Brasil, 12 a15 de outubro de 2010.

Moskowitz, H. Kim, K.J. **QFD optimizer: a novice friendly quality function deployment decision support system for optimizing product designs**. Journal Computers and Industrial Engineering, v.32 (3), p.641-655, July, 1997.

Nagumo. G.K. **Desdobramento da Função Qualidade (QFD) aplicado à produção de mudas de café (Coffea arabica L.)**. São Paulo, 2005, 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo.

Ohfuji, T.; Ono, M.; Akao, Y. **Métodos de desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1997. 256 p.

Pinto, R.S. Fontenelle, M.A.M. **Desdobramento da Função Qualidade - QFD no Processo de Desenvolvimento de Produtos: uma aplicação prática**. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

Rozenfeld, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

Ujihara, H.M. Cardoso, A.A. Chaves, C.A. **Quality Function Deployment: um método para desenvolvimento e melhoria de produtos, serviços e processos**. In: XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, Novembro de 2006.

Urban, G. L. Hauser, J. R. **Design e Marketing of New Products**. Prentice Hall. 1993.

## CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP): IMPLANTAÇÃO EM UMA REFUSORA DE ALUMÍNIO SECUNDÁRIO

**Camila Aparecida Soares de Oliveira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR)

Londrina – Paraná

**Adriano Kulpa**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
(PUCPR)

Londrina – Paraná

**RESUMO:** O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma ferramenta de importância relevante para a competitividade empresarial. O CEP pode contribuir em processos que atuam com diversas variáveis e que necessitam de rigor na qualidade dos produtos, caso da empresa estudada no presente trabalho, que é classificada como uma refusora de alumínio secundário, ou ainda, denominada transformadora de sucata em tarugos para extrusão. A pesquisa objetivou implantar o controle estatístico em um processo da indústria, com o intuito de identificar os principais desvios. Para que os objetivos fossem alcançados, utilizou-se a metodologia de pesquisa-ação compreendendo as etapas da implantação de CEP. Com efeito, foram priorizadas as não conformidades relacionadas ao produto, selecionado o processo de refusão como prioritário e empregada a carta de controle para bateladas, com foco no característico de qualidade: cobre fora da especificação na liga

6063. Utilizou-se o *software* Minitab17, para plotagem dos gráficos e constatou-se com amostras preliminares um processo estável e incapaz de atender as especificações. Assim, implementou-se o CEP no chão de fábrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** CEP. Carta para bateladas. Refusora de alumínio.

**ABSTRACT:** The Statistical Process Control (SPC) is a relevant importance tool for business competitiveness. The SPC can contribute in processes that work with many variables and that require accuracy in the quality of products, case of the company studied in this paper, which is classified as a company of remelt of secondary aluminium, or yet, denominate transforming of scrap in billets for extrusion. The project objectified to implant statistical control in an industry process, aimed to identify the main deviations and to implement a system of corrective and preventive actions for the deviations found. So that the objectives were achieved, it was used the action research methodology comprising the stages of SPC implantation. Indeed, priority was given to the non-conformities related to the product, selected the remelt process as a priority and used the control chart to batch, focusing on quality characteristic: copper out of specification in the alloy 6063. It was used the Minitab17 software, for plotting the charts and it was verified to

preliminary samples a stable and unable process to attend the specifications.

**KEYWORDS:** SPC. Chart to batch. Remelting of aluminium.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Controle Estatístico de Processo (CEP), é uma importante ferramenta para a competitividade empresarial. Na contemporaneidade, uma das formas de percepção de qualidade é produzir produtos conformes (sem defeitos ou vícios na sua utilização).

O CEP antecede os erros de fabricação, prevenindo não conformidades e pode contribuir em processos de fabricação que atuam com muitas variáveis e necessitam de rigor na qualidade dos produtos. Caso da empresa estudada, classificada como uma refusora de alumínio secundário, ou ainda, denominada transformadora de sucata em tarugos para extrusão.

A reciclagem de alumínio tem adquirido espaço no quadro industrial brasileiro, devido as suas vantagens em relação à redução de custos de energia elétrica e ao reaproveitamento sustentável de itens pós-consumo e retornos industriais. Mas, no que se relaciona aos tarugos de alumínio secundário há desafios a serem ultrapassados. Conforme afirma Szilágyi e Gonçalves (2007), “há uma carência de tarugos de boa qualidade e de baixo custo de produção no mercado brasileiro de extrusão”.

Desse modo, nesse estudo objetivou-se implantar o CEP em um refusora de alumínio secundário da série de ligas 6xxx (seis mil), no Paraná. A fim de que com o CEP os desvios e suas causas sejam identificados, as ações de melhoria diagnosticadas e as ações de monitoramento implementadas.

O método utilizado foi a pesquisa-ação, por meio da pesquisa aplicada quali quantitativa. Após a conclusão do estudo, foi possível identificar oportunidades de melhoria na organização e os principais obstáculos existentes.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fabricação de tarugos de alumínio

Os tarugos aqui mencionados são os de alumínio, sólidos e com forma cilíndrica, geralmente com diâmetros de quatro a dez polegadas e utilizados pelas indústrias de extrusão. Os tarugos podem resultar do lingotamento semicontínuo *Direct Chill Casting* (DC) vertical ou do lingotamento contínuo horizontal (CASARIN, 2012).

A Figura 1 representa um processo genérico de produção de tarugos de alumínio secundário. O processo de fabricação se inicia com o carregamento dos fornos de refusão. A Associação Brasileira do Alumínio - ABAL (2008, p.21) destaca e que os refusores de sucata trabalham “utilizando sucata nova ou de obsolescência [...], limpas e de composição química semelhante à liga que se deseja produzir”. E normalmente pequenas quantidades de alumínio primário e/ou antelgas são adicionadas para

correção.

As sucatas contaminadas com ferro e outros metais têm seu valor comercial reduzido, pois seu rendimento é menor. Por esse motivo a ABAL estabelece uma tabela de classificação de sucatas para facilitar a comunicação entre os profissionais do ramo.

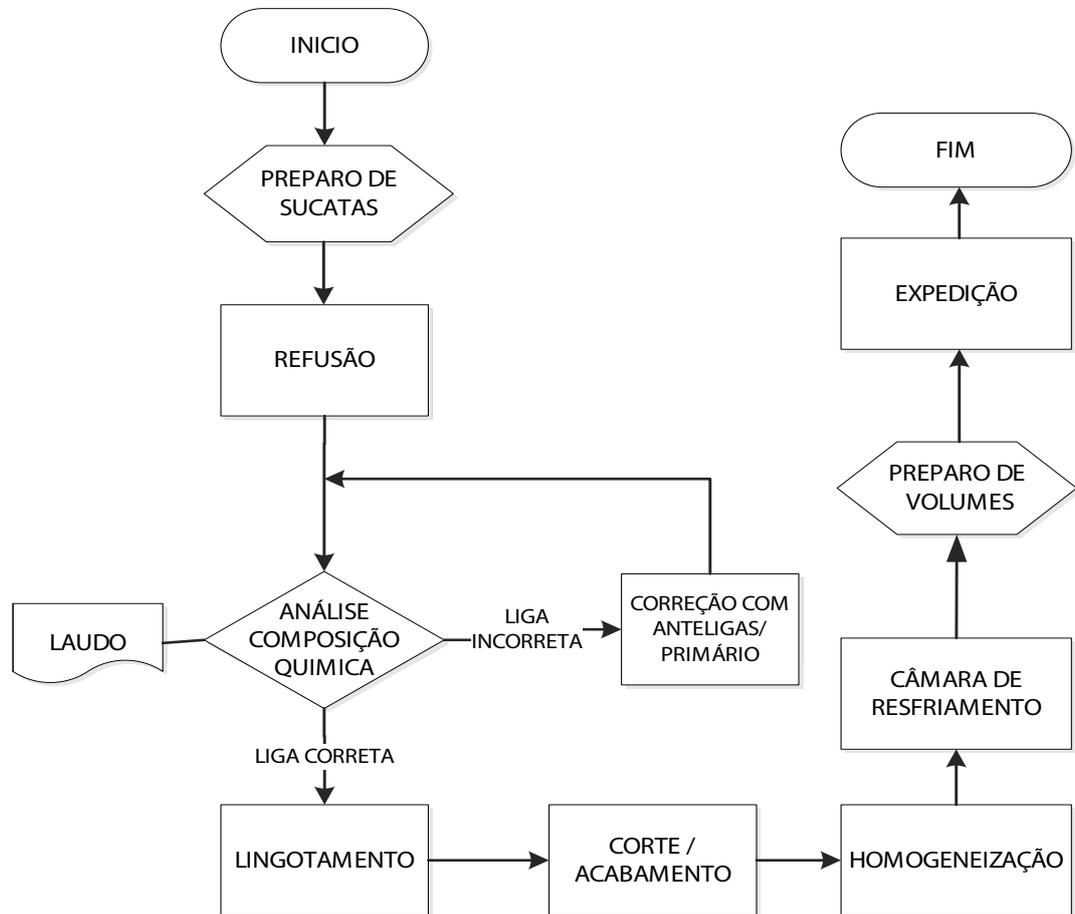


Figura 1 – Visão geral do processo de fabricação de tarugos

Fonte: adaptado de Gomes (2013)

Após o carregamento dos fornos com sucata ou alumínio primário e demais detalhes desse processo específico, como a adição de sais de escorificação e degaseificação do banho, são coletadas amostras e realizadas análises químicas da composição da liga. Se a liga está adequada, o metal líquido segue para solidificação/lingotamento no DC, caso contrário são adicionadas anteligas e refeitas as análises. Após o lingotamento, são cortadas as pontas e os pés dos tarugos, para alinhamento.

Então os tarugos são encaminhados para o processo de homogeneização, depois vão para resfriamento em câmaras e logo após, são embalados em volumes para entrega aos clientes. A transformação de sucata em tarugos é um processo que depende em grande parte da matéria prima, além de a extrusão necessitar de bons tarugos para obter resultados satisfatórios. Conforme Szilágyi e Gonçalves (2007):

A qualidade e produtividade do processo de extrusão de ligas de alumínio

dependem fortemente da matéria-prima utilizada, ou seja, dos tarugos obtidos pelo processo de lingotamento DC.

O processo de fabricação de tarugos possui diversas variáveis, como temperatura de fusão, taxa de resfriamento, temperatura de lingotamento, tempo de homogeneização e outros. Logo, se não houver cautela, não conformidades (NCs) surgem no produto. Sendo assim, é conveniente apresentar as principais NCs relacionadas aos tarugos de alumínio.

### *2.1.1 Não conformidades em tarugos de alumínio*

Quando um produto não atende a determinados requisitos é classificado como não conforme. As NCs são conceituadas por Carpinetti (2012 p.12) como um atributo que sugere o nível com que o produto está atendendo as especificações do projeto. As NCs no acabamento e na aparência de tarugos, mais recorrentes são apresentadas na Figura 2. Gomes (2013, p.79) esclarece as não conformidades supracitadas:

- a. exudações são sulcos e estrias na superfície dos tarugos;
- b. juntas frias são fissuras transversais, descontinuidades ou dobras;
- c. rugosidades são pequenos relevos ou imperfeições na superfície do tarugo;
- d. zíper risco profundo na vertical;
- e. bolhas são cavidades arredondadas ou alongadas que ocorrem pelo aprisionamento do ar durante o lingotamento;
- f. porosidades são poros na superfície, e não devem ser iguais ou superiores a 30 poros/mm<sup>2</sup>;
- g. trincas geralmente ocorrem no início do lingotamento, devido ao seu formato, também chamadas de “pé de galinha”;
- h. empenamento desalinhamento acima de 10 mm em tarugos de 5 a 6,5 m de comprimento;
- i. ondulação ocorre devido à intensa segregação inversa;
- j. sangria acontece quando há uma mudança térmica no molde no momento do lingotamento, o metal escapa pela superfície;
- k. marca do espaçador – no momento da homogeneização os tarugos são colocados em cima de espaçadores que podem causar marcas, devido ao peso.

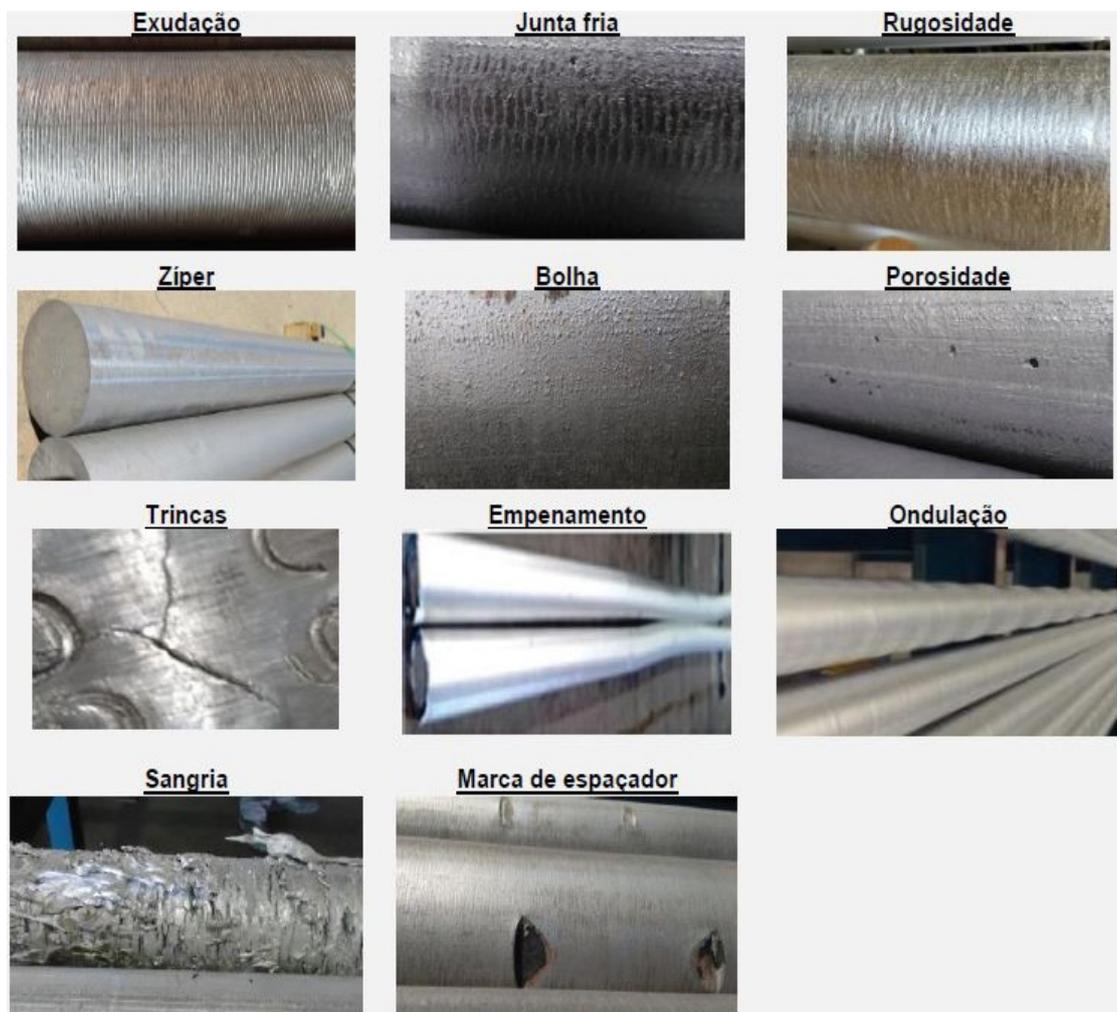


Figura 2 – Não conformidades na superfície de tarugos

Fonte: os autores (2017)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT por meio da Norma Brasileira - NBR 16266 (2014) estabelece que idealmente as superfícies dos tarugos devem ser isentas de graxas e defeitos, todavia fornecedor e comprador podem negociar. Algumas das NCs superficiais prejudicam a funcionalidade do produto quando excessivas e podem existir limites de aceitação estabelecidos pelo cliente.

Macro-estruturalmente os tarugos também podem ser avaliados quanto à camada de refusão tamanho de grãos e pré-solidificação. Tais NCs são identificadas mediante análise laboratorial macrográfica e quando existentes prejudicam o processo de extrusão.

Os tarugos ainda podem apresentar NCs micro-estruturais que são diagnosticadas quando submetidas a análises metalográficas e espectrométricas. Essas NCs, segundo Gomes (2013) são: segregação inversa, inclusão, distribuição de precipitados, transformação de fases.

Uma vez que as NCs nem sempre são visíveis sem uma análise laboratorial, algumas são percebidas somente perante o mau desempenho do tarugo durante a extrusão, portanto, afetam diretamente a qualidade do produto, do processo e da

empresa.

## 2.2 Controle estatístico de controle (CEP)

Para se produzir um produto de acordo com as exigências do cliente é necessário que o processo de fabricação do produto seja estável ou não possua grandes variações. Convenientemente, o controle estatístico de processo tem como principal objetivo reduzir as variações em busca da estabilidade.

O CEP nasceu na segunda década do século XX nos laboratórios da *Bell Telephone e Western Electric*, com os estudos de Walter Andrew Shewhart sobre cartas de controle (LOUZADA et al., 2013, p.20).

Montgomery (2016, p.129) afirma que o CEP é uma coleção de ferramentas de resolução de problemas, muito útil para se alcançar a estabilidade do processo e a melhoria da capacidade, reduzindo a variabilidade.

Os gráficos ou cartas de controles servem para distinguir se as causas das variabilidades em processos são comuns ou especiais. Os processos são denominados estáveis quando as variabilidades são oriundas de causas aleatórias (comuns), e por consequência, o processo é considerado fora de controle quando as causas são atribuíveis (especiais) (MARSHALL JUNIOR et al.2006, p.99)

O critério básico para classificar um processo como estável é quando os pontos estão dentro dos limites de controle.

Quanto à implantação dos gráficos de controle, Samohyl (2009, p.107) indica que há duas fases. A primeira fase é a de montagem do gráfico, com o cálculo estatístico de desvio-padrão ( $\sigma_w$ ) e média ( $\mu_w$ ). E a segunda fase, a de monitoramento do processo, com a frequente alimentação de dados.

Há diferentes tipos de gráficos de controle. Assim, Ossachuk e Valle (2008, p.13) indicam que “a escolha do tipo de gráfico que será empregado vai depender das características do processo que se pretende controlar”.

## 3 | PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS METODOLÓGICAS

O contexto do estudo foi uma refusão de alumínio secundário tendo como propósito principal a implantação do CEP em um processo de grande relevância na empresa. Estabeleceu-se como o processo prioritário, aquele caracterizado como fonte de NCs de maior representatividade relacionadas ao produto. Então, realizou-se uma primeira coleta de dados a partir de indicadores e banco de dados disponibilizados pela empresa.

A coleta de dados de NCs em tarugos da empresa foi realizada com base em indicadores da qualidade de um semestre. Mediante o estudo de referenciais bibliográficos e análise do cotidiano da empresa, optou-se por dividir as não conformidades em NCs superficiais e NCs na composição química. As superficiais são visíveis a olho nu e diagnosticadas pelos operadores no momento de inspeção no

fim do processo de lingotamento.

Já as NCs na composição química são as identificadas quando o produto é submetido a teste laboratorial, no caso da indústria estudada o único teste realizado diariamente é o de espectrometria ótica durante o processo de refusão. Nesse teste utiliza-se um espectrômetro de emissão ótica que é anualmente calibrado conforme orientações do fabricante.

O método consiste em submeter um corpo de prova sólido no equipamento e posteriormente são apresentados, em um *software*, os elementos químicos que compõe em percentual a liga do metal. Quando os valores não atendem o especificado na norma internacional *Teal Sheets* a liga é considerada não conforme.

Os produtos com NCs superficiais, quando possível, são submetidos a retrabalho. Mas quando não é possível reparar, se tornam refugos. Por sua vez, produtos com NCs na composição química são enviadas ao cliente mediante sua condicional aceitação ou então também são considerados refugos.

### 3.1 Análise de dados para seleção do processo prioritário

Elaborou-se o gráfico de Pareto, Gráfico 1, mediante os dados coletados. Observou-se que a principal NC foi a referente às ligas fora de especificações (92,4%) mais representativa que a segunda colocada, empenamento (2,6%). Com base nesse diagnóstico selecionou-se o processo de refusão, responsável pela concepção das ligas de alumínio.

Logo, as 2.086 toneladas de alumínio com liga fora das especificações, foram estratificadas nas ligas correspondentes. Constatou-se, que a liga que mais apresentou quantidades produzidas fora da especificação foi a liga 6063, com 51,7% do total.

Ao se estratificar a liga 6063 por componentes químicos fora da especificação, notou-se o cobre como elemento que menos atendeu o limite de especificação estabelecido compondo 63,2% do total, seguido do zinco.

## PRODUTOS NÃO CONFORMES 1º SEMESTRE DE 2016

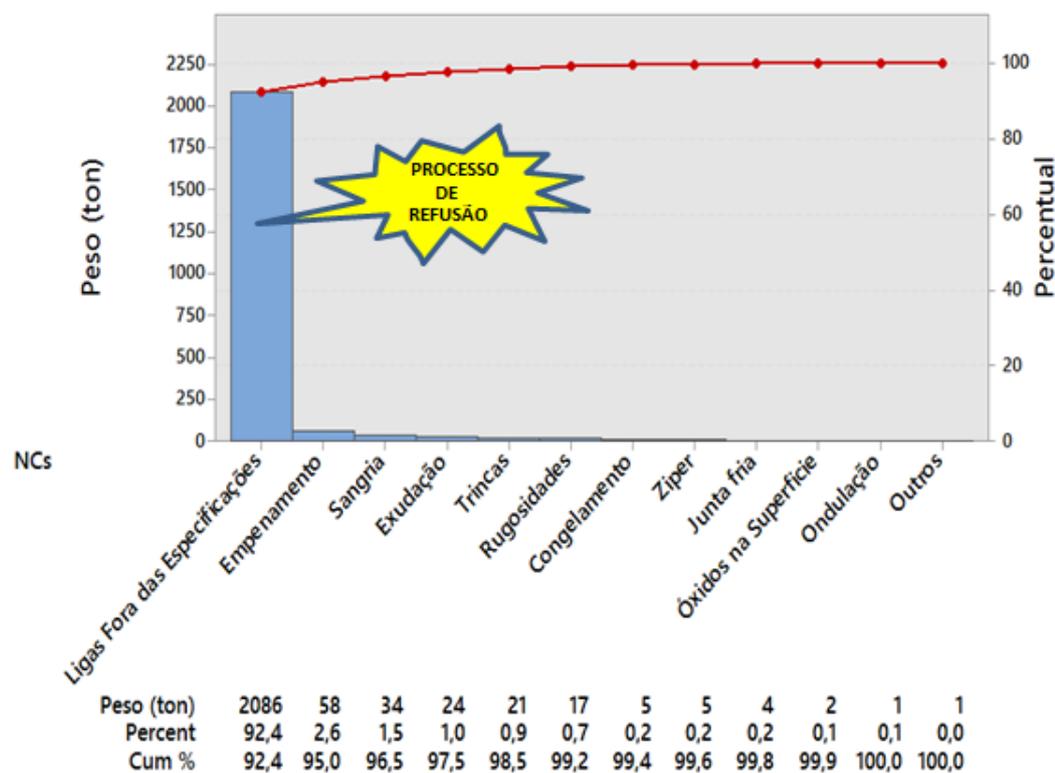


Gráfico 1 – Gráfico de Pareto para priorização de NCs

Fonte: os autores (2017)

Portanto, evidenciou-se que no processo prioritário, de refusão, a liga 6063 deveria ser enfocada e que o percentual do elemento cobre seria o característico de qualidade a ser controlado via CEP.

### 3.2 Unidade de análise: processo de refusão

Mediante a análise de dados, o processo de refusão foi selecionado para implantação do CEP. Portanto, observou-se o setor da empresa e as atividades para que a sucata de alumínio seja derretida e uma liga seja constituída.

O setor de refusão da empresa possui dois fornos fusórios e um forno de espera, estáticos e com capacidade de 12 toneladas. O sistema de produção é de semi-bateladas, no qual cada banho metálico de aproximadamente 11 toneladas é formado no forno fusório e corresponde a um lote que é transferido ao forno de espera e nesse são realizadas as correções com anteligas.

Após completa formação da liga no forno de espera, é realizado o processo de lingotamento do lote. Salienta-se que o tempo de formação do lote é variável, pois depende da sucata utilizada.

Ainda, necessitou-se decidir em qual forno seria pertinente implantar o CEP, forno fusório ou forno de espera. Então, estudou-se durante dois meses o comportamento nos dois fornos para estabelecer a relação. Os operadores realizavam duas coletas de amostra do lote no forno fusório (lote com oito e dez toneladas) e após a transferência

ao forno de espera mais duas coletas eram realizadas (correção da liga e final).

Assim com dados das amostragens da liga 6063, possibilitou-se realizar rastreabilidade dos lotes com cobre fora da especificação, com um percentual acima de 0,1%. Contabilizaram-se 109 lotes, sendo treze ocorrências de NCs em que o lote finalizou fora da especificação e foi ao cliente, representando 132,72 toneladas de produto NC.

Dez lotes apresentaram-se fora da especificação no forno fusório e retornaram à conformidade no forno de espera com a adição extra de alumínio primário, o que encarece a produção. Em seis casos o lote iniciou fora de especificação e no próprio forno fusório voltou à conformidade. E não houve nenhum caso em que o lote saiu da especificação após ser transferido ao forno de espera.

Por conseguinte, conclui-se que a condição do elemento cobre, presente no banho metálico no forno de espera é meramente consequência das ações realizadas no forno fusório. Assim o CEP deveria ser implantado nos fornos fusórios.

### 3.3 Seleção da carta de controle

Possuindo como característico da qualidade o percentual de cobre presente na liga 6063, uma unidade mensurável, direcionou-se a escolha para cartas de controle para variáveis.

Convencionalmente, em processos de bateladas emprega-se a carta de controle para medidas individuais e amplitude móvel, todavia, ao analisar o processo, evidenciou-se, que por ser um processo de semi-bateladas, eram realizadas amostragens ao longo do processo de formação da liga de um lote e poderiam colaborar com o CEP.

Ramos (2000, p.42), afirma que “diferenças entre bateladas devem ser entendidas como parte do comportamento do processo e, portanto, devem ser incorporadas no gráfico de controle empregado”. Assim, o autor propõe uma combinação entre os gráficos  $\bar{X}$  (média) e R (amplitude) com X (individual) e RM (amplitude móvel).

Então, estabeleceu-se que o tamanho ( $n$ ) de cada subgrupo ( $m$ ) para montagem dos gráficos de controle seria a que os operadores já executavam ( $n=2$ ) no forno fusório. A fim de que o aumento de frequência de amostragem não se tornasse um gargalo, pelo fato de que para cada amostra o procedimento de preparação do corpo de prova e análise no espectrômetro pode consumir até trinta minutos.

Conforme Oliveira et al (2013, p.54) para cartas de controle média e amplitude indica-se de 20 a 25 subgrupos ( $m$ ) com número de replicatas ( $n$ ) de dois a nove. Então, coletaram-se 20 subgrupos com informações do percentual de cobre na liga 6063 no forno fusório.

Com os dados expostos no Apêndice “A”, obtiveram-se os limites de controle indicados no Quadro 1. Sendo  $\bar{\bar{X}}$  a média das médias de  $x$ ,  $\overline{RM}$  a média das amplitudes e  $E_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$  constantes dependentes do tamanho da amostra empregada. Tem-se como base para a amplitude móvel, a média de cada subgrupo.

Carta para Bateladas	
Carta $\bar{X}$ (Médias)	Carta RM (Amplitude Móvel)
$LSC = \bar{\bar{X}} + E_2 \cdot \overline{RM} = 0,114$	$LSC = D_4 \cdot \overline{RM} = 0,0397$
$LC = \bar{\bar{X}} = 0,082$	$LC = \overline{RM} = 0,0122$
$LSC = \bar{\bar{X}} - E_2 \cdot \overline{RM} = 0,049$	$LIC = D_3 \cdot \overline{RM} = 0,000$

Quadro 1 – Limites de controle a partir de amostras preliminares

Fonte: os autores (2017)

Por meio do *software* Minitab17 realizou-se o teste de normalidade, conforme Gráfico 2, os dados se apresentaram em uma distribuição normal com um valor-p maior que 0,05 à um nível de confiança de 95% pelo teste de Anderson Darling.

### Teste de normalidade de Anderson-Darling

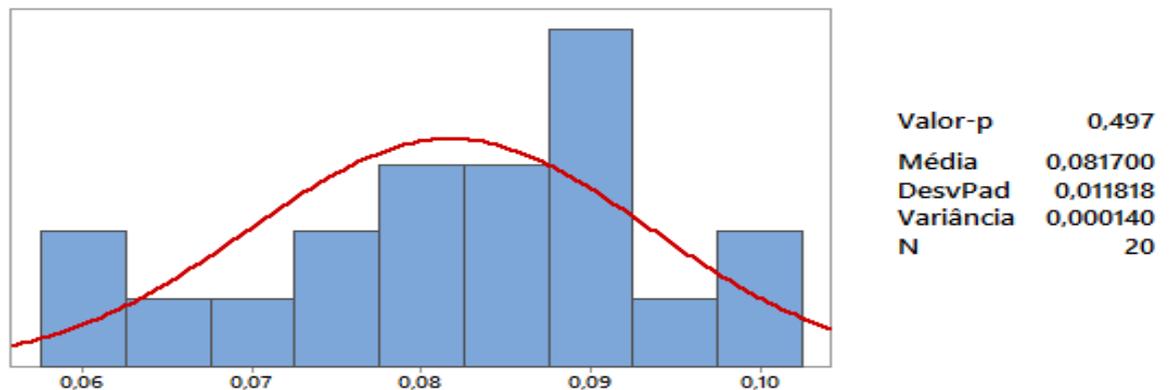


Gráfico 2 – Teste de normalidade dos dados

Fonte: os autores (2017)

Utilizando a ferramenta de assistência do Minitab além de plotar as cartas de controle, analisou-se a ausência de correlação que como a normalidade é um dos requisitos para correto uso do CEP. O Gráfico 3 evidencia que os dados preliminares mostraram-se dentro dos limites de controle (linhas tracejadas vermelhas).

Mediante a estabilidade do processo, foi possível estudar a capacidade no curto prazo, com base no índice Cpk, uma vez que o limite de especificação do componente cobre é unilateral, somente superior (LSE). Calculou-se Cpk igual a 0,57 (abaixo de 1,33), apontando um processo incapaz de atender a especificação de cobre (menor ou igual a 0,1%).

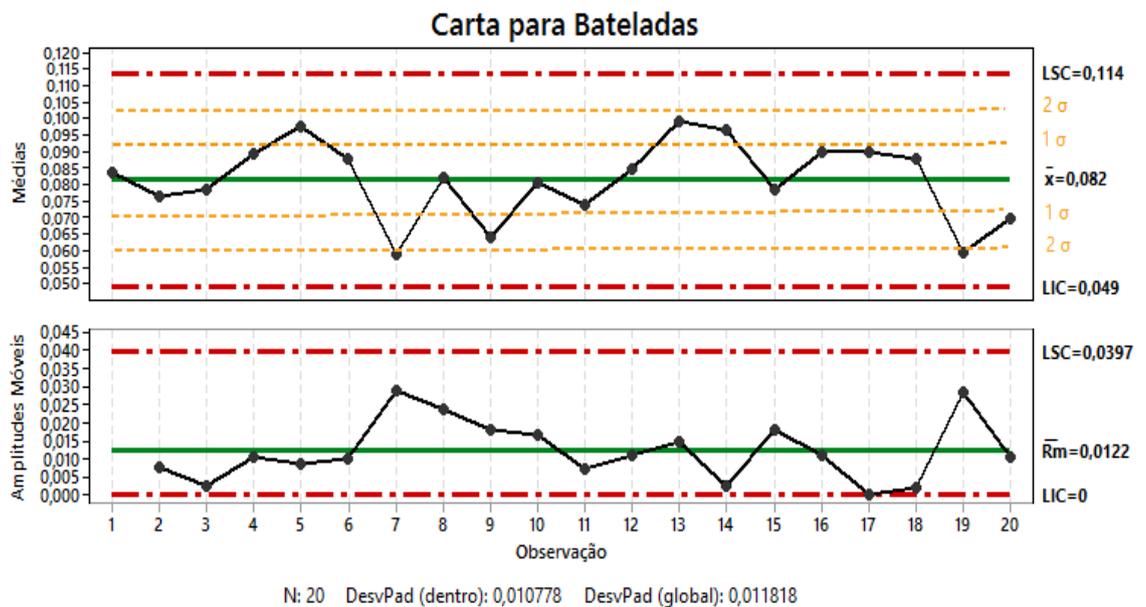


Gráfico 3 – Carta de controle para bateladas com limites preliminares

Fonte: os autores (2017)

Também se analisaram os critérios suplementares sensibilizantes a partir do desvio padrão  $\sigma$  (0,0107), representados pelas linhas tracejadas laranjas, e pode-se concluir que o processo apresentava característica de estabilidade. O gráfico das médias evidencia o comportamento dos subgrupos e o gráfico das amplitudes móveis a variabilidade que acontece entre as bateladas

### 3.4 Implantação: o CEP no chão de fábrica

Para inserção do CEP na rotina da empresa, realizaram-se reuniões com os operadores do setor e líderes, objetivando explanar o método, cálculos e conceitos necessários à efetivação do CEP. De forma geral, a ferramenta foi bem aceita pelos colaboradores. Acredita-se que esse fato foi possível por conta de há menos de dois anos o sistema de gestão de qualidade ter sido implantado na organização.

O CEP foi implantado sem emprego de *softwares* computacionais. Operadores foram instruídos a praticar a atualização a cada amostragem da liga 6063, preenchia-se um formulário, calculava-se a média, a amplitude móvel e plotava-se os gráficos nos campos indicados. Os colaboradores não eram habituados a utilizar ferramentas estatísticas no cotidiano e que apesar dessa condição não se sentiram intimidados e, com facilidade, aprenderam a realizar os cálculos e plotagens (Figura 3).



Figura 3 – Operador plotando gráfico de controle

Fonte: os autores (2017)

O formulário foi impresso em folha A3 e disposto em um quadro, ao lado do painel controlador do forno fusório (Figura 4).



Figura 4 – Carta de controle ao lado do painel do forno

Fonte: os autores (2017)

Determinou-se que mensalmente novos limites de controle seriam calculados e o formulário seria revisado. E quando os operadores diagnosticassem pontos fora de controle, ações seriam tomadas para que o processo retornasse ao estado de estabilidade.

### 3.5 Avaliação dos resultados

Para avaliar os resultados da implantação do CEP elaborou-se o Gráfico 4, em que são elencadas as informações categorizadas por dois meses antes e após a implantação.

A barra amarela representa o valor total em toneladas da liga 6063 que não atendeu a especificação. A barra azul demonstra o valor total em toneladas de cobre fora da especificação na liga 6063.

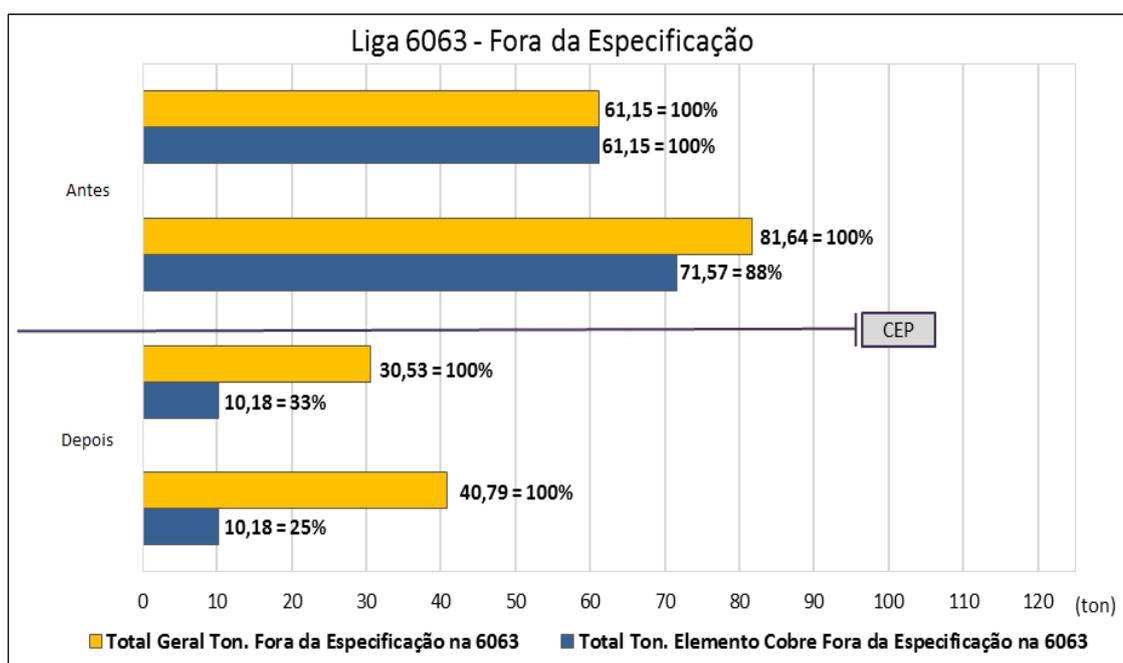


Gráfico 4 – Liga 6063: fora de especificação antes e após o CEP

Fonte: os autores (2017)

Após a implantação do CEP, o percentual de cobre fora da especificação diminuiu. Observa-se que dois meses antes da implantação do CEP a média percentual de cobre fora da especificação significava aproximadamente 94% de toda produção da liga 6063 fora da especificação e que após a implantação essa média passou a compor 29%.

Os benefícios mesmo ao curto prazo da implantação são percebidos, pois o CEP exige a dedicação dos envolvidos que passam a ser mais conscientes em relação ao característico abordado, pois o processo passou a ser monitorado e eram tomadas ações sobre as causas especiais que aconteciam.

Ao que concerne às dificuldades enfrentadas no planejamento e na implantação do CEP na transformadora de sucatas, se destaca a necessidade de consulta de diversas fontes de informações para coleta de dados.

O planejamento e estudo da ferramenta demandou maior tempo e esforços que a execução em si, o que pode ter contribuído para a facilidade na implementação no chão de fábrica, além da equipe envolvida estar engajada. Evidencia-se que para a

implantação do CEP em transformadoras de sucatas, não são necessários grandes investimentos, exigindo apenas uma equipe disposta a mudanças na rotina de trabalho e prévio estudo do processo e da ferramenta estatística.

Por fim, o desafio a ser suplantado é a tratativa com os fornecedores sucateiros que em sua grande maioria não possuem planejamentos e carecem de uma melhor visão sobre parceria de negócios.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES

Essa pesquisa possuiu como objetivo principal a implantação do controle estatístico de processo em um processo prioritário de uma indústria transformadora de alumínio secundário. Tal objetivo foi alcançado com êxito a partir do levantamento do processo de fabricação e o estudo das não conformidades relacionadas aos tarugos.

O processo em que o CEP foi implantado foi o de refusão e o característico de qualidade focado foi o percentual de cobre na liga 6063, pois pela priorização via Pareto foram os diagnosticados como de maior voz. Com os resultados obtidos verificou-se que o processo estava sobre controle, todavia, apresentava incapacidade. Os colaboradores foram qualificados a utilizar a ferramenta estatística em sua rotina de trabalho e a diagnosticar e tratar os desvios ocasionados por causas especiais.

A empresa passou de um *status* de levantamento parcial das não conformidades do produto para um *status* de monitoramento do processo crítico que possuía o característico de qualidade mais representativo no que tange NCs. Tal monitoramento demonstrou resultados positivos ao curto prazo de implantação, pois a média percentual de cobre fora da especificação, em relação as não conformidades na liga 6063, passou de 94% para 29%. Uma vez que os colaboradores, ao monitorar o processo, passaram a tomar ações mais rápidas perante os desvios especiais, com o aumento do comprometimento em atender a especificação.

Não foram identificadas grandes dificuldades na implantação do CEP na indústria estudada. Ao contrário da situação encontrada por Indezeichak e Leite (2005) que realizaram um estudo em micro e pequenas empresas e levantaram como a maior dificuldade a aceitação por parte dos colaboradores. Acredita-se que devido a empresa ter a dois anos implantado o sistema de gestão da qualidade a aceitação e engajamento dos operadores foi facilitado. Visto que a flexibilidade a mudanças e motivação perante novos desafios já estavam incorporados à cultura. Ademais, não foram necessários grandes investimentos para a implantação.

Quanto a trabalhos futuros sugere-se o estudo de medição repetitividade e reprodutibilidade (R&R). Esse estudo analisa quanto à variabilidade do sistema é causada por diferenças entre os operadores. Indicará se há consistência nas repetidas medições de cada operador e se há consistência entre a reprodução das medições dos diferentes operadores.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Agradece-se à empresa estudada pela liberdade concedida e contribuição com a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ABAL. **Guia técnico do alumínio**: Tratamento Térmico do Alumínio e suas Ligas. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16266**: Ligas de alumínio — Tarugos homogêneos das ligas da série 6XXX para produção de produtos extrudados — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 239 p.

CASARIN, Vanusa Andrea. **Avaliação da Estabilidade do Processo de Lingotamento Contínuo por meio de Gráficos de Controle com Variáveis Dependentes**. Porto Alegre: 2012. Tese (Doutorado em PPGEM/UFRGS Programa de Pós-Graduação em Eng Minas, Metalúrgica e Materiais)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://goo.gl/aa2Wsj>>. Acesso em: 03 dez.2017

GOMES, C.O.C. **Processo de fabricação de tarugos pelo método Hot-Top de ligas de alumínio da série 6XXX e as não conformidades desse processamento**. 2013. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais), Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119283/000736082.pdf?sequence=1>>. Acesso em:20 nov.2017

INDEZEICHAK, V.; LEITE, M. L. G.. Dificuldades para implantação do controle estatístico de processo (CEP). In: **XII SIMPEP, 2005, Bauru**. Anais do XII SIMPEP. v. 12, 2005. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_12/copiar.php?arquivo=Indezeichak\\_V\\_Dificuldades%20par.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Indezeichak_V_Dificuldades%20par.pdf)>. Acesso em:10 dez.2017

INTERNATIONAL ALLOY DESIGNATIONS AND CHEMICAL COMPOSITIONS LIMITS FOR WROUGHT ALUMINUM ALLOYS – **Teal Sheets**. EUA: Association, 2015. Disponível em: < <https://www.aluminum.org/sites/default/files/Teal%20Sheets.pdf>>. Acesso em:5 out.2017

LOUZADA, Francisco, et al. **Controle estatístico de processos**: uma abordagem prática para cursos de engenharia e administração. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 269p.

MARSHALL JUNIOR, Isnard et al. **Gestão da qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2006. 195p.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 538p.

OLIVEIRA, Camila Cardoso, et al. **Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos**. São Paulo: Adolfo Lutz, 2013. Disponível em: < [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/manual-carta-controle\\_ial\\_2013.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/manual-carta-controle_ial_2013.pdf)>. Acesso em: 04 set.2017.

OSSACHUK, Neusa Terezinha; VALLE, Pablo Deivid. **Aplicação do controle estatístico de processo na manufatura de uma empresa de cosmético**. TCCP (Especialização em Gestão da Qualidade em Produtos e Processos) - Curitiba: PUCPR, 2008.

RAMOS, A.W. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.130p.

SAMOHYL, Robert Wayne. **Controle estatístico de qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier,2009.275p.

SZILÁGYI, G.; GONÇALVES, M. **Qualidade Metalúrgica de Tarugos para Extrusão de Liga 6XXX Produzidos via Reciclagem de Sucata**: Efeitos de Diferentes Condições de Homogeneização. Anais do III Congresso Internacional do Alumínio, São Paulo, 2007.

## APÊNDICE A

FOLHA DE VERIFICAÇÃO - COLETA DE DADOS % COBRE						
<b>PRODUTO:</b> Tarugos de Alumínio Secundário – LIGA 6063						
<b>UNIDADE DE ANÁLISE:</b> Forno Fusório 1						
<b>PERÍODO:</b>						
<b>RESPONSÁVEL:</b>						
Índice Percentual de Cobre na Liga 6063						
Amostra (Subgrupo)	Leitura 1 Forno Fusório (8 toneladas)	Leitura 2 Forno Fusório (10 toneladas)	Média Subgrupo	Amplitude Móvel	Amplitude Subgrupo	Obs.
1	0,088	0,080	0,084		0,008	
2	0,077	0,076	0,077	0,007	0,001	
3	0,078	0,080	0,079	0,003	0,002	
4	0,089	0,090	0,090	0,011	0,001	
5	0,098	0,097	0,098	0,009	0,001	
6	0,086	0,089	0,088	0,010	0,003	
7	0,062	0,056	0,059	0,029	0,006	
8	0,08	0,085	0,083	0,024	0,005	
9	0,066	0,063	0,065	0,018	0,003	
10	0,078	0,084	0,081	0,017	0,006	
11	0,073	0,075	0,074	0,007	0,002	
12	0,088	0,082	0,085	0,011	0,006	
13	0,097	0,110	0,100	0,015	0,013	
14	0,098	0,096	0,097	0,007	0,002	
15	0,078	0,080	0,079	0,018	0,002	
16	0,087	0,093	0,090	0,011	0,006	
17	0,087	0,093	0,090	0,000	0,006	
18	0,086	0,090	0,088	0,002	0,004	
19	0,059	0,060	0,060	0,029	0,001	
20	0,068	0,072	0,070	0,011	0,004	
<b>Total</b>			1,634	0,231	0,082	
<b>Média</b>			0,082	0,012	0,041	

## ESTUDO DE VARIABILIDADE UTILIZANDO GRÁFICO DE CONTROLE PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS EM UMA MICROEMPRESA DO SETOR ALIMENTÍCIO

**Maria Carolina Parreiras Gonçalves Peixoto**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Matheus Albiani Alves**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**César Augusto Ribeiro**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Henrique Tadeu Castro Mendes**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**Alessandra Lopes Carvalho**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**RESUMO:** Este trabalho objetiva analisar as variações de processo em uma microempresa do setor alimentício que impactam em sua competitividade. Realizou-se uma pesquisa que conjuga as abordagens qualitativa e quantitativa e como método o estudo de caso. Após a realização de visitas técnicas, entrevistas com os gestores e coleta de dados foi possível elaborar gráficos de controle para Medidas Individuais e Amplitude Móvel. A partir da constatação de variabilidade abaixo do nível divulgado no rótulo das embalagens para os consumidores, foi elaborado um Diagrama de

Ishikawa para analisar as possíveis causas. Os resultados obtidos indicam como principal problema o excesso de informalidade no processo. Foram realizadas sugestões de melhorias e entregues como *feedback* para a empresa foco do estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade. Gráficos de controle. Diagrama de Ishikawa. Microempresa.

**ABSTRACT:** This paper aims to analyze the process variations of a microenterprise in the food sector that has impact on its competitiveness. A research was carried out that combines qualitative and quantitative approaches and its method is a case study. After technical visits, interviews with the managers and data collection, it was possible to elaborate control charts for Individual Measures and Mobile Ranges. From the finding of variability below the level advertised on the consumer packaging label, an Ishikawa Diagram was developed to analyze the possible causes. The results indicate that the main problem is the excess of informality in the process. Improvement suggestions were made and delivered as feedback to the company's focus of the study.

**KEYWORDS:** Quality. Control charts. Diagram of Ishikawa. Micro enterprise.

## 1 | INTRODUÇÃO

Sabe-se que a qualidade de um produto ou processo é inversamente proporcional a sua variabilidade (SAMOHYL, 2009; MONTGOMERY, 2016). Entretanto, a variabilidade é algo intrínseco aos processos produtivos. Mesmo considerando-se processos rigidamente controlados, nos quais são utilizados maquinário e ferramentas adequadas, é provável a atuação de causas aleatórias que provocarão discrepâncias entre os valores especificados e efetivamente obtidos.

De acordo com Caten e Ribeiro (2012) gerenciar o processo é crucial para diminuir a variabilidade. As causas da variabilidade podem ser divididas em comuns e especiais (atribuíveis). As causas comuns são oriundas de diversas fontes e acontecem de forma aleatória, ou seja, são inerentes ao processo. As causas especiais não possuem padrão aleatório, apresentam variação grande quando comparadas as causas aleatórias e podem ter diversas origens como falhas de operação, falhas humanas, dentre outras.

Conforme Silva, Fontanini e Corso (2007) o operador é uma peça fundamental na identificação das variabilidades (principalmente as que possuem origem em causas comuns), pois à medida em que ele busca suas causas passa a propor ações corretivas para diminuir essa variabilidade. Outro aspecto que reforça a importância do operador é o alto índice de erros humanos responsáveis por grande quantidade de incidentes e acidentes na indústria. Estes eventos podem ocorrer devido a vários fatores como informações incorretas, motivação inadequada e condições impróprias de trabalho (EVANGELISTA; GROSSI; CARVALHO, 2011).

A variabilidade dos processos, a incidência de falhas humanas, o alto nível de exigência dos clientes e, conseqüentemente, a alta competitividade são fatores que impactam diretamente a lucratividade das empresas de qualquer porte. Observa-se ainda que as micro e pequenas empresas são mais susceptíveis a influências externas. Piovezan, Laurindo e Carvalho (2008) ressaltam inclusive a necessidade de estratégias que respeitem as peculiaridades de pequenas empresas uma vez que, em geral, os modelos de estratégia encontrados na literatura são predominantemente voltados para grandes empresas.

Sabe-se que as microempresas representam um papel crucial para o desenvolvimento socioeconômico no Brasil. De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2014), a participação no Produto Interno Bruto (PIB) das micro e pequenas se aproxima da contribuição das empresas de médio porte. Portanto, a sobrevivência desses empreendimentos é imprescindível. Diante da importância das microempresas como geradoras de desenvolvimento, a criação de condições que as fortaleçam é vital para toda a sociedade (CARVALHO et al., 2016).

Neste contexto, o uso efetivo de ferramentas da qualidade pode contribuir para o aumento da produtividade, trazendo um diferencial diante de um cenário de baixo crescimento da economia. A qualidade como um modelo de gestão está intimamente relacionada à história do Japão após a Segunda Guerra (PALADINI, 2011; CARPINETTI,

2012; CAMPOS, 2014). Inicialmente o foco da Qualidade no Japão foi o produto (influenciado por fatores históricos e devido a necessidade de sobrevivência) tendo posteriormente evoluído para a metodologia TQC (*Total Quality Control*) direcionada ao gerenciamento (GONÇALVES et al., 2016).

O objetivo deste trabalho é a realização de um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte, que está em operação desde 1995, e apresenta alta variabilidade em seus produtos. Como efeitos da falta de padronização foram observados prejuízos financeiros devido ao desperdício de matéria prima. Ressalta-se que esta empresa tem considerável importância para a atividade econômica do município de Caetanópolis-MG.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Pode-se conceituar a qualidade de diversas formas. Para Juran (1993) é sinônimo adequação ao uso. Feigenbaum (1994) a define como satisfação do consumidor. Já para Taguchi (1999), um produto ou serviço de qualidade é aquele que contempla as especificações, atingindo o alvo com a menor variabilidade em torno dele.

Apesar das diversas dimensões da qualidade, o enfoque deste estudo se baseia principalmente no seu conceito operacional, ou seja, em análises mensuráveis, em convergência com a definição de Crosby (1990) de que qualidade é a “conformidade com especificações”.

O Controle Estatístico da Qualidade (CEQ) foi introduzido nas organizações por Walter Shewhart na década de 1920, nos Estados Unidos, sendo este responsável também por desenvolver as cartas de controle e disseminar a utilização do ciclo PDCA (SAMOHYL, 2009). O CEQ aborda a aplicação de técnicas estatísticas para mensurar e aprimorar a qualidade dos processos, utilizando para isso várias ferramentas. Dentre as ferramentas clássicas podem ser citadas o Histograma, a Folha de Verificação, o Gráfico de Pareto, o Diagrama de Causa e Efeito, o Diagrama de Concentração de Defeitos, o Diagrama de Dispersão e o Gráfico de Controle (TOLEDO et al., 2013; CAMPOS, 2014; RODRIGUES, 2014). Neste trabalho foram utilizados gráficos de controle e diagrama de causa e efeito.

Naturalmente, não há a produção de materiais exatamente iguais, já que o ambiente no qual o sistema está inserido afeta diretamente a produção. Existem variações que são aceitáveis, ou seja, que fazem parte do processo e não interferem na qualidade do produto final, como por exemplo, a vibração de uma máquina em boas condições. Todavia, causas especiais no processo podem trazer grandes variações no produto, podendo ser consideradas muitas vezes como fatores imprevisíveis e acidentais, como a quebra de uma ferramenta ou a interrupção de energia elétrica (MONTGOMERY, 2016). O principal desafio da qualidade neste caso é eliminar as causas especiais de variação para assim colocar o processo sob controle estatístico, onde há interferência apenas de causas comuns.

Para controlar as variações, comumente são utilizados cartas (gráficos) de controle que buscam monitorar as características dos produtos com relação aos limites de tolerância ou de especificação (SILVA; FONTANINI; CORSO, 2007). O gráfico de controle é uma ferramenta largamente utilizada em diversos setores de produção, por auxiliar no monitoramento online de processo. Através da análise de gráficos de controle é possível detectar de forma preventiva a presença de anomalias no processo que provocam uma variabilidade que excede a variabilidade natural (MONTGOMERY, 2016).

Existem duas classificações básicas para gráficos de controle. Quando a característica de qualidade de interesse os parâmetros não são representados numericamente e sim pela classificação de produtos conformes ou não conformes são utilizados gráficos de controle para atributos. Quando o parâmetro analisado é expresso em valores contínuos são utilizados gráficos de controle para variáveis. Neste caso o número de observações da amostra define o tipo de gráfico mais apropriado: Gráfico para xbarra R, Gráfico para xbarra S ou Gráfico para Medidas Individuais.

O Gráfico para Medidas Individuais é utilizado quando a amostra tem apenas um elemento, como acontece regularmente na indústria química e alimentícia (CARVALHO; PALADINI, 2012; SIQUEIRA; MOREIRA; CHAVES, 2015). Utiliza-se ainda o gráfico de controle da amplitude móvel (MR) para verificar a variabilidade do processo (MONTGOMERY, 2016).

A amplitude móvel (MR) é calculada através de duas observações sucessivas, conforme Equação (1):

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}|, i = 2, \dots, m \quad (1)$$

A partir de então, pode-se calcular a média das amplitudes móveis de acordo com a Equação (2):

$$\overline{MR} = \sum_{i=2}^m \frac{MR_i}{m-1} \quad (2)$$

O cálculo dos limites de controle da amplitude móvel é realizado através das Equações (3), (4) e (5):

$$LSC = D_4 \cdot \overline{MR} \quad (3)$$

$$LC = \overline{MR} \quad (4)$$

$$LIC = D_3 \cdot \overline{MR} \quad (5)$$

As constantes  $D_3$  e  $D_4$  são tabeladas, podendo ser obtidas através da tabela VI do livro de Montgomery (2016, p. 702). Para  $n = 2$ ,  $D_3$  é igual a 0 e  $D_4$  é igual a 3,267.

O cálculo da média do processo se dá através da Equação (6):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m X_i}{m} \quad (6)$$

Por fim, o cálculo dos limites de controle para o gráfico de valores individuais é realizado através das Equações (7), (8) e (9):

$$LSC = \bar{X} + 3 \cdot \frac{MR}{d_2} \quad (7)$$

$$LC = \bar{X} \quad (8)$$

$$LIC = \bar{X} - 3 \cdot \frac{MR}{d_2} \quad (9)$$

O valor de  $d_2$  também pode ser obtido de através da tabela VI do livro de Montgomery (2016, p. 702). Sendo assim, para  $n = 2$ ,  $d_2$  equivale a 1,128.

A partir do momento em que a carta de controle é definida e utilizada para monitoramento de um processo, seja de qual natureza for, é necessário então analisar o resultado final, ou seja, identificar se houve variação normal ou especial na produção. Quando se identifica as causas de variação e quais fatores contribuem para que elas aconteçam é o momento de elaborar um plano de ação. Observa-se que quanto mais rápido os problemas forem identificados, ou seja, quanto mais eficientes forem as ações do acompanhamento e controle da produção, menores serão os desvios a serem corrigidos, menor o tempo e as despesas com ações corretivas (TUBINO, 2009).

Uma das ferramentas mais citadas na literatura para análise de problemas é o diagrama de Causa e Efeito (ou Diagrama de Ishikawa), no qual se organiza as causas (matéria prima, mão de obra, método, máquina, material e meio ambiente) que geram um efeito. Esta ferramenta permite ainda que processos complexos sejam divididos em processos mais simples e, portanto, mais controláveis (TUBINO, 2009; SLACK et al., 2009).

A pesquisa do tipo *survey* realizada por Maekawa, Carvalho e Oliveira (2013) apontou o diagrama de Ishikawa como a terceira ferramenta de qualidade mais utilizada no Brasil. Nesta pesquisa foi enviado por e-mail um questionário para as 3.951 empresas certificadas ISO 9001 na época, de acordo com banco de dados do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Finalmente observa-se que quando uma empresa concentra seus esforços na qualidade, a produtividade é alcançada, os custos diminuem e sua competitividade aumenta (GOULART; BERNEGOZZI, 2010). Observa-se ainda que a teoria de controle estatístico da qualidade também tem sido utilizada em ambientes não industriais, como por exemplo, o trabalho apresentado por Gautero e Mattos (2014).

### 3 | METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma de pesquisa qualitativa e quantitativa utilizando como método o estudo de caso (MIGUEL, 2011). Utilizou-se uma abordagem com foco na aplicação de conceitos. Segundo Gerhard e Silveira (2009) este tipo de trabalho objetiva adquirir conhecimentos para aplicações práticas e dirigidas à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

Inicialmente foi realizada pesquisa bibliográfica. A primeira fase do estudo foi constituída por uma abordagem qualitativa, na qual foram realizadas visitas técnicas, observações *in loco* e entrevistas informais com os gestores e colaboradores. Em uma segunda fase foi realizada coleta de dados que possibilitou a análise quantitativa através da elaboração de gráficos de controle. A análise de causas do principal problema observado foi feita utilizando-se a ferramenta Diagrama de Ishikawa. Posteriormente foram elaboradas sugestões de melhoria e apresentadas a empresa como *feedback*.

### 4 | ESTUDO DE CASO

Esse trabalho tem a finalidade de estudar e avaliar a variabilidade uma empresa de pequeno porte situada na cidade de Caetanópolis-MG. Considerando todo o seu *mix* de produção, escolheu-se como objeto de estudo o molho de pimenta tradicional (em embalagem de 50 mL) por ser o produto de maior valor agregado e por apresentar o maior índice de reclamação no SAC (Serviço de Atendimento ao Consumidor). Uma análise dos motivos das reclamações mostrou que a maioria delas se referia à variabilidade do volume final, ou seja, o consumidor tinha a sensação de receber um produto com volume menor do que os 50 mL através de uma análise visual do frasco.

Inicialmente foi realizada uma visita técnica à empresa foco do estudo com o objetivo de mapear seus processos, conforme fluxograma apresentado na Figura 1. Em seguida, foram recolhidas 50 amostras de frascos de molho de pimenta de 50 mL em ordem temporal.

A técnica de análise utilizada para mensurar a variabilidade do processo foi o gráfico de controle para medidas individuais. Posteriormente foi elaborado o diagrama de Ishikawa para buscar as possíveis causas da variabilidade do processo.

O volume de cada frasco foi medido de forma direta através de uma pipeta graduada 100 mL, com tolerância de 0,08 mL. Com base no volume das amostras e auxílio do *software* Microsoft® Excel, foram elaborados gráficos de controle para medidas individuais.

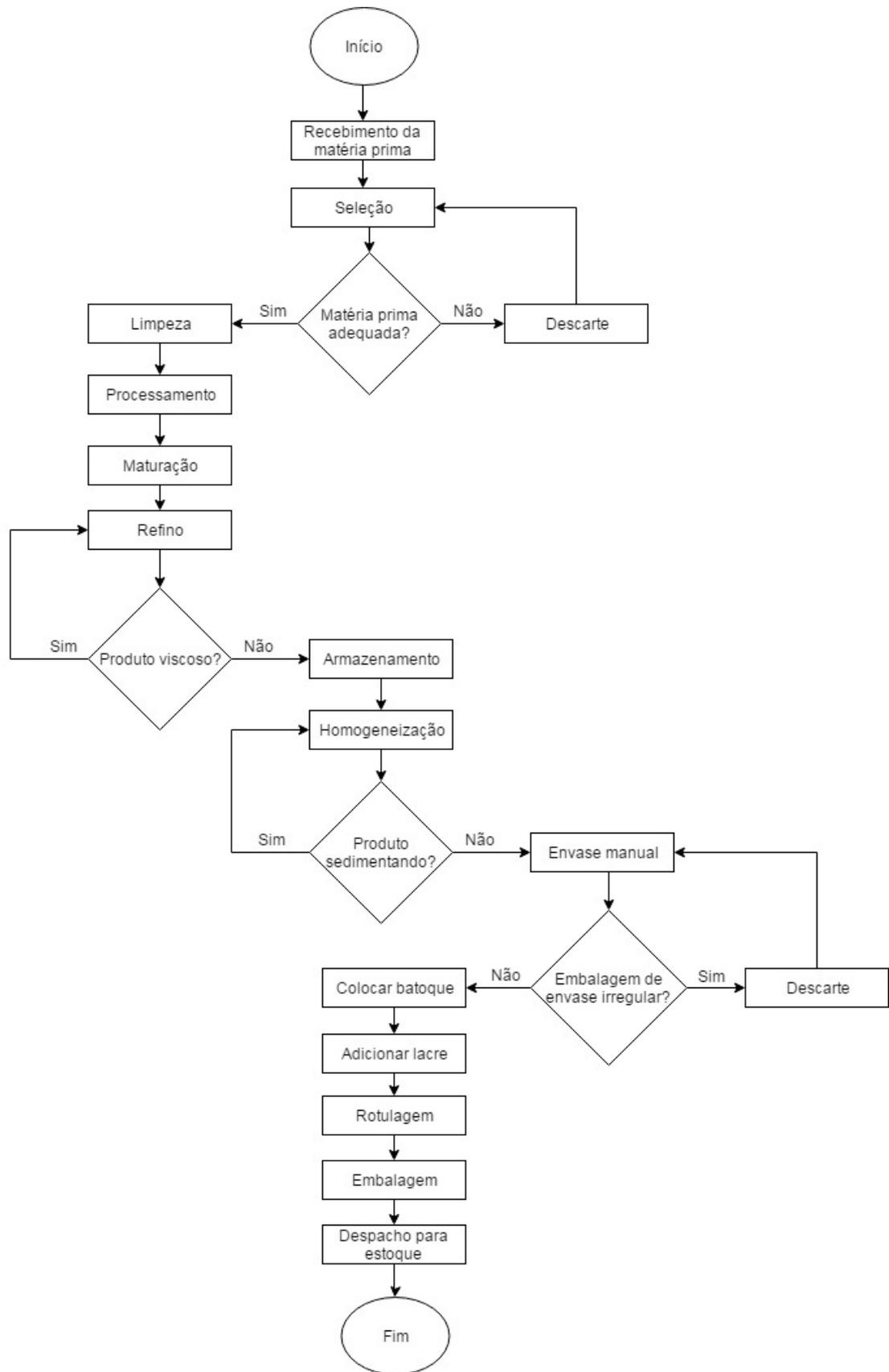


Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação do molho de pimenta

Fonte: Elaborado pelos autores

## 5 | ANÁLISE DE RESULTADOS

As medições de volume dos 50 frascos do molho de pimenta tradicional estão

representadas na Tabela 1, onde também é observada a amplitude móvel. O lote de amostras foi coletado em um dia de produção previamente acordado com a empresa. É válido ressaltar que em uma indústria alimentícia é comum que um lote de produção seja decorrente do mesmo lote de matéria prima utilizada. Nesse caso, o lote de produção do molho de pimenta advém do mesmo processo de maturação dos insumos armazenados na bombona. Também é válido destacar que os resultados deste trabalho foram analisados com base em apenas um lote visto que o comportamento da produção se repete sistematicamente, de acordo com a experiência dos funcionários que colaboraram com essa pesquisa.

Amostra	Volume (mL)	MR
1	49,00	-
2	48,00	1,00
3	47,50	0,50
4	47,00	0,50
5	47,00	0,00
6	51,50	4,50
7	48,50	3,00
8	49,00	0,50
9	49,00	0,00
10	49,00	0,00
11	47,00	2,00
12	48,00	1,00
13	48,00	0,00
14	47,00	1,00
15	51,00	4,00
16	50,00	1,00
17	51,00	1,00
18	49,00	2,00
19	51,50	2,50
20	50,00	1,50
21	49,00	1,00
22	50,00	1,00
23	52,00	2,00
24	48,00	4,00
25	49,00	1,00
26	47,50	1,50
27	47,50	0,00
28	47,00	0,50
29	49,00	2,00
30	47,00	2,00
31	48,00	1,00
32	48,00	0,00
33	50,00	2,00
34	47,50	2,50
35	48,00	0,50
36	50,00	2,00

37	47,00	3,00
38	48,00	1,00
39	49,00	1,00
40	47,00	2,00
41	48,00	1,00
42	49,00	1,00
43	47,00	2,00
44	48,00	1,00
45	49,00	1,00
46	50,00	1,00
47	47,00	3,00
48	48,00	1,00
49	49,00	1,00
50	51,00	2,00

Tabela 1 - Volume das amostras de molho de pimenta e Amplitude Móvel

Fonte: Elaborado pelos autores

Com o volume das amostras, foram calculados os limites de controle para os gráficos de medidas individuais e amplitude móvel. Os resultados do cálculo da amplitude móvel estão apresentados na Tabela 1, sendo realizados através da Equação (1). Com a Equação (2), obteve-se valor de 1,43 para a média da amplitude móvel. O limite superior de controle da amplitude móvel foi obtido através da Equação (3) e seu resultado foi 4,67. A linha central é a própria média da amplitude móvel de acordo com a Equação (4), resultando em 1,43. O limite inferior da amplitude móvel foi obtido através da Equação (5), sendo seu resultado igual a zero. A média dos volumes da amostra foi calculada de acordo com a Equação (6), resultando em 48,65. Por conseguinte, o limite superior de controle calculado através da Equação (7) resultou em 52,45. Segundo a Equação (8), a linha central é a própria média do processo – 48,65. Por fim, o limite inferior de controle teve como resultado 44,85, de acordo com a Equação (9). A representação gráfica encontra-se nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

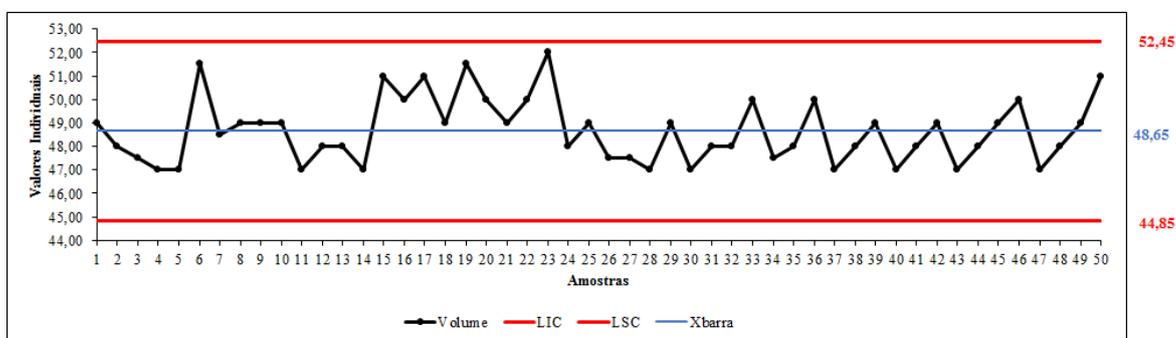


Figura 2 - Gráfico para Medidas Individuais

Fonte: Elaborado pelos autores

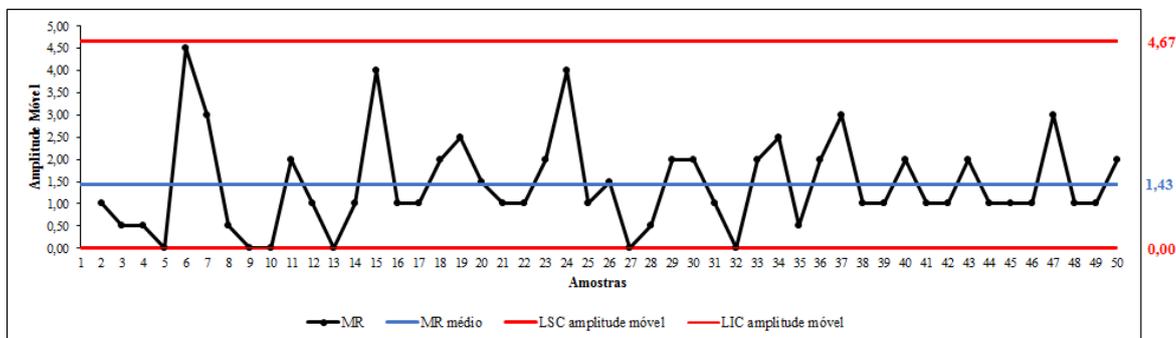


Figura 3 - Gráfico de Amplitude Móvel

Fonte: Elaborado pelos autores

Constata-se, segundo a Figura 2, que o processo de envase manual do molho de pimenta está sujeito apenas a variações aleatórias. Ou seja, não há pontos fora dos limites superior e inferior de controle e não há nenhuma sequência de pontos que podem representar alguma causa atribuível ao processo.

O gráfico da Figura 3 para amplitude móvel indica que o processo está homogêneo, apresentando variabilidade aceitável. Não obstante, a empresa em questão é do ramo alimentício e por isso deve-se atentar-se para outros fatores, como por exemplo, o limite inferior de especificação. A organização rotula os frascos de pimenta com a informação de que cada recipiente contém 50 mL, ou seja, não se pode admitir uma variação abaixo desse limite.

Posteriormente foi elaborado o diagrama de Causa e Efeito do processo, considerando como efeito indesejado o “volume abaixo de 50 mL”, conforme Figura 4.

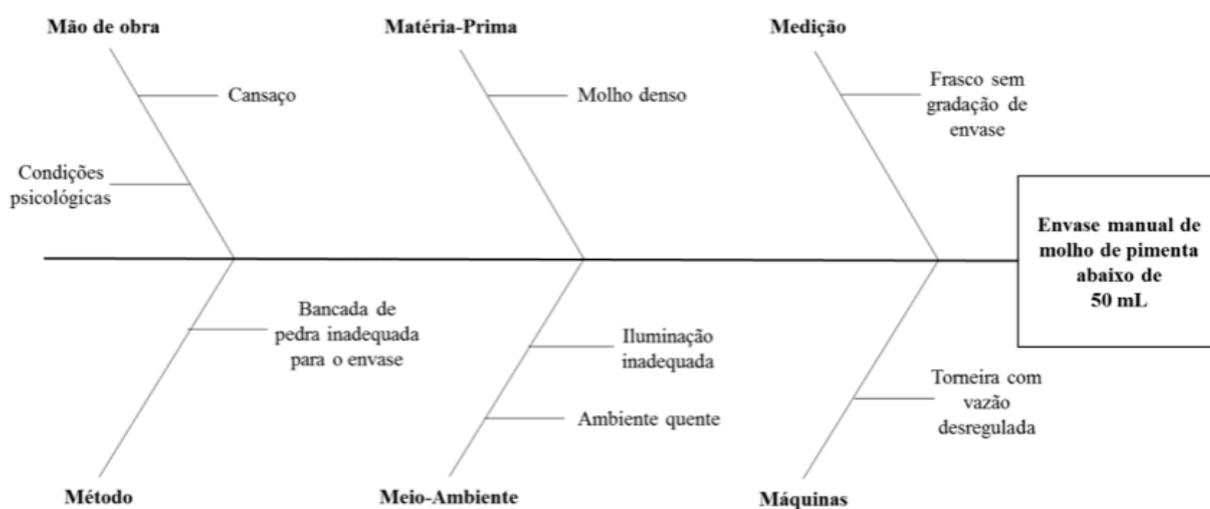


Figura 4 – Diagrama de Causa e Efeito

Fonte: Elaborado pelos autores

Percebe-se a existência de vários fatores (causas) que podem provocar o efeito estudado. Para mão de obra os itens levantados foram o cansaço e condições

psicológicas desfavoráveis nos colaboradores devido ao desgaste natural do trabalho.

Com relação à matéria prima a causa secundária encontrada foi a densidade da pimenta que varia naturalmente e, portanto, não há ações neste caso.

Considerando-se método observa-se o fator que mais impacta no processo, que é a falta de demarcação no frasco indicando o limite de 50 mL. Na empresa, o colaborador fecha a torneira que faz a vazão do molho de pimenta para o recipiente através de sua própria experiência e percepção de que está na medida correta. Como recurso mitigador deste problema, foi proposto à empresa que verifique com o fornecedor dos frascos a possibilidade de demarcá-los de modo que se tenha uma indicação visual da medida 50 mL.

Foi verificado ainda um problema na bancada onde é feito o envase do molho. O local é baixo e faz com que o colaborador fique em uma posição inapropriada, deixando-o com uma visão prejudicada do enchimento do frasco. Isso causa, na maioria das vezes, erro na quantidade do molho envasado. É necessário que a empresa providencie um layout apropriado que favoreça o trabalho do funcionário, visto que além de contribuir para o erro, o local não é ergonomicamente adequado.

Considerando-se a causa meio ambiente foram encontrados dois problemas: iluminação inadequada, prejudicando a visão do responsável pelo envase, e ambiente quente, pelo fato do local ser totalmente fechado, não havendo entrada de ar suficiente para tornar o ambiente mais agradável. É aconselhável então que a empresa reveja tais aspectos físicos de forma a contribuir para o desempenho adequado das atividades dos colaboradores.

Finalmente, para a causa primária máquinas percebeu-se a torneira com vazão desregulada. A torneira utilizada para o envase é de plástico, apresentando defeitos com frequência e prejudicando a vazão e do molho que será envasado no frasco. Recomenda-se, portanto, substituí-la por outro modelo de metal.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizou-se um estudo de caso em uma empresa de condimentos, focando as análises no processo de envase manual do molho de pimenta tradicional. Este produto foi escolhido por apresentar com maior volume de vendas segundo dados da empresa. Foi possível perceber, através de análises e ferramentas, as variações e possíveis problemas que o envase manual do molho de pimenta acarreta para a organização. Esses impasses foram estudados através do Diagrama de Ishikawa. Os resultados obtidos indicam como principal problema o excesso de informalidade no processo. Foram realizadas sugestões de melhorias e entregues como *feedback* para a empresa foco do estudo.

Conclui-se que é de suma importância controlar o processo de envase do molho pimenta, visto que, por se tratar de uma empresa do ramo alimentício, qualquer frasco

que esteja abaixo do especificado pode dar margem para que os consumidores lesados procurem os órgãos competentes de fiscalização. Por outro lado, frascos com conteúdo acima do especificado no rótulo trazem prejuízo para a empresa quando analisados em escala.

Por fim, vale salientar que o objetivo inicial do estudo foi alcançado. Foi possível perceber de maneira prática a utilização dos gráficos de controle e como os mesmos, aliados a outras ferramentas, podem ajudar as empresas na busca constante pela homogeneização dos processos e produtos, com a finalidade de tornarem-se mais competitivas e sustentáveis em longo prazo.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 9. ed. Nova Lima: Falconi, 2014.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, Alessandra Lopes et al. Projeto de Extensão Piloto Aplicado a uma Micro Empresa de Produção Artesanal e Customizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 7, 2016. Ouro Preto. **Anais...** [S.l.]: CBEU, 2016. Disponível em: <<https://www.eventssystem.com.br/admin/arquivos/7cbeu/submissoes/anais/c665ded5ec46bc8e8495482ced8112bb.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2018.

CARVALHO, Marly Monteiro; PALADINI, Edson Pacheco (Coord.). 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

CROSBY, Philip Bayard. **Qualidade, falando sério**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

DEMING, William Edwards. **Qualidade a Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

EVANGELISTA, Clesia de Souza; GROSSI, Fernanda Machado; CARVALHO, Alessandra Lopes. Abordagem quantitativa para cálculo da confiabilidade humana: um estudo de caso aplicado à indústria automobilística. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31, 2011. Belo Horizonte. **Anais...** [S.l.]: ABEPRO, 2011. Disponível em: <[http://abepro.educacao.ws/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STO\\_135\\_861\\_18619.pdf](http://abepro.educacao.ws/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_861_18619.pdf)> Acesso em: 02 abr. 2018.

FEIGENBAUM, Armand Vallin. **Controle da qualidade total**. São Paulo: Makron Brooks, 1994.

GAUTERIO, Ezequiel Gibbon; MATTOS, Viviane Leite Dias. Utilização de Controle Estatístico de Processo na Avaliação do Desempenho Acadêmico. **Produção Online**, Santa Catarina, v. 14, n. 2, p. 744-736, 2014. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1592/1156>> Acesso em: 02 abr. 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Rio Grande do Sul: UFRGS Editora, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>> Acesso em: 04 mar. 2018.

GONÇALVES, Laila Cristina Couto et al. Proposta de Implementação da Norma NBR 15419 em uma Instituição do Terceiro Setor. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016. João Pessoa. **Anais...** [S.l.]: ABEPRO, 2016. Disponível em: <<http://abepro.educacao.ws/>>

biblioteca/TN\_STO\_226\_316\_29746.pdf> Acesso em: 30 mar. 2018.

GOULART, Luiz Eduardo Takenouchi; BERNEGOZZI, Robson Peres. Uso das ferramentas da qualidade na melhoria de processos produtivos. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 16, 2010, São Carlos. **Anais...** [S.l.]: ABEPRO, 2010. Disponível em: <[http://abepro.educacao.ws/biblioteca/enegep2010\\_TI\\_ST\\_113\\_745\\_15151.pdf](http://abepro.educacao.ws/biblioteca/enegep2010_TI_ST_113_745_15151.pdf)> Acesso em: 30 mar. 2018.

JURAN, Joseph Moses. **Qualidade desde o Projeto**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

MAEKAWA, Rafael; CARVALHO, Marly Monteiro; OLIVEIRA, Otávio José. Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 763-779, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n4/aop\\_gp0334\\_ao.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n4/aop_gp0334_ao.pdf)> Acesso em: 03 abr. 2018.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Coord.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MONTGOMERY, Douglas. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC 2016.

NIKKEL, Walter. **Estatística aplicada à Produção**. [Paraná]: UFPR, 2007. Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM267/Apostila-Estatistica%20Aplicada-a-Producao-TM267.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2018.

PALADINI, Edson Pacheco. **Avaliação Estratégica da Qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2011.

PIOVEZAN, Luís Henrique; LAURINDO, Fernando José Barbin; CARVALHO, Marly Monteiro. Proposta de Método para a Formulação de Estratégia em Pequenas e Médias Empresas. **Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 8, n. 2, jul. 2008. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/117/186>> Acesso em: 30 mar. 2018.

SAMOHYL, Robert Wayne. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Schwengber ten. **Série Monográfica Qualidade – Controle Estatístico do Processo**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388\\_apostilacep\\_2012.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf)> Acesso em: 02 abr. 2018.

SILVA, Wesley Vieira; FONTANINI, Carlos Augusto Cândeo; CORSO, Jansen Maia Del. Garantia da qualidade do café solúvel com o uso do gráfico de controle de somas acumuladas. **Produção Online**, Florianópolis, v. 7, n. 2, ago. 2007. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/77/82>> Acesso em: 03 abr. 2018.

SIQUEIRA, Ana Paula Alves; MOREIRA, Lilian Rezende; CHAVES, Isabella Andreczewski. O Estudo da Variabilidade do Processo de Produção de Emulsão de Parafina através de Cartas de Controle para Medidas Individuais e Análise da Capacidade de Processo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35, 2015. Fortaleza. **Anais...** [S.l.]: ABEPRO, 2015. Disponível em: <[http://abepro.educacao.ws/biblioteca/TN\\_STO\\_207\\_228\\_27423.pdf](http://abepro.educacao.ws/biblioteca/TN_STO_207_228_27423.pdf)> Acesso em: 03 abr. 2018.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para a Qualidade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

TAGUCHI, Genichi; CHOWDHURY, Subir; TAGUSHI, Shin. **Robust Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1999.

TOLEDO, José Carlos et al. **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção Teoria e Prática**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira**. Brasília: SEBRAE, 2014. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2018.

## UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MASP PARA REDUÇÃO DE REFUGO NUMA INDÚSTRIA MOVELEIRA NO NOROESTE DO PARANÁ

**Nathália Pirani Rubio**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**Thiago Dias Lessa do Nascimento**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**Marília Neumann Couto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**João Arthur Pirani Rubio**

Universidade Estadual de Maringá  
Maringá - Paraná

**ABSTRACT:** Market competition forces companies to be constantly improving. In this context, several companies use the tools of quality in order to reduce costs and consequently increase profits. The present article used the MASP model, together with other quality tools, to reduce the amount of waste from the raw material cutting process in a planned furniture industry. The applied methodology proved to be efficient, resulting in the minimization of the problem and consequently in the costs linked to the production.

**KEYWORDS:** MASP, Quality, Furniture Industry.

**RESUMO:** A concorrência do mercado obriga as empresas a estarem em constante melhoria. Nesse contexto, são várias as empresas que, se usam das ferramentas da qualidade afim de reduzir custos e conseqüentemente aumentar os lucros. O presente artigo se utilizou do modelo MASP, aliado a outras ferramentas da qualidade, para reduzir o índice de refugos oriundos do processo de corte da matéria prima, numa indústria de móveis planejados. A metodologia aplicada se mostrou eficiente, resultando na minimização do problema e conseqüentemente nos custos atrelados a produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** MASP, Qualidade, Indústria Moveleira.

### 1 | INTRODUÇÃO

Com as importações dos produtos nos meados dos anos de 1990, muitos deles com um custo inferior aos que existiam no país, abalaram-se as estruturas da nossa indústria, fazendo com que os empresários tivessem que investir em outros meios de competir com esse novo mercado emergente. Uma das saídas foi o investimento em qualidade dentro das organizações.

Um dos fatores primordiais para que uma empresa obtenha sucesso, além de uma boa gerência, é a identificação de atividades que não agregam valor ao processo. Na área produtiva não poderia ser diferente, atividades que não

agregam valor ou possam a vir dificultar os outros processos devem ser eliminadas ou pelo menos reduzidas.

O Método de Análise de Soluções de Problemas (MASP), tem como principal objetivo descobrir os principais problemas que afetam a produtividade e eliminar esses fatores, contribuindo assim para a melhora dos processos.

A qualidade passou a ser considerada um dos elementos fundamentais da gestão das organizações, tornando-se fator crítico para a sobrevivência no mercado competitivo, pela consolidação de bens tangíveis, serviços e processos nos mercados; e de pessoas, pelos seus diferenciais de atuação (CARVALHO; PALADINI, 2012).

A empresa em questão é uma empresa de pequeno porte que atua no setor moveleiro. Dentro da empresa o foco principal foi o setor de corte das chapas de MDF, onde buscou-se a redução dos refugos de matéria prima decorrentes desse processo.

Este artigo buscou identificar as causas e propor possíveis soluções aos problemas relevantes aos processos de corte de matéria prima para a fabricação de móveis sob medida.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa se caracteriza por bibliográfica, pois buscou embasamento teórico em obras já publicadas. E descritiva, por ter como finalidade a análise e busca de relação com atos e fenômenos sem que ocorra a sua respectiva manipulação (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007).

De acordo com Mascarenhas (2012, p. 46), a pesquisa em questão é qualitativa pois:

- Os dados são levados e analisados ao mesmo tempo;
- Os estudos são descritivos, voltados para a compreensão do objeto;
- A influência do pesquisador não é evitada, é considerada fundamental.

E por fim, de acordo com Klein (2015) a pesquisa é exploratória pois a finalidade é testar uma teoria, um relacionamento entre variáveis ou relações de causa e efeito, identificando elementos determinantes para a ocorrência de determinados fenômenos.

A seguir é demonstrado um cronograma o qual foi utilizado para determinar as etapas do MASP de acordo as bibliografias estudadas.

PDCA		JAN	FEV	MAR
Identificação do Problema	Escolher um problema ou uma oportunidade de melhoria	■		
	Elaborar o historico do problema			
	Priorizar temas			
	Nomear responsáveis			
Obeservação	Descobrir as características do problema por meio da coleta de dados	■		
	Descobrir as características do problema por meio da observação no local			
	Elaborar um cronograma e um orçamento			■
Análise	Definir as causas influentes/fundamentais		■	
	Analisar as causas mais provaveis			
	Testar a consitencia da causa fundamental			
Plano de Ação	Elaborar a estratégia de ação para bloquear as causas fundamentais			■
	Elaborar o plano de ação e revisão o cronograma e o orçamento finais			

Tabela 1 - Cronograma

Fonte: Autores

### 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 MASP - Método de Análise e Solução de Problemas

A ferramenta MASP - Método de Análise e Solução de Problemas é uma ferramenta que agrupa diversas ferramentas da qualidade, propiciando a sistematização da solução do problema, pois através disso pode-se reduzir os desperdícios e conseqüentemente os gastos. Shiba (1997) ressalta que deve-se priorizar apenas aquelas melhorias que são cruciais ao futuro de uma empresa (por exemplo, aquelas que aumentam a satisfação do cliente) e proporciona maior retorno financeiro.

A ferramenta MASP permite a completa análise do problema, através da estratificação e identificação de causas mais representativas no decorrer do estudo dos processos que são executados na empresa, para que assim possa-se chegar ao objetivo desejado.

Este método, MASP, utiliza o ciclo PDCA como suporte, e assim dividindo as etapas Plan/Do/Check/Act através de oito sub-etapas. As oito sub-etapas consiste no método MASP, que de acordo com Marshall Junior et al (2008) e Campos (2004) descrevem, como assim mostrado na figura a seguir:

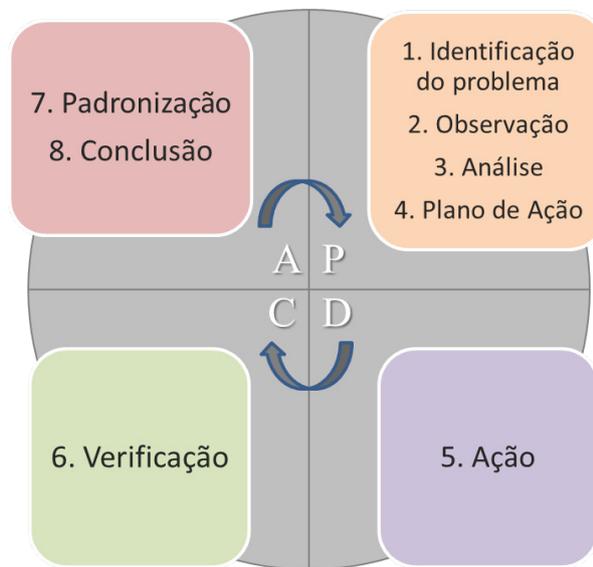


Figura 1 - Modelo de MASP e PDCA

Fonte: Autores.

Estas etapas apresentadas serão discutidas e dispostas no decorrer do artigo para maior facilidade de entendimento do processo.

#### 4 | APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E O PROBLEMA DE ESTUDO

A pesquisa consiste em um estudo de caso em uma empresa localizada no Noroeste do Paraná, contendo 17 funcionários que trabalham em um turno único de oito horas diárias, no período de segunda a sexta. O problema objetivo do estudo foi o MASP, realizado na empresa no período de 15 de janeiro de 2018 a 20 de março de 2018.

O grupo de trabalho foi composto por 20 pessoas, sendo 3 integrantes principais, estudantes de engenharia de produção e outros 17 membros que são colaboradores e sócios da empresa, que ajudaram nos processos de identificação do problema.

A escolha do método foi feita a partir de uma conversa entre os autores, que decidiram pela ferramenta dentre outras com o mesmo objetivo, apresentadas em sala de aula. Para correta aplicação do método, os autores se basearam em livros e artigos sobre o tema, uma vez que o conhecimento detido não era suficiente.

#### 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 5.1 Identificação dos problemas e observações:

A Partir da metodologia abordada, esta etapa consiste na identificação dos problemas os quais a organização possui no setor de produção. Para que fosse feito o levantamento de dados foi realizada uma reunião onde, através de brainstorming, foram identificados os principais problemas existentes na linha de produção da empresa.



Figura 2 – Problemas sugeridos no brainstorming

Diante de tantas possibilidades levantadas foi feita mais uma análise, através de uma tabela de verificação, para observar quais destes problemas é o mais recorrente e assim, discutir uma solução.

Problema	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10
Falha ou Defeito no Maquinário				x				x		
Refugo no corte	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Defeito Matéria Prima			x							
Manutenção Veículo de Transporte					x			x		
Funcionários Doentes		x								
Falta de Matéria Prima				x					x	
Atrasos na entrega			x	x	x			x	x	

Tabela 2 – Folha de Verificação

Através dessa última verificação, ficou bastante nítido qual é o maior problema enfrentado pela empresa: a grande perda de material oriunda de refugos no processo de corte, acarretando em gastos para a empresa.

## 5.2 Análise das causas

Através do diagrama de causa e efeito foi possível identificar as principais causas para o problema em questão.

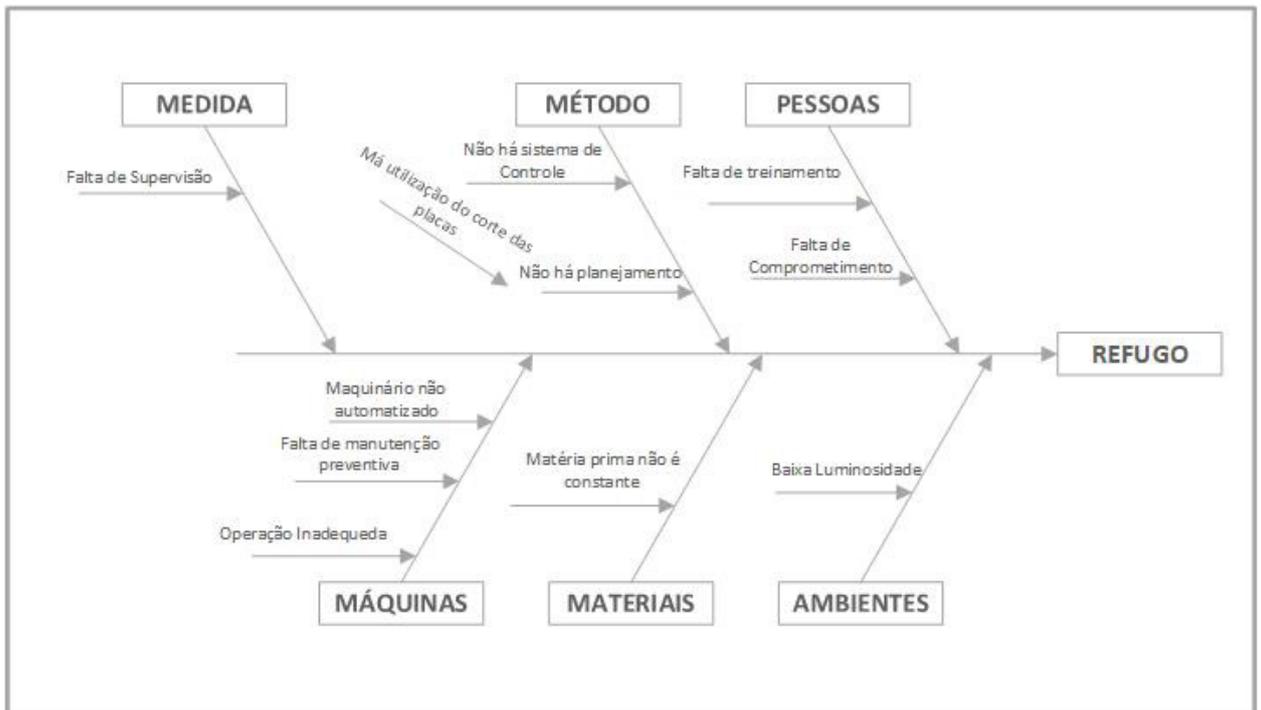


Figura 3 – Diagrama de Causa e Efeito

Para a presente pesquisa, decidiu-se por solucionar o problema da necessidade de otimização no corte das placas, tendo em vista que para solucionar as demais causas seria necessário um estudo mais complexo, além de alterações nos processos e máquinas, que demandam tempo e investimento.

### 5.3 Plano de ação

Através da ferramenta 5W1H foi possível fazer um estudo na causa raiz do problema e a partir disso, desenvolver um plano de ação eficaz.

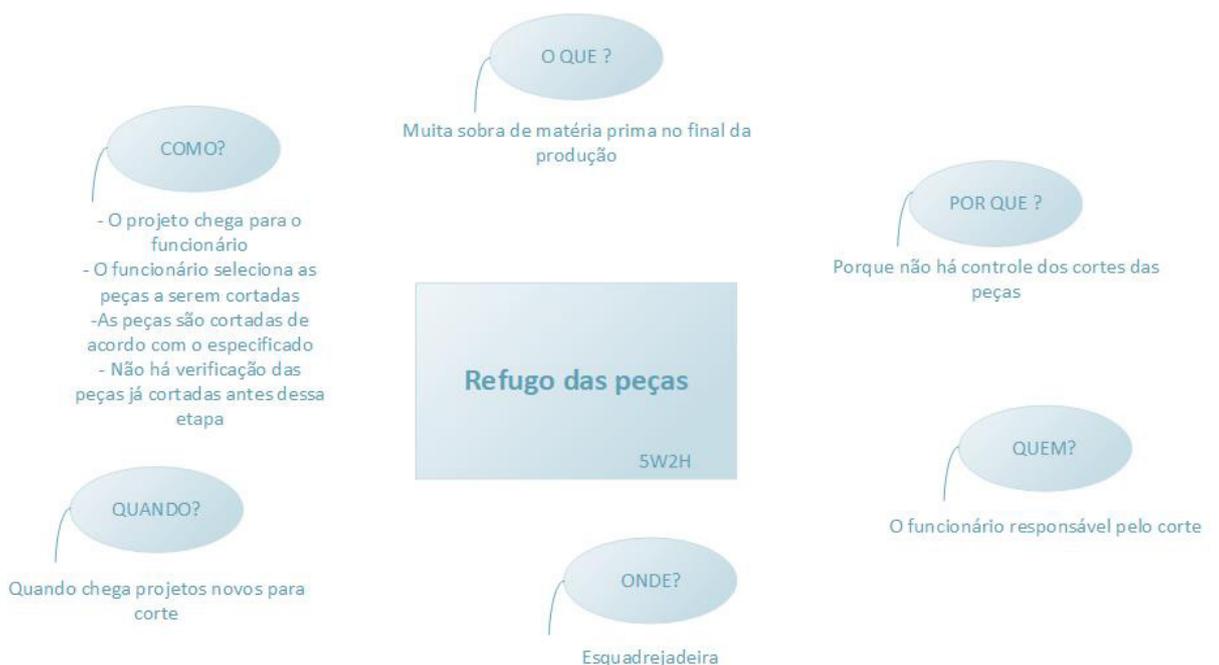


Figura 4 – Ferramenta 5W1H

Para que não exista tanto desperdício de material no final do corte é necessário que haja um estudo prévio, afim de que haja um melhor aproveitamento das placas. Assim, sugeriu-se a implementação de um software computacional que oferece o serviço de planejamento de corte de chapas otimizado, além de permitir a criação de modelos 3d, possibilitando que o projeto solicitado pelo cliente seja desenvolvido na plataforma e, se aprovado, não há necessidade de utilização de outra ferramenta para que seja planejada a execução do mesmo.

#### **5.4 Ação**

Como a empresa já se utilizava de um software para desenvolver os modelos 3D para os clientes, a migração para uma outra plataforma que trouxe mais benefícios foi aceita. A colaboradora responsável por este departamento já havia feito cursos de aperfeiçoamento no novo software, dispensando assim a necessidade de treinamento. Somente uma breve pesquisa foi necessária, para que houvesse o entendimento da parte de otimização do corte. Esse conhecimento foi buscado online e teve resultados positivos.

No setor de corte também não houve necessidade de treinamentos, uma vez que não houve mudança significativa. A partir da implementação da nova plataforma, a única mudança efetiva foi que o colaborador recebe o estudo de como as placas devem ser cortadas, antes de começar o seu trabalho.

#### **5.5 Verificação e padronização**

Apesar de não ter sido possível verificar efetivamente o resultado da medida aplicada, uma vez que, depois da implementação não houve a produção de dez amostras para comparação com os dados iniciais até o final do prazo estipulado no cronograma, nas poucas amostras executadas já foi possível perceber uma redução que gira em torno de 55% nos refugos gerados no corte. Com a ajuda do novo software, as placas são tão bem aproveitadas que o refugo gerado na maioria dos casos, pode voltar ao estoque para que seja utilizado num próximo projeto e, deixaram de ser somente retalhos inaproveitáveis de madeira. Ao longo prazo, isso acarretará numa grande redução de custos com matéria prima para a empresa.

Assim sendo, tornou-se padrão a utilização do novo software, tanto no desenvolvimento do projeto, quanto na execução do mesmo, abandonando-se as outras ferramentas utilizadas com a mesma finalidade.

### **6 | CONCLUSÃO**

Toda e qualquer indústria apresenta, em seu processo produtivo, problemas dos mais variados tipos e grandezas. Saber lidar com essas situações é de suma importância para uma vida longa nos negócios.

A utilização do MASP aliado a ferramentas da qualidade foi de grande valia para identificação e melhoramento dos resultados obtidos no processo de corte da indústria em que se deu o estudo de caso.

Através dessas ferramentas foi possível identificar a causa raiz do problema de grande índice de refugo e desenvolver um plano de ação para que o problema fosse solucionado.

Identificado o problema e desenvolvido o plano de ação, a aplicação das melhorias, apesar de não mensuradas com precisão, trouxe uma redução significativa na quantidade de matéria prima desperdiçada no processo de corte, o que acarretará numa economia significativa para a empresa.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente F. **Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia**. 8 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e serviços LTDA., 2004.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CELSO LUCHEZZI, **Gestão de armazenamento, estoque e distribuição**. São Paulo: Pearson, 2015.

CERVO, A. L.; SILVA, R. da; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Pearson, 2007.

IDALBERTO CHIAVENATO, **Planejamento e controle da produção**. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

KLEIN, AMAROLINDA ZANELA et al. **Metodologia de Pesquisa em Administração: Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Atlas, 2015.

KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., & MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

MARSHALL JÚNIOR, Isnard et al. **Gestão da Qualidade**. 9.ed. Rio de Janeiro: FG, 2008.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson, 2012 p.46.

SHIBA, S; Graham, A. & Walden, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

WANKE, PETER. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimento: Decisões e Modelos Quantitativos**, 3ed. São Paulo: Atlas, 2011.

## A APLICAÇÃO DO MASP NUMA EMPRESA DO SETOR DE ENERGIA EÓLICA

### **David Cassimiro de Melo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

### **Marcel Alison Pimenta Bastos Cabral de Medeiros**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

### **Marcelle Moreno Moreira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

### **Victor Francisco Sabino Araújo Lima**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

### **Bianca Luanna Barros Lopes**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

**RESUMO:** Energia é fundamental para o desenvolvimento econômico e social de qualquer país, sendo a eletricidade responsável por uma parcela significativa dessa energia utilizada, podendo chegar a 34% até 2025. Diante disso, a energia eólica surge como uma fonte alternativa de geração de eletricidade e, nesse cenário, o Brasil se mostra como um potencial produtor. O trabalho objetiva, a partir do método MASP, implantar ferramentas da qualidade, como forma de melhorar a execução, o controle e a qualidade dos processos desenvolvidos pelo setor de reparo de peças de

uma empresa do setor de energia eólica. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, cujos procedimentos técnicos consistem em um estudo de caso, podendo ser classificada quanto aos objetivos como explicativa e de abordagem qualitativa. A aplicação do MASP seguiu 8 etapas, em que foi possível identificar o problema, criar um plano de ação e implantar melhorias na rotina do setor estudado. O uso das ferramentas da qualidade trouxe uma maior visibilidade dos processos, conhecimento de gargalos não identificados, levantamento de dados desconhecidos, documentação de processos e oportunidades de melhorias para o setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** MASP, Gestão de Serviços; Ferramentas da Qualidade; Energia Eólica.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 O setor de energia eólica

Mamaghani et al. (2016) afirmam que a energia é considerada um importante assunto quando se trata do desenvolvimento social e econômico de qualquer país. Em relação aos tipos de energia, dados de 2010 da International Energy Agency, apontam que a eletricidade representa uma grande parcela de energia

utilizada pela humanidade, estimada em 12% em 2008, devendo crescer até 34% em 2025. Todo esse crescimento no consumo de eletricidade levanta uma preocupação social, principalmente, quanto a queima contínua de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade (MAMAGHANI et al., 2016).

Os governos e indústrias em todo o mundo já reconhecem que os níveis cada vez mais crescentes de dióxido de carbono na atmosfera, causados pela atividade humana, provocará mudanças significativas no clima da terra (HESSAMI; BOWLY, 2010). Com a poluição gerada pelos combustíveis fósseis, e a degradação causada por eles a natureza, a busca por energia alternativa e limpa se torna necessária para atender a atual demanda de energia (LI et al., 2013).

A Global Wind Energy Council (GWEC) publicou um estudo apresentando os 10 principais países em termos de capacidade acumulada em produção de energia eólica. A partir dos dados, é possível perceber a liderança da China, com uma capacidade instalada de 168 GW. Em seguida aparece os Estados Unidos com 82 GW. O Brasil assume a nona posição com 10GW de capacidade instalada. O resumo dos dados pode ser visto na figura 01.

### CAPACIDADE ACUMULADA EM ENERGIA EÓLICA (%)

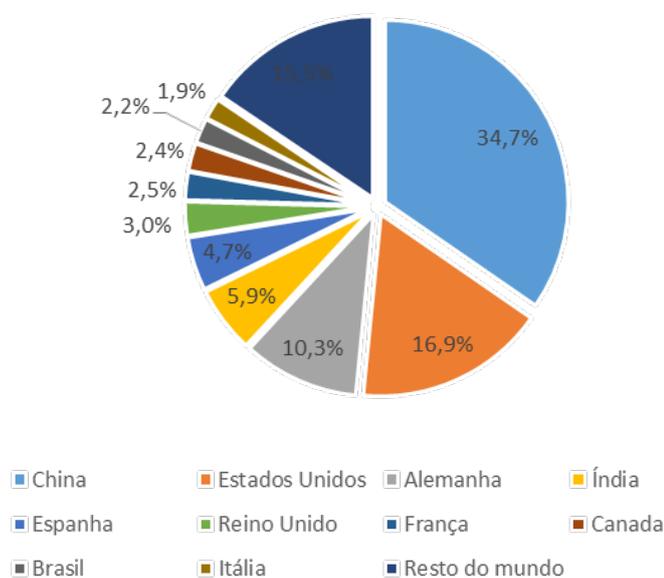


Figura 01 – Capacidade acumulada em energia eólica no mundo (2016).

Fonte: Adaptado de GWEC (2016)

## 1.2 Caracterização da empresa

A empresa em estudo tem como objetivo principal a prestação de serviços de manutenção para parques eólicos no estado do Rio Grande do Norte. A unidade atende, basicamente, a três principais clientes que são donos de parques eólicos em diversos locais do estado. Devido à importância desses clientes, a empresa disponibiliza uma

equipe responsável por atender, de forma exclusiva, às demandas criadas por eles.

O serviço de manutenção envolve diversos procedimentos: reparo de cabos, encaixe de componentes, injeção de graxas em rolamentos, teste de sensores e outros. Durante essas atividades, muitos componentes são substituídos a fim de que as turbinas operem em seu melhor estado já que a função da equipe de campo é, sobretudo, manter as turbinas funcionando. Caso existam problemas na operação, a turbina parada gera um custo para a organização.

Para manter as turbinas funcionando e evitar perdas por parte de seus clientes, a organização cuida de, no mínimo, o reparo de nove diferentes componentes. Cada um deles possui um processo e um tempo de reparo específico. Além disso, possuem níveis de criticidade diferentes para o funcionamento do sistema e custos de reparo diferentes.

Durante as intervenções nos parques eólicos, as equipes de campo da empresa perceberam que, ao invés de comprar novas peças para reposição, os empresários poderiam repará-las de forma que continuassem desempenhando sua função requerida. Essa ação causa um impacto positivo no fluxo de caixa de seus clientes, uma vez que o preço de reparo, para algumas peças, chega a ser 90% menor do que o preço de uma peça nova.

Com isso, foi criado um setor de reparos dentro da organização, responsável por executar os reparos nas peças que, de alguma forma, podem ser reaproveitadas. Por ser um setor novo, esse não possuía ferramentas para controle de seus processos. Não se tinham informações sobre quantas peças eram reparadas por mês, quais tipos de peças tem uma maior frequência de reparos, quanto tempo se gasta para reparar cada tipo de peça, entre outras informações.

Assim sendo, este trabalho tem como objetivo, a partir do método MASP, implantar ferramentas da qualidade (fluxograma, procedimento operacional padrão, Ishikawa), como forma de melhorar a execução, o controle e a qualidade dos processos desenvolvidos por essa nova área de negócio da organização.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MASP

Fernandes *et al.* (2012) introduz o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) como uma ferramenta que pode ser aplicada tanto durante o estado de rotina de um processo como no estágio de melhoria de um processo. Segundo o mesmo autor, a melhoria pode surgir quando algum problema é identificado ou quando se deseja traçar novas metas de desempenho.

Bastiani (2013), apresenta o MASP como um processo formado por oito etapas onde cada uma delas contribui para a identificação dos *gaps* existentes e a elaboração

de planos de ação para fechá-los. As etapas podem ser observadas na figura 02.

Método de Análise e Solução de Problemas	
ETAPA	DESCRIÇÃO
<b>ETAPA 1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA</b>	Escolha do problema
	Histórico do problema
	Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis
	Fazer a análise de pareto (demonstra a frequência das ocorrências (de maior para menor) através de gráfico)
	Nomear responsáveis
<b>ETAPA 2 OBSERVAÇÃO</b>	Descoberta das características do problema através de coleta de dados e observação do local
	Cronograma, orçamento e meta.
<b>ETAPA 3 ANÁLISE</b>	Definição das causas influentes
	Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)
	Análise das causas mais prováveis (verificação das hipóteses)
<b>ETAPA 4 PLANO DE AÇÃO</b>	Elaboração da estratégia de ação
	Elaboração do plano de ação para o bloqueio e revisão do cronograma e orçamento final
<b>ETAPA 5 AÇÃO</b>	Treinamento
	Execução da ação
<b>ETAPA 6 VERIFICAÇÃO</b>	Comparação dos resultados
	Listagem dos efeitos secundários
	Verificação da continuidade ou não do problema
<b>ETAPA 7 PADRONIZAÇÃO</b>	Elaboração ou alteração do padrão
	Comunicação
	Educação e treinamento
	Acompanhamento da utilização do padrão
<b>ETAPA 8 CONCLUSÃO</b>	Relação dos problemas remanescentes
	Planejamento do ataque aos problemas remanescentes
	Reflexão

Figura 02 - MASP

Fonte: Adaptado de Bastiani (2013)

O método sistematiza a resolução de problemas identificando e bloqueando suas causas primárias, eliminando as possibilidades de reincidência. Para isso, o método agrupa e faz uso de diversas ferramentas da qualidade que auxiliam na melhoria pretendida.

Com relação à sua eficácia, Morais et al (2017) e Lima et al (2017) afirmam que o método é eficaz na solução de problemas, uma vez que ele identifica, investiga e propões alternativas para a eliminação do mesmo. Entretanto, sua eficiência depende da integração e do esforço dos envolvidos, tendo em vista que se trata de um processo de melhoria contínua.

## 2.2 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade que permite classificar os problemas encontrados nas empresas, distinguindo quem é mais importante e quem é menos importante. Slack (2009) a descreve como uma técnica relativamente direta, que classifica os tipos de problemas ou suas causas por ordem de importância, geralmente medidos por frequência de ocorrência.

A análise do diagrama é baseada no fenômeno que a maioria dos problemas podem ser explicados por algumas causas. Portanto, a solução dos problemas deve priorizar a mitigação dessas causas principais, que são denominadas questões vitais.

## 2.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa é um gráfico de causas e efeitos desenvolvido principalmente para estudar os problemas identificados no processo, no formato visual de uma espinha de peixe. De acordo com Moura (2003), está é uma ferramenta útil para análise dos processos de forma a identificar as possíveis causas de um problema. Em concordância, Slack (2009) afirma que a ferramenta é bastante efetiva em identificar as raízes do problema.

Segundo Campos (1999) o diagrama permite identificar possíveis causas analisando 6 dimensões: máquinas, medidas, meio-ambiente, materiais, métodos e mão de obra. A ferramenta relaciona as possíveis causas encontradas em cada dimensão com o efeito que está sendo estudado, sendo uma ferramenta adequada para programas de melhoramento.

## 3 | MÉTODO DA PESQUISA

Siqueira (2017) afirma que, com relação à classificação do método de pesquisa, quatro pontos principais devem ser analisados. São eles: natureza, procedimentos técnicos, objetivo e abordagem da pesquisa.

Quanto a sua natureza, a presente pesquisa pode ser classificada como aplicada, uma vez que utiliza as ferramentas do MASP para melhoria de processos de negócio. Turrioni e Mello (2012) tratam a pesquisa aplicada como sendo aquela utilizada imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Sobre os procedimentos técnicos, a pesquisa consiste em um estudo de caso. Para Gil (2008), um estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, permitindo ter um conhecimento amplo e detalhado sobre o assunto. Tratando-se desta pesquisa, foi realizado um levantamento o método MASP, identificando a sua aplicação para a realidade encontrada na organização de estudo.

A respeito dos objetivos da pesquisa, essa pode ser classificada como explicativa uma vez que profunda o conhecimento da realidade e explica o porquê dos acontecimentos a partir da identificação de fatores que determinam e contribuem para a ocorrência de um determinado fenômeno (TURRIONI; MELLO, 2012). Todos os dados utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa foram repassados pela organização de estudo.

Por fim, quanto a abordagem, a pesquisa é classificada como qualitativa. Uma pesquisa qualitativa é apropriada para o entendimento de fenômenos complexos e específicos, em profundidade, de natureza social e cultural, mediante descrições, interpretações e comparações, sem considerar aspectos numéricos (FONTELLES *et al.*, 2009).

## 4 | ESTUDO DE CASO

### 4.1 Apresentação do Setor

A unidade da empresa estudada do Rio Grande do Norte atende basicamente a 3 principais clientes que são donos de conjuntos de parques eólicos espalhados pelo estado. Devido à importância desses clientes, a empresa disponibiliza 1 gerente para cada cliente, de forma que o gerente e sua equipe atendam de forma exclusiva às demandas criadas pelos parques eólicos. Isso influencia no organograma da empresa que se constitui da forma representada na figura 2.

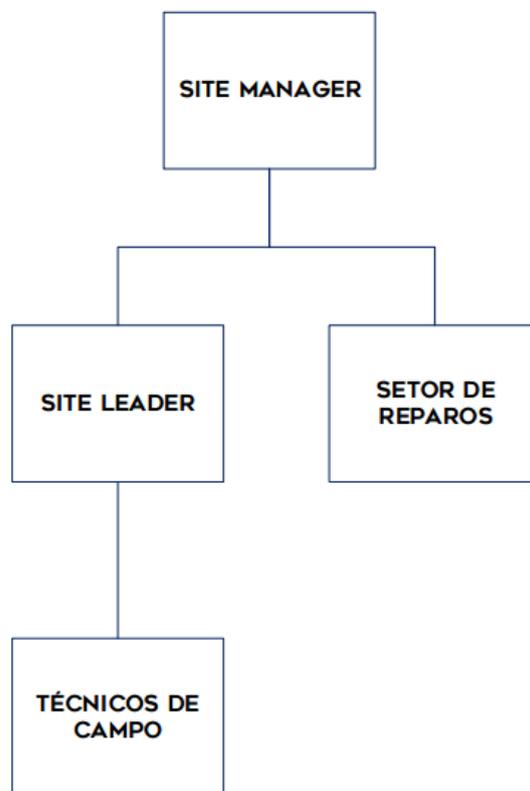


Figura 2 – Organograma Organizacional

Fonte: Elaboração Própria (2017)

O *Site Manager* é o responsável por gerenciar todos os parques eólicos de seu cliente, porém ele assume funções mais administrativas e se localiza no escritório da empresa do RN. Os *Site Leaders* atuam principalmente nos parques eólicos, eles gerenciam tanto os problemas administrativos como problemas técnicos e se localizam em escritórios menores dentro dos parques. Os técnicos são os responsáveis pela parte operacional, eles quem fazem substituição de peças e realizam serviços de ordem técnicas oriundos dos aerogeradores.

Por fim, o setor de reparos conserta as peças que vêm dos parques eólicos com defeitos. Esse setor foi criado visando uma redução do custo com a compra de novas peças proporcionando economias de até 90% do valor de uma peça nova. Este setor

possui apenas um colaborador, e as principais atividades desenvolvidas estão listadas na figura 3.

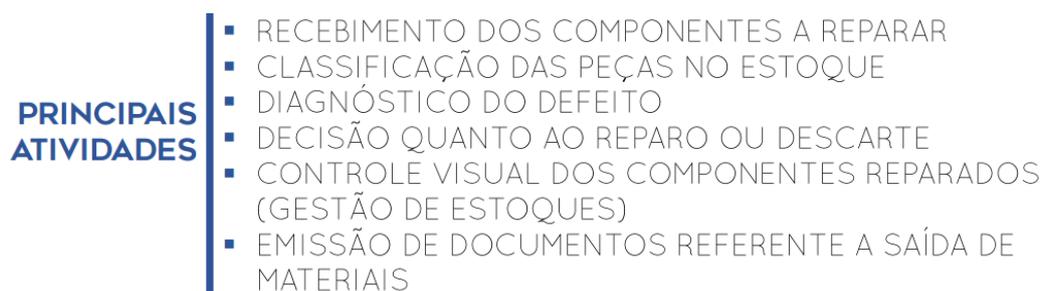


Figura 3 – Principais Atividades do Setor

Fonte: Elaboração Própria (2017)

Tratando-se do grau de formação do responsável pelo setor, o mesmo possui graduação em Engenharia Elétrica. Como experiências profissionais, atuou como técnico em eletrônica pela Marinha do Brasil, onde desenvolveu experiência na área. Na empresa estudada, atuou como Técnico de Campo e hoje é responsável pelo Setor de Reparos.

#### 4.2 Ferramentas utilizadas

A realização de visitas presenciais ao setor permitiu ter conhecimento de alguns métodos de gestão desenvolvidos pelo responsável, como forma de organizar e facilitar a rotina do seu trabalho. Um dos métodos utilizados é o da gestão visual. O responsável utiliza o sistema de cores como forma de organizar o estoque de peças defeituosas e concertadas. A sua utilização é composta por três cores, as quais representam os estágios percorridos pelas peças. O sistema de cores é representado na figura 4.

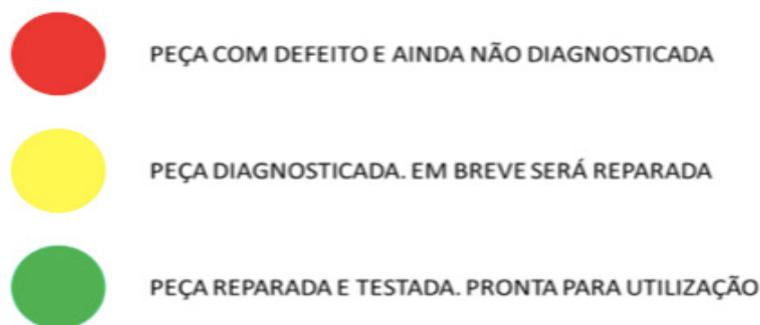


Figura 4 – Sistema de cores para organização do estoque

Fonte: Elaboração Própria (2017)

Além do sistema de gestão visual, o setor utiliza de documentações como o relatório de manutenção. Esse documento é utilizado no momento em que a peça defeituosa é retirada da turbina eólica. Em termos de informação, ela apresenta a data

de início e fim do término da operação de coleta, o nome dos técnicos responsáveis pela atividade, identificação do aerogerador, atividades que foram realizadas e itens utilizados para a realização da atividade.

### 4.3 Processos do Setor

Como forma de ter um melhor conhecimento das atividades desempenhadas pelo Setor de Reparos, durante as entrevistas com o responsável pelo setor, foi desenvolvido um macrofluxograma, conforme figura 5. O processo retratado representa o caminho percorrido por todas as peças defeituosas que chegam até esse setor da empresa.

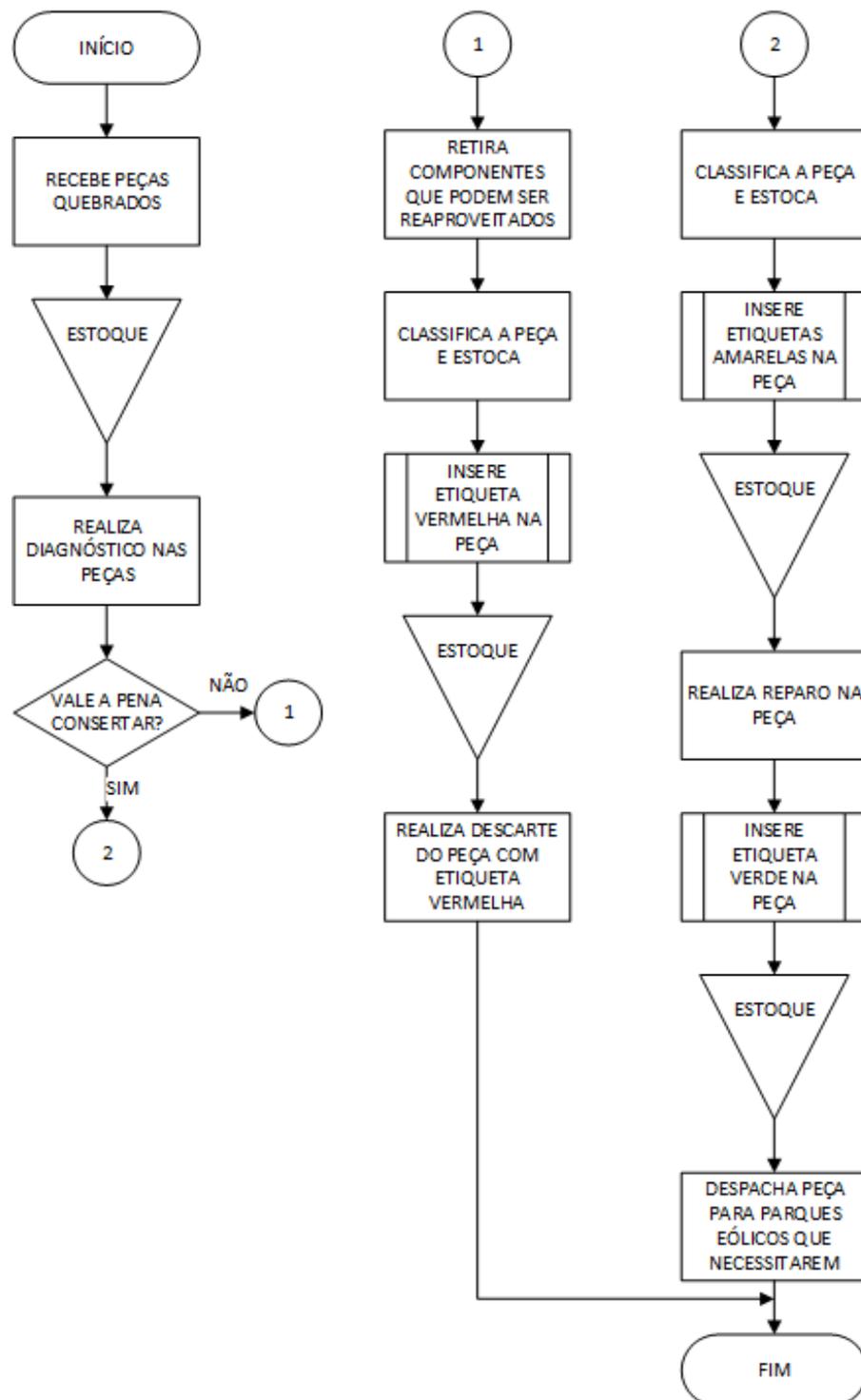


Figura 5 – Macrofluxograma do Setor

Fonte: Elaboração Própria (2017)

Segundo o responsável pelo setor, o desenvolvimento do fluxograma representado na figura 5 permitiu com que os técnicos de campo conhecessem melhor o funcionamento do setor de reparos. Dessa forma, eles passavam a respeitar mais as atividades do setor, uma vez que agora se tornaram conhecidas.

#### 4.4 MASP : Gargalo 1)

##### 4.4.1 Etapa 1: Identificação do Problema

A partir das entrevistas realizadas com o funcionário e a análise de dados disponibilizados, foi definido um problema-chave para ser resolvido. Escolheu-se a quantidade e frequência absoluta da ocorrência de conserto em cada tipo de peça. Em quantidade, os reparos as peças do tipo 1 representam um percentual de 80,35%, seguido das placas do tipo 2, que representaram 17,90% dos consertos. O percentual para todas as peças pode ser visto na figura 7.

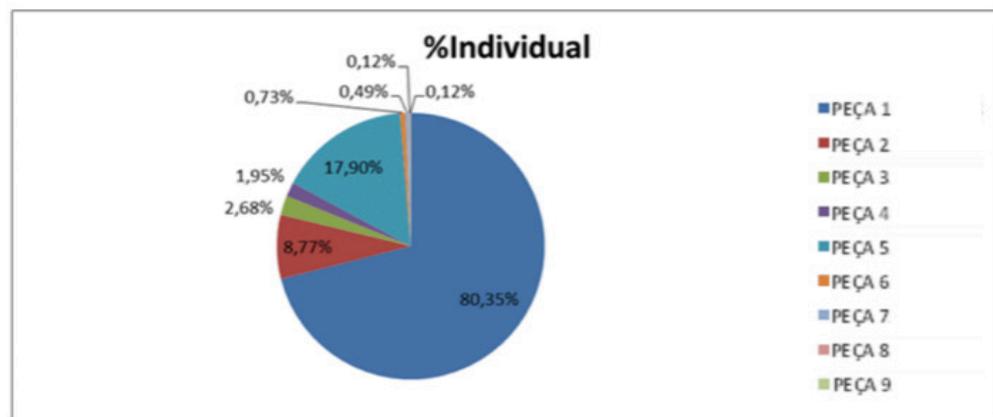


Figura 7 – Percentual de reparos realizados por peça

Fonte: Elaboração Própria (2017)

O gargalo foi escolhido com base nos dados fornecidos pelo técnico, as informações sobre o tempo de conserto por peça comparando com a quantidade de peças consertadas. A figura 8 apresenta Pareto elaborado pela equipe e a sua devida análise.

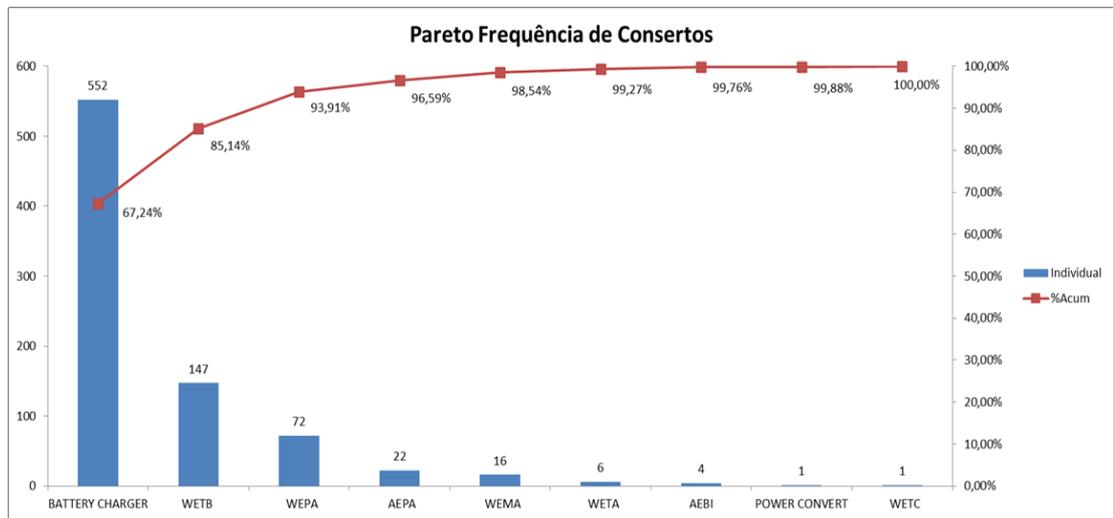


Figura 8 – Frequência de concertos/peça

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

É possível perceber que no período de 1 ano, de abril de 2016 até abril de 2017, foram consertados 552 produtos do tipo 1, sendo responsável por 80,35% das 670 peças consertadas. Os 19,65% restantes foram a soma da frequência de todas outras placas.

Quando é feita a análise mês a mês, se percebe que as placas do tipo 1 (coluna azul) predominam em todos os meses analisados. Esse comportamento pode ser visto na figura abaixo.

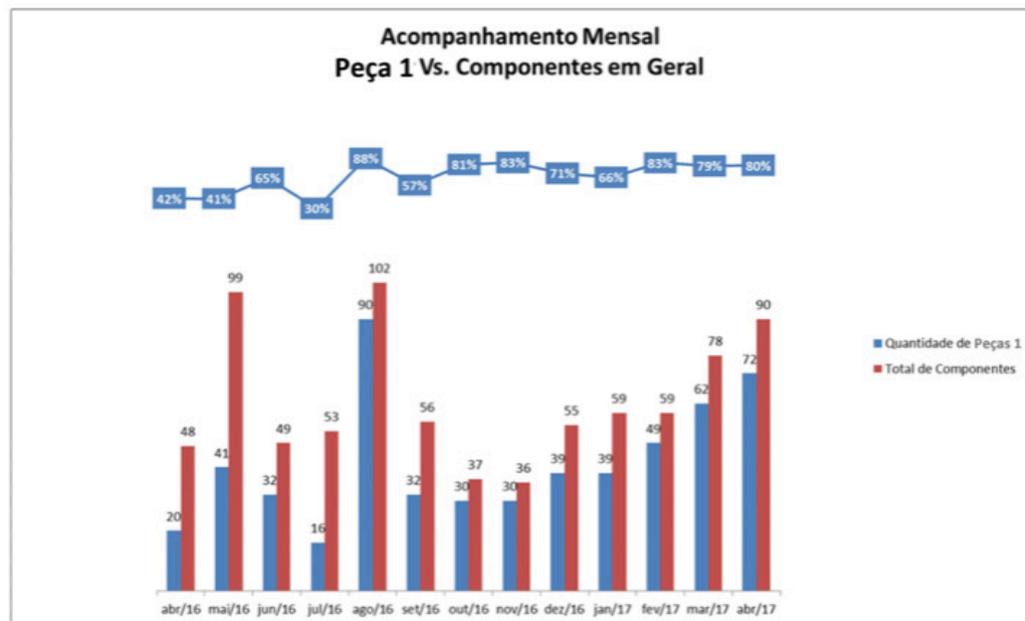


Figura 9 – Comparativo de reparos da peça 1 com as demais.

Fonte: Elaboração Própria (2017)

#### 4.4.2 Etapa 2: Observação

Em entrevistas com o único colaborador do setor observou-se que, apesar da maior parte das peças serem do tipo 1, essas mesmas peças também seriam as menos complexas de se trabalhar, demandando um menor tempo de reparo. Acredita-se que o trabalhador tenha um *know-how* muito grande, ou seja, ele é um especialista em conserto de carregadores de baterias e já deve ter a experiência necessária para encontrar com facilidade os erros nestes componentes. Porém, existe uma sobrecarga de peças no estoque para serem consertadas, sozinho o técnico não consegue consertar todas.

#### 4.4.3 Etapa 3: Análise

Analisando o problema, entende-se que peça é um gargalo porque, apesar de ter uma produtividade de conserto alta, possui uma complexidade e valor menor. Logo, o colaborador utiliza muito do seu tempo, que poderia ser gasto com peças mais complexas e mais caras de se comprar, para consertar essas baterias que estão presentes em grandes quantidades. Foram levantadas as seguintes hipóteses: talvez seja melhor consertar menos quantidades de componentes, priorizando o conserto de componentes diversificados observando a flexibilização de mix, ou também consertar peças de maior valor. Este último servirá para aumentar a produtividade em reais de economia por peças consertadas ao longo do tempo de trabalho.

Nota-se, também, que o colaborador poderia ter um ajudante, com o qual dividiria a quantidade de trabalho demandado pelas peças do tipo 1 e com reparos menos complexos. Dessa forma, ele poderia dar atenção a peças com maior grau de dificuldade no conserto e que trazem maior retorno para a organização, potencializando assim sua *expertise*.

#### 4.4.4 Etapa 4: Plano de Ação

Com base na análise dos dados percebe-se a necessidade de mão de obra no setor em estudo visto que a demanda por peças reparadas tem aumentado, sobretudo nas épocas conhecidas no setor eólico por High Wind, em que os ventos se intensificam. Como foi explicitado nas etapas anteriores, o *know-how* de reparo de componentes eletrônicos do único funcionário do setor é muito bom e isso permite que ele tenha facilidade no reparo de componentes mais simples, como as do tipo 1.

Entretanto, a experiência com reparo de componentes mais complexos de aerogeradores é adquirida com o trabalho direto na área, pois as peças são bem específicas às turbinas eólicas. Por isso, a fim de que o setor de reparo da organização obtenha suas atividades voltadas para vários tipos de componentes, foi realizado o levantamento de algumas ações que permitiriam um melhor resultado para o setor em questão:

- Contratação de funcionários com experiência em reparos eletrônicos; (1)

- Contratação de estagiário no setor; (2)
- Estabelecimento de metas mensais para reparo de componentes mais complexos; (3)
- Elaboração de treinamentos para o setor e para os técnicos de campo com foco no funcionamento de cada componente; (4)
- Elaboração de um checklist de execução de tarefas para o reparo de componentes com maiores demandas; (5)
- Incentivo ao compartilhamento de conhecimento com outros setores de reparo da organização. (6)

#### 4.4.5 Etapa 5: Ação

O quadro a seguir esquematiza o detalhamento de cada ação planejada na etapa anterior.

PLANO	ACÃO
1	Conversar com a gerência e mostrar a necessidade de abrir uma vaga para o setor. Mostrar através das hipóteses levantadas durante a etapa de análises.
2	Solicitar um estagiário na área de eletrônica com objetivo de apoiar todas as atividades de reparo executada como o teste final das peças após o reparo, apoio com a organização das ferramentas e utensílios, controle do recebimento e saída de peças, apoio na elaboração de treinamentos, etc.
3	Através do estudo e pesquisa do funcionamento de determinado componente, realizar reparos e testes em componentes mais complexos a fim de torná-los mais simples de entendimento.
4	Conversar com o setor de treinamentos a fim de criar treinamento tanto para os técnicos de campo quanto para os futuros funcionários do setor de reparos. Os técnicos de campo tendo esse conhecimento iriam conseguir identificar melhor o defeito e passar essa informação mais rápido ao setor de reparos. Já o setor de reparos teria um conhecimento maior do funcionamento detalhado de cada componente das peças da turbina.
5	Com o <i>know-how</i> do atual funcionário, elaborar uma folha de verificação ( <i>checklist</i> ) de componentes para peças com maior frequência de reparos, objetivando passar esses procedimentos aos futuros funcionários do setor.
6	Realizar <i>hangouts</i> ou encontros com os <i>site managers</i> e os principais funcionários dos setores de reparo a fim de compartilhar conhecimentos e experiências adquiridas após um determinado período. Além disso, após o reparo de algum componente não tão conhecido, a criação de um documento compartilhado explicando o erro e o reparo detalhadamente iria expandir o conhecimento para todas as regiões que poderão se deparar com essa peça futuramente.

Tabela 1 - Ação

Fonte: Elaboração Própria (2017)

#### 4.4.6 Etapa 6: Verificação

A execução do plano de ação proporcionou algumas melhorias para o setor, mesmo que não sendo totalmente cumprido, tendo em vista que algumas propostas envolviam a contratação de pessoas. Verificou-se um impacto positivo no seu funcionamento a partir da comparação do cenário anterior com o cenário posterior as implementações das ações sugeridas.

A ação 3 provocou uma busca dos funcionários para atingir as metas de reparo estabelecidas. O intuito dessas metas era de balancear a capacidade do setor para atender reparos de peças tanto com baixo valor agregado como com alto valor agregado, evitando que fossem reparadas uma grande quantidade de peças com baixo valor ou uma pequena quantidade de peças com alto valor. Observou-se uma diminuição no tempo de reparo de todas as peças, como também um aumento na quantidade de peças mais complexas reparadas. Isso foi verificado com o reparo de 2 peças do tipo 8 após a implementação dessas metas, que no ano passado apenas 1 peça desse tipo foi reparada.

Os problemas relacionados às análises dos defeitos no campo foram minimizados, mas não totalmente solucionados, com a ação 4. Ela permitiu que os técnicos de campo fossem mais assertivos com relação aos defeitos dos equipamentos e nos testes de funcionamento que eram realizados ainda no parque eólico, diminuindo a incidência de peças sem defeitos que chegavam no setor de reparos. Além disso, alguns técnicos passaram a conseguir solucionar problemas mais simples ainda em campo, sem a necessidade solicitar o reparo.

As ações 5 e 6 são voltadas para a gestão do conhecimento na unidade do RN e na empresa em geral. Porém apenas a ação 5, que envolvia a documentação do processo de reparo das peças com maior incidência, foi executada e sua melhoria só poderá ser notada quando houver necessidade de compartilhar o conhecimento. A ação 6 não foi possível de ser realizada, tendo em vista que necessita de um envolvimento de gerentes de outras unidades e, portanto, não depende apenas da unidade estudada.

As ações 1 e 2 não foram implementadas de imediato, tendo em vista que envolviam contratação de pessoas, provocando um aumento de custo com mão de obra do setor. Todavia, as ações precisam ser propostas pois existe um problema latente de capacidade do setor que algumas vezes limita a realização dos reparos e não permite que todas as peças sejam reparadas, provocando custos com a compra de outras peças.

#### 4.4.7 Etapa 7: Padronização

Nesta etapa, foram desenvolvidos Procedimentos Operacionais Padrão (POP), os quais servirão como padrão para os MASP elaborado neste estudo. Os POP's não

podem ser apresentados por questões de confidencialidade.

#### 4.5 Diagrama de Ishikawa

A fim de levantar as principais causas do aumento de tempo na realização do reparo de componentes, foi construído um Diagrama de Ishikawa para uma melhor visualização das causas.

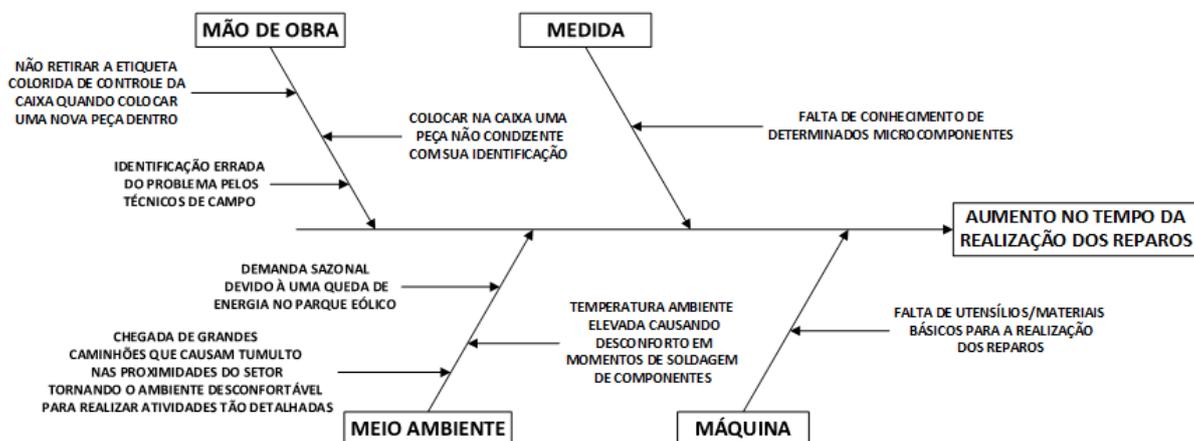


Figura 11 – Diagrama de Ishikawa

Fonte: Elaboração Própria (2017)

### 5 | PROPOSTAS DE MELHORIA

Com base nas informações adquiridas percebeu-se a necessidade de ampliação do quadro de funcionários, com isso adquirir duas novas mesas de trabalho, climatização e novos prateleiras para estoque, realizar um inventário, para analisar quantas peças, de cada tipo já se encontram no setor esperando para serem consertadas, a partir daí elaborar um documento para cadastrar no sistemas as peças que estão chegando no setor. Determinar que o estagiário tenha a função de que com a chegada da peça é necessário fazer o *checklist* de recebimento das peças da seguinte forma.

- Observar se o defeito do componente já está descrito na caixa;
- Testar o componente para checar o funcionamento;
- Classificar os componentes por: possibilidade de reparo e quanto ao tipo de componente;
- Armazenar de maneira organizada no setor.

Como função do supervisor de reparos:

- Definir quais os dias serão reparados cada qualidade de componente e a cota de reparos realizada por mês, analisando qual componente tem mais valor agregado para a empresa;
- Treinar o estagiário para efetuar os reparos de baterias, e se concentrar no reparo de peças mais complexas;

- Destinar um tempo maior para estudar as peças de maior complexidade;
- Disponibilizar para os funcionários modelo de procedimentos para o reparo dos componentes;
- Disponibilizar um modelo de procedimentos rápidos que podem ser efetuados em campo;
- Diminuir o tempo de reparo do gargalo do setor;
- Calcular a demanda de peças que a GE necessita e traçar plano de metas para cumpri-las.

## 6 | CONCLUSÃO

Analisando todos os resultados das ferramentas utilizadas, foi observado com muita evidência a necessidade de ampliar o quadro de funcionários do setor para que as atividades de reparo atendam da melhor forma a demanda que tem crescido. Além disso, a concentração de expertise em um único funcionário do setor traria futuros gargalos nos processos já que em casos de afastamento médico ou férias, por exemplo, não teria outro funcionário para substituí-lo.

O investimento em novas ferramentas, utensílios e bancadas de trabalho também foi uma oportunidade percebida já que permitiria uma diminuição no tempo dos reparos. Além disso, a climatização e planejamento de uma sala fechada para o setor é algo indispensável para o aprimoramento e eficácia nas atividades realizadas.

Em relação a quantidade das peças que chegam, peças reparadas e peças que vão para sucata, foi-se sugerido um melhor controle de estoques. Esse controle seria feito a partir do investimento de novas prateleiras e containers para melhor visualização de todos os componentes e um sistema de controle de peças que chegam ao setor. Dessa forma seria possível ter informações quantitativas relativa a todas as peças pendentes de reparo existem no setor, visto que essa informação é desconhecida.

Com o diagrama de Pareto e gráfico dos tempos de reparo foi possível perceber a concentração de esforços em alguns componentes mais simples. Com isso, mais uma sugestão surgiu: Distribuir melhor o tempo de trabalho do funcionário em relação a todos os componentes recebidos e conseqüentemente aumentar o número de outras peças reparadas. Essa medida seria realizada a partir de ações desenvolvida na etapa 5 do MASP elaborado.

Por fim, foi concluído que a aplicação de ferramentas de sistemas de gestão da qualidade no setor de reparos técnicos e manutenção de componentes de turbinas eólicas trouxe uma maior visibilidade dos processos, conhecimento de gargalos não identificados anteriormente, levantamento de dados desconhecidos, documentação de processos e principalmente, oportunidade de melhorias para o setor e para a empresa, que poderá tomar decisões de maneira mais segura a partir dos resultados obtidos.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOS, V. F.** *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*. Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.
- EA. **CO2 emissions from fuel combustion: HIGHLIGHTS**. Paris: OECD/IEA, 2016. 166 p.
- FONTELLES, M. J. et al. **Metodologia da pesquisa científica**: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Goiás: UFG, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GWEC. **Global Wind Statistics**. Bruxelas: 2017. 4 p. Disponível em: <[http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC\\_PRstats2016\\_EN\\_WEB.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2016_EN_WEB.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2017.
- HESSAMI, M.; BOWLY, D. R. Economic feasibility and optimisation of an energy storage system for Portland Wind Farm (Victoria, Australia). **Applied Energy**, v. 88, n. 8, p.2755-2763, ago. 2011.
- LI, C. et al. Techno-economic feasibility study of autonomous hybrid wind/PV/battery power system for a household in Urumqi, China. **Energy**, v. 55, p.263-272, jun. 2013.
- LIMA, Adao Cleber de et al. **Aplicação e desenvolvimento do MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) em instituição sem fins lucrativos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., Anais. Joinville: 2017.
- MAMAGHANI, A. H. et al. Techno-economic feasibility of photovoltaic, wind, diesel and hybrid electrification systems for off-grid rural electrification in Colombia. **Renewable Energy**, v. 97, n. 1, p.293-395, jun. 2016.
- MOHAMMADI, K.; MOSTAFAEIPOUR, A. Economic feasibility of developing wind turbines in Aligoodarz, Iran. **Energy Conversion And Management**, v. 76, p.645-653, dez. 2013.
- MORAIS, Marcia Gomes de et al. **A gestão da qualidade na prestação de serviços: Um estudo de caso em um restaurante localizado em São Luís - MA**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., Anais. Joinville: 2017.
- SANTOS, Vanessa Mirelly da Silva et al. **Aplicação da metodologia masp e plan do ciclo pdca: estudo de caso em uma empresa do setor óptico**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., Anais. Joinville: 2017.
- SIQUEIRA, M. E. M. **Desenvolvimento sustentável de produtos em ambientes fashion**: modelo conceitual. 2017. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Itajubá: UNIFEI, 2012. v. 50, p.669-676, nov. 2012.

## AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS PELO SETOR DE MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE CALCÁRIO NO RN

**Andressa Galvão de Araújo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

**Luciana de Figueiredo Lopes Lucena**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal-RN

**RESUMO:** O setor de mineração e beneficiamento de calcário tem um importante destaque na economia do Estado do Rio Grande do Norte, porém, provoca impactos prejudiciais ao meio ambiente, destacando-se a geração de resíduos sólidos. Assim, este artigo tem como objetivo avaliar a forma de gestão dos resíduos sólidos gerados em empresas mineradoras ou de beneficiamento do Estado. A análise dos fatores ambientais foi feita por meio do estudo de múltiplos casos. O estudo incluiu a aplicação de um checklist em três empresas mineradoras de calcário no RN. A partir dos resultados foi possível constatar que o principal resíduo sólido gerado pelas empresas são os estéreis, os quais não estão impactando significativamente o ambiente, uma vez que ambas conseguem reaproveitar os resíduos gerados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calcário, Gestão de Resíduos, Resíduo sólidos, Mineração e Beneficiamento, Estudo de múltiplos casos

**ABSTRACT:** The limestone mining and

processing sector has an important role in the economy of the state of Rio Grande do Norte (RN), however, it has harmful impacts on the environment, especially on the generation of solid residues. Thus, this article aims to evaluate the management of solid residues generated in mining or beneficiation companies of the state. The analysis of the environmental factors was made through the study of multiple cases. The study included the application of a checklist in three limestone mining companies in the RN. From the results, it was possible to verify that the main solid residues produced by the companies are sterile. These residues do not have a significant impact on the environment, as companies are able to reuse the generated waste.

**KEYWORDS:** Limestone, Waste Management, Solid Residues, Mining and Processing, Multiple Case Study

### 1 | INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Norte (RN) é um Estado da Região Nordeste do Brasil com elevado potencial de extração e beneficiamento de recursos minerais. O Estado se destaca no setor de mineração e beneficiamento de calcário, recurso de grande importância para a sua economia. De acordo com o Anuário Mineral

Brasileiro de 2010 (DNPM, 2010), o RN figura entre os dez Estados do país com maiores reservas lavráveis de calcário, as quais se concentram, predominantemente, na região do Oeste Potiguar.

Associado ao dinamismo econômico trazido pelo aumento na produção de minérios e no tamanho de reservas medidas nos últimos anos, os impactos ambientais decorrentes dos processos de mineração e beneficiamento dos minérios também cresce em significância. Com relação à geração de resíduos, por exemplo, projeções indicaram que produção de rejeitos da mineração de calcário no ano de 2012 seria da ordem de 13,43 milhões de toneladas, com perspectivas de chegar a 20,35 milhões de toneladas em 2030. Tradicionalmente, esses resíduos são descartados em aterros e, frequentemente, lançados diretamente no ambiente, sem qualquer processo de tratamento prévio (IPEA, 2011).

Considerando este cenário, o presente artigo buscou por meio de estudos de casos múltiplos, avaliar preliminarmente a postura das indústrias mineradoras e/ou beneficiadoras de calcário localizadas no Rio Grande do Norte, quanto à gestão dos resíduos sólidos gerados em suas atividades produtivas. O estudo por múltiplos casos foi escolhido devido a possibilitar uma maior confiabilidade dos dados, uma vez que faz uso da reaplicação de experimentos. Para tanto, realizou-se uma pesquisa em três empresas do Estado do RN, visando identificar como está sendo realizada a gestão dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo e as ações mitigadoras para reduzir ou minimizar os impactos ambientais.

## **2 | A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO**

O setor de mineração, atividade que explora recursos naturais, desempenha papel significativo no ambiente econômico brasileiro. A indústria de mineração, presente em todo o território nacional, tem atuação em pelo menos 1.500 cidades, envolvendo cerca de 160.000 empregos diretos (IBRAM 2010). De acordo com o Anuário Mineral Brasileiro divulgado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (2010), entre os principais produtos que se destacam pela quantidade de produção vendida ou consumida no Brasil, estão o minério de ferro (323 milhões de toneladas) e o calcário (112 milhões de toneladas).

O calcário apresenta grande variedade de uso, concentrando seu mercado consumidor na produção de cimento (46,23%), na construção civil(15,37%) e em corretivo de solos(15,29%) (DNPM, 2010). As rochas carbonatadas e seus produtos também são usados como refratários, carga, abrasivos, matéria-prima para indústrias de papel, plásticos, química, siderúrgica, de vidro, entre outros (SAMPAIO E ALMEIDA, 2008).

De acordo com as estatísticas fornecidas pelo DNPM (2010), os principais mercados consumidores do calcário bruto são Minas Gerais(20,72%), São Paulo(9,77%)

e Espírito Santo(9,39%), e, do calcário beneficiado, Minas Gerais (32,83%), São Paulo(12,47%) e Paraná(10,87%). Projeções para o 2030 indicam um crescimento para o setor, refletido no aumento da mão de obra empregada, dos atuais 12 mil empregados, para um número entre 22 e 33 mil (MEE, 2009).

No Estado do Rio Grande do Norte (RN) a extração e beneficiamento do calcário ocupam um lugar de destaque na economia, com reservas rochosas estimadas em mais de 20.000Km<sup>2</sup> de extensão, espessuras variando de 50 a 400m, uma reserva lavrável no ano de 2013 de 800.096.576t e uma produção bruta de 1.676.424t(LIMA et al, 2012; BRASIL, 2017). O Rio Grande do Norte tem a terceira maior reserva de calcário do Nordeste, com quase 1,8 bilhão de toneladas, correspondentes a 15,5% das reservas localizadas na Região Nordeste, ficando atrás apenas dos Estados do Ceará e Bahia (FIERN, 2014). Os investimentos previstos para o setor mineral no RN são expressivos e geralmente relacionados à construção civil.

De acordo com o Projeto RN Sustentável (2013) os principais produtores da atividade econômica de extração de calcário e dolomita e beneficiamento são Mossoró (39%), João Câmara (21,7%) e Ceará Mirim (21,2%). A maior parte das reservas de calcário do Estado concentra-se nos municípios de Mossoró, Baraúna e Governador Dix-Sept Rosado (FIERN, 2014).

## **2.1 Impactos gerados pela atividade de mineração e beneficiamento do calcário**

A extração de calcário é feita a partir de grandes depósitos ou pedreiras. Elas podem chegar a ter centenas de metros e uma grande vida útil. Dependendo da qualidade, o calcário pode servir como matéria-prima de milhares de produtos. Um exemplo de uso é o emprego do calcário como corretivo de acidez do solo. No Brasil, 21% desse mineral produzido, é destinado ao uso agrícola (SILVA, 2009 apud CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL, 2011). Apesar dos benefícios do minério, ele gera impactos negativos ao meio ambiente, dos quais podemos listar alguns a seguir.

A destruição da vegetação de uma determinada região pode ser consequência da extração do calcário e, inevitavelmente, desfaz paisagens e sítios de interesse paleontológicos, arqueológicos, espeleológicos e indígenas. Fatalmente, animais também são afetados. Outro impacto negativo é sobre o acúmulo de águas. Os afloramentos de calcário funcionam como caixas d'água naturais, e sua extração afeta diretamente o ciclo local de águas. Como se não bastassem os efeitos ambientais, as condições de trabalho na exploração do calcário são preocupantes. Os trabalhadores são expostos frequentemente a ruídos, a vibrações, ao calor e à poeira (CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL, 2011).

O processo de mineração e a etapa de beneficiamento são fontes geradoras de resíduos. Segundo Mota et al (2009) os resíduos sólidos correspondem a todo material proveniente das atividades diárias do homem em sociedade e podem ser encontrados nos estados sólido, líquido e/ou gasoso. O descarte inadequado dos resíduos tem se tornado um problema mundial poluindo o meio ambiente, caso sejam descartados sem

nenhum tratamento, podendo afetar o solo, a água e/ou o ar.

A NBR 10004 (ABNT, 2004a) classifica os resíduos quanto aos seus potenciais riscos ambientais em Classe I (perigosos) atribuída aos resíduos inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos. Classe II A (não perigosos e não inertes) é representado pelos resíduos que apresentam as propriedades de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, e Classe II B (não perigosos e inertes) nos quais não apresentam riscos a saúde e ao meio ambiente.

Na atividade de mineração, destaca-se a existência de dois principais tipos de resíduos sólidos: o de extração (estéril) e do tratamento/beneficiamento (rejeitos). Os estéreis são os materiais escavados, não têm valor econômico e geralmente são dispostos em pilhas. Os rejeitos resultam dos processos de beneficiamento a que são submetidos após a atividade de extração. O beneficiamento tem o objetivo de padronizar a granulometria, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final (SILVA et al, 2011)

De acordo com IBRAM (2016) o sistema de disposição de rejeitos é geralmente composto de reservatórios construídos sob a forma de diques de contenção ou barragens. Esses sistemas podem ser constituídos de solo natural ou dos próprios rejeitos. Na atividade de gestão em depósitos de estéril, verifica-se que, assim como nos projetos de barragens de rejeitos, os requisitos legais e normativos estabelecidos contribuem para a adoção de critérios técnicos de segurança e de prevenção de riscos e impactos ambientais nos projetos dos depósitos de estéril.

Os requisitos legais e normativos para esta prática de disposição dos resíduos são regidos pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que instituiu “a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)” e pela a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 que estabeleceu “a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)” e criou “o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB)” (IBRAM, 2016)

A PNRS prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável, da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões, institui instrumentos de planejamento, além de impor que os grandes geradores particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010)

A PNSB tem o objetivo de garantir que padrões de segurança de barragens sejam seguidos, de forma a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências, além de regulamentar as ações e padrões de segurança (BRASIL, 2010).

Os outros resíduos resultantes da operação das plantas de mineração são, em geral, os efluentes das estações de tratamento, os pneus, as baterias utilizadas nos veículos e maquinários, além de sucatas e resíduos de óleo em geral, cuja disposição se dá em locais e forma a eles adequados (IBRAM,2016).

No caso da lavra de calcário, por este ser um produto com valor agregado relativamente baixo, não ocorrem elevados índices de remoção ou produção de estéril. Entretanto, não existe um valor específico da razão estéril/minério, que surge como regra na indústria, ou que imediatamente inviabiliza a lavra (MME, 2009).

Contudo, para que a atividade não seja considerada destrutiva, ela deve ser avaliada de forma ampla. O meio físico, o biótico e o antrópico e quais atividades são desenvolvidas pelo empreendimento devem ser analisadas para se obter um diagnóstico mais preciso. A partir desses dados, é possível confirmar a importância da atividade de mineração do calcário para o Brasil, e visualizar também os impactos ambientais pelos quais esse setor de mineração pode ser responsável. Dessa forma, este artigo tem o objetivo de analisar a percepção e ação das empresas mineradoras e beneficiadoras de calcário do Oeste Potiguar em relação ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

### **3 | METODOLOGIA DA PESQUISA**

#### **3.1 Estudos de caso**

O estudo de caso é caracterizado como um procedimento estratégico que se destaca por permitir uma observação mais aprofundada acerca de uma determinada realidade. Foi utilizada esta metodologia para realização do estudo com o objetivo de reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre práticas tecnológicas e gerenciais para tratamento e destinação do resíduo gerado na mineração e beneficiamento do calcário.

Adotou-se a estratégia de análise de múltiplos estudos de caso, visto que os resultados são considerados mais convincentes, uma vez que utilizam a lógica de reaplicação de experimentos (YIN, 2010). Dessa forma a metodologia usada garante melhor qualidade dos resultados obtidos.

#### **3.2 Delimitação da área de estudo**

Sustentado pelo referencial teórico, o estudo se desenvolveu no Estado do Rio Grande do Norte (RN). De acordo com a base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o RN está situado na região Nordeste do país, é constituído por 167 municípios e possui uma área total de 52 811,126 km<sup>2</sup>. Com 3,5 milhões de habitantes (estimado em 2017), o Rio Grande do Norte é o décimo sexto estado mais populoso do Brasil, possuindo o melhor IDH e a maior renda per capita do Nordeste.

#### **3.3 Escolha das empresas**

O universo da pesquisa contempla as empresas que exploram o calcário no território Potiguar, especificamente nas regiões onde se encontra os principais

produtores e onde esta concentrado a maior parte das reservas de calcário do estado.

De acordo com o Anuário Mineral do Rio Grande do Norte, entre os anos de 2010 e 2013 um universo de 04 empresas de beneficiamento de grande(01), médio(01), pequeno(02) e micro(01) portes e 07 que atuam também ou exclusivamente na mineração das quais, 04 de pequeno porte, e 01 de cada porte (grande, médio e micro) estão concentradas na região Oeste Potiguar (DNPM 2017).

Três empresas consolidadas no mercado por mais de 20 anos foram escolhidas para aplicação do questionário juntamente aos seus diretores. Estas empresas foram denominadas pelos numerais: 01, 02 e 03, com o objetivo de não identifica-las.

Após selecionadas as empresas, a coleta de dados foi conduzida por meio de instrumentos de pesquisa visando garantir uma pesquisa investigativa de fenômenos atuais dentro de contextos reais.

### **3.4 Instrumentos da pesquisa**

O instrumento de pesquisa com abordagem qualitativa utilizado na coleta de dados e evidências foi o checklist. A listagem (checklist) é um dos métodos muito utilizado em processos de avaliação preliminar de impactos ambientais. Esta linha metodológica foi escolhida, pois apresenta a vantagem de ser realizada de forma simples, de fácil interpretação e de maneira dissertativa, além de ser realizada em curto espaço de tempo e proporcionar menores gastos, apesar de exibir um alto grau de subjetividade, visto que ao propor-se uma análise qualitativa não se consideram os aspectos quantitativos da avaliação (RANIERI et al., 1998 e CARVALHO e LIMA, 2010 apud CREMONEZ et al, 2014).

O checklist foi elaborado sob a forma de um questionário, composto majoritariamente por questões objetivas; ou seja, a variação de respostas foi pré-determinada dando ao entrevistado apenas a condição de alguma observação se necessário. Apenas uma das questões foi subjetiva, de forma a coletar mais informações, devido a autonomia que este tipo de questão confere ao entrevistado. As perguntas foram criadas de forma a investigar a geração de resíduos sólidos pela empresa e a reação das empresas frente aos danos provocados ao meio ambiente (Tabela 1).

Avaliação Impactos Ambientais na Empresa		SIM	EM PARTE	NÃO	Observações
1	O espaço para exploração da mina foi planejado adequadamente?				
2	A empresa está inserida em um Sistema de Gestão Ambiental (SGA)?				
3	Há na empresa um Planejamento de Controle Ambiental (PCA)?				
4	Há na empresa política de conservação da fauna, flora e do meio ambiente?				
5	A empresa tem sistema de recuperação da área explorada?				
6	A empresa usa controles para conter a poluição (filtros, cabines, etc) ?				
7	Você acredita que a destinação apropriada dos resíduos pode ser usada como instrumento de marketing?				
8	Existe resíduos tóxicos ou inflamáveis na empresa?				
9	A coleta de lixo possui uma frequência adequada?				
10	Existe algum tipo de controle da quantidade de resíduos gerada durante todo processo de mineração?				
11	Existe despesas com resíduo?				
12	Existe algum sistema de reaproveitamento de resíduos na empresa?				
	A) Qual principal resíduo gerado pela empresa?	A)			
13	B) Como é coletado esse resíduo?	B)			
	C) Qual é a sua destinação?	C)			

Tabela 1 Checklist para avaliação de resíduos sólidos

Fonte: Autoria própria

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização das empresas

Apresenta-se a seguir a síntese dos resultados obtidos para cada empresa. A empresa 01 está sediada no município de Mossoró; iniciou suas operações de mineração em 1994 e em 2002 estendeu suas atividades com foco na fabricação de argamassas e de rejuntamento com acabamento fino para construção civil. A empresa visa a inovação e conta com artigos que se adequam desde a construção civil até o setor petrolífero. Hoje, a empresa é responsável pelo abastecimento de 40% da demanda desses produtos no Rio Grande do Norte e conta com a certificação ISO de qualidade em seus produtos.

Fundada em 1978, a empresa 02 é pioneira na produção de calcário agrícola no Estado do RN. Localizada no município de João Câmara, a empresa possui extensas reservas minerais, o que a consolida como a maior de toda a região em capacidade de moagem e eficiência de produção.

A empresa 03 está ativa no mercado há 33 anos, e está localizada em zona rural, município de Governador Dix-Sept Rosado/RN. A empresa possui como finalidade a produção e comercialização de derivados de calcário, com utilização prevista para diversos fins. A empresa 03 possui como uma de suas missões produzir e comercializar a CAL de forma sustentável.

### 4.2 A Gestão dos Resíduos

O principal resíduo gerado pela empresa 01 e 03 é o pó de pedra, derivado do processo de moagem do calcário (etapa de beneficiamento) o qual apresenta uma granulometria variável 0 e 5mm, enquanto que na empresa 02 o principal resíduo gerado é o estéril. Os demais resíduos gerados são os resíduos comerciais com

destaque para as embalagens e pallets.

A coleta, tratamento e destinação destes resíduos varia de uma empresa para outra. Na empresa 01, o pó de pedra é coletado por meio de esteiras e encaminhado para reutilização como carga na argamassa. De acordo com a empresa, a argamassa consegue atingir bom padrão de qualidade e com isto é possível utilizar o resíduo como matéria-prima na sua formulação, aliando fatores econômicos e ambientais. Na mineradora 03 este resíduo é coletado por pá carregadeira e é reinserido no processo de pavimentação interna da própria empresa.

O material estéril gerado na empresa 02, por não possuir ainda qualquer valor agregado para a empresa, é disposto inicialmente a céu aberto e depois encaminhado ao lugar de origem para ser usado como técnica de recuperação da área explorada.

As empresas afirmaram não trabalhar com resíduos da classe I, não havendo, portanto, necessidade de gestão de resíduos sólidos perigosos. Nas empresas 01 e 02 a quantidade de resíduo é controlada durante todo o processo de mineração e a coleta seletiva de resíduos ocorre com frequência, ações estas que motivam a reciclagem e a manutenção de um ambiente mais limpo e saudável para viver. A empresa 01 observa que os principais materiais encaminhados à coleta seletiva na empresa são os pallets e embalagens, os quais são retornados aos seus fornecedores. Estas respostas podem reafirmar a existência nas empresas de controle ambiental, promovendo a logística reversa e controlando a quantidade de resíduos gerados durante os processos. O diretor da mineradora 03 afirma que apesar de haver coleta seletiva frequentemente, é observado que o controle do resíduo gerado é feito apenas na etapa de britagem.

Equipamentos como exaustor e filtros são usados por todas as empresas a fim de conter as partículas suspensas no ar. A poluição do ar é causada principalmente pelas partículas mais finas, provenientes dos trabalhos de perfuração, etapas de beneficiamento (Figura 1) e transporte. Essa poeira, se não controlada pode permanecer durante horas em suspensão e se espalhar por longas distâncias.



Figura 1: Resíduo do beneficiamento do calcário

Fonte: Autoria própria

Todas as empresas em estudo afirmaram que houve planejamento adequado para exploração, o que é de suma importância, pois uma exploração má planejada e irregular pode causar danos irreversíveis ao meio físico, biótico e/ou antrópico. Um exemplo disso é o caso de Jandaíra (RN) em que a extração ilegal do calcário causou sérios impactos na cidade no ano de 2002. A retirada do minério em desacordo com a legislação vigente causou desmatamento nas áreas de caatinga e interferências nas estruturas de cavernas locais. A erosão, fruto do desmatamento, gerou sedimentos que foram carregados para o interior de cavernas, afetando o equilíbrio do ecossistema das cavidades subterrâneas (SANTOS; NETO; SILVA, 2002 apud CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL, 2011).

As empresas já implantaram Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e Planejamento de Controle Ambiental (PCA) que incluem o gerenciamento dos resíduos sólidos e possuem programas ambientais, como gerenciamento dos riscos ambientais e planos emergenciais. Dessa forma as empresas procuram reduzir os impactos gerados por suas atividades, principalmente quando atestam a existência de políticas de conservação da fauna, flora e do meio ambiente dentro da empresa.

As mineradoras mostraram ainda um compromisso com a recuperação das áreas exploradas, fundamental para manter a proteção da saúde e segurança da comunidade e minimizar ou eliminar os impactos ambientais. Neste sentido, buscam promover no local, um uso produtivo similar ao original ou uma alternativa aceitável.

As empresas 01 e 03 concordaram que uma destinação adequada do resíduo pode funcionar como uma estratégia de marketing para a empresa, ou seja, a preocupação com o meio ambiente poder ser atrativo para ampliar seus negócios. Já a mineradora 02 concordou apenas em parte com esta afirmação. Segundo seus

gestores, o mercado de calcário ainda não valoriza este ativo tecnológico, o que mostra que provavelmente não seja uma alternativa vantajosa de marketing opções de sustentabilidade e consciência ambiental.

Foi afirmado pelos diretores responsáveis da empresa 02 e 03 ter despesas com o resíduo, sendo para a empresa 03 sua principal despesa com resíduo relacionada ao “bota-fora” gerado na operação da mina. Já a empresa 01 afirmou não ter esse tipo de custos, justificando que todo o resíduo da produção do calcário é reinserido na produção como matéria-prima. Esta possibilidade pode ser atestada por vários estudos realizados com objetivo de reutilizar resíduos da indústria da mineração e de beneficiamento de calcário, com a finalidade de transformá-los em matérias-primas alternativas para a indústria. Como exemplos da viabilidade destes estudos pode-se citar a fabricação de argamassas colantes utilizando o resíduo da britagem do calcário (Da Silva et al, 2009), reciclagem do resíduo da serragem de calcário laminado para produção de blocos cerâmicos (Menezes et al, 2010), rejeito da mineração de calcário para correção de acidez do solo (Machado et al, 2014). Nesse sentido é possível associar a essa reutilização do resíduo, benefícios econômicos e ambientais.

A apresentação dos resultados pode ser vista de forma resumida e facilmente interpretada na Tabela 2 a seguir.

Avaliação Impactos Ambientais na Empresa 3		EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3
1	O espaço para exploração da mina foi planejado adequadamente?	SIM	SIM	SIM
2	A empresa está enserida em um Sistema de Gestão Ambiental (SGA)?	SIM	SIM	SIM
3	Há na empresa um Planejamento de Controle Ambiental (PCA)?	SIM	SIM	EM PARTE <sup>1</sup>
4	Há na empresa política de conservação da fauna, flora e do meio ambiente?	SIM	SIM	SIM
5	A empresa tem sistema de recuperação da área explorada?	SIM	SIM	SIM
6	A empresa usa controles para conter a poluição (filtros, cabines, etc) ?	SIM	SIM	SIM
7	Você acredita que a destinação apropriada dos resíduos pode ser usada como instrumento de marketing?	SIM	EM PARTE <sup>1</sup>	SIM
8	Existe resíduos tóxicos ou inflamáveis na empresa?	NÃO	NÃO	NÃO
9	A coleta de lixo possui uma frequência adequada?	SIM <sup>1</sup>	SIM	SIM
10	Existe algum tipo de controle da quantidade de resíduos gerada durante todo processo de mineração?	SIM	SIM	EM PARTE <sup>2</sup>
11	Existe despesas com resíduo?	EM PARTE <sup>2</sup>	SIM	SIM <sup>3</sup>
12	Existe algum sistema de reaproveitamento de resíduos na empresa?		SIM	SIM
13	A) Qual principal resíduo gerado pela empresa? B) Como é coletado esse resíduo? C) Qual é a sua destinação?	A) Pó de pedra B) Esteiras C) Usado como carga na argamassa	A) Etétil B) Céu aberto C) Usado como recuperação da área explorada	A) Pó de Pedra calcária B) Através de pá de carregadeira C) Pavimentação interna da empresa
Observações				
EMPRESA 1	<sup>1</sup> embalagens e pallets voltam para o fornecedor <sup>2</sup> O resíduo da produção é aproveitado como matéria prima			
EMPRESA 2	<sup>1</sup> Mercado de calcário ainda não valoriza o uso de resíduo como instrumento para o marketing			
EMPRESA 3	<sup>1</sup> O PCA gera em torno das exigências feitas pelos órgãos responsáveis <sup>2</sup> O resíduo medido é o proveniente do processo de britagem <sup>3</sup> As despesas com resíduos são geradas a partir do "bota fora" gerado na operação da mina			

Tabela 2: Respostas checklist empresas 1,2 e 3

Fonte: Autoria própria

## 5 | CONCLUSÕES

Ciente que o setor de mineração é gerador de resíduos e responsável por impactos ambientais na região, é necessário assegurar o comprometimento das empresas com a prevenção e mitigação dos impactos. Este comprometimento pode ser usado como ferramenta para elevar a sua competitividade no mercado. Embora não reconhecida de imediato pelo mercado, esta estratégia pode ser usada como forma de reduzir custos e perdas e obter uma maior flexibilidade de produção.

De acordo com os dados obtidos e analisados foi possível concluir que as empresas possuem preocupação com a geração dos seus resíduos sólidos. É recomendado investir em inovação e pesquisa para identificar alternativas de uso deste resíduo de forma a aliar necessidades ambientais a benefícios econômicos.

## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 10.004: (2004a). **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 71 p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 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). Acessado em: 15maio2017.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm). Acessado em: 15maio2017.

CARVALHO, D.L., LIMA, A.V. **Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos**. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Exploração do calcário provoca diferentes impactos socioambientais no Brasil**. 2011. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=173>. Acessado em: 01out.2017.

CREMONEZ, F.E., CREMONEZ, P.A., FEROLDI, M., CAMARGO, M.P., KLAJN, F.F., FEIDEN, A. **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil**. Revista Monografias Ambientais (REMOA), v.13, n.5, p.3821-3830, dez. 2014.

DA SILVA, W.G., SOUZA, L.A.A., DA SILVA, M.D.F., BEZERRA, E.S. **Desenvolvimento de Argamassas Colantes Utilizando Resíduos de Britagem de Rochas Calcárias**. Holos, ano 25, v. 4, p. 33-41. 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (Brasil). Ministério de Minas e Energia (Org.). **Anuário Mineral Brasileiro. Brasília: Governo Federal**, 2010. 871 p. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/anuario-mineral-brasileiro-2010>. Acesso em: 01out.2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (Brasil). **Anuário Mineral Estadual – RN**, anos base 2010 – 2013. Brasília: Governo Federal, 2017. 74p. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/rio-grande-do-norte/anuario-mineral-estadual-rio-grande-do-norte-anos-base-2010-a-2013.pdf> Acesso em: 01 out. 2017.

FIERN. MAIS RN. **Diagnóstico e Cenários de Desenvolvimento Econômico para o Rio Grande do**

**Norte 2015-2035.** Macroplan fev. 2014.

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira (2010).** Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000957.pdf>. Acessado em: 07 maio 2018

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração (2016).** Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006222.pdf>. Acessado em: 07 maio 2018

IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Caderno de Diagnóstico: Resíduos Sólidos da Atividade de mineração.** IPEA, Brasília, 41p. 2011.

LIMA, A.H.S., SILVA, P.E.D., MUSSE, N.S. **A situação atual do setor mineral no rio grande do norte e suas perspectivas de futuro.** Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, v.1, p. 1-6. 2012.

LOZANO, F.A.E. **Seleções de Locais para Barragens de Rejeitos Usando o Método de Análise Hierárquica.** São Paulo, 2006. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

MACHADO, A.F., LUCENA, G.N., CARNEIRO, J.S.S., NEGREIROS NETO, J.V., SANTOS, A.C., SILVA, R.R., NIKKEL, M., LIMA, S.O. **Aproveitamento De Rejeito De Mineração Na Blendagem De Calcário Comercial Para Correção Do Solo.** Amazon Soil – I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental, p. 17-27. 2014.

MENEZES, R.R., MELO, L.R.L., FONSÊCA, F.A.S., SOUTO, P.M., NEVES, G.A., SANTANA, L.N.L. **Reciclagem do resíduo da serragem de calcário laminado para produção de blocos cerâmicos.** Revista Escola de Minas (REM), p.667-672, 2010.

Ministério das Minas e Energia. **Perfil do Calcário Agrícola.** set. 2009. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P29\\_RT55\\_Perfil\\_do\\_Calcxrio\\_Agrxcola.pdf/16a967ef-a997-482c-8459-6109f5a72860](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P29_RT55_Perfil_do_Calcxrio_Agrxcola.pdf/16a967ef-a997-482c-8459-6109f5a72860). Acessado em: 07 maio 2018

RN SUSTENTÁVEL. **Relatório de identificação e mapeamento das aglomerações produtivas do estado do Rio Grande do Norte.** Natal, jun. 2013.

ROCHA, I.T.M., SILVA, A.V., SOUZA, R.F., FERREIRA, J.T.P. **Uso de resíduos como fonte de nutrientes na agricultura.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 8, p. 47-52. 2013.

SAMPAIO, J. A., ALMEIDA, S. L. M. Calcário e Dolomito. **Rochas e Minerais Industriais.** CETEM 2ª Edição, Capítulo 16. 2008. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1105/1/16.CALCARIO%20e%20DOLOMITA1%28salvador%29.pdf>. Acessado em: 07 maio 2018

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## PROCESSOS TECNOLÓGICOS SUSTENTÁVEIS: O SISTEMA DE TORREFAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE BIOCARVÃO NO BRASIL

**Isabela Mariana Felipelli Barreto**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
– PUC Minas – Betim – MG

**Fernando Fabrício Lopes Eller de Oliveira**

Faculdade Pitágoras – Betim – MG

**João Evangelista de Almeida Saint'Yves**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
– PUC Minas – Betim – MG

**RESUMO:** Neste artigo será apresentado o processo de torrefação para a produção de biocarvão no Brasil. O processo, que ainda é incipiente na Europa e Estados unidos promete uma tecnologia limpa para produzir um biocarvão eficiente e sustentável para uso em termelétricas. Além disso, os resíduos do processo podem ser reaproveitados para fins de geração de energia elétrica e aquecimento de equipamentos da própria planta industrial. Os métodos utilizados para a realização dessa investigação foram pesquisas bibliográficas, observação direta e entrevistas a uma empresa produtora de biocarvão, situada na Europa. No decorrer do trabalho, foi realizada uma comparação entre as principais propriedades do biocarvão e carvão mineral (atualmente utilizado nas termelétricas) a fim de se comprovar a eficiência energética do produto apresentado. Ademais, foi feito um breve estudo sobre as emissões de CO<sub>2</sub> durante a queima

de ambos os combustíveis, para um melhor entendimento sobre os ganhos que o biocarvão oferece em termos de sustentabilidade. Outros aspectos também foram avaliados com base em experiências e estudos de empresas produtoras. Por fim, foi possível observar que o biocarvão apresenta-se como uma excelente alternativa de biocombustível para as termelétricas de todo o mundo e seu processo produtivo, altamente sustentável, pode ser promissor para o mercado brasileiro. **PALAVRAS-CHAVE:** Torrefação, biocarvão, termelétricas, sustentabilidade

**ABSTRACT:** This paper will present the Torrefaction Process for biofuel production in Brazil. The process, which is still in its infancy in Europe and the United States, promises clean technology to produce an efficient and sustainable bio-fuel for use in thermoelectric plants. In addition, the waste from the process can be reused for purposes of electric power generation and heating equipment of the plant itself. The methods used to carry out this research were bibliographic research, direct observation and interviews with a biofuel producer located in Europe. In the course of the work, a comparison was made between the main properties of bio-coal and mineral coal (currently used in thermoelectric plants) in order to prove the energy efficiency of the

product presented. In addition, a brief study was carried out on the CO<sub>2</sub> emissions from the burning of both fuels, for a better understanding of the biofuel gains in terms of sustainability. Other aspects were also evaluated based on the experiences and studies of producing companies. Finally, it was possible to observe that bio-coal presents itself as an excellent biofuel alternative for thermoelectric plants around the world and its highly sustainable production process can be promising for the Brazilian market.

**KEYWORDS:** Torrefaction, bio-fuel, thermoelectric, sustainability

## 1 | INTRODUÇÃO

Os recursos fósseis foram os grandes propulsores das economias de todo o mundo durante muito tempo. Eles proporcionaram a industrialização e tiraram milhares de pessoas da pobreza. Entretanto, o Green Peace (2017) ressalta que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado durante a queima desses combustíveis é um dos responsáveis pelo efeito estufa, que gera centenas de problemas ambientais, como por exemplo, o aumento da temperatura da superfície terrestre, elevação do nível dos oceanos, alteração no sistema de chuvas, entre outros.

Assim, ações para a mitigação da degradação ambiental tornaram-se uma necessidade a nível mundial. O Green Peace (2017) destaca o uso de fontes energéticas renováveis para a produção de energia elétrica como uma das soluções para a redução do problema. Recursos como a energia eólica, solar e biomassa podem contribuir fortemente para uma matriz energética diversificada e eficiente. Além disso, essas ações contribuem para que o país alcance as metas de sustentabilidade propostas no último Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, organizado pela ONU/ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e WMO/ Organização Mundial de Meteorologia, também chamada de Conferência entre das Partes - COP 21 Paris – novembro/dezembro de 2015, que teve como objetivos principais: instituir a transição para a economia de baixo carbono, garantir um futuro climático seguro com viabilidade econômica e ecológica, evitar que o avanço da temperatura global ultrapasse os 2 graus e promover medidas imediatas, com validade local e global. Nessa conferência, o Brasil se propôs a reduzir significativamente suas emissões de CO<sub>2</sub> até o ano de 2025, definindo como principal estratégia a expansão do uso de fontes alternativas de geração de energia.

Nesse sentido, esse artigo tem como objetivo principal apresentar e discutir as vantagens de uma nova tecnologia baseada no uso de biomassa: A produção de biocarvão pelo processo de Torrefação. O processo converte biomassa em biocarvão utilizando um reator específico. O produto final agrega as características de combustão do carvão mineral e os benefícios sustentáveis da biomassa para ser utilizado em termelétricas, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável e uma economia de baixo carbono para o Brasil.

## 2 | METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram tratados dados de natureza qualitativa, obtidos por meio de uma pesquisa descritiva. Soares (2003) menciona que na abordagem qualitativa o pesquisador interpreta os fatos e procura soluções para o problema proposto. O estudo de caso apresentado neste artigo englobou as seguintes etapas:

- a. Revisão bibliográfica: Nesta fase, foram coletadas informações relacionadas ao assunto por meio de pesquisas bibliográficas e dados de instituições do Brasil e do exterior. Também foram utilizados relatórios de empresas do ramo de torrefação, para a obtenção de dados técnicos de produtos e processos;
- b. Análise de dados: A partir dos dados obtidos na revisão bibliográfica, foi feita uma análise comparativa entre dois produtos: pellets torreficados e carvão mineral, a fim de se comprovar a viabilidade do uso do biocarvão nas termelétricas;
- c. Entrevista não estruturada a uma empresa produtora de biocarvão: Foi realizada uma entrevista com uma empresa produtora de biocarvão para fins de esclarecimento de dúvidas. A entrevista foi informal e, portanto, não foi utilizado nenhum formulário ou documento formal de pesquisa;
- d. Observação direta: Uma empresa europeia, cujo principal objetivo é produzir biocarvão e eletricidade utilizando a torrefação da biomassa, concedeu aos autores autorização para observar seu processo durante três meses, a fim de que pudessem compreender claramente o sistema e suas variáveis. É importante ressaltar que a organização optou por manter sua razão social em sigilo.

## 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 A matriz energética brasileira

De acordo com Brasil (2016), no final do ano de 2016 a matriz elétrica brasileira atingiu 150.410 MW de capacidade instalada, sendo 64,6% proveniente de hidrelétricas e 28,9% de termelétricas distribuídas entre usinas de biomassa (9,5%), gás natural (8,7%), Petróleo (6,9%), carvão (2,4%), usinas nucleares (1%) e outros combustíveis fósseis (0,1%). A geração eólica e solar corresponde a aproximadamente 6,5% da potência instalada. O Gráfico 1 ilustra a composição da matriz de geração de energia elétrica brasileira.

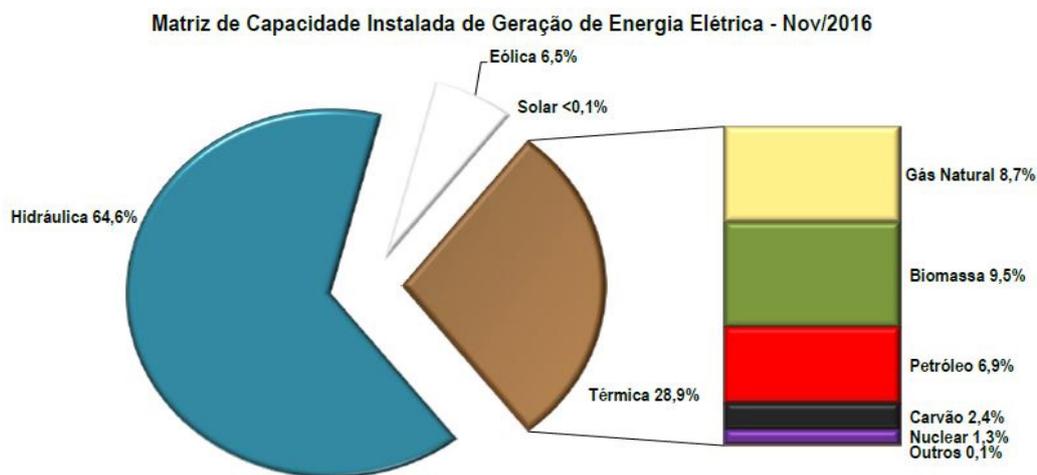


Gráfico 1 - Matriz de geração de energia elétrica brasileira

Fonte: Brasil (2016)

Para o Grupo Neoenergia (2013) a opção brasileira por hidrelétricas ocorre em virtude da existência de grandes rios de planalto e significativa reserva de água doce do país. Além disso, o baixo custo operacional desse tipo de empreendimento é um fator decisivo, que ainda conta com menor emissão de  $CO_2$  quando comparado às termelétricas.

Em seguida, têm-se as usinas termelétricas movidas a gás natural e biomassa. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2008), cita que a opção pelo gás natural acontece devido ao seu baixo teor de poluentes quando comparado a outros combustíveis fósseis. Do mesmo modo, a utilização da biomassa acontece primeiramente pela grande disponibilidade desses recursos no Brasil e em segundo lugar pelo balanço quase nulo das emissões de carbono durante a queima. Tumuluru et al (2011) defendem que a energia produzida a partir da biomassa é considerada praticamente livre de carbono, uma vez que o  $CO_2$  liberado durante a conversão já é parte do ciclo de carbono da matéria prima.

Outras fontes de energia, como eólica e solar possuem menor representatividade na matriz elétrica do país, devido a fatores como, por exemplo, baixa eficiência e alto custo de instalação quando comparadas a outras fontes.

Usinas alimentadas por derivados de petróleo ou carvão também contribuem pouco para a matriz brasileira, pois, além de possuírem alto custo de operação, emitem grandes quantidades de gases tóxicos, como o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), enxofre ( $SO_2$ ) e os óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ). Apesar da pouca contribuição, pode-se afirmar que essas usinas são fundamentais para a manutenção da matriz elétrica do país, uma vez que elas garantem o abastecimento ininterrupto de energia em épocas de escassez dos recursos hídricos.

Para Goldemberg e Lucon (2005, p.217) “a energia de um país deverá provir de diversas fontes energéticas, uma vez que, por razões de segurança de abastecimento, é mais interessante depender de vários energéticos primários, do que de apenas um

ou dois.” Considerando essa ideia, o Brasil deve avaliar a possibilidade de ampliação das fontes energéticas alternativas, como a biomassa, por exemplo, um recurso de baixo custo e muito abundante em todo o território nacional.

### 3.2 A BIOMASSA NO BRASIL

Nos últimos anos o Brasil tem enfrentado inúmeros desafios relacionados à mitigação de impactos ambientais, causados principalmente pelas emissões de  $CO_2$  e outros gases do efeito estufa. Diante disso, a biomassa tem se firmado no país como uma fonte alternativa de energia, substituindo de forma sustentável os recursos fósseis causadores de poluição. De acordo com a ANEEL apud União da Indústria de Cana de Açúcar (UNICA) (2017), a biomassa atualmente é responsável pela produção de 14609 MW da potência instalada no país.

A UNICA (2017) relata que a fonte de biomassa mais utilizada no Brasil é o bagaço de cana, com 75% da produção de energia elétrica dentro da biomassa. Em seguida, fontes menos significativas tais como a lenha (22,55%), resíduos sólidos urbanos (0,81%), capim elefante (0,45%) e casca de arroz (0,31%) também contribuem para a geração de eletricidade.

Marconato e Santini (2008) citam que “a vasta extensão territorial e a abundância de biomassas geradas por resíduos vegetais, como plantas, madeira e oleaginosos, favorecem o Brasil na transição das fontes tradicionais pelo uso da biomassa.” A ANEEL (2005) menciona que “a produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, por exemplo, gera uma grande quantidade de resíduos, que podem ser aproveitados na geração de energia para o Brasil”.

Pesquisas recentes da Sociedade Nacional de Agricultura (2015) mostram que o eucalipto, espécie abundante em todo o território brasileiro, é uma biomassa de fácil manuseio e alta densidade energética, que pode ser utilizada de forma eficiente na geração de energia térmica e também como combustível para a geração de energia elétrica em indústrias, usinas termoelétricas e até na propriedade rural.

Dentro desta perspectiva, um processo altamente promissor vem sendo desenvolvido por empresas da Europa e Estados Unidos: A torrefação para a produção de biocarvão. Esse sistema produz um biocombustível eficiente e sustentável, comparável ao carvão mineral em termos de eficiência energética.

### 3.3 O processo de torrefação da biomassa para a produção de biocarvão

Prins et al (2006) mencionam que “a torrefação de biomassa pode ser definida como uma pirólise lenta que ocorre em um material quando submetido a uma faixa de temperatura entre 225 e 300°C, a pressão ambiente e baixa concentração de oxigênio”. “A atmosfera inerte é importante, uma vez que ela previne a ignição e oxidação da biomassa” (NORDIN ET AL apud ERIKSSON, 2012, p.14), garantindo um processo mais seguro e eficiente.

Berry e Hammer (2012) citam que o processo de torrefação traz como benefícios a produção de um combustível verde, denominado biocarvão, que substitui o carvão em usinas termelétricas, não exigindo nenhum tipo de investimento ou autorização para queimá-lo.

Conforme apresentado pela Topell Energy (2011, p.7), o biocarvão apresenta propriedades relevantes quando comparado ao carvão mineral, podendo-se destacar: alta eficiência energética, facilidade de compactação e moagem, maior estabilidade contra degradação biológica e oxidação química, baixo custo de matéria prima, melhor performance na combustão, fácil manuseio e baixos danos ao meio ambiente. Além disso, a alta densidade energética do material contribui para uma redução dos custos de processamento e transporte.

Para a realização dessa pesquisa, uma empresa foi entrevistada para a obtenção dados mais específicos sobre o processo. O principal objetivo dessa organização é produzir biocarvão e eletricidade utilizando a torrefação da biomassa. De acordo com o diretor operacional da planta industrial, o processo de torrefação segue de um modo geral, as etapas apresentadas na O aproveitamento do gás de produção para a geração de energia elétrica<sup>1</sup>.

Etapa	Detalhamento	Figura
1- Seleção da matéria prima	A base para a produção de biocarvão é a biomassa, obtida através de lascas de madeira. Existem estudos voltados para a utilização de madeira reciclável no processo, entretanto, os melhores resultados foram obtidos por meio do processamento de “madeira virgem”, ou seja, madeira nunca antes utilizada;	
2- Processamento	Inicialmente, a matéria prima é encaminhada a uma esteira desmagnetizadora, que irá retirar da biomassa eventuais impurezas metálicas. Em seguida, com o auxílio de uma esteira transportadora, as lascas são direcionadas a um silo de armazenagem que logo alimentará o reator com uma vazão mássica pré-estabelecida. Dentro do reator, a atmosfera é inerte, a fim de prevenir a ignição e oxidação da biomassa. Além disso, a temperatura de trabalho varia entre 225 e 300°C, dependendo das características que se deseja obter no produto final. A plataforma do reator é vibratória, de modo a garantir que toda a madeira será carbonizada de maneira uniforme. Finalmente, o tempo de residência da biomassa no reator varia de 20 a 60 minutos;	
3- Resfriamento e Moagem	Ao final do tempo de residência no reator, o biocarvão é resfriado por camisas de refrigeração, nos transportadores helicoidais, a fim de evitar que ignições espontâneas ocorram. Então, o produto é automaticamente encaminhado à etapa de moagem, que garantirá um produto homogêneo;	
4- Pelletização	Finalmente, o produto é encaminhado à estação de “Pelletização”, onde o biocarvão em pó se transformará em “pellets”, que é uma versão compactada do produto. Tumulu et al (2011) defendem que a torrefação combinada com a pelletização pode aumentar a densidade energética da biomassa cerca de 5 vezes e propicia ao material melhores características de moagem e manuseio, além de melhores propriedades de combustão.	

Tabela 1 – Etapas de produção do biocarvão

Fonte: Elaborado pelos autores

Utilizando o mesmo reator de torrefação, também é possível obter produtos como o carvão vegetal, utilizado para fins agrícolas e carvão ativado para filtragem de água, uso médico, entre outros. O fluxograma mostrado na "de acordo com a International Energy Agency (IEA) (2012a), em um sistema de torrefação bem

projetado e adequadamente operado, a energia contida nos gases de torrefação deve ser suficiente para suprir tanto o processo de secagem quanto o de torrefação. Em outras palavras, o gás liberado pelo reator, se tratado adequadamente, se tornará um gás de síntese, capaz de produzir energia elétrica suficiente para alimentar o próprio processo e ainda gerar excedentes, que podem ser vendidos às distribuidoras de energia."1 representa o fluxo do processo de torrefação da empresa CEG UK.

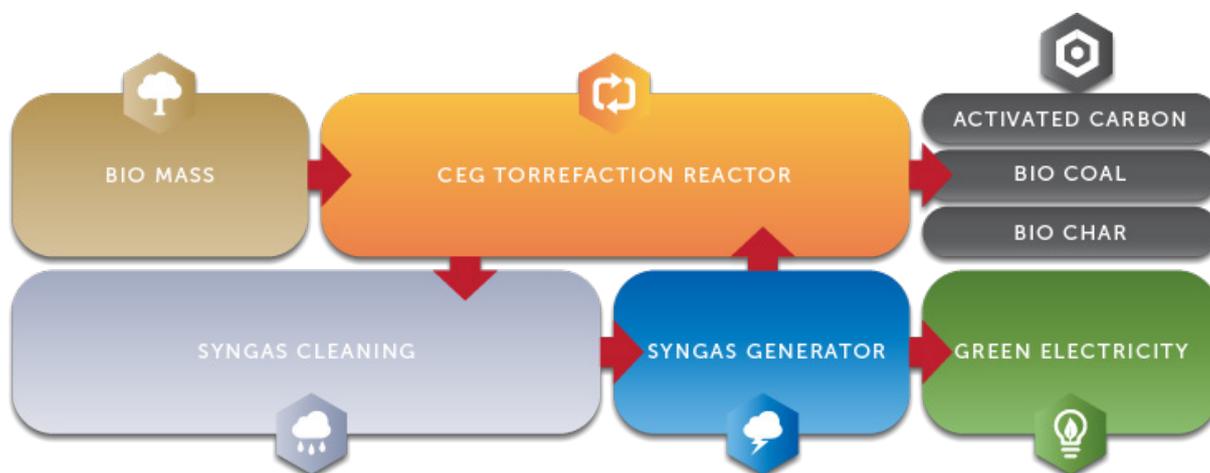


Figura 1 - Fluxo do processo de torrefação

Fonte: CEG (2017)

### 3.4 O aproveitamento do gás de produção para a geração de energia elétrica

de acordo com a International Energy Agency (IEA) (2012a), em um sistema de torrefação bem projetado e adequadamente operado, a energia contida nos gases de torrefação deve ser suficiente para suprir tanto o processo de secagem quanto o de torrefação. Em outras palavras, o gás liberado pelo reator, se tratado adequadamente, se tornará um gás de síntese, capaz de produzir energia elétrica suficiente para alimentar o próprio processo e ainda gerar excedentes, que podem ser vendidos às distribuidoras de energia.

O gás de torrefação, denominado gás produtor, é captado na saída do reator e encaminhado à duas torres de resfriamento e limpeza. Essa limpeza é necessária para transformar o gás produtor em gás de síntese. Eriksson (2012) menciona que nesse processo, muitas impurezas são retiradas do gás, como azoto, halogéneos, enxofre, partículas e alcatrões. Essas impurezas são denominadas "Tares". De acordo com Calis et al apud Eriksson (2012, p.33), "os tares são constituídos por componentes aromáticos policíclicos com um ponto de ebulição elevado". Tares precisam ser removidos porque se condensam em partes móveis como turbinas, podendo criar bloqueio e causar danos aos equipamentos. "Os alcatrões também desativam o catalisador utilizado para a produção de combustíveis formando uma camada de sólida de impurezas na superfície do catalisador" (SCHMIDT et al, 2011).

Após a remoção dos "tares", o gás de síntese, também denominado *Syngas*,

alimenta os motores a gás para a geração de energia elétrica renovável. Posteriormente, a exaustão do motor é utilizada para aquecer o reator de torrefação e completar a secagem da biomassa.

### 3.5 A utilização dos “tares” para o processo de peletização

Após a limpeza do gás de torrefação, um resíduo líquido é gerado: uma mistura de Tar e água. Análises feitas por empresas de torrefação apontam a possibilidade de utilização desse resíduo na produção de pellets, a fim de evitar seu descarte no meio ambiente. Esse produto também pode ser vendido como ácido pirolenhoso, também conhecido como condicionador do solo, muito utilizado na agricultura para melhoria do cultivo e controle de pestes.

## 4 | ANÁLISES E DISCUSSÕES

A fim de se comprovar as vantagens do biocarvão, foram realizadas análises técnicas, ambientais e financeiras, que serão apresentadas a seguir. Inicialmente, foi feita uma análise comparativa entre as características técnicas de ambos os combustíveis, conforme mostra a Tabela 2.

Característica	Pellets Torreficados	Carvão Mineral
Teor de umidade (% de água)	1-5	10-15
Capacidade calorífica (MJ/kg)	20-24	23-28
Voláteis (%db)	55-65	15-30
Carbono fixo (%bd)	28-35	50-55
Densidade aparente (Kg/l)	0.65-0.85	0.80 - 0.85
Densidade de energia volumétrica (GJ/m <sup>3</sup> )	15-18.7	18.4-23.8
Cinzas (%db)	0.7-5.0	10-20
Propriedades higroscópicas	Hidrofóbico	Hidrofóbico
Degradação biológica	Não	Não
Requisito de moagem	Clássica	Clássica
Requisito de manuseio	Fácil	Fácil
Consistência do produto	Alta	Alta

Tabela 2 – Comparação: Pellets Torreficados x Carvão Mineral

Fonte: Adaptado de IEA (2012b)

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, entende-se de modo geral, que o biocarvão apresenta características de combustão similares e em alguns casos, superiores as do carvão mineral. Muitos fatores são determinantes para a qualidade de combustão do produto, como por exemplo, o teor de umidade, capacidade calorífica, reatividade e percentual de voláteis.

A capacidade calorífica do biocarvão é muito próxima a do carvão mineral,

enquanto o teor de umidade e percentual de cinzas mostra-se significativamente menor, o que é uma grande vantagem em termos de consumo de energia para secagem e eficiência, respectivamente.

A evaporação de material volátil contribui para uma maior reatividade do produto torreficado, resultando em chamas mais curtas e intensas durante a queima.

Com relação a características físicas e de manuseio, também mostradas na Tabela 3, o produto mostra-se análogo ao carvão mineral.

Além disso, a empresa realizou um estudo sobre as emissões de dióxido de carbono para ambos os combustíveis e constatou que pode haver uma redução de até 94% das emissões de  $CO_2$  por KW de energia elétrica produzida quando se utiliza o biocarvão nas termelétricas. O resultado desse estudo está resumido no Gráfico 1.

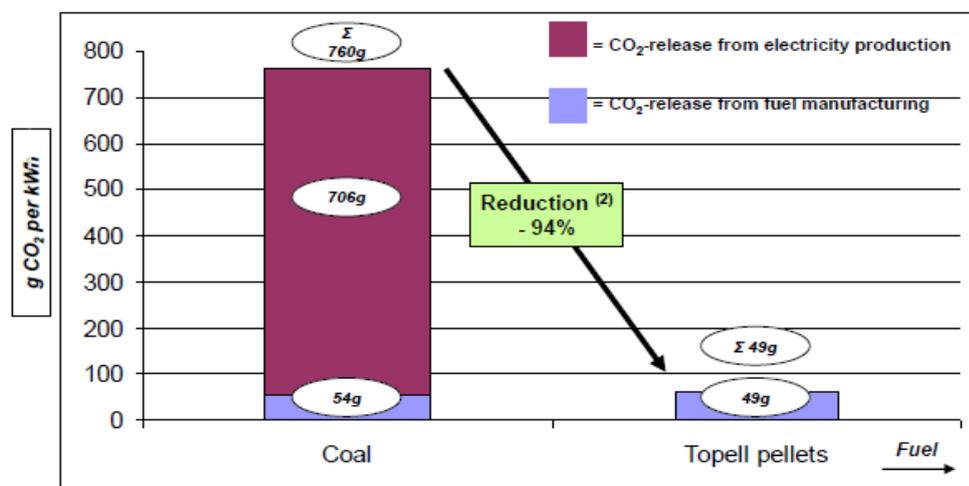


Gráfico 1 - Emissões de por KW de energia produzida

Fonte: Topell (2011)

Ao analisar um produto como o biocarvão, torna-se necessário compreender não somente os seus impactos técnicos e ambientais, mas também de modo muito especial, os impactos financeiros que ele traz ao mercado. A International Energy Agency (2012a) apresenta uma comparação entre os preços de mercado do carvão e biocarvão.

De acordo com o estudo, considerando o preço final do carvão mineral como 140 USD / ton, o valor pago por sua energia térmica seria 4,7 USD / GJ. Quando se trata de biocarvão, esse valor torna-se relativamente maior – 9,81 USD / GJ. Entretanto, avaliando por um viés de fator de emissão de  $CO_2$  específico para carvão (98 kg / GJ), isso faz com que as pastilhas torreficadas sejam competitivas, cerca de 50 USD por tonelada de  $CO_2$ . Esta é por ora, uma das opções as mais baratas para a mitigação do  $CO_2$ . É importante ressaltar que esses preços são fruto de estimativas feitas por empresas e institutos do mercado internacional, pois o custo final deve ser resultado de

uma combinação entre oferta e demanda que só será realmente estabelecida quando uma significativa produção comercial for iniciada.

Com relação à capacidade de produção, esta irá variar muito de uma empresa para a outra. Entretanto, apenas para fins de demonstração, um reator comum pode gerar até 15.000 toneladas métricas de biocarvão por ano e 1.1 MW de energia elétrica sustentável para alimentar o próprio sistema (CLEAN ELECTRICITY GENERATION, 2017). Considerando uma fábrica com 10 reatores, essa geração pode chegar a 150.000 toneladas métricas por ano e produzir 11 MW de energia limpa para o sistema.

## 5 | DESAFIOS TÉCNICOS

Novas tecnologias geralmente geram muitas expectativas em todo o mercado, entretanto, carregam muitos desafios que precisam ser vencidos para que o produto possa de fato ser comercializado. A International Energy Agency (2012) destaca os seguintes desafios para a tecnologia de torrefação:

- a. Estocagem – O produto precisa de alto controle de tamanho e umidade para que a eficiência máxima seja alcançada;
- b. Tratamento dos gases de torrefação – É necessário um constante acompanhamento para garantir que o sistema funcione de forma correta e segura, sem comprometer a saúde dos trabalhadores e integridade do meio ambiente;
- c. Manter a eficiência do sistema e qualidade do biocarvão – Processos incipientes sempre estarão mais susceptíveis a variações e não conformidades. Por esse motivo, é necessário garantir um alto controle de todo o fluxo, incluindo a realização de procedimentos diários, tais como comissionamento, monitoramento e manutenção de equipamentos, testes diversos e avaliações amostrais do produto final.

## 6 | QUESTÕES REGULATÓRIAS

A torrefação para a produção de biocarvão ainda não é uma tecnologia difundida no Brasil. Sendo assim, as questões regulatórias aqui apresentadas são baseadas em pesquisas americanas e européias. Conforme destaca a International Energy Agency (2012a), para que a comercialização do biocarvão ocorra no mundo de forma legal, os órgãos ambientais e governamentais deverão estipular padrões relacionados a tratamento de resíduos, descarte do produto, classificações de combustíveis, desenvolvimento de critérios de sustentabilidade, além de sérias considerações relacionadas à segurança na produção, transporte, manuseio e armazenagem do produto.

Padrões internacionais como a *International Organization for Standardization*

(ISO), por exemplo, deverão ser incorporados futuramente à comercialização do biocarvão, a fim de garantir maior clareza e segurança às negociações.

## 7 | PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

Atualmente, mais de 50 empresas estão trabalhando no desenvolvimento da tecnologia de torrefação para a produção de biocarvão e estão concentradas nos Estados Unidos e Europa. De um modo geral, essas organizações são relativamente pequenas (têm entre 10 e 20 funcionários) e possuem recursos financeiros limitados. Por essa razão, elas dependem de investidores externos para que o negócio se desenvolva efetivamente.

De acordo com o portal Bioenergy News (2015), o Instituto Ambiental de Mato Grosso do Sul (Imasul) concedeu licenças para um total de 535,75 MW de projetos de biomassa à base de eucalipto. Os 10 empreendimentos, com investimento total de US\$ 734 milhões, estarão localizados nas cidades de Ribeirão do Pardo, Aparecida do Taboado e Sonora. Todos os projetos estão programados para iniciar suas operações até o início de 2021.

As licenças preliminares foram concedidas às empresas locais Guarany Energetica, Eldorado, Florestas do Paraná Energia e Cia Positiva de Energia. Atualmente, o Mato Grosso do Sul tem uma produção excedente de cerca de 360.000 ha (889.579 acres) de eucalipto. Juntas, as usinas vão consumir 225.000ha, deixando 135.000ha para outros projetos, de acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (2015).

É importante ressaltar a relevância desse investimento para a construção de um país mais sustentável e tecnológico. A instalação dos empreendimentos de torrefação contribuirá para uma produção mais limpa de energia (P+L) e conduzirá o Brasil à economia de baixo carbono, fundamental para que o país se mantenha competitivo diante do mercado internacional.

Além disso, a tecnologia cooperará fortemente para que o Brasil alcance as metas apresentadas na 21ª Conferência do Clima das Nações Unidas – COP 21, realizada em Paris, no ano de 2015. No INDC, documento oficial apresentado durante o evento, o país se compromete a reduzir a emissão dos gases do efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, até o ano de 2025.

Finalmente, ao atingir essas propostas, o processo de torrefação contribuirá para a redução das alterações climáticas provenientes da degradação ambiental desenfreada, garantindo um futuro melhor para as próximas gerações.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de energia através da biomassa mostrou-se altamente vantajosa

para o mercado brasileiro, não apenas pelos grandes benefícios ambientais que ela oferece, mas também pela sua grande contribuição para que o Brasil se mantenha competitivo em projetos ligados à economia de baixo carbono.

Considerando a produção de biocombustível e energia elétrica pelo processo de torrefação, pode-se dizer que além das vantagens já conhecidas pelo uso da biomassa, inúmeras outras podem ser observadas. Tomando como base a análise realizada nesse artigo, pode-se afirmar que o processo de torrefação possui vários dos benefícios que as empresas modernas buscam, como por exemplo, eficiência, sustentabilidade e ciclos de produção fechados, sem descarte de poluentes no meio ambiente.

Assim, o sistema de torrefação apresenta-se como uma solução promissora para a co-geração de energia elétrica no Brasil e para a redução dos problemas ambientais acarretados pelo setor tradicional de energia. Entretanto, os órgãos públicos e privados devem trabalhar na regulamentação e organização do setor elétrico, de modo a viabilizar a comercialização dessa energia e possibilitar novas formas de abastecimento que contribuirão para um desenvolvimento tecnológico sustentável e melhor qualidade de vida para as gerações futuras.

Para pesquisas futuras sobre o tema, sugere-se desenvolver um estudo de viabilidade juntamente de um planejamento estratégico da tecnologia do biocarvão no mercado brasileiro, considerando as limitações técnicas, políticas e econômicas do país. Esta pesquisa será fundamental para que o país utilize o recurso de forma eficiente e alcance uma atividade sustentável e lucrativa.

## REFERÊNCIAS

**AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA** (Brasil). Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2005. Brasília: Aneel, 2005. Disponível em: < [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf) > Acesso em: 10 Dez 2016.

**AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA** (Brasil). Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2008. Brasília: Aneel, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>> Acesso em: 11 Dez 2016.

BERRY, R.; HAMMER, R.; **Alaska Torrefaction Syposium**, 2012.

BRASIL. **Ministério das Relações Exteriores**. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção: Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Itamaraty, 2015. Disponível em: < [http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf) > Acesso em: 14 Fev. 2017.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro: Dez. 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/publicacoes/boletim-de-monitoramento-do-sistema-eletrico/boletins-2017>> Acesso em: 05 Jan. 2017.

**BIOENERGY NEWS**. Brazil state grants preliminary licenses to 536MW of biomass projects, 2012. Disponível em: <[http://www.bioenergynews.com/display\\_news/9961/Brazil\\_state\\_grants\\_preliminary\\_licenses\\_to\\_536MW\\_of\\_biomass\\_projects/](http://www.bioenergynews.com/display_news/9961/Brazil_state_grants_preliminary_licenses_to_536MW_of_biomass_projects/)>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

**CLEAN ELECTRICITY GENERATION UK LTD.** CEG Proprietary Torrefaction Reactor Technology. Leicester: CEG . Disponível em: <[www.cegeneration.com](http://www.cegeneration.com)>. Acesso em: 03 Jan. 2017.

ERIKSSON, ANNA-MARIA. Torrefaction and gasification of biomass: The potential of torrefaction combined with entrained-flow gasification for production of synthesis-gas. Tese de Mestrado. **KTH Royal Institute of Technology**, Estocolmo , 2012. [Supervisor: Rolando Zanzi Vigouroux].

GOLDEMBERG J., LUCON O. Energia e Meio Ambiente no Brasil. São Paulo, **Estudos Avançados** , v. 2, n. 59, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>> Acesso em: 03 jan. 2017.

**GREEN PEACE.** Energias Renováveis contra o Aquecimento Global. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/>> Acesso em: 20 Jan. 2017.

**GRUPO NEOENERGIA.** Matriz Energética, 2013. Disponível em: <<http://www.termope.com.br/Pages/O%20Setor%20EI%C3%A9trico/matriz-energetica.aspx>>. Acesso em: 06 Dez. 2016.

**INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA).** Bioenergy Task 32: Status overview of torrefaction technologies. Dezembro, 2012a. Disponível em: < [http://www.ieabcc.nl/publications/IEA\\_Bioenergy\\_T32\\_Torrefaction\\_review.pdf](http://www.ieabcc.nl/publications/IEA_Bioenergy_T32_Torrefaction_review.pdf) > Acesso em: 20 Nov. 2016

**INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA).** Bioenergy task 40: Possible effect of torrefaction on biomass trade. Novembro, 2012b. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/256088251\\_Possible\\_effect\\_of\\_torrefaction\\_on\\_biomass\\_trade](https://www.researchgate.net/publication/256088251_Possible_effect_of_torrefaction_on_biomass_trade) > Acesso em: 22 Nov. 2016.

MARCONATO, Mariane Silva; SANTINI, Giuliana Aparecida. Alternativas para a Geração de Energia Renovável no Brasil: a opção pela biomassa. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2008. Rio Branco - Acre. P. 12.

MATO GROSSO DO SUL. **Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico.** Imasul entrega licenças para 10 termelétricas de Biomassa que vão investir R\$ 2,7 bi em MS. Dez. 2015. Disponível em: <<http://www.noticias.ms.gov.br/imasul-entrega-licencas-para-10-termeletricas-de-biomassa-que-vaio-investir-r-27-bi-em-ms-e-gerar-535-mw-de-energia/>>. Acesso em: 05 Jan. 2017.

PRINS, Mark J; PTASINSKI, Krzysztof J; JANSSEN, Frans J.J.G. More efficient biomass gasification via torrefaction. **17th International Conference on Efficiency, Costs, Optimization, Simulation, and Environmental Impact of Energy on Process Systems.** v. 31, p. 3458–3470, August, 2005.

SCHMIDT, S. ; GIESA, S. ; DROCHNER, A. ; VOGEL, H. Catalytic removal from bio-syngas-Catalyst development and kinetic studies. **Catalysis today**, v. 175 , p. 442-449, july, 2011.

SOARES, Edvaldo. **Metodologia científica: lógica, epistemologia e normas.** São Paulo: Atlas, 2003.

**SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA.** Energia limpa: setor de biomassa ganha força no País. Rio de Janeiro, nov. 2015. Disponível em: <<http://sna.agr.br/energia-limpa-setor-de-biomassa-ganha-forca-no-pais/>>. Acesso em: 01 de Fev. 2017.

**TOPELL ENERGY.** Torrefaction Pinciple. 2011. Netherlands. 18 slides: color

TUMULURU, JAYA SHANKAR; SOKHANSANJ, SHAHAB; HESS, J. RICHARD; WRIGHT, CHRISTOPHER T. ; BOARDMAN, RICHARD D. A review on biomass torrefaction process and product properties for energy applications. **Industrial Biotechnology**, v. 7 n. 5. p.384-401. Out. 2011.

**UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR –UNICA.** Bioeletricidade da Cana, 2017. Disponível em:< <http://www.unica.com.br/documentos/documentos/sid/27116062/>>. Acesso em: 11 Jan. 2017.

## SUSTENTABILIDADE DA BIOENERGIA BRASILEIRA E ROTAS DE CONVERSÃO ENERGÉTICA DE BIOMASSAS

**Herbert Carneiro Rangel**

Universidade Candido Mendes, Campos dos  
Goytacazes, RJ

**Claudio Luiz Melo de Souza**

Universidade Candido Mendes, Campos dos  
Goytacazes, RJ

**RESUMO:** Sociedades modernas têm estilo de vida muito dependente de energia, e os combustíveis fósseis são os principais geradores desta. Entretanto, eles são responsáveis por grande parte das emissões de gases de efeito estufa no mundo. Busca por fontes de energias renováveis tem crescido no mundo e a biomassa apresenta relevante papel nesse contexto, devido abundância no planeta e grande potencial para a sua produção. São consideradas renováveis devido ao ciclo do carbono, pois quando queimadas, liberam  $\text{CO}_2$ , porém ao serem formadas pela fotossíntese, sequestram o carbono e liberam o oxigênio. A bioenergia é aquela que tem por matéria-prima a biomassa, que nas suas transformações, podem resultar em biocombustíveis *líquidos*, gasosos ou sólidos. Destacam-se o biodiesel e o bioetanol, dentre os biocombustíveis líquidos, obtidos por meio de cultivos energéticos lignocelulósicos, amiláceos, oleaginosos ou sacarinos. O biometano é um importante gás gerado em biodigestores alimentados com

resíduos animais ou em aterros sanitários. São importantes ainda os biocombustíveis sólidos, como carvão, lenha, briquetes e péletes fabricados pela compactação da biomassa. Destacam-se ainda licor negro, residual da indústria de celulose, e biocombustíveis obtidos de microalgas. O Brasil tem grande potencial para a produção de biomassas devido ao seu clima, incidência solar, extensão territorial e boa estrutura de agronegócio. Contudo, o setor biomassas e biocombustíveis, necessita de avanços tecnológicos e incentivos e por esse motivo, elencam-se os principais marcos legais para uma análise de suas contribuições. Assim, o propósito desse artigo foi contribuir com o debate nacional *tão* relevante para a diversificação da matriz energética.

**PALAVRAS-CHAVES:** Biomassa, Bioenergia, Sustentabilidade

**ABSTRACT:** Modern societies have very energy-dependent lifestyles, and fossil fuels are the main drivers of this. However, they are responsible for most of the world's greenhouse gas emissions. Search for renewable energy sources has grown in the world and biomass plays a relevant role in this context, due to abundance on the planet and great potential for its production. They are considered renewable due to the carbon cycle, because when burned, they release  $\text{CO}_2$ , but when formed by

photosynthesis, they sequester the carbon and release the oxygen. Bioenergy is the raw material for biomass, which in its transformation can result in liquid, gaseous or solid biofuels. Highlight biodiesel and bioethanol, among the liquid biofuels obtained by means of lignocellulosic, starchy, oleaginous or saccharine energy crops, stand out. Biomethane is an important gas generated in biodigesters fed with animal waste or in landfills. Solid biofuels, such as coal, firewood, briquettes and pellets made by the compaction of biomass, are also important. Also noteworthy are black liquor, residual from the pulp industry, and biofuels obtained from microalgae. Brazil has great potential for biomass production due to its climate, solar incidence, territorial extension and good agribusiness structure. However, the biomass and biofuels sector needs technological advances and incentives and for that reason, the main legal frameworks are listed for an analysis of their contributions. Thus, the purpose of this article was to contribute to the national debate so relevant to the diversification of the energy matrix.

**KEYWORDS:** Biomass, Bioenergy, Sustainability

## 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das sociedades no campo social e econômico requer uma maior demanda por energia e grande parte destas provém de combustíveis fósseis. Este tipo de fonte de energia tem trazido preocupações para a sociedade mundial em função da provável escassez do petróleo, que é a principal fonte de energia do mundo e somado a isso, as pressões mundiais para a preservação ambiental e diminuição dos gases de efeito estufa (GEEs). Esses são os motivos principais para que governos mundiais busquem maior produção e consumo de energias renováveis, inclusive da biomassa (LAL, 2004; GOLDEMBERG, 2009; CARBONARI, 2012, MARAFON, et al., 2017).

Seguindo diretrizes internacionais, o Brasil tem realizado esforços públicos e privados para a adoção de fontes renováveis de energia em vários setores produtivos a fim de diversificar a sua matriz energética. O uso e produção de biomassa para fins energéticos é uma potencial proposta para que o setor agroindustrial brasileiro alcance maior grau de sustentabilidade. Além de mitigar as emissões de GEEs do setor, a diversificação da matriz é fundamental para a segurança energética nacional, que requer menor dependência do petróleo com suas variações cambiais e da energia hidrelétrica, que cada vez mais, é atingida por períodos prolongados de estiagens. A utilização da bioenergia brasileira pode ser realizada, inicialmente, por meio do aproveitamento das várias fontes de biomassa já disponíveis e pouco aproveitadas, bem como pelo incentivo a produção de novas fontes de matéria-prima para a geração de bioenergia em cadeias produtivas bem estruturadas (PHILIPPI; DOS REIS, 2016).

Os biocombustíveis brasileiros já constituem uma identidade nacional e abriram caminhos para a bioenergia em geral, que vem crescendo nas últimas décadas, principalmente com a criação de novas legislações para o setor, quanto à produção,

logística reversa, distribuição, incentivos tributários fiscais, incentivo ao associativismo, as inovações tecnológicas de conversão energética (pirólise, biodigestão anaeróbica, gaseificação, hidrólise enzimática, torrefação, etc...), melhoramento genético de culturas, principalmente gramíneas como o capim-elefante e o sorgo biomassa, e florestas energéticas de eucaliptos e pinus, dentre tantas iniciativas (RUIZ, 2015; MARAFON et al., 2017; ROCHA et al., 2017, PEDROSO et al., 2018)

O objetivo deste artigo é contribuir para o debate nacional sobre o setor de geração de bioenergia, compilando e descrevendo informações sobre os tipos de transformações da biomassa em biocombustível, os principais tratamentos e tecnologias usados, redução de custos e marcos legais para a expansão da produção de bioenergia.

## **2 | BIOMASSA, BIOENERGIA E ROTAS DE TRANSFORMAÇÕES**

A busca pela sustentabilidade é presente no mundo atual e há uma necessidade urgente de uma mudança na matriz de geração de energia no mundo. Diversas são as tecnologias que aparecem como alternativas para a mudança nessa matriz. Nela, a biomassa entra como uma fonte renovável e importante para substituição do uso dos combustíveis fósseis e derivados (CORTEZ, 2008).

Biomassa é a matéria orgânica que pode ser utilizada na produção de energia. Dentre as vantagens de seu uso na produção de bioenergia poderiam elencar-se o baixo custo, o fato de ser renovável, de permitir o reaproveitamento de resíduos e de ser bem menos poluente que as outras fontes de energia como o petróleo ou o carvão. Em termos energéticos, a biomassa é a matéria-prima para a produção de bioenergia, portanto são produtos energéticos e renováveis, originados a partir da matéria orgânica de vegetais e animais, que podem ser utilizados para produção de bioenergia (BERMANN, 2008).

A biomassa vegetal é renovada através do ciclo do carbono. Uma vez queimada, ela libera CO<sub>2</sub> na atmosfera. A fotossíntese das plantas transforma o CO<sub>2</sub> em carboidratos e libera o O<sub>2</sub>. Desta forma, a atmosfera é pouca alterada com o uso da biomassa, desde que seja realizada de forma controlada e não predatória (BNDS, 2010).

Segundo Filho (2013) nos próximos dez anos, o planejamento energético do MME, considerando os estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2021, indica uma taxa média de crescimento do consumo de eletricidade da ordem de 4,9% ao ano, num cenário de PIB de 4,7% ao ano. Assim há necessidade urgente de uma mudança na matriz de geração de energia com o uso de energia renovável. Segundo dados publicados em março de 2017, do Ministério das Minas e Energias, a biomassa registrou uso de 8,8 % em 2016 de toda energia necessária para movimentação da economia nacional. Destaque para o bagaço da cana de açúcar que corresponde a 78

% desta biomassa. Isso mostra a força que a biomassa está tendo e a sua importância na matriz atual para produção de energia.

A bioenergia é o nome dado para a energia obtida através da biomassa. Esta energia pode ser usada para se gerar calor, eletricidade ou combustível para motores de combustão em geral. Também é considerada a energia quimicamente armazenada na biomassa, ou seja, pode ser interpretada como energia solar aprisionada por se originar nos processos de fotossínteses. As principais fontes de bioenergia são provenientes de matérias primas renováveis, como madeira, produtos agrícolas e dejetos orgânicos. Dentre os combustíveis bioenergéticos destaca-se o etanol, o metanol, o biodiesel, entre outros. Estes representam uma fonte alternativa de combustível, perante aos combustíveis fósseis, constituindo-se assim, atualmente, um importante segmento das denominadas energias renováveis, com fração cada vez mais representativa entre as matrizes energéticas em todo o mundo. (LEMOS; STRADIOTO, 2012)

A utilização da biomassa para geração de bioenergia pode ser feita na sua forma bruta ou por diferentes rotas de transformação. Madeira de reflorestamento, produtos e resíduos agrícolas que antes não eram aproveitados e sim descartados e queimados, como é o caso da casca de arroz, de café, bagaço da cana e muitos outros, resíduos florestais como eucalipto e pinus, excrementos animais, carvão vegetal, álcool, óleos animais, óleos vegetais, gás de aterros sanitários, biogás são formas de biomassa utilizadas como combustível em diferentes rotas de transformação (PACHECO, 2006)

A biomassa é o elemento principal de diversos novos tipos de combustíveis e fontes de energia como o Biomass-to-Liquids (BTL), o biodiesel, o bio-óleo e o biogás. O BTL consiste em um combustível líquido obtido através da pirólise rápida, que consiste em uma reação química de decomposição por meio de calor. Esse método é responsável pela transformação da biomassa em gás e, em seguida, através de um processo químico, transformado em líquido, dando origem ao biocombustível denominado BTL (BOERRIGTER, 2006).

A mais abundante fonte renovável de recurso biológico da natureza é a *biomassa*. Pode-se explorar a biomassa sacarina, a biomassa lignocelulósica e biomassa amilácea, bem como as oleaginosas. A biomassa sacarina é proveniente de vegetais sacarosos e tubérculos, tais como a cana de açúcar e a beterraba *açucareira* (MANOCHIO, 2014). A biomassa lignocelulósica é o nome dado para um conjunto de macromoléculas orgânicas complexas constituídas muitas vezes de pectinas, ligninas, hemicelulose e celuloses, as quais podem estar ligadas ou não entre si (VASSILIEV et al., 2010). Estão presentes na madeira, bagaço de cana, resíduos agrícolas, gramíneas, resíduos de celulose (Tabela 1). A biomassa amilácea é proveniente de culturas amiláceas como exemplo o milho, a mandioca e a batata. As biomassas oleaginosas são as usadas para produção de biodiesel e os principais exemplos são soja, algodão e pinhão-manso, dentre outras (SANTOS, 2012).

Ao se estudar o uso de biomassas para energia, há necessidade de se conhecer as suas propriedades energéticas. Uma das propriedades é retratada em forma de

poder calorífico, que representa a quantidade de energia na forma de calor liberada pela combustão de uma unidade de massa da biomassa. Segundo Brand (2010), o poder calorífico é um excelente parâmetro para se avaliar a potencialidade energética dos combustíveis de biomassa. (Tabela 1).

<b>Biomassa</b>	<b>Celulose</b>	<b>Hemicelulose</b>	<b>Lignina</b>	<b>PCS ( MJ/Kg )</b>
<b>Palha de Cana</b>	40-44	30-32	22-25	17,7
<b>Bagaço de Cana</b>	32-48	19-24	23-32	18,8
<b>Madeira Dura</b>	43-47	25-35	16-24	19,1
<b>Madeira Mole</b>	40-44	25-29	25-31	20,5
<b>Palha de Arroz</b>	43,3	26,4	16,3	13,4
<b>Talo de Milho</b>	35	25	35	18,3
<b>Espiga de Milho</b>	45	35	15	17,5

Tabela 1. Composição (%) da biomassa lignocelulósica e o seu poder calorífico.

Fonte: Adaptado de Gómez, et al (2008), Quirino, et al (2005).

Segundo Lal (2004), a queima de combustíveis fósseis representa aproximadamente 82% das emissões dos gases causadores do efeito estufa. Então, seja pela questão ambiental global, seja pela importância em reduzir a dependência externa de energia de outros países, o uso de biocombustíveis representa uma alternativa viável na substituição de combustíveis fósseis, e assim, há uma busca bem apropriada pela bioenergia proveniente de biomassas.

A biomassa tem destaque pela abundância, alta densidade energética, pelas facilidades de armazenamento, conversão e transporte, maturidade tecnológica tanto para plantio e colheita quanto para geração em bioenergia, maior competitividade econômica comparada às outras fontes de energias, além da vantagem da utilização na permuta dos combustíveis fósseis pelo combustível da biomassa entre equipamentos das indústrias. Dessa maneira, a substituição das formas de obtenção de energia não teria impacto tão grande nas indústrias. (CASTRO; DANTAS, 2008)

Parte considerável de um vegetal não é amido nem açúcar, mas sim fibras que não são oxidadas na fermentação tradicional, como é o caso da cana-de-açúcar, que apresenta 2/3 de sua massa na forma de fibra não fermentável. Desta forma, grande porcentagem da massa desse tipo de substrato é desperdiçada em termos de geração de etanol (LEITE; CORTEZ, 2013). Porém pode ser utilizada na produção de etanol de segunda geração (2G), como exemplificado a seguir.

De acordo com Zheng, et al. (2009), há um grande esforço da comunidade científica para o desenvolvimento de novos processos economicamente viáveis para o aproveitamento do componente lignocelulósico da biomassa. Como exemplo o caso dos resíduos agrícolas (palha e bagaço de cana-de-açúcar, palha de trigo e resíduos de milho) e resíduos florestais (pó e restos de madeira), assim como o capim-elefante para produção de etanol combustível (etanol de segunda geração).

A oferta de biomassa no Brasil tem um potencial enorme devido à extensão do

país bem como sua característica tropical, área agricultável, incidência solar, clima e agroindústria consolidada. O Brasil possui destaque na produção de biocombustível, especificamente o biodiesel e etanol, porém, há ainda um grande potencial ainda não utilizado de produção de bioenergias proveniente de biomassas, com alto potencial para uso na produção de energia elétrica. Conforme dados do Balanço Energético Nacional 2017 (dados de 2016), as fontes de energia elétrica no Brasil são representadas por 81,7% de renováveis e a biomassa atende com 8,8 %, sendo basicamente utilizadas lenha, óleos vegetais e carvão vegetal.

Conforme Zhang (2008), um bilhão de toneladas de biomassa seca produz entre 80-130 bilhões de galões de etanol celulósico. Porém, é necessário utilizar de forma eficaz todas as frações das matérias-primas, especialmente, a celulose, hemicelulose e lignina, para obter sistemas que sejam sustentáveis e economicamente viáveis.

De acordo com Ripoli (2000), uma tonelada de palha equivale a algo entre 1,28 bpe (barris de petróleo equivalentes). Conseqüentemente, a não utilização dessa biomassa é um grande desperdício energético.

A crescente demanda energética, principalmente de combustíveis para a indústria, associada aos problemas relacionados a uso de combustíveis fósseis e ao meio ambiente, tem direcionado o foco para muitos estudos relacionados a uso de bioenergia e principalmente para os biocombustíveis. Os biocombustíveis apresentam as vantagens de serem obtidos a partir de biomassas abundantes e baratas, redução da emissão de CO<sub>2</sub>, uma vez que a produção da biomassa reduz a quantidade deste gás e os biocombustíveis são também biodegradáveis (BRASIL, 2018).

Outro ponto de destaque é a produção do biocombustível denominado biodiesel que são provenientes das plantas oleaginosas tais como soja, milho, algodão, dendê, palma, mamona, dentre outras, bem como também gordura animal. As matérias primas possuem características diferentes em relação à disponibilidade, produção dos óleos, absorção do CO<sub>2</sub> da atmosfera, custos e produção (BRASIL, 2018).

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomustível (ANP, 2012) o biodiesel tem por definição um composto de ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação e ou/esterificação de matérias graxas, de gorduras de origem vegetal (oleaginosas) ou animal.

O biodiesel apresenta uma vantagem enorme em relação ao diesel derivado de petróleo em virtude da importância para a indústria, para o setor agrícola, setor econômico do país, valorização de mão de obra rural e de profissionais na área química e vantagens para o meio ambiente e principalmente para a saúde humana. Durante sua reação de combustão a quantidade de dióxido de carbono liberada pela queima é menor em relação aos combustíveis fósseis. Porém, o biodiesel também possui algumas desvantagens que precisam ser minimizadas para a sua produção. As principais são a dificuldade de produção, adaptações mecânicas em equipamentos para sua utilização, custo de produção maior que os combustíveis normais, profissionais especializados, equipamentos sofisticados, além da questão da segurança na manipulação dos

solventes para sua produção, pois envolvem o uso do metanol e bases fortes, bem como no tratamento dos rejeitos (AHMAD, YASIN, DEREK, LIM, 2010).

As formas de transformação das biomassas em bioenergias envolvem processos químicos, físicos, biológicos e térmicos, conforme pode se verificado no fluxograma a seguir (Figura 1).

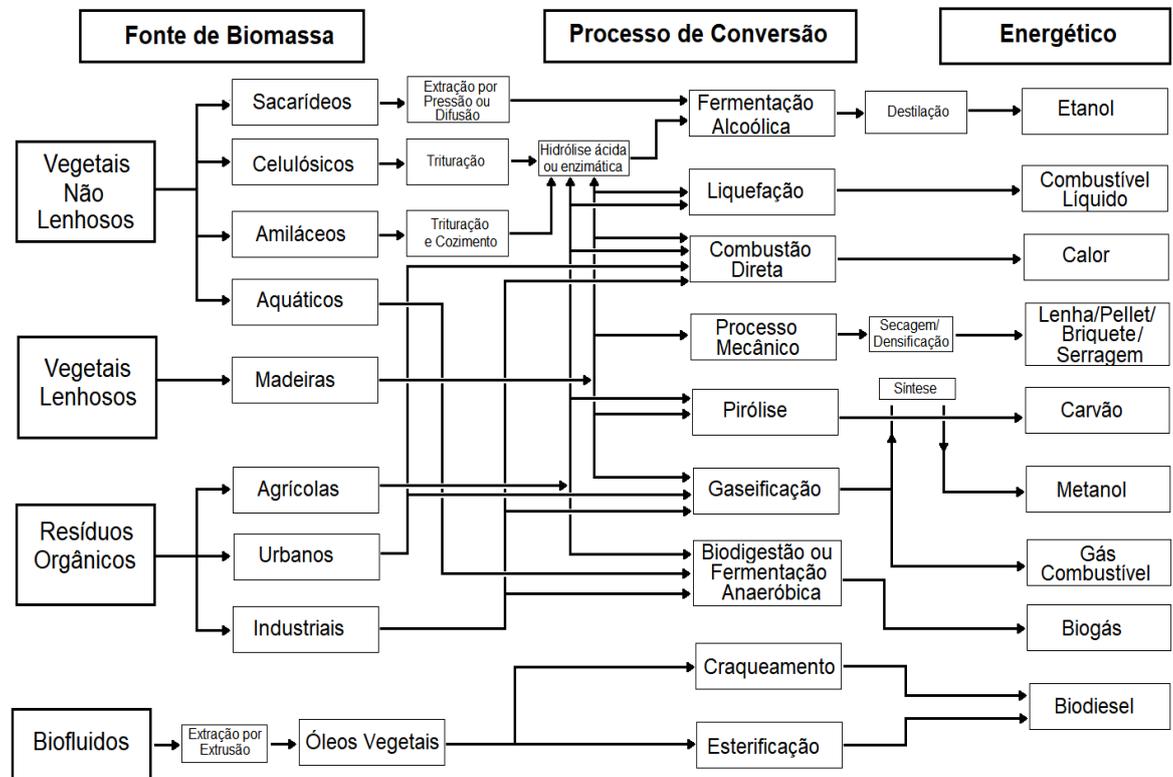


Figura 1 – Fluxograma das Fontes de Biomassas, Processos de Conversão e Energéticos Produzidos

Fonte: Adaptado do Balanço Energético Nacional (BEN/MME, 1982).

Quanto à tipologia existem dois grandes grupos de biomassa, o primeiro refere-se à biomassa tradicional, composta pela lenha e resíduos naturais. O segundo grupo, chamado de biomassa moderna, é aquela produzida em processos tecnológicos, tais como biocombustíveis líquidos, briquetes e pellets, cogeração termelétrica e cultivos energéticos, a exemplo das florestas plantadas e gramíneas geneticamente melhoradas para esse fim (BERMANN, 2008).

Os seus principais usos como insumo energético são: produção de biocombustíveis sólidos para geração de energia térmica (carvão e resíduos agroflorestais), biocombustíveis líquidos (álcool combustível e biodiesel utilizados em motores a combustão) e geração de energia elétrica (combustão direta, gaseificação, queima de gases, entre outras tecnologias). A biomassa pode ser obtida de vegetais lenhosos, não lenhosos e/ou de resíduos orgânicos, e transformados em energia mediante diferentes processos de conversão (MARAFON, et al., 2017).

A produção do biocombustível proveniente da biomassa açucarada passa por um processo de fermentação com leveduras num meio aquoso açucarado onde as

leveduras transformam o açúcar em etanol. Os açúcares já estão disponíveis na biomassa como é o caso da cana de açúcar e da beterraba. O processo de obtenção do açúcar da cana se dá através da extração do caldo da cana de açúcar por meio de moagem. No caso da beterraba a extração do açúcar se dá através da lavagem com água quente da beterraba cortada em fatia bem finas. Estas são tecnologias muito conhecidas e dominadas há muitos anos (MANOCHIO, 2014).

A produção do biocombustível proveniente da biomassa lignocelulósica passa por um processo físico-químico e biológico de fracionamento dos componentes químicos para transformação em açúcares mais simples para posterior fermentação. É necessário desmontar a parede celular para transformar a celulose, hemicelulose e lignina em açúcares, isto é, glicose, através de hidrólises com ácidos, bases ou enzimas, dentre outros tratamentos, uma vez que a estrutura lignocelulósica é muito resistente a bioconversão. As tecnologias atuais são caras e desfavoráveis, neste momento. Uma vez se obtendo açúcares fermentáveis, o processo de obtenção do etanol é semelhante ao processo da biomassa açucarada (SILVA, 2014).

A produção do biocombustível proveniente da biomassa amilácea também passa por um processo de moagem, cozimentos e de hidrólise do amido para transformação em cadeias menores de açúcares fermentáveis. Esse processo está também muito dominado pois muitos países no mundo produzem etanol de milho. Uma vez obtido o açúcar fermentável, o processo é semelhante aos outros (MANOCHIO, 2014).

O biodiesel é um biocombustível obtido através da transesterificação de óleos e triglicerídeos (Figura 2). Transesterificação é uma reação química entre um éster e um álcool da qual resulta um novo éster e um novo álcool. Significa dizer que é um processo de reação entre as gorduras dos óleos e gorduras em geral com um álcool e um catalisador e assim, a reação química de transesterificação produz dois produtos, o glicerol e uns ésteres que é designado de biodiesel (LEMOS e STRADIOTO, 2012).

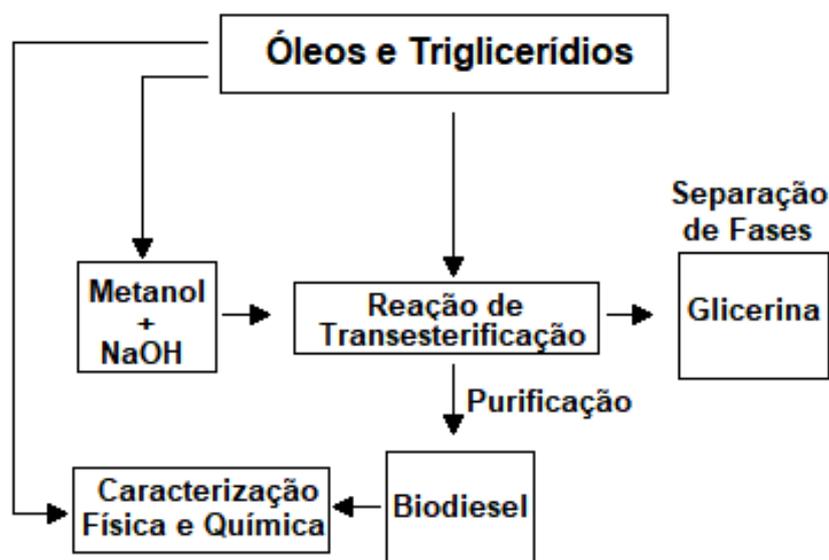


Figura 2 – Processo básico de transformação de óleos em biodiesel

Fonte: Adaptado de Lemos e Stradioto (2012).

Conforme citado anteriormente na Figura 1, diversos são os tipos de transformação da biomassa em biocombustíveis e este será utilizado em algum tipo de queima para gerar energia. Esta energia poderá ser utilizada em caldeiras ou turbinas com o objetivo de girar geradores elétricos e produzir energia elétrica. Na Figura 3, segue exemplo do uso da queima de uma biomassa ou biocombustível no ciclo Rankine para produção de energia elétrica. Ciclo Rankine é um ciclo termodinâmico e funciona convertendo calor em trabalho.

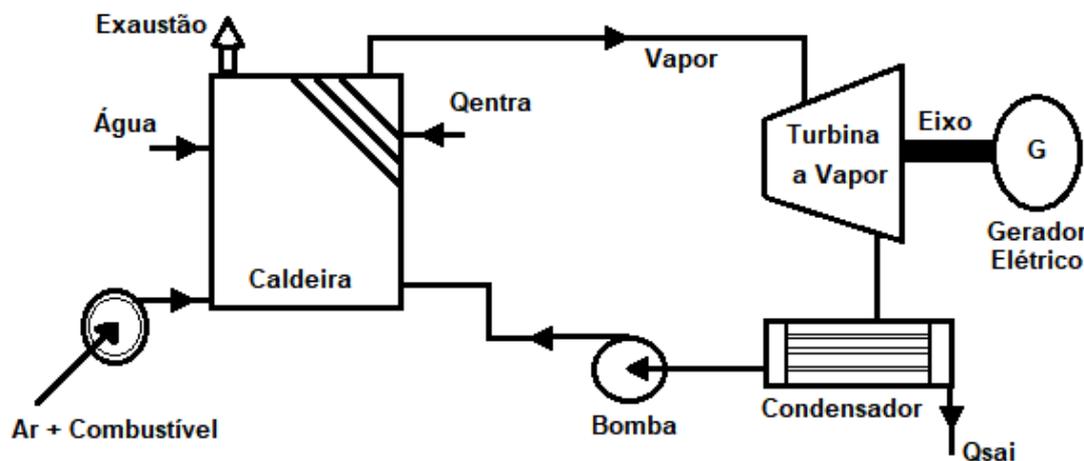


Figura 3– Ciclo Rankine

Fonte: (POLIZELI, 2011)

### 3 | MARCOS LEGAIS

#### 3.1 Geração de energia elétrica proveniente de biomassas

Segundo Silva (2006), a eletricidade desempenha um papel chave no processo de desenvolvimento que a humanidade vem passando nesse último século. É um setor estratégico para cadeia produtiva e crescimento da economia mundial. Por ser muito importante e boa parte desta é proveniente do uso dos combustíveis fósseis, há uma corrida para que esta matriz seja alterada, principalmente pelo viés ambiental. A partir dos anos 70, devido as repercussões das crises energética, econômica e financeira vivenciada pelo país, perdeu fôlego o modelo de geração de energia daquela época em função dos impactos ambientais e exaustão do modelo. Surge então a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias alternativas para promover novas formas de geração de energias de forma sustentável.

No início dos anos 90, surgiu assim um variado conjunto de instrumentos para a ampliação do processo crescente de elaboração e aprovação de um marco legal para o setor energético e surgimento de normas e leis que buscavam alterar o panorama energético nacional, acrescentando-se itens importantes ligados a produção de energia com uso de combustíveis renováveis (Tabela 2).

LEI	ANO	CONTEÚDO
Decreto 915	1993	1. autoriza a formação de consórcios por empresas interessadas na geração de energia elétrica a ser utilizada nas respectivas unidades consumidoras autoprodutores).
Lei 9.074	1995	1. complementa a Lei 8.987 2. institui o Produtor Independente de Energia Elétrica 3. garante o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição 4. cria a figura do consumidor livre
Lei 9.427	1996	1. institui a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)
Lei 9.648	1998	1. Reestrutura a ELETROBRAS 2. institui o Mercado Atacadista de Energia (MAE) 3. cria o Operador Nacional do Sistema
Lei 9.991	2000	1. 1- Estabelece critérios par a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica.
Proinfa – Lei 10.438	2002	1. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
Decreto de 23 de dezembro de 2003.	2003	2. Institui a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia.
Programa Luz para todos (PLT)	2004	1. Com o objetivo de acabar com a exclusão da energia elétrica no país, garantindo o acesso à energia elétrica a 100% da população da zona rural.
1º Plano Nacional de Agroenergia	2006	1. Reúne ações estratégicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a promoção o desenvolvimento sustentável e a competitividade do agronegócio em benefício da sociedade brasileira”, e as diretrizes gerais de governo, particularmente as constantes do documento Diretrizes de Política de Agroenergia
Plano Diretor da Embrapa Agroenergia	2008	1. Viabilizar soluções tecnológicas inovadoras para o desenvolvimento sustentável e equilíbrio do negócio da agroenergia do Brasil
Lei 12.305	2010	1. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Lei 12.490	2011	1. Fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional, incentivar a geração de energia elétrica a partir da biomassa
Aneel – Resolução normativa nº 482	2012	1. Estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.
Lei 3529	2012	1. Institui a política nacional de geração de energia elétrica a partir da biomassa, estabelece a obrigatoriedade de contratação dessa energia e dá outras providências.
Aneel – Resolução normativa nº 745	2016	1. Altera a Resolução Normativa nº 77, de 18 de agosto de 2004, que estabelece procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos. 1. Estabelecer, na forma desta Resolução, os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas de transmissão e de distribuição, aplicáveis aos empreendimentos hidrelétricos e àqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada.
Aneel - Resolução nº- 2.203	2017	1. Estabelece as faixas de acionamento e os adicionais das bandeiras tarifárias
MME -Consultas públicas nº-32 e 33	2017	1. Princípio para Atuação Governamental no Setor Elétrico Brasileiro. 2. Aprimoramento do marco legal do setor elétrico.

Tabela 2- Principais Atos Legais Promovidos no Âmbito da Reforma do Setor Elétrico com uso o uso de energias renováveis

A criação do Proinfa em 2002, foi o maior marco legal para a geração de energia elétrica proveniente de fontes alternativas de energia. Conforme informado no site do Ministério das Minas e Energia (MME), o intuito foi promover a diversificação da Matriz Energética Brasileira, buscando alternativas para aumentar a segurança no abastecimento de energia elétrica, além de permitir a valorização das características e potencialidades regionais e locais.

Segundo Fernandes, et al (2014), também um dos importantes marcos legal atualizado para os setores de geração de energias renováveis foi a criação da Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, onde o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da mini geração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade.

### 3.2 Produção de biodiesel

Apesar dos estudos sobre o biodiesel no Brasil ser de longa data, os marcos legais de biodiesel somente foram iniciados quando do lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), lançado pelo governo federal em 2004. O programa é coordenado pelo Ministério das Minas e Energia e conduzido por uma Comissão Interministerial. Porém, desde 2003, o governo federal iniciou estudos para viabilidade de produção de biodiesel, surgindo a partir daí uma série de leis formando assim os marcos legais para este setor (MME). Na tabela 3 são apresentados os principais marcos sobre o assunto.

O Brasil, desde 2005, possui lei que obriga a mistura do biodiesel ao óleo diesel mineral. Segundo o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), haverá um aumento gradativo periódico. As misturas entre o biodiesel e o diesel mineral são conhecidas pela letra B seguida do número que corresponde ao percentual de biodiesel na mistura. Segundo o CNPE, houve um aumento em março de 2018 para 10 % de biodiesel no diesel mineral e assim, a mistura está sendo denominada B10 (BRASIL, 2018).

LEI	ANO	CONTEÚDO
Decreto 2 de Julho	2003	Institui GTI encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia, propondo, caso necessário, as ações necessárias para o uso do biodiesel.
Decreto 23 de Dezembro	2003	Institui a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia

Resolução ANP nº 42	2004	Estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel na proporção 2% em volume.
Decreto Nº 5.297	2004	Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas de contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, incidentes na produção e na comercialização de biodiesel
Lei nº 11.097	2005	Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências.
Instrução Normativa MDA nº 02	2005	Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos ao enquadramento de projetos de produção de biodiesel ao selo combustível social
Instrução Normativa SRF nº 516	2005	Dispõe sobre o Registro Especial a que estão sujeitos os produtores e os importadores de biodiesel, e dá outras
Resolução ANP nº 31	2005	Regula a realização de leilões públicos para aquisição de biodiesel.
Resolução ANP nº 33	2007	Dispõe sobre o percentual mínimo obrigatório de biodiesel, de que trata a Lei nº 11.097, referente ao ano de 2008, a ser contratado mediante leilões para aquisição de biodiesel, a serem realizados pela ANP.
Resolução ANP nº 45	2007	Estabelece que os produtores de óleo diesel, Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras e Alberto Pasqualini – Refap S.A., adquirentes nos Pregões Eletrônicos nºs 069/07-ANP e 070/07-ANP, devem adquirir biodiesel, com o intuito de formar estoque, em volume superior à demanda mensal desse produto para atendimento ao percentual mínimo de adição obrigatória ao óleo diesel, nos termos da Lei nº 11.097.
Resolução nº 5 do CNPE	2007	Estabelece diretrizes gerais para a realização de leilões públicos para aquisição de biodiesel, em razão da obrigatoriedade legal prevista na Lei nº 11.097
Resolução ANP nº 02	2008	Estabelece a obrigatoriedade de autorização prévia da ANP para a utilização de biodiesel, B100, e de suas misturas com óleo diesel, em teores diversos do autorizado pela legislação vigente, destinados ao uso específico
Resolução nº 2 do CNPE	2008	Estabelece 3 %, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097

Resolução ANP nº 07	2008	Estabelece a especificação do biodiesel a ser comercializado pelos diversos agentes econômicos autorizados em todo o território nacional. Revoga a Resolução ANP nº 42 de 2004
Resolução ANP nº 25	2008	Estabelece a regulamentação e a obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel.
Instrução Normativa MDA nº 01	2009	Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão de uso do selo combustível social.
Resolução nº 2 do CNPE	2009	Estabelece 4 %, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097
Resolução nº 6 do CNPE	2009	Estabelece 5 %, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097
Portaria MME Nº 116	2013	Estabelece diretrizes específicas para a formação de estoques de biodiesel no País.

Lei Nº 13.033	2014	Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final. Percentuais de adição obrigatórios para 8, 9 e 10%
Resolução ANP nº 45	2014	Estabelece a especificação do biodiesel e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.
Resolução ANP nº 30	2016	Estabelece a especificação de óleo diesel BX a B30, em caráter autorizativo, nos termos dos incisos I, II e III do art. 1º da Resolução CNPE nº 03, de 21 de setembro de 2015
Resolução nº 23 do CNPE	2017	Estabelecer a adição obrigatória, em volume, de 10% de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional, a partir de 1º de março de 2018
LEI Nº 13.576	2017	Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.

Tabela 3- Principais Atos Legais para produção do Biodiesel

Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo a ANP, a comercialização do biodiesel é feita através de leilões públicos organizados pela própria ANP. Os leilões visam à aquisição de biodiesel pelos adquirentes (refinarias e importadores de óleo diesel) para atendimento ao percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel e para fins de uso voluntário, cujo volume deve ser entregue pelas unidades produtoras de biodiesel. Estes leilões têm atualmente periodicidades bimestrais. O primeiro leilão (L1) ocorreu em 2005 com o Edital ANP 061/05, com a fase de mistura opcional de 2%. Com o passar dos anos a mistura começou a se tornar obrigatórias e voluntárias. No ano de 2018 já ocorreram os leilões (L58 a L63) também através de vários editais, com mistura de 8% e 10% autorizativas.

Uma lei importante que surgiu no país foi a criação do RenovaBio - Política Nacional de Biocombustíveis, que nasceu em 2017, e tem o objetivo de contribuir para o atendimento dos compromissos do país com os acordos internacionais sobre a mudança de clima, contribuir com a eficiência energética e na redução dos gases de efeito estufa (GEE), na comercialização e expansão da produção de biocombustíveis, bem como contribuir com a previsibilidade de participação competitiva dos diversos biocombustíveis.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da biomassa, em especial de biocombustíveis, é muito importante para substituição gradual de combustíveis fósseis na matriz energética brasileira e consequente diminuição da geração dos gases de efeito estufa. O Brasil já possui um destaque neste assunto, pois domina a produção do etanol e do biodiesel. Porém há muito ainda por se fazer, pois há um desperdício enorme de biomassas que são

descartadas durante colheita de produtos agroflorestais.

A combustão direta da biomassa e o consumo de gás natural, muito comuns para a sobrevivência de populações rurais e de países subdesenvolvidos, é uma prática também adotada em diversas indústrias brasileiras, mas que tende a diminuir devido às novas tecnologias de transformação da biomassa. Como exemplo a utilização de briquetes e péletes é uma forte tendência como madeira artificial, assim como o bioetanol na substituição de gás natural em residências, cogeração termelétrica e em veículos.

Há significativas vantagens na produção de energia proveniente de biomassas, são ganhos socioambientais e econômicos, mas o setor carece de estudos científicos para inovação tecnológica em toda cadeia produtiva. Também há grandes dificuldades para cumprimentos de legislações, mitigação de impactos ao meio ambiente e cuidados para a saúde humana.

A biomassa e a bioenergia são ferramentas propulsoras de desenvolvimento sustentável da indústria em geral, inclusive a agroindústria, proporcionando desenvolvimento do homem do campo, os cumprimentos dos protocolos de acordo mundiais sobre clima, redução do desmatamento, utilização de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) por meio de florestas energéticas, além da utilização dos créditos de carbono entre nações.

Foi também muito importante a criação de leis e normas no país com o objetivo de facilitar e normatizar o uso de biomassas para geração de energia elétrica e a utilização própria, distribuição e venda da energia para a o Sistema Interligado Nacional (SIN).

## REFERÊNCIAS

AHMAD, A. L., et al, Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, p.585, 2010.

ANP, 2010- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. BRASIL. BIODIESEL. 2012. Disponível em: <anp.gov.br/>.

BERMANN, C., *CRISE AMBIENTAL E AS ENERGIAS RENOVÁVEIS*, 2008. Ciência e Cultura, volume 60 N° 3.

BIOETANOL de cana de açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: BNDS, 2008. 316p.

BOERRIGTER, H., *Economy of Biomass-to-Liquids (BTL) plants - An engineering assessment* – 2006.

BNDS Setorial- Papel e Celulose, 2010, *Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia*.

BRAND, M. A., *Energia de Biomassa Florestal*. Rio de Janeiro. Interciência, 131 p. 2010.

BRASIL, 2016. Ministério de Minas e Energia. *Balanço energético nacional*. Brasília, DF: MME, 1982. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/gbio/?q=livro/fontes-de-biomassa>>. Acesso: 12 mai. 2018

- CARBONARI, A. C., et al, Livro Bioenergia Desenvolvimento, Pesquisa e Inovação. Parte 1, capítulo 3, pag-54, 2012.
- CASTRO, N. J., DANTAS, G. A., Bioenergia no Brasil e na Europa: uma análise comparativa, 2008.
- CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. Biomassa para energia. Campinas: Editora Unicamp, 2008. 732 p.
- FERNANDES, M. A. R., et al, Geração De Energia Solar E Biomassa: Os Marcos Institucionais Brasileiro E Holandês E Os Impactos Na Viabilidade Financeira De Projetos Na Universidade De Brasília, 2014
- FILHO, Altino Ventura. Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas. Revista Interesse Nacional, Ano 6, Número 21, abril - junho de 2013
- GOLDEMBERG, J.; COELHO, S.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. Energy Policy, London, v. 36, p. 2086-2097. 2008.
- GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. Química Nova, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.
- GÓMEZ, E. O., et al, Biomassa para Energia. Editora da Unicamp, Campinas, SP, ed. 1, 2008
- LAL, R.; Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security, **Science**, v 304, p 1623, 2004
- LEITE, R.C.; CORTEZ, A.B. O etanol combustível no Brasil. 2004 Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3\\_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdr\\_mftk.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdr_mftk.pdf)> Acesso em: 03 nov. 2013
- LEMOS, E. G. M, STRADIOTO, N. R., Bioenergia- Desenvolvimento, pesquisa e inovação, Unesp, 2012, p.765.
- MARAFON, A.C.; SANTIAGO, A.D.; AMARAL, A.F.C.; BIERHALS, A.N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES; V.S. Uso da biomassa para a geração de energia. Ed. Anderson Carlos Marafon et al., Aracaju: documentos Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 28 p.
- MANOCHIO, C., Produção de bioetanol de cana-de-açúcar, milho e beterraba: uma comparação dos indicadores tecnológicos, ambientais e econômicos.TCC. UFA, Poços de Caldas, p.13, 2014.
- MME – Ministério das Minas e Energia - <http://www.mme.gov.br>. Acessado Julho/2018
- PACHECO, F., Energias renováveis: breves conceitos. Revista Conjuntura e Planejamento, 2006.
- PEDROSO, L.L.A.; SILVA, F.F; SILVA, F.F.F; MELO. A.M.; ERTHAL JR., M.; SHYMOIA, A.; MATIAS, I.O. SOUZA, C.L.M. Demandas atuais e futuras da biomassa e da energia renovável no Brasil e no mundo Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 4, n. 5, p. 1980-1996, 2018.
- PHILIPPI JUNIOR. A.; DOS REIS, L. B. Energia e Sustentabilidade. Barueri: Manole, 2016. 1021 p. Coleção Ambiental. v. 19.
- POLIZELI, M. V. Avaliação econômica de geração de energia elétrica entre sistemas híbridos de PCHs e termoelétricas. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

QUIRINO, W. F., et al. Poder Calorífico Da Madeira e de Materiais Ligno-Celulósicos. *Revista da Madeira*, nº 89, p-100-106, 2005.

ROCHA, J. R. A. S. C.; MACHADO, J. C.; CARNEIRO, P. C. S.; CARNEIRO, J. C.; RESENDE, M. D. V.; PEREIRA, A. V.; CARNEIRO, J. E. S. Elephant grass ecotypes for bioenergy production via direct combustion of biomass. *Industrial Crops and Products*, Amsterdã, v. 95, p. 27-32, 2017.

RIPOLI, T. C. C.; *Scientia Agricola*. 2000, vol. 57 nº4

SANTOS, F.A., et al, Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol, 2012

SILVA, V. F. N., TESE- Avaliação dos parâmetros experimentais do fracionamento do bagaço da cana de açúcar na obtenção do etanol celulósico e lignina, 2014.

VASSILIEV, S. V.; BAXTER, D.; ANDERSEN, K. K.; VASSILEVA, C. G. An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, Amsterdam, v. 89, n. 5, p. 913-933, 2010

ZHANG, Y. H. P.; *J. Ind. Microbiol Biotechnol*. 2008, 35, 367.

ZHENG, Y. I.; PAN, Z.; ZHANG, R.; WANG, D.; *Appl. Energy* 2009, 86, 2459.

## RECICLAGEM DE LAMA FINA DE ACIARIA ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE BRIQUETAGEM PARA REUTILIZAÇÃO NO PROCESSO DA ACIARIA

### **Aline Tatiane Nascimento de Oliveira**

Graduando do curso de Engenharia de Produção na PUC Minas.

### **Janaina Antônia Alves da Silva**

Graduando do curso de Engenharia de Produção na PUC Minas.

### **Pâmella Franciele Pereira**

Graduando do curso de Engenharia de Produção na PUC Minas.

### **Leonardo Ayres**

Doutor/professor do curso de Engenharia de Produção na PUC Minas.

**RESUMO:** O processo de produção do aço gera grandes quantidades de resíduos anualmente que se forem tratados de forma adequada podem ser fontes de matérias para vários processos da indústria. A descoberta de que os resíduos provenientes da fabricação do aço têm valor econômico e sobretudo trazem ganhos ambientais mudaram o conceito de resíduo para o setor. Pesquisas buscando agregar valor aos resíduos tem ganhado cada vez mais espaço e vem sendo realizadas como forma de diminuir os impactos ambientais causados pela disposição de resíduos em aterros. Dentre os resíduos gerados no processo produtivo siderúrgico destacam-se as escórias, pós, lamas e carepas, oriundos dos processos do alto forno e aciaria. Dentre os resíduos destacados

grande parte tem aplicação sustentável e econômica no processo siderúrgico e em outros processos como o da indústria cimenteira e cerâmica, outros ainda apresentam dificuldades de aplicação, como é o caso da lama de aciaria na fração fina. O presente artigo traz um estudo a respeito da tecnologia de briquetagem como solução para reciclagem da lama de aciaria fina no processo siderúrgico, possibilitando seu uso como material prima no processo de fabricação do aço.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lama de aciaria. Briquete. Sustentabilidade. Resíduo. Coproduto. Reciclagem.

### 1 | INTRODUÇÃO

O processo de produção de aço tem como um dos resultantes a geração de resíduos. De acordo com dados do relatório de sustentabilidade de 2016 divulgado pelo Instituto Aço Brasil, em 2015 a indústria do aço no Brasil produziu 31,3 milhões de aço bruto e gerou 595 kg de resíduo por tonelada de aço produzida, ou seja, aproximadamente 18 milhões de toneladas de resíduo. Deste volume de resíduos gerado houve reaproveitamento de 88%, 9% de estocagem e 3% de disposição em aterros industriais.

Dentre os resíduos gerados no processo

de produção de aço, temos a lama de aciaria, que pode se apresentar em 2 tipos, chamadas comumente de lama grossa de aciaria e lama fina de aciaria. A lama fina de aciaria, objeto de estudo deste artigo, representa o maior percentual de geração do total deste resíduo, aproximadamente 60%, é rica em óxido de ferro, chegando a valores de ferro total de 40%.

O processo de reciclagem da lama fina é um dos problemas das indústrias siderúrgicas no Brasil, pois apresenta características que dificultam sua transformação em matéria prima, como baixo teor de ferro metálico, elevada umidade, percentual de zinco e álcalis, granulometria fina e dificuldades de concentração.

Este artigo abordou o estudo de uma solução para reciclagem de lama fina, feito em uma das maiores siderúrgicas do país que atua na produção de aços longos, especiais e planos.

A abordagem utilizada neste artigo para a reciclagem da lama fina de aciaria foi feita através de processo de aglomeração, sendo usado o tipo briquetagem para possibilitar o seu uso na aciaria. Através dessa solução esperava-se obter uma proposta para a reciclagem da lama fina de aciaria, tendo como principais objetivos ganhos ambientais e econômicos, através da eliminação e não geração de passivos deste resíduo, a transformação de um potencial passivo em ativo ambiental, por evitar a destinação para aterros industriais e possibilitar sua aplicação para fins mais nobres, especialmente como substituto de matéria prima de alto valor agregado para a produção do aço.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

O agravamento dos problemas ambientais consequentes das atividades humanas se deu principalmente a partir da revolução industrial, onde o homem começou a produzir em grande escala e poluir na mesma intensidade. (MOREIRA, 2006). A relação entre desenvolvimento econômico e meio ambiente se tornou mais expressiva a partir da década de 70, quando pesquisadores passaram a examinar quais seriam os limites do crescimento em um contexto onde os recursos naturais são finitos. (DINIZ; BERMANN, 2012).

Para Moreira (2006), dentre os principais problemas ambientais relacionados às atividades industriais, se destacam as preocupações relacionadas a água, ao ar, as florestas e biodiversidade, os problemas ambientais relacionados à energia e os resíduos. Neste contexto, a atividade siderúrgica contribuiu, sendo responsável pela geração de grandes quantidades e variedades de resíduos, muito deles passíveis de reciclagem, e outros que cuja reciclagem e reutilização, atualmente ainda estão sendo estudadas. (CUNHA et al, 2006).

Mesmo com queda na demanda observada no Brasil a partir de 2010, devido principalmente a queda no consumo interno, principalmente pelos segmentos

automotivos, construção civil e bens de capital, que junto representam 80% do consumo nacional de aço, a atividade siderurgia ainda continua em 2018 responsável pela geração de grande parte dos resíduos sólidos.

Os principais resíduos gerados na produção do aço são constituídos de pós e lamas de alto forno e aciaria, carepas, escórias, finos de combustíveis carbonosos, dentre outros. (LUZ, 2016).

A lama fina de aciaria, objeto deste artigo, é formada no processo de produção de aço na aciaria, no tratamento dos gases formados durante o refino do gusa, transformando-o em aço no interior do conversor. Este material é rico em óxido de ferro, apresentando em torno de 40% de ferro total, o que possibilita seu aproveitamento como matéria prima para os processos siderúrgicos. (MENDES, 2009). Desta forma ela voltaria para o ciclo de produção de forma contínua. Quando não há o processo para que a sua aplicação seja tecnicamente viável e ambientalmente adequada, sua destinação é feita com disposição em aterros industriais, o qual é um processo oneroso e um recurso muito caro e por este motivo, muitas vezes, o material é armazenado pelas indústrias, gerando grandes passivos ambientais. (AMORIM, 2000).

Há estudos abordando soluções para reciclagem de lama de aciaria em outros setores industriais, como, por exemplo, na construção civil, com a aplicação da lama de aciaria na fabricação de argamassa ou incorporação para fabricação de tijolos na indústria de cerâmica vermelha. (AMORIM, 2000; VIEIRA et al., 2007). Apesar dos estudos de rotas de reciclagem em outros setores, a reciclagem da lama de aciaria no próprio processo siderúrgico apresenta maior viabilidade econômica e técnica, uma vez que o resíduo pode ser reutilizado em maior escala e voltar para o ciclo de produção, como substituto de matéria prima para o aço.

Tendo em vista as restrições de aplicação da lama fina de aciaria por suas qualidades físicas e químicas, uma das tecnologias que vem ganhando grande relevância e estudo, são as tecnologias de aglomeração de resíduos. (VIERA et.al, 2007).

Segundo Rocha et.al, (2002) dentre as possibilidades existentes atualmente para reaproveitamento de resíduos, a briquetagem se apresenta como uma solução de baixo custo, uma vez que os briquetes produzidos através deste processo servem como insumo para utilização no próprio processo produtivo siderúrgico. Além disso, outros fatores complementam a viabilidade dessa tecnologia que são o atendimento a legislação ambiental, a redução da despesa de tratamento para o resíduo, além da confiabilidade da tecnologia de briquetagem. (MACHADO et.al, 2004).

### 3 | METODOLOGIA

Para este estudo foram realizadas observações em campo, análises de dados quantitativos e qualitativos e entrevista com responsáveis pelo setor de aciaria da

empresa estudada e responsáveis técnicos de empresas que atuam no setor de briquetagem de resíduos.

Portanto, segundo Prodanov e Freitas, (2013), esta pesquisa é um estudo de caso, considerado de natureza prática, uma vez que busca a melhor alternativa de reciclagem para a lama fina de aciaria que possa ser aplicado dentro da empresa estudada, tecnicamente e economicamente viável para a empresa.

Ainda segundo o autor, quanto ao objetivo do estudo é uma pesquisa exploratória e descritiva, pois buscou-se levantar informações sobre um determinado material, delimitando-se assim um campo de trabalho, analisando os dados das caracterizações das amostras feitas por técnicos do laboratório da empresa, utilizando as técnicas padronizadas, como a NBR 10005:2004 e NBR 10006:2004 que determinam métodos estruturados para coleta e análise de resíduos.

A pesquisa é de caráter quantitativo e qualitativo, uma vez que foram coletadas amostras da lama fina e de outros materiais gerados na empresa, que foram submetidos a técnica de reciclagem através do processo de briquetagem, feito em caráter de teste. Após reciclagem, o material foi submetido pela empresa a análises para verificação das características quantitativas e qualitativas de seus elementos químicos e testes de caráter industrial na aciaria da empresa estudada.

#### **4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS**

A empresa estudada gera aproximadamente 3 milhões de toneladas anuais de resíduos resultantes da produção do aço, dentre eles escórias de aciaria e alto forno, pós de despoeiramento, carepas, finos de minério e carvão, lamas de alto forno e aciaria, finos de cal entre outros. A Figura 1, a seguir, demonstra isto graficamente.

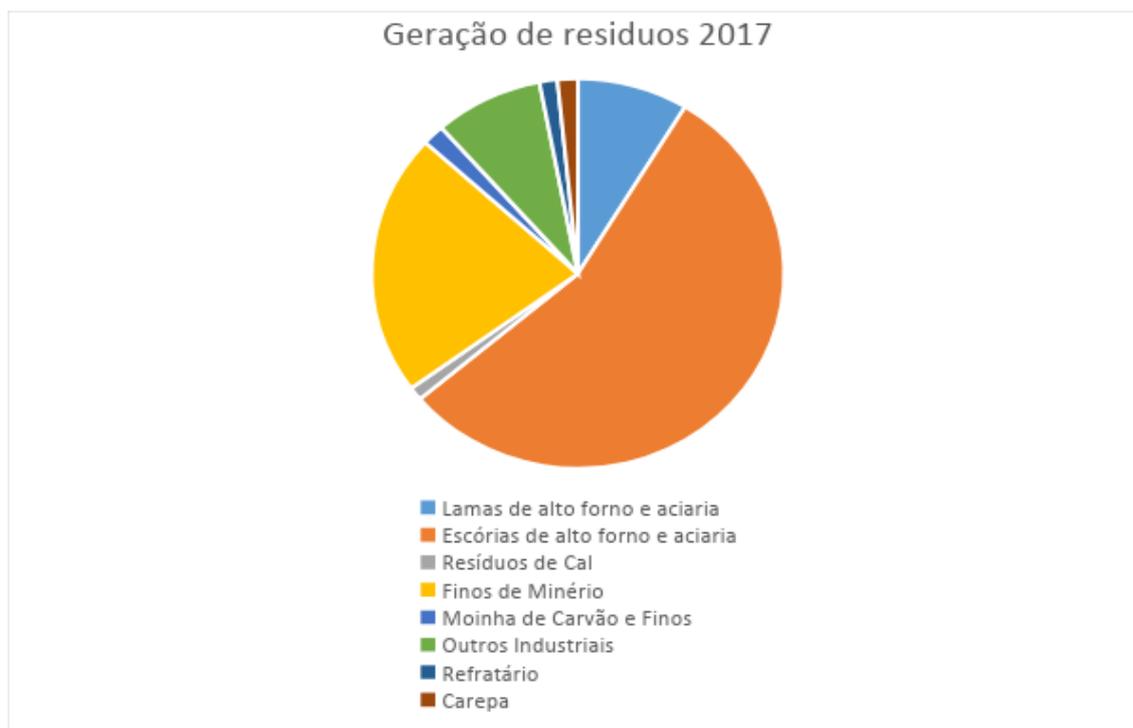


Figura 1 - Geração de Resíduos de Siderurgia  
 Fonte: elaborada pelos autores com dados da empresa estudada.

Do total de resíduos gerados aproximadamente 70% são reciclados. A reciclagem é feita através da venda para o mercado, a exemplo escória de alto forno, que é vendida para o mercado cimenteiro e faz parte da composição do cimento. Também a reciclagem acontece através da reutilização de alguns resíduos pela empresa em seu próprio processo de produção como na aciaria e sinterização.

A empresa busca constantemente alternativas para aumentar a reciclagem de resíduos, seja em seu próprio processo ou através da utilização destes por outras empresas do mercado. Atualmente, entre todos os resíduos gerados, um dos principais gargalos é a lama fina de aciaria.

A lama fina de aciaria representa aproximadamente 60% da lama de aciaria gerada no processo de produção do aço da empresa estudada. Os outros 40% é composto pela lama grossa de aciaria. A geração média da lama de aciaria fina é de aproximadamente 6 mil toneladas mensais, totalizando uma média anual de aproximadamente 73 mil toneladas.

Na Tabela 1, a seguir, são apresentados os números de geração total da lama fina de aciaria na empresa estudada, no período de 2015 a 2017.

2015	2016	2017
72473	74902	71500

Tabela 1 - Dados da Geração de Lama Fina dos Últimos 3 anos (volume em toneladas)  
 Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados fornecidos pela empresa estudada

A lama fina de aciaria apresenta propriedades que a tornam um material de difícil manuseio e pouco atraente para reciclagem, dificultando sua aplicação no mercado ou no próprio processo siderúrgico. Estes fatores contribuem para a formação de grandes passivos ambientais de lama de aciaria fina, uma vez que pelo alto custo de destinação final para aterro, grande parte das indústrias siderúrgicas optam pela armazenagem interna do resíduo dentro da empresa.

Os custos de destinação para aterro calculados pela empresa estudada, considerando o aterro industrial licenciado mais próximo, eram de R\$ 90,00 (noventa reais) por tonelada. Estão inclusos neste valor as despesas de serviço de aterro e os custos logísticos. Para destinação de toda geração anual, a empresa teria um custo anual calculado em aproximadamente R\$ 6.480.00,00 (seis milhões e quatrocentos mil reais), impactando na sustentabilidade financeira e econômica do negócio.

A seguir, a Tabela 2 apresenta a análise química, realizada em novembro de 2017, das lamas de aciaria geradas na empresa e na Tabela 3, na sequência, a descrição dos compostos químicos apresentados na Tabela 2.

<b>Composição</b>	<b>Lama fina de aciaria</b>	<b>Lama grossa de aciaria</b>
S total (%)	0.07	0.02
P (%)	0.117	0.113
P2O5 (%)	0.27	0.26
Al2O3 (%)	0.61	0.25
ZnO (%)	0.67	<0,01
SiO2 (%)	1,82	1,96
MgO (%)	1,95	1,54
Umidade	32,87	18,66
Fusão (%)	36,45	74,32
Fe t (%)	42,38	78,01

Tabela 2 - Análise Química da Lama de Aciaria

Fonte: elaborada pelos autores com dados do laboratório da empresa estudada

Composição	Descrição
S total (%)	Percentual de enxofre
P (%)	Percentual de fósforo
P2O5 (%)	Percentual de pentóxido de fósforo
Al2O3 (%)	Percentual de óxido de alumínio
ZnO (%)	Percentual de óxido de Zinco
SiO2 (%)	Percentual de dióxido de silício
MgO (%)	Percentual de óxido de magnésio
Umidade	Percentual de umidade
Fusão (%)	Percentual de fusão do material
Fe t (%)	Percentual de ferro total (incluindo óxido)

Tabela 3 - Descrição dos Compostos Químicos

Fonte: elaborada pelos autores

A fim de buscar soluções para este problema, a empresa realizou estudos que possibilitaram a reciclagem da lama fina de aciaria no seu próprio processo de produção. O objetivo foi buscar uma solução sólida que trouxesse retornos financeiros e principalmente ganhos ambientais com a destinação da lama fina de aciaria de forma circular, ou seja retornando-a como matéria prima para outros processos produtivos.

Foram avaliados pela empresa processos de reciclagem que permitissem transformar a lama fina de aciaria em um material adequado para reutilização em seu próprio processo produtivo, como a sinterização, pelotização e briquetagem. Através dos estudos destas alternativas, foi verificado o potencial de ganho ambiental, viabilidade técnica e financeira através da reciclagem por meio da briquetagem.

A briquetagem elimina dois grandes fatores que dificultam a utilização da matéria prima *in natura* no processo, que são a umidade, uma vez que a lama no processo de briquetagem tem sua umidade reduzida a menos de 2%, e a granulometria, pois é transformada em pequenos blocos densos e compactos. Além destes fatores a briquetagem traz vantagens para o processo como o manuseio, transporte e armazenagem do material, agregação de valor ao resíduo e resistência mecânica, que permite ao material suporte de grandes quedas de altura sem alta geração de finos (poeiras), evitando que o material seja absorvido pelos sistemas de despoejamento do forno e não seja reaproveitado.

Para fabricação dos lotes de teste a empresa fez um mapeamento de fornecedores localizados em Minas Gerais com experiência no processo de briquetagem. Dentre os fornecedores mapeados, foi selecionado o fornecedor que apresentou experiência de mercado no processo de briquetagem, capacidade produtiva necessária para a fabricação dos lotes de testes, localização mais próxima a empresa, de modo a reduzir custos logísticos com o transporte da lama e dos briquetes e documentação ambiental

válida para o manuseio de resíduos.

De acordo com as análises físicas e químicas das lamas de aciaria, a equipe técnica da aciaria da empresa determinou duas composições diferentes para fabricação do lote de testes. A primeira composição seria para um briquete feito com 100% de lama fina de aciaria denominado briquete 1 e a segunda composição um briquete composto por 55% de lama fina de aciaria e 45% de lama grossa de aciaria, denominado briquete 2. A umidade máxima determinada para o briquete foi de 2% e a resistência mínima para os briquetes de ambas as composições foi de 25 MPA (vinte cinco Mega Pascal), uma vez que a alimentação do briquete na aciaria seria feito inicialmente através de silos aéreos. O ligante escolhido pela empresa para usar nas duas composições de briquetes foi o alcatrão, que é um material resultante da destilação do carvão mineral realizado na planta de carboquímicos da empresa.

Foram determinadas a fabricação de 2 amostras de cada briquete, com 5 kg cada, para realização das análises laboratoriais de suas propriedades.

Na Tabela 4, a seguir, estão os resultados da amostra 1 (briquete de composição 100% lama fina de aciaria) e, na Tabela 5, amostra 2 (briquete misto com lama grossa e fina de aciaria).

<b>Análises</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Umidade	%	2,62
Densidade	g/ml	2,96
Taboreamento	%	5,26
Quebra por queda	%	15,95
Finos internos	%	23,7
Pressão	Mpa	29,14
Fusão (Fe t)	%	48,19

Tabela 4 - Análise Química e Física Briquete 1 (100% lama fina de aciaria)

Fonte: elaborado pelos autores com dados do laboratório empresa estudada

<b>Análises</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Umidade	%	1,81
Taboreamento	%	2,4
Densidade	g/ml	3,28
Quebra por queda	%	12,68
Finos internos	%	16,5
Pressão	Mpa	27,06

Tabela 5 - Análise Química e Física Briquete 2 (55% lama fina de aciaria e 45% lama grossa de aciaria)

Fonte: elaborado pelos autores com dados do laboratório empresa estudada

De acordo com a análise feita dos resultados apresentados para cada briquete,

foi possível concluir maior atratividade no briquete 2 (composto por 55% lama fina e 45% lama grossa). Dentre os fatores de destaque, o briquete 2 apresentou maior teor de ferro total (19,33% a mais que o briquete 1), umidade dentro do limite máximo de 2% e menor geração de finos (poeiras) oriundas da quebra ou atrito sofridos pelo briquete.

Após realizadas as análises e determinação da melhor composição de briquete para uso, foi solicitado ao fornecedor a fabricação de 200 toneladas do briquete 2 para teste industrial, a fim de verificar o real potencial de uso dos briquetes no processo produtivo, bem como seus ganhos.

Para fabricação do lote de briquetes para teste, foram destinados ao fornecedor 240 toneladas de lama de aciaria nas proporções de 55% lama fina e 45% lama grossa (considerando a perda de aproximadamente 20% de umidade nas lamas).

Os briquetes foram produzidos através do processo de briquetagem por prensas de rolo. Neste processo o material úmido passou por um moinho, para eliminar “torrões” que o mesmo podia apresentar e, em seguida foi enviado ao forno rotativo, para a redução da umidade. Depois de secos os materiais foram enviados a um misturador onde é adicionado o ligante e em seguida enviado ao silo da briquetadeira, onde o material flui continuamente entre dois rolos dotados de moldes em sua superfície formando os briquetes. A Figura 2, a seguir, demonstra este processo.

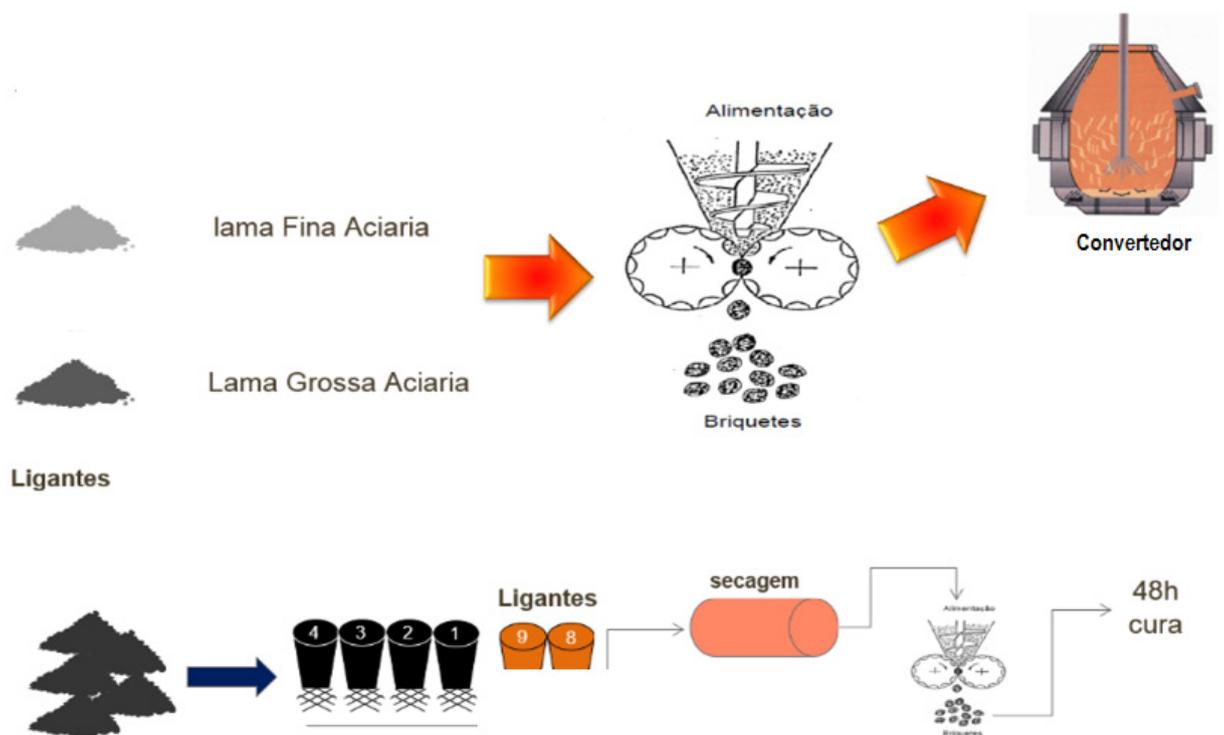


Figura 2 - Processo de Briquetagem

Fonte: elaborado pelos autores com dados da empresa estudada

Depois de prontos os briquetes foram utilizados na aciaria para a produção de aço. Foi verificado, após o uso, que o briquete poderia ser usado como complemento da carga

metálica, possibilitando substituir parte do gusa sólido usado nos convertedores, uma vez que os teores de Fe-T (ferro total) contidos no briquete o tornam tão interessantes quanto o gusa sólido. Além de compor a carga metálica nos convertedores da aciaria, o briquete apresentou características refrigerantes, tornando-o ainda mais atrativo para uso no processo de produção do aço, trazendo maior produtividade e redução de custos.

Destaca-se como outro grande benefício, o ganho ambiental, proveniente da utilização dos briquetes de lama de aciaria no processo de produção do aço, pois contribuem para a eliminação e não geração de passivos ambientais, possibilitando reduzir os possíveis impactos quanto ao consumo de recursos naturais e eliminando custos de destinação final em aterro.

A Tabela 6, a seguir, apresenta cenário econômico sem a adoção do uso de briquetes no processo produtivo siderúrgico da empresa, onde somente a lama grossa de aciaria é reciclada através da venda ao mercado, minimizando o custo de aterro industrial.

<b>CENÁRIO ANTERIOR AO USO DO BRIQUETE</b>	<b>Lama Grossa</b>	<b>Lama Fina</b>
Geração [t/mês]	4.500	6.000
Preço de Venda [R\$/t]	47,6	0
Custo Potencial Aterro [R\$/t]	0	-90
Resultado [R\$/t]	47,6	-90
Resultado [R\$/mês]	214.200,00	-540.000,00
Resultado Total [R\$/mês]	-325.800,00	
Resultado Total [R\$/ano]	-3.909.600,00	

Tabela 6 - Cenário de Custos Anterior ao Uso do Briquetes

Fonte: elaborado pelos autores com dados fornecidos pela empresa estudada

Na tabela 7, a seguir é demonstrado o ganho financeiro com o uso dos briquetes feitos a partir da lama de aciaria em substituição ao gusa, considerando preços praticados em 2018 pela empresa.

<b>Simulação Ganho: Briquete x Gusa Adquirido</b>	<b>R\$/t</b>	<b>Fe [%]</b>	<b>R\$/t Fe</b>
Gusa Sólido Adquirido	1187,00	94	1262,77
Briquete 55% LF + 45% LG	285,00	60	527,78
<b>Ganho Briquete x Gusa Adquirido</b>	(((1262,77-527,78)*60)/100) = <b>440,99</b>		

Tabela 7 - Composição de Custos do Briquete em Relação ao Custo do Gusa Adquirido em reais por tonelada de ferro

Fonte: elaborado pelos autores com dados referentes a 2018 fornecidos pela empresa estudada

Considerando uma geração de lama total de 11 mil toneladas, seria possível a fabricação de aproximadamente 9 mil toneladas de briquetes (subtraindo a perda de umidade, com a submissão das lamas a briquetagem) e desta forma um ganho potencial de seu uso em substituição ao gusa de R\$ 3.968.910,00 mensais, além da eliminação do passivo mensal de R\$ 325.800,00 causada pela não reciclagem da lama fina, com envio desta para aterro industrial (Tabela 6).

## 5 | CONCLUSÃO

A indústria siderúrgica é um grande gerador de resíduos e considerando o cenário apresentado ao longo deste artigo é possível perceber a grande importância que os temas relacionados a produção sustentável e gestão correta dos resíduos tem dentro do setor. Esta preocupação se deve em grande parte a questões ambientais, como aumento do volume de geração de resíduos em consequência da produção do aço, legislação mais rigorosa quanto a gestão de resíduos sólidos industriais e preocupação crescente com a preservação dos recursos naturais não renováveis. Também questões econômicas, como custos elevados das matérias primas no mercado, elevados custos para destinação final de resíduos a aterros industriais, estratégia de negócios para redução de custos de produção, entre outros.

É possível concluir a relevância e benefícios em se adotar práticas sustentáveis econômico e ambientalmente viáveis para o reaproveitamento da lama fina de aciaria, assunto central deste artigo, adotando o conceito de economia circular e aplicando sua metodologia para a produção sustentável do aço.

Nos benefícios ambientais obtidos, podemos destacar a minimização de impactos ao meio ambiente com a disposição inadequada dos resíduos e criação de passivos, minimização da extração de recursos naturais não renováveis, produção sustentável do aço, dentre outros. Também relevante, é o impacto econômico positivo resultante da reutilização da lama fina de aciaria no processo de produção do aço, onde é possível substituir em percentuais consideráveis o uso de matérias primas como o a do ferro gusa, que se apresentava em 2018 com preços em ritmo de crescimento no mercado.

Diante de todo cenário apresentado, se faz importante a consolidação e constante desenvolvimento de práticas e tecnologias que possibilitem a transformação de resíduos que representam grandes volumes de subprodutos gerados na siderurgia, em matérias primas com vistas à promoção da sustentabilidade e competitividade do setor siderúrgico.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, ALDO SIERVO. **Alternativas de reciclagem de lama de aciaria em concretos e argamassas**. São Paulo, 2000.

CUNHA, Adriano Ferreira da; MOL, Marcos Paulo Gomes; MARTINS, Maximo Eleotério; ASSIS, Paulo Santos. **Caracterização, beneficiamento e reciclagem de carepas geradas em processos siderúrgicos**. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 59, n. 1, p. 111-116, mar. 2006.

DINIZ, Eliezer M.; BERMAN, Celio. **Economia verde e sustentabilidade**. Estud. av., São Paulo, v. 26, n. 74, p. 323-330, 2012.

Instituto Aço Brasil - **Relatório de sustentabilidade de 2016**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/relatorios.asp> >. Acesso em: 24 set. 2017.

LUZ, André Silva da. **Estudo de reciclagem dos resíduos siderúrgicos por meio da tecnologia Tecnored para uso em forno elétrico a arco**. Fundação Universitaria Vida Cristã – FUNVIC. São Paulo, 2016.

MACHADO; CHAVES; REIS; ANDRADE; BASSI. **Resíduos sólidos da siderurgia: Tecnologias de reutilização e reciclagem**. 59º Congresso Anual da ABM, São Paulo, 2004.

MENDES, Jefferson Januario. **Influência da adição da lama fina de aciaria a oxigênio nas características físicas e microestruturais de pelotas queimadas de minério de ferro**. Rede Tecnica de Engenharia de materiais. Ouro Preto, 2009.

MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia e implantação do sistema de gestão ambiental**. São Paulo: FALCONI, 2006.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** /Cleber Prodanov, Ernani Cesar de Freitas – 2 ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROCHA; CASTRO; RIBEIRO; JACOMINO; LOPES. **Aproveitamento de resíduos gerados na limpeza dos gases de alto forno através da briquetagem**. 57º Congresso Anual da ABM. São Paulo, julho de 2002.

VIEIRA, C.M.F. ; INTORNE, S.C. ; VERNILI JR, F; MONTEIRO, S.N.. **Cerâmica vermelha incorporada com lama fina de aciaria**. Revista Matéria, v. 12, n. 2, pp. 269 – 275, 2007.

## ANÁLISE DE BARREIRAS QUE AFETAM A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS VOLTADAS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### **Moisés Phillip Botelho**

FATEC SENAI MT. Eixo de Gestão e Negócios.  
Cuiabá/Mato Grosso.

### **Istefani Carísio de Paula**

UFRGS. Engenharia de Produção. Porto Alegre/  
Rio Grande do Sul.

**RESUMO:** O estudo de caso de uma Unidade Operacional do Serviço Nacional de Educação Industrial (SENAI), localizada em Cuiabá, Mato Grosso, requer uma pesquisa aplicada de como decidir qual matriz energética a ser adotada. Uma de suas maiores despesas é o consumo de energia elétrica, e até o momento não conseguiu soluções para diminuir sua conta de energia. A escolha desta instituição como estudo piloto, abre espaço para que o procedimento adotado neste primeiro caso seja posteriormente replicado nas diversas unidades do SENAI, existentes no Brasil, que são em número de 448 unidades. O objetivo geral deste artigo é compreender aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre implantação de Eficiência Energética em empresas. Trata-se de uma pesquisa em profundidade, qualitativa envolvendo o uso de entrevista semiestruturada, onde as informações colhidas em campo foram tratadas através de Análise do Conteúdo e de Ranking Médio. Foram entrevistados 07 profissionais da Unidade

Operacional SENAI Cuiabá e 07 proprietários de revendas de sistemas fotovoltaicos localizadas na capital e no interior do Estado de Mato Grosso. Seus resultados são surpreendentes, pois descobriu perante seus entrevistados novos obstáculos e facilitadores para medidas em eficiência energética no contexto atual da empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência Energética, Barreiras, tomada de decisão, Facilitadores.

**ABSTRACT:** The case study of an Operational Unit of the National Industrial Education Service (SENAI), located in Cuiabá, Mato Grosso, requires an applied research on how to decide which energy matrix to adopt. One of his biggest expenses is the consumption of electricity, and so far he has not been able to find solutions to lower his energy bill. The choice of this institution as a pilot study opens the way for the procedure adopted in this first case to be subsequently replicated in the various SENAI units in Brazil, which are 448 units. The general objective of this article is to understand aspects that influence the decision making about implementation of Energy Efficiency in companies. It is an in-depth, qualitative-quantitative research involving the use of a semi-structured interview, where information collected in the field was treated through Content Analysis and Medium Ranking. We interviewed 07 professionals from

the SENAI Cuiabá Operational Unit and 07 photovoltaic system resellers located in the capital and in the interior of the state of Mato Grosso. Its results are surprising, as it discovered to its interviewees new obstacles and facilitators for measures in energy efficiency in the current context of the company.

**KEYWORDS:** Energy Efficiency, Barriers, Decision Making, Facilitators.

## 1 | INTRODUÇÃO

A energia desempenha um grande papel no desenvolvimento tecnológico, industrial, econômico e social de uma nação, sendo um dos principais meios para aumentar a competitividade empresarial. Mas olhando para a crescente demanda de energia no mundo e recursos limitados, os futuros parâmetros de desenvolvimento dependerão do uso eficiente e do desenvolvimento sustentável da energia. Ressalva-se que a diversificação da matriz energética através de energias renováveis é estratégia de alto valor agregado para o desenvolvimento sustentável (DOVI, 2009; LOPEZ, 2012; TRIANNI, CAGNO, FARNÉ, 2016).

Atenta-se para a geração de energia fotovoltaica, como a opção mais promissora para geração de energia elétrica, porém dificultada por barreiras classificadas como de ordem técnica, econômica e institucional (OLUWOLE, A. O., IBIKUNLE, O. S., & TEMITOPE, O. O., 2015). Ao tomar decisões para investir em eficiência energética é relevante identificar e compreender as barreiras à difusão de medidas de eficiência energética nas organizações, pois elas podem impedir o progresso de ações que reduzam custo relacionado ao consumo de energia elétrica (VENMANS, 2014; GUPTA, ANAND, GUPTA, 2017). Assim, um problema enfrentado pelas empresas é: como decidir qual matriz energética a ser adotada?

Ressalva-se ao tratar de empresas que além de consumo energético também desenvolvem educação profissional, a questão se torna mais relevante, pois precisam por um lado preparar profissionais dentro de uma perspectiva ambiental para atuarem em outras empresas ou desenvolverem soluções (produtos, serviços, processos alinhados com o baixo consumo de energia) e ao mesmo tempo, dar o exemplo, utilizando matrizes energéticas renováveis em sua própria operação.

O objetivo geral deste artigo é compreender aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre implantação de Eficiência Energética em empresas. A unidade de estudo escolhida é a Unidade Operacional SENAI CUIABÁ. A contribuição prática deste trabalho é de conseguir encontrar um caminho, processo que favoreça a tomadas de decisões de gestores organizacionais em assuntos pertinentes a medidas de eficiência energética.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

As fontes de energia renováveis (FER) também apresentam desvantagens notáveis, como a dependência do clima para gerar energia, portanto, sua exploração requer um projeto complexo e um planejamento bem efetivo para o alcance de resultados sustentáveis (VILLALVA, 2015; BANOS, et al., 2011).

País	Fator	Descrição dos fatores que influenciam na tomada de decisões de medidas em eficiência energética
França	Indicadores em eficiência energética	Levam-se em conta melhores resultados mensurados através de indicadores de sustentabilidade e de eficiência energética (HOANG, DO, IUNG, 2017);
Portugal	Proprietário, usuários de edifícios	O proprietário, usuários do edifício são os fatores principais na tomada de decisão durante o processo de reforma do edifício (ABREU, OLIVEIRA, LOPES, 2017);
Canadá França	Contexto organizacional para o uso de energia	Regulamentação, finanças, apoio governamental, redução de incertezas e a forma como os projetos, políticas, planos programas em eficiência energética são avaliados (FEURTEY, et al., 2016);
Brasil	Crítérios de desempenho energético no edifício	Consumo de energia, conforto térmico do edifício (SILVA, ALMEIDA, GHISI, 2016);
Estados Unidos da América México	Seleção de medidas em eficiência energética	Seleção de medidas que sejam viáveis economicamente para modernizar as instalações e aperfeiçoar eficiência energética do edifício (JAFARI, 2017);
Estados Unidos da América	Processo de auditoria em energia	Procedimentos para o percurso, inquerito do edifício resultam em informações para o processo, ações de medidas em eficiência energética a ser adotado. Como também os resultados da auditoria podem influenciar na tomada de decisão (KELSEY, PEARSON, 2011).

Tabela 1. Fatores que podem influenciar a decisão em medidas de eficiência energética

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

O Campo de Decisão de Planejamento de Energia requer processos complexos de tomada de decisão para o gerenciamento de energia e de soluções estratégicas para problemas em eficiência energética. Todavia, as atuais soluções são incapazes de superar a crescente complexidade do planejamento estratégico de energia, devido a situações que envolvem grande número de partes interessadas, legislações pertinentes em ambientes incertos e dinâmicos (SELLAK, et al., 2017).

Os proprietários dos edifícios desempenham papel crítico no processo de tomada de decisão para renovação de práticas em uso de energia durante o período de ocupação, reforma ou construção. Desta forma, durante a reforma podem aperfeiçoar a eficiência energética em residências e empresas (GALVIN, SUNIKKA-BLANK, 2014; STIEB, DUNKELBERG, 2013; RISHOLT, BERKER, 2013; ABREU, OLIVEIRA, LOPES, 2017). Uma maneira de melhorar a eficiência energética do edifício é através da seleção de medidas que visem modernizar as instalações.

Este aperfeiçoamento requer processo de tomada de decisão que percorre critérios para o desempenho energético, como indicadores de sustentabilidade e de

eficiência energética, consumo de energia, conforto térmico, previsão econômica e do consumo de energia planejado, e levantamento de incertezas que podem impactar o alcance de resultados (JAFARI, 2017; SILVA, ALMEIDA, GHISI, 2016; HOANG, DO, IUNG, 2017).

A Sociedade Americanade Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado recomenda o seguinte percurso para inquerito do edifício: Pesquisa detalhada a respeito do consumo de energia, estimativa de potenciais economias com medidas de baixo ou nenhum custo em eficiência energética, levantamento de necessidade de projetos mais intensivos com análise financeira (KELSEY, PEARSON, 2011). Porém, é realmente crucial conhecer as barreiras como às econômicas e comportamentais que podem dificultar o processo de tomada de decisão de adoção de medidas em eficiência energética (TRIANNI, CAGNO, FARNÉ, 2016). Enfatiza-se a importância dos estudos de barreiras relacionadas com a tomada de decisão sobre eficiência energética. E ao ver autores que estudaram 686 organizações, conforme a tabela 02, verifica-se a importância de detectá-las antes de adotar medidas em eficiência energética:

Setor	Reino Unido	Irlanda	Alemanha	Itália	França	Suécia	Chad	Total
Ensino Superior	6	5	6					17
Fábrica de Cerveja	5	5	5					15
Indústria Mecânica	5	7	4					16
Pequenas e Médias Empresas			8	2	8	20		38
Indústria de fundição, alimentos, têxteis, químicas, cimento, refinaria e petróleo							600	600
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>600</b>	<b>686</b>

Tabela 2. Identificação das barreiras em algumas empresas

Fonte: Trianni, et al., (2013), Sorrell et al., (2000), Apeaning, Thollander (2013)

Para facilitar a interação com o leitor, optou-se em classificá-las em Econômica, Comportamental, Organizacional, Conhecimento e Aprendizagem, Tecnológica e Governamental, classificações estas também utilizadas por Sorrell et al. (2000), Cagno et al. (2013), Gupta, Anand, Gupta (2017). Cada uma será apresentada a seguir:

Barreiras		Descrição
Econômica	Heterogeneidade	A complexidade em padronizar tecnologias a clientes, devido a necessidades diferentes no setor energético;
	Custo Oculto	Substituição e treinamento de pessoas; Interrupções; coleta, análise e aplicação de informações para intervenções necessárias;
	Acesso ao capital	As altas taxas de agentes financeiros para liberação do capital financeiro, outras prioridades de maior precedência na organização e preocupação como seus índices de endividamento;
	Procedimentos Rigorosos	Procedimentos organizacionais que visam diminuir o risco financeiro através da diminuição de prazos de retorno em projetos de eficiência energética;
	Benefícios Interdepartamentais	Se uma pessoa ou departamento não se beneficia de ganhos em investimentos em eficiência energética, provável que a implementação seja de menor interesse;
Falta de Conhecimento e Aprendizagem		Pessoas desqualificadas por falta de orientação profissional em eficiência energética podem aumentar o risco no investimento de tecnologias em fontes de energia renovável;
Tecnológicas		A falta de implementação de medidas preliminares que visem viabilizar economicamente a implantação de projetos mais robustas em eficiência energética, da facilidade em substituir tecnologias existentes;
Comportamentais	Racionalidade limitada	O hábito mental, procedimento organizacional pode levar as pessoas a apresentarem resistência à melhores padrões que venham a facilitar a implantação de medidas em eficiência energética;
	Valores Ambientais	Os líderes precisam ter ambição por valores ambientais nas organizações para poderem estimular negócios mais sustentáveis e mais lucrativos, em decorrência da adoção de medidas em eficiência energética;
Organizacionais	Poder	As pessoas chaves da organização precisam ter um forte poder para tomada de decisão, caso contrário, as oportunidades de eficiência energética, embora tecnicamente e economicamente viáveis, podem ser perdidas na esfera organizacional;
	Falta de Tempo	Falta de tempo da organização para estudo de viabilidade técnica e financeira podem maximizar tomadas de decisões equivocadas, as quais podem não permitir a adoção de medidas em eficiência energética na empresa;
Governamentais		A falta de coordenação política no nível internacional, nacional e estadual em relação à padronização adequada de normas para testes os quais classificam e revisa o desempenho energético nos rótulos de tecnologias em eficiência energética, a falta de apoio político em não manipular de forma inadequada os custos de energia elétrica, desfavorecendo a adoção de medidas em eficiência energética no mercado.

Tabela 3. Barreiras para adoção de medidas em eficiência energética

Fonte: Sorrell et al., (2000); Okazaki, Yamaguchi, (2011); Cagno et al., (2013); Langlois-Bertrand et al., (2015); Junior (2016); Gupta, Anand, Gupta (2017)

A contratação adicional de pessoas não prevista no orçamento, o custo de interrupções na energia, a identificação e correção de falhas, consequentes da má qualidade e má gestão na tomada de decisão são classificados como barreiras econômicas nominadas como custos ocultos (PINTO, 2012; DE MELO, 2012; GOMES, 2015; SORRELL et al, 2000; ANDRIANESIS, LIBEROPOULOS, 2012).

Em países em desenvolvimento é mais presente a complexidade em padronizar tecnologias e serviços, devido a necessidades diferentes dos clientes, sendo assim mais predominante a barreira da heterogeneidade. Situação a qual pode ficar mais crítica nas pequenas e médias Empresas, onde há falta de conhecimento em medidas de eficiência energética é mais latente (BARKI, BOTELHO, PARENTE, 2013; WANG, et al., 2016).

Procedimentos rigorosos organizacionais que visam diminuir o risco técnico e financeiro através da diminuição de prazos de retorno, precisam passar por um processo de aprendizagem, para diminuir uma rotina, comportamento organizacional de resistência à melhores padrões, procedimentos para tomada de decisões, assim

facilitando a implantação de medidas em eficiência energética em empresas (SORRELL, et al., 2000; CAGNO, WORRELL, PRUGLIES, 2013; GAZHELI, ANTAL, VAN DEN BERGH, 2015).

A existência de um processo organizacional, o qual assimile a implementação de medidas preliminares em eficiência energética, com tempo de análise adequado, viabilizam economicamente a implantação de projetos mais robustos e podem diminuir a preocupação como índices de endividamento da empresa e facilitar o acesso do capital em agentes financeiros (OKAZAKI, YAMAGUCHI, 2011; CAGNO et al., 2013; GUPTA, ANAND, GUPTA, 2017).

A desestimulação de investimentos em eficiência energética, por causa da incapacidade das empresas de se apropriarem integralmente de tecnologias em eficiência energética, devido ao conflito de interesses entre setores organizacionais pode estimular a barreira econômica a benefícios interdepartamentais. Barreira pode ganhar mais força, caso as pessoas, seus colaboradores sejam menos motivadas por valores ambientais (TRIANNI et al., 2013; APEANING, THOLLANDER, 2013; DI BARTOLOMEO, DA SILVA, DA COSTA FONSECA, 2014).

Para a implementação de medidas de eficiência energética em uma organização, o gerente de energia precisa ter uma autoridade forte para tomada de decisão, caso contrário, as oportunidades de eficiência energética, embora tecnicamente e economicamente viáveis, podem ser perdidas na esfera organizacional. Logo, a falta de poder pode maximizar a barreira organizacional a medidas em eficiência energética (SORRELL, et al., 2000; CAGNO, et al., 2013; GUPTA, ANAND, GUPTA, 2017;).

Entende-se que os políticos são fundamentais para apoiar melhorias em eficiência energética para uma sociedade, devido as metas de redução à emissão dos gases para efeito estufa em seus países. Porém, eles podem afetar o aumento ou diminuição dos custos do consumo de energia elétrica, assim, inviabilizando implementações de tecnologias conservadoras de energia (HARMELINK, NILSSON, HARMSEN, 2008; BRUNNER, BORG, 2009; LANGLOIS-BERTRAND et al., 2015; CAGNO, et al., 2013).

A falta de coordenação política no nível internacional, nacional e estadual em relação à padronização de normas para testes, classificações da eficiência das tecnologias em rótulos pode ser uma barreira governamental a medidas em eficiência energética, devido à complexidade que teriam as empresas multinacionais e nacionais para selecionarem tecnologias em fontes renováveis de energia (LANGLOIS-BERTRAND et al., 2015).

Existem regulamentações para o desempenho energético que proíbem produtos menos eficientes, sob ponto de vista do padrão mínimo necessário de uma tecnologia em fontes de recursos renováveis. E dependendo do padrão mínimo comunicado nos rótulos nessas tecnologias (rótulos de aprovação, comparação e de desempenho da tecnologia), os fabricantes, revendedores podem utilizar uma regulamentação inadequada para vender tecnologias de menor eficiência energética (CAGNO et al., 2013; WIEL, MCMAHON, 2003).

## 3 | PROCEDIMENTOS

### 3.1 Método de Trabalho

O planejamento de um estudo de caso se realiza através das etapas descritas na figura 1 e desdobradas a seguir. Trata-se de caso único, sendo escolhida como unidade de análise a Unidade Operacional SENAI CUIABÁ. A escolha desta instituição como estudo piloto, abre espaço para que o procedimento adotado neste primeiro caso seja posteriormente replicados nas diversas unidades do SENAI, existentes no Brasil, que são em número de 448 unidades.

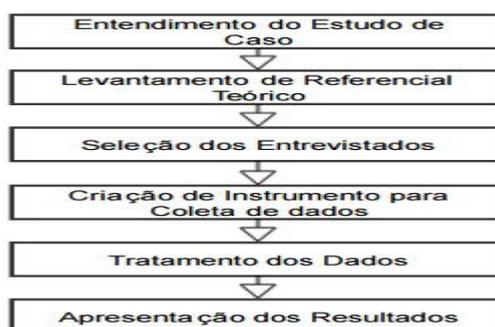


Imagem1: Método de Trabalho Artigo 1 – protocolo de estudo de caso

Fonte: Criado pelo Autor (2017)

### 3.2 Método de Pesquisa

Trata-se de pesquisa aplicada, quali quantitativa, descritiva tendo como um procedimento adotado um estudo de caso. Classificação de pesquisa que irá gerar conhecimentos necessárias ao desenvolvimento do estudo de ordem estratégica, portanto, exigindo uma abertura gerencial e profundidade para práticas dirigidas à solução de problemas em eficiência energética de como decidir qual matriz energética a ser adotada.

### 3.3 Entendimento do Estudo de Caso

A Faculdade de Tecnologia SENAIMT – FATEC SENAI MT é uma Instituição de Ensino Superior Particular, mantida pelo SENAI MT e sediada na Unidade Operacional SENAI CUIABÁ, na cidade de Cuiabá, em Mato Grosso.

O SENAI CUIABÁ está localizada na Avenida XV de Novembro, região estratégica de Cuiabá, e possui a tradição no atendimento às indústrias nas áreas de alimentos e bebidas, gestão, tecnologia da informação, saúde e segurança no trabalho, têxtil e vestuário, através da realização de eventos, consultorias, palestras, treinamentos e cursos de Formação Inicial e Continuada, Habilitação Técnica de Nível Médio e de Educação Superior.

Os seus blocos A, B, C, D e E tem seu funcionamento das 07:30 às 11:30, das 13:30 às 17:30, das 18:00 às 22:00, os quais assimilam salas de aulas, setores

administrativos, pedagógicos, tesouraria, sala dos professores e de reuniões, contando com laboratórios de informática e de alimentos. Verifica-se uma variação de energia de 11500 KW a 59108 KW, em faturas que perfazem valores de R\$ 10.852,52 a R\$ 51.483,90, já inclusos PIS, COFINS, ICMS e contribuição com a iluminação pública, entre os meses de Janeiro de 2016 a Abril de 2017.

A Unidade Operacional SENAI CUIABÁ presenciou no ano de 2015 um projeto de inovação na área de eficiência energética, tendo como estudo de caso o alto consumo de seus sistemas de refrigeração, iluminação e computadores em seus 12 laboratórios de informática com 600 computadores (uma análise do consumo atual de energia na operação dos laboratórios indicou um consumo mensal de 12.102 KWh, que equivale a R\$ 11.038,34 por mês), os quais tem seu uso compartilhado com a FATEC SENAI MT nos períodos matutino, vespertino e noturno.

O projeto tinha como objetivo desenvolver um Sistema de Gestão de Energia Elétrica, considerando geração fotovoltaica local, utilizando-se o Energyplus para simulação termo energética e algoritmos genéticos na otimização do consumo de energia. O software conseguiu avaliar a economia gerada pelo Sistema de Gestão de Energia Elétrica desenvolvido, com resultados preliminares que demonstram a viabilidade prática do sistema proposto, o qual sempre busca o gerenciamento das cargas visando a otimização do uso da geração fotovoltaica e atendimento da demanda contratada da concessionária.

Este trabalho disseminou o uso da energia solar fotovoltaica na Unidade Operacional SENAI CUIABÁ entre estudantes, professores e gestores. Desta forma, visando compreender quais aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre medidas em Eficiência Energética, e como decidir qual matriz energética a ser adotada, será realizado um estudo de caso na Unidade Operacional SENAI CUIABÁ.

### **3.4 Levantamento do Referencial Teórico**

Foram levantados referências teóricas que dizem respeito a aspectos que podem influenciar na tomada de decisão, como também em obstáculos de ordem Econômica, Comportamental, Organizacional, Conhecimento e Aprendizagem, Tecnológica e Governamental que podem impactar a implantação de medidas em eficiência energética.

Assim, há necessidade de identificar as barreiras a medidas de eficiência energética antes de adotar ações que visem minimizar o consumo de energia elétrica e conseqüentemente reduzir despesas em contas de energia elétrica. E para resolver o problema proposto foi realizada revisão de literatura que respaldasse e estimula-se a resolver o problema proposto.

Informações que irão compactuar com o entendimento do caminho a ser percorrido para facilitar as tomadas de decisões em medidas em eficiência energética, a qual será também exposta em resultados em discussões.

### 3.5 Levantamento dos Entrevistados

Ao entender as barreiras para adotar medidas de eficiência energética, verifica-se a importância de selecionar 14 entrevistados descritos no Apêndice A, com conhecimento, perfil o qual venha a facilitar entendimento durante a pesquisa de campo.

### 3.6 Proposição do Instrumento de coleta de dados

A primeira parte do roteiroos entrevistados irão dar seu ponto de vistaatravés de duas questões abertas, as quais buscam informações de quais barreiras poderiam dificultar e facilitar a tomada de decisão de gestores em adotar painéis solares como fonte de geração de energia na unidade de estudo.Na segunda parte da entrevista constam as barreiras encontradas na literatura, conforme instrumento de coleta de dados do Apêndice B.

Nesta etapa, os entrevistadosda Unidade Operacional SENAI CUIABÁe dos revendedores de Sistema Fotovoltaico (dois pontos de vistas) deverão indicar se esta é ou não uma barreira à tomada de decisão em eficiência energética no momento atual da empresa. Foi escolhida uma escala de 9 pontos e sempre que o entrevistado assinalar acima do valor 6 deverá explicar porque da sua escolha.

### 3.7 Tratamento dos dados e apresentação de resultados

Os entrevistados terão que dar seu ponto de vista das 12 barreiras encontradas na literatura:

Barreiras		Diretrizes de Pesquisa	
Econômicas	B1	Heterogeneidade	Tecnologia em Eficiência Energética adequada as suas instalações e necessidades financeiras;
	B2	Custo Oculto	Identificação de Custos Ocultos organizacionais;
	B3	Acesso ao Capital	Acesso ao capital financeiro de terceiros para assimilar Tecnologia em Eficiência Energética;
	B4	Procedimentos Rigorosos	Procedimentos existentes, prazos estreitos de retorno financeiro para assimilar Tecnologia em Eficiência Energética;
	B5	Benefícios Interdepartamentais	Benefícios interdepartamentais em relação à Tecnologia em Eficiência Energética;
Conhecimento e aprendizagem	B6	Falta de Conhecimento e Aprendizagem	Pessoas capacitadas para analisar Tecnologia em Eficiência Energética;
Tecnológicas	B7	Tecnológicas	Necessidade de novo processo organizacional para assimilar Tecnologia em Eficiência Energética;
Comportamentais	B8	Racionalidade limitada	Melhoria procedimental para assimilar Tecnologia em Eficiência Energética;
	B9	Valores Ambientais	Valores Ambientais entre os profisionais chave da organização para assimilar Tecnologia em Eficiência Energética;
Organizacionais	B10	Poder	Lideranças com poder, influência nas tomadas de decisão para assimilar Tecnologia em Eficiência Energética;
	B11	Falta de Tempo	Tempo para analisar Tecnologia em Eficiência Energética.
Governamentais	B12	Governamentais	Apoio, legislação, incentivo e coordenação política para programas de eficiência energética.

Tabela 4. Diretrizes de Pesquisa para as questões fechadas

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Primeiramente serão apresentados dois quadros, em uma única análise dos dois pontos de vistas, através do agrupamento progressivo das categorias (5ª etapa da análise do conteúdo) dos dificultores e facilitadores para tomadas de decisão em eficiência energética, os quais serão interpretados e discutidos. Segundo Silva, Fossa (2015) a análise do conteúdo (Apêndice C) é uma metodologia constituída pelas seguintes etapas:

- a. Leitura das informações coletadas;
- b. Transformação do conteúdo em unidades;
- c. Estabelecimento de categorias que se diferenciam, tematicamente, nas unidades de registro;
- d. Agrupamento das unidades de registro em categorias comuns;
- e. Agrupamento progressivo das categorias (iniciais → intermediárias → finais) e interpretação respaldada do material teórico.

Logo após, será apresentado o tratamento de dados da segunda parte do roteiro. Far-se-á através de média ponderada, as quais se ponderam pela escala de pontos assinaladas de 1 a 9. Então, realizar-se-á Ranking Médio utilizado por Lima (2012) para mensuração do grau de relevância respondido pelos entrevistados perante os dois pontos de vistas. Para o método de cálculo do Ranking Médio (RM) utilizará forma semelhante a tabela 5:

QUESTÕES	FREQUENCIA DE SUJEITOS					RM
	1	2	3	4	5	
E necessária uma grande área de terra para entrar no negócio de Sementes de soja?						
		3	2	1		2,7

Tabela 5. Calculo do Ranking Médio

Fonte: Adaptado de LIMA(2012)

Para base de discussões, serão apresentadas em dois quadros, os dois pontos de vistas, as porcentagens médias obtidas de cada escala de relevância assinalada que incide sobre as barreiras para tomada de decisão em eficiência energética, ordenando o Ranking Médio atribuído de forma decrescente às respostas de cada ponto de vista. Logo após, serão apresentados as explicações dos entrevistados que assinalaram entre as escalas de 7 a 9.

Ponto de vista das barreiras para tomadas de decisão em eficiência energética										
Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Barreira é pouco relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa</div> <div>Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa</div> <div>Barreira muito relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa</div> </div>									Ranking Médio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Barreira 1	0%	0%	0%	0%	0%	14%	29%	29%	29%	7,71
Barreira 2	0%	0%	0%	0%	14%	0%	29%	43%	14%	7,43
Barreira 3	0%	0%	0%	0%	14%	0%	29%	43%	14%	7,43
Barreira 4	0%	0%	0%	0%	0%	29%	14%	43%	14%	7,43

Tabela 6: Modelo para porcentagens médias de cada escala de relevância e Ranking Médio

Fonte: Criado pelo autor (2017)

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 14 entrevistas no mês de Agosto de 2017, sendo sete entrevistados da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ e os demais com os proprietários de revendas de sistemas fotovoltaicos situados em Mato Grosso. Através da análise do conteúdo foi possível levantar categorias que contextualizassem as informações obtidas em pesquisa de campo sob os dois pontos de vistas. Categorias que também sintetizam os dificultadores e facilitadores a tomada de decisão dos gestores a adotarem painéis solares com fonte de energia.

ANÁLISE DO CONTEÚDO - SÍNTESE DA PROGRESSÃO DE CATEGORIAS FACILITADORES PARA TOMADA DE DECISÃO		
CATEGORIAS INICIAIS	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CATEGORIAS FINAIS
1. Legislação pertinente favorável	Benefícios Técnicos, Econômicos e Legislativos	Contexto organizacional com ambiente externo favorável_a aquisição de placas solares e capital financeiro
2. Benefícios Econômicos		
3. Benefícios da Tecnologia		
4. Acesso ao capital Financeiro		
5. Parceria do BNDS		
6. Revendedores de placas solares		
7. Percepção de economia imediata		
8. Fatores Climáticos		
9. Fornecimento de placas solares	Facilidade de fornecimento de placas solares	Grandes centros com condições em atender demanda nacional de placas solares
10. Sustentabilidade Econômica	Sustentabilidade econômica e ambiental	Ser referencia nacional em eficiência energética
11. Responsabilidade Ambiental		
12. Acompanhamento de professores e estudantes	Fatores acadêmicos	Estimulo a iniciação científica
13. Conta de Energia expressiva	Conta de Energia expressiva	Oportunidades em eficiência energética

Tabela 7. Facilitadores para Tomada de decisão no contexto atual da empresa

Fonte: Criado pelo autor (2017)

A tabela 7 demonstra que a empresa estudada tem facilidade de acesso ao capital financeiro, e ambiente externo favorável à aquisição de placas solares com os revendedores locais conciliados a grandes centros de distribuição nacional, para fornecimento de tecnologia adequada à unidade de estudo, e legislação pertinente como suporte legal para compensar sua geração de energia fotovoltaica a partir do mês subsequente a sua implantação.

A parceria existente com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDS) minimizam o impedimento em investir em tecnologias de eficiência energética, devido a altas taxas de agentes financeiros para liberação do capital financeiro, e outras prioridades de maior precedência na organização, como a preocupação com seus índices de endividamento, comunicados por Sorrellet al., (2000), Cagno et al., (2013) e Gupta, Anand, Gupta, (2017). A Unidade Operacional SENAI CUIABÁ assimila como uma das maiores despesas sua conta de energia elétrica, fator o qual é visto como oportunidade para medidas em eficiência energética pelos entrevistados. A unidade de estudo também pode ser favorecida por taxas de juros mais atrativas por agentes financeiros as quais já é parceiro.

Muito embora, tenham obstáculos logísticos para pronta entrega de placas solares, seus grandes centros de distribuição podem atender demandas significativas de placas solares através de revendedores de sistemas fotovoltaicos no Estado de Mato Grosso com conhecimento técnico e econômico para melhor aplicabilidade predial.

Segundo os entrevistados a região é privilegiada por fatores climáticos, pois a incidência do sol pode maximizar ainda mais a aplicação da energia solar fotovoltaica, aperfeiçoando desempenhos significativos para geração de energia e de créditos para compensações futuras com a concessionária de energia.

Sua adoção de medidas em eficiência energética, com aplicação de placas solares para geração de energia ligada à rede elétrica, podem estimular o reconhecimento nacional em ser referência em sustentabilidade econômica e ambiental, servindo de exemplo para a comunidade industrial, e favorecer a iniciação científica de estudantes e professores da FATEC SENAI MT.

Cagno et al.,(2013) e Wiel, McMahon (2003) atentam a regulamentações para o desempenho energético que proíbem produtos menos eficientes, pois dependendo do padrão mínimo regulado, os fabricantes, revendedores podem utilizar uma regulamentação inadequada para vender tecnologias de menor eficiência energética. Langlois-Bertrand et al.,(2015) relembra que a falta de coordenação política em relação à padronização, classificações da eficiência das tecnologias em seus rótulos nas esferas internacional, nacional e estadual pode ser um fator complicador para seleção de tecnologias em empresas multinacionais, nacionais e revendedoras de sistemas fotovoltaicos. Há também de se atentar a tabela 8, aos seguintes dificultadores para a tomada de decisão dos gestores:

<b>ANÁLISE DO CONTEÚDO - SÍNTESE DA PROGRESSÃO DE CATEGORIAS</b>		
<b>DIFICULTADORES PARA TOMADA DE DECISÃO</b>		
<b>CATEGORIAS INICIAIS</b>	<b>CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS</b>	<b>CATEGORIAS FINAIS</b>
1. Mão de obra desqualificada	Falta de projeto consistente e prioritário	Critérios para aprovação de projeto em eficiência energética para a unidade de estudo
2. Projeto inconsistente		
3. Informações financeiras inverídicas		
4. Insegurança no Planejamento Orçamentário		
5. Payback inadequado		
6. Solução incompleta		
7. Análise ruim da Tarifa de energia elétrica		
8. Edifício sem eficiência energética	Ineficiência Energética do Edifício	Necessidade de medidas preliminares em eficiência energética
9. Contratos ruins de Energia		
10. Desfavorável Investimento a curto prazo		
11. Excesso de documentação para acesso financeiro	Análise e documentação	Tempo de análise do cliente e burocracia documental em bancos
12. Tempo para análise		
13. Prazo de Entrega desfavorável	Impacto em serviços a pronta entrega de tecnologias	Impacto em serviços a pronta entrega de placas solares
14. Necessidade de testes em clientes de grande porte	Necessidade de testes em clientes de grande porte	Descrédito de clientes de grande porte ao funcionamento da tecnologia

Tabela 8. Dificultadores para Tomada de decisão no contexto atual da empresa

Fonte: Criado pelo autor (2017)

A tabela 8 apresenta o agrupamento progressivo das categorias iniciais, intermediárias e finais norteadoras para aspectos que dificultam a tomada de decisão dos gestores sob ponto de vista da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ e de revendedores de sistemas fotovoltaicos. As categorias iniciais e intermediárias comunicam informações que norteiam os pontos de vista dos entrevistados a respeito do contexto predial, dificultadores internos e externos da unidade de estudo a tomada de decisão em adotar painéis solar como fonte de energia. Os critérios para aprovação de projeto precisarão ser superados para se adotar medidas em eficiência energética que sejam adequados a Unidade Operacional SENAI CUIABÁ.

Os dificultadores a serem superados para realização de aprovação de projeto relacionam-se a mão de obra desqualificada, informações inverídicas de custos e fluxo de manutenções, estudo de viabilidade técnica e econômica inconsistente, prazo de retorno inadequado, soluções incompletas em eficiência energética, análise ruim da tarifa de energia elétrica, conseqüentemente estimulando previsões orçamentárias inseguras para antes, durante e depois da implantação das placas solares. Informações, as quais vem ao encontro de Wang, et al., (2016) e Barki, Botelho, Parente (2013), pois colaboradores desqualificados em conhecimentos relacionados a eficiência energética podem aumentar o risco no investimento de tecnologias em fontes de energia renovável. Risco, que fica mais atenuado em pequenas e médias

empresas, devida a falta de incentivo a treinamentos e estudos para implementar medidas em eficiência energética.

Requer-se a necessidade de medidas preliminares em eficiência energética na unidade de estudo para depois poder implantar placas solares com melhor viabilidade econômica. O tempo de análise de projeto pode impactar aspectos de preços dessas tecnologias, que são importadas e distribuídas pelos grandes centros do Brasil e devido à cotação do dólar, os revendedores só podem garantir mensalmente o orçamento apresentado.

Na revisão de literatura Cagno et al.,(2013) relaciona a falta de tempo em análises de viabilidade econômica e financeira a tomadas de decisões equivocadas, as quais não permitem a adoção de medidas em eficiência energética. Associa-se também a esta barreira, como resultado, análise em tempo adequado para não impactar prazos mensais da cotação do dólar comunicadas pelos fornecedores de sistemas fotovoltaicos.

Okazaki ,Yamaguchi (2011) e Gupta, Anand, Gupta, (2017) também relacionam a necessidade de um processo organizacional, o qual estimule medidas preliminares em eficiência energética, antes da implantação de projetos mais robustos, por exemplo, adoção de placas solares, situação que pode diminuir índices de endividamento da empresa e facilitar o acesso do capital em agentes financeiros.

A implementação de medidas preliminares podem diminuir o impacto em serviços a pronta entrega de placas solares, uma vez que esta última medida iria assimilar necessidades de economias de consumo de energia elétrica restantes, após a implementação das medidas preliminares, requerendo menos serviços a pronta entrega, em comparação se esta medida tivesse sido a única implementada.

Segundo alguns revendedores entrevistados ainda há descrédito ao funcionamento dessa tecnologia em grandes empresas, logo, precisam realizar testes, implantando sistemas fotovoltaicos menores, para maximizar a fé no funcionamento das energia solar fotovoltaica ligada a rede de energia. Em seguida, através das tabelas 9 e 10 de Ranking Médio, apresentam-se os pontos de vistas de forma separada, dos entrevistados da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ e dos demais proprietários de vendas de sistemas fotovoltaicos:

Unidade Operacional SENAI CUIABÁ											
Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	Não é uma barreira relevante para os gestores no contexto atual da empresa				Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa			Certamente é uma barreira para os gestores, no contexto atual da empresa			Ranking Médio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
B12.Governamentais	0%	0%	14%	0%	29%	29%	0%	0%	29%	6,14	
B1. Heterogeneidade	14%	0%	14%	14%	14%	0%	14%	14%	14%	5,29	
B10.Poder	0%	14%	0%	14%	43%	14%	0%	14%	0%	5,00	
B4.Procedimentos Rigorosos	0%	14%	14%	14%	29%	0%	0%	29%	0%	5,00	
B2.Custo Oculto	14%	14%	0%	29%	14%	0%	0%	14%	14%	4,71	
B9.Valores Ambientais	14%	14%	0%	0%	43%	14%	0%	14%	0%	4,57	
B3.Acesso ao Capital	29%	14%	0%	0%	14%	14%	14%	0%	14%	4,43	
B7.Tecnológicas	14%	0%	43%	0%	14%	0%	14%	14%	0%	4,29	
B5.Benefícios Interdepartamentais	29%	0%	0%	14%	43%	14%	0%	0%	0%	3,86	
B6.Falta de Conhecimento e Aprendizagem	0%	14%	43%	0%	43%	0%	0%	0%	0%	3,71	
B11.Falta de Tempo	14%	29%	0%	14%	43%	0%	0%	0%	0%	3,43	
B8.Racionalidade limitada	14%	43%	14%	14%	14%	0%	0%	0%	0%	2,71	

Tabela 9. Ranking Médio de Barreiras - Unidade Operacional SENAI CUIABÁ

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Levando ainda em conta os pontos de vistas dos entrevistados, as tabelas 9 e 10 apresentam as porcentagens médias obtidas das escalas de relevância de 1 a 9 e Ranking Médio de cada barreira para tomada de decisão em eficiência energética. A tabela 9, referente ao Ranking Médio da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ, apresenta concentrações das porcentagens médias entre as escalas de 1 a 4 de 43,34 %, de 6 a 9 de 24,39%, e na escala 5 de 29,27%. Orienta-se atenção às barreiras B12(6,14), B1 (5,29), B10(5,00), B4(5,00), B2(4,71), B9(4,57), B3 (4,43) e B7 (4,29) por possuírem percentuais médios distribuídos entre as escalas de relevância de 7 a 9, desta forma, sendo relevantes para tomada de decisão dos gestores no contexto atual da empresa.

As barreiras governamentais, heterogeneidade, poder e de procedimentos rigorosos são as mais atenuantes na apresentação do ranking médio, sob o ponto de vista dos entrevistados da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ. Os autores Langlois-Bertrand et al.,(2015), Sorrell et al., (2000) e Gupta, Anand, Gupta (2017), comunicam o quanto essas barreiras podem complicar a tomada de decisão dos gestores na adoção de medidas em eficiência energética.

Assim, há necessidade dos fornecedores apresentarem suas melhores tecnologias para eficiência energética, como também da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ, comunicarem seus procedimentos internos para o processo de aquisição de produtos, conforme suas normativas internas, e os gestores responsáveis para a tomada de decisão. Uma vez, que não se apresentam de forma atenuada as barreiras da falta de conhecimento e aprendizagem, falta de tempo para análise e racionalidade limitada comunicadas de forma respectiva por Wang, et al., (2016), Cagno et al.,(2013) e Sorrell et al, (2000).

Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos										
Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Barreira é pouco relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Barreira muito relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa</p> </div> </div>									Ranking Médio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	B12.Governamentais	14%	0%	0%	0%	29%	0%	14%	14%	
B10.Poder	14%	0%	0%	29%	0%	0%	29%	29%	0%	5,57
B3.Acesso ao Capital	29%	0%	14%	0%	0%	0%	29%	14%	14%	5,14
B1. Heterogeneidade	0%	29%	14%	14%	0%	29%	0%	0%	14%	4,57
B11.Falta de Tempo	14%	0%	0%	14%	57%	0%	14%	0%	0%	4,57
B6.Falta de Conhecimento e Aprendizagem	14%	0%	14%	14%	43%	0%	14%	0%	0%	4,29
B8.Racionalidade limitada	0%	0%	29%	29%	43%	0%	0%	0%	0%	4,14
B9.Valores Ambientais	29%	0%	0%	29%	29%	0%	0%	14%	0%	4,00
B4.Procedimentos Rigorosos	14%	29%	14%	14%	0%	0%	29%	0%	0%	3,71
B2.Custo Oculto	29%	0%	29%	29%	0%	0%	14%	0%	0%	3,29
B5.Benefícios Interdepartamentais	43%	0%	0%	14%	43%	0%	0%	0%	0%	3,14
B7.Tecnológicas	29%	14%	14%	14%	29%	0%	0%	0%	0%	3,00

Tabela 10. Ranking Médio de Barreiras - Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos

Fonte: Criado pelo autor (2017)

A tabela 10, referente ao Ranking Médio dos revendedores de sistemas fotovoltaicos, apresenta concentrações das porcentagens médias entre as escalas de 1 a 4 de 54,32%, de 6 a 9 de 25,93%, e na escala 5 de 19,75%. Orienta-se a levar em conta as barreiras B12(6,29), B10 (5,29), B3(5,57), B1(4,57), B11 (4,57), B6 (4,29), B9 (4,00), B4 (3,71) e B2 (3,29) por possuírem percentuais médios distribuídos entre as escalas de relevância de 7 a 9, sendo também relevantes para tomada de decisão dos gestores no contexto atual da empresa.

As barreiras governamentais, de poder e de acesso ao capital financeiro são as mais atenuantes na apresentação do ranking médio, sob o ponto de vista dos revendedores de sistemas fotovoltaicos. Os autores Langlois-Bertrand et al., (2015), Gupta, Anand, Gupta, (2017) e Sorrell et al, (2000) comunicam o quanto essas barreiras podem complicar a tomada de decisão dos gestores na adoção de medidas em eficiência energética.

As escalas de relevância entre os valores 7 a 9 assinaladas pelos entrevistados diante os dois pontos de vista, também explicam os motivos das barreiras governamentais, de poder e de acesso ao capital serem mais atenuantes pelos revendedores de sistemas fotovoltaicos. Estas informações tem relevância, uma vez que compreendem as barreiras para tomada de decisão, e que podem impedir a adoção de medidas em eficiência energética no contexto atual da empresa:

Barreiras	Motivo por terem assinalados entre as escalas de relevância de 7 a 9
Heterogeneidade	Há necessidade de serviços completos em eficiência energética: serviços de adequações de tecnologias ao cliente, assessoria em projetos de viabilidade técnica e econômica, agenciamento para acesso a capital financeiro, implantação e manutenção das placas solares;

<b>Custo Oculto</b>	Trata-se de um complexo processo de aquisição, assim a estratégia em se ter uma equipe multidisciplinar (engenheiros, eletricitas, economistas, administradores) por ambas as partes pode ajudar a minimizar erros de previsão de gastos;
<b>Acesso ao Capital</b>	Muito embora a unidade de estudo possa ter maior facilidade de acesso ao capital financeiro em bancos, este processo ainda é muito burocrático, de difícil aprovação, pois depende de contextos de documentais e fiscais do cliente e do revendedor de sistemas fotovoltaicos. Ressalva-se que a concessionária precisa de um prazo de 90 dias para validação de projetos em eficiência energética;
<b>Procedimentos Rigorosos</b>	Neste mercado os longos prazos para retorno financeiro assustam o cliente. Mas para empresas com tenham perfis sustentáveis seria apenas uma questão de análise do projeto e adequação ao planejamento orçamentário;
<b>Falta de Conhecimento e Aprendizagem</b>	A falta de pessoas capacitadas prejudicam a construção e análise de projetos em eficiência energética, como também a implantação e manutenção de placas solares.
<b>Benefícios Interdepartamentais</b>	Trata-se de processo organizacional para adotar painéis solares que depende de características culturais interdepartamentais da organização. Contexto que pode inviabilizar a adoção de tecnologias em eficiência energética, caso o processo organizacional não esteja maduro para assimilar benefícios em eficiência energética;
<b>Valores Ambientais</b>	Muito embora, uma organização favoreça a adoção de medidas em eficiência energética por realizar práticas de conscientização para o uso de fontes de energia renováveis e tenha líderes com perfis ambientais, ainda o fator mais decisivo são os fatores relacionados ao lado financeiros. Há necessidade de ter um projeto consistente que supere este fator, logo depois, questões de sustentabilidade é uma consequência;
<b>Poder</b>	Nas organizações, muitas vezes quem compra a ideia de adotar medidas de eficiência energética, não é quem decide. Assim, dependendo de como é repassado às informações para outras pessoas, podem vir a ter uma vaga ideia do projeto, impossibilitando a execução do projeto em eficiência energética.
<b>Falta de Tempo</b>	Após entrega do projeto ao cliente ocorre o processo de análise, o qual pode inviabilizar informações do projeto se tiver um período de análise superior a 30 dias, devido a tabelas de preço de produtos dos revendedores serem fixadas em dólar. A equipe multidisciplinar precisa estar focada para analisar o projeto em tempo hábil;
<b>Governamentais</b>	As grandes organizações possuem maior facilidade em acessar o capital financeiro. No entanto, os pequenos empresários necessitariam dar 60% de entrada ou financiar 100% do valor da tecnologia, sem nenhum subsídio governamental. Em alguns Estados como Minas Gerais e Goiás já vigoram benefícios como o IPTU verde, o qual o cliente pode ter 30% de desconto no imposto. Reclamam pela falta da popularização da tecnologia e de linhas de crédito existentes para maximizar suas vendas.

Tabela 11. Motivo de todos os entrevistados terem assinalados entre as escalas de relevância de 7 a 9

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Barki, Botelho, Parente (2013) informa que há maior complexidade em padronizar tecnologias em países em desenvolvimento, sendo assim mais heterogêneos. E as informações pertinentes a essa barreira na tabela 11 explicam ainda mais, quando enfatiza a necessidade de serviços, soluções mais completas para venda e pós-venda de sistemas fotovoltaicos.

Também podem minimizar barreiras relacionadas a custos ocultos, de conhecimento e aprendizagem e de falta de tempo comunicadas por Pinto (2012), De Melo (2012), Gomes (2015), Sorrell et al, (2000) , Andrianesis, Liberopoulos (2012), Cagno et al.,(2013) e Wang, et al., (2016), ao propor equipes multidisciplinares por ambas a partes (Unidade Operacional SENAI CUIABÁ e revendedores de sistemas fotovoltaicos), para se ter melhor previsão de investimento.

Muito embora a Unidade Operacional SENAI CUIABÁ possua maior facilidade em se ter acesso ao capital financeiro, barreira comunicada por Sorrell et al., (2000), ela precisa atentar-se a questões burocráticas, documentações e prazos de validação da concessionária de energia, para beneficiar-se da economia de energia provinda da adoção de sistema fotovoltaicos ligados e rede de energia elétrica.

Há necessidade em se ter o equilíbrio na equipe disciplinar da unidade de estudo, através da presença de líderes com poder e com valores ambientais comunicados por Gupta, Anand, Gupta, (2017), Sorrell et al, (2000) e Di Bartolomeo, Da Silva, Da Costa Fonseca (2014) com outros líderes de perfil mais econômico, no sentido de prevalecer tomadas de decisões relacionadas a sustentabilidade econômica e ambiental.

Para questões relacionadas a barreiras governamentais, conforme comentadas por Langlois-Bertrand et al.,(2015) na revisão de literatura, as equipes multidisciplinares de ambas as partes precisam monitorar suas regulamentações e benefícios, incentivos financeiros e de tributações que podem vir a aparecer no cenário estadual e nacional.

As informações associadas às barreiras de benefícios interdepartamentais comunicadas por Trianni et al.,(2013) e Apeaning, Thollander (2013) e complementadas na tabela 11 revelam aspectos culturais que podem dificultar a adoção de medidas em eficiência energética. Porém, não foram muito externalidades nos Rankings Médios de barreiras sob os pontos de vista de ambas as partes.

O próximo passo será decidir qual matriz energética usar. Logo, haverá necessidade de estudos futuros que incluam estudos de fontes de energia renováveis ,análise de viabilidade de implantação para minimizar as barreiras, conforme explicadas nas considerações finais.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito embora, a empresa estudada tenha facilidade de acesso ao capital financeiro, com ambiente externo favorável à aquisição de placas solares com os revendedores locais conciliados a grandes centros de distribuição nacional, para fornecimento de tecnologia adequada à unidade de estudo, e legislação pertinente como suporte legal para compensar sua geração de energia fotovoltaica a partir do mês subsequente a sua implantação, a organização precisa atentar aos dificultadores para tomada de decisão.

Pois, investimentos em eficiência energética são considerados como partes do processo de tomada de decisões, assim, precisam ser analisadas com ferramentas

de avaliação econômica, além de uma análise de risco financeiro. Ressalva-se que se diferenciam de outros investimentos, uma vez que se geram receitas através das economias de energia. Há necessidade de buscar metodologias que tenham o propósito de fazer a caracterização energética, análise quantitativa de como a empresa faz uso de energia requerido no processo produtivo, estabelecendo indicadores energéticos de controle, avaliando o consumo e identificando os desperdícios e potenciais economias de energia por meio de medidas preliminares em eficiência energética antes de adotar painéis solares.

Tais aspectos, conhecimentos poderão qualificar a equipe de energia, minimizará dificultadores, barreiras comunicados na tabela 8 e 11, e facilitará tempo de análise mais hábil a tomada de decisão dos gestores, favorecendo maior tempo para providenciar documentações, tanto de sua parte e do revendedor, necessários para o acesso ao capital financeiro e poder melhor assimilar os prazos de entregas das placas solares provenientes dos grandes centros de distribuição da tecnologia em nosso país.

Ao caracterizar e controlar o uso de energia e utilizar ferramentas de análise comunicadas, a empresa poderá minimizar riscos financeiros de forma antecipada e poderá evidenciar pós implantação das medidas em eficiência energética as melhorias de sua eficiência energética através de seus controles de energia, amenizando barreiras e aumentando a confiança neste tipo de tecnologia.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Maria Isabel; OLIVEIRA, Rui; LOPES, Jorge. Attitudes and Practices of Homeowners in the Decision-making Process for Building Energy Renovation. *Procedia Engineering*, v. 172, p. 52-59, 2017.

APEANING, Raphael Wentemi; THOLLANDER, Patrik. Barriers to and driving forces for industrial energy efficiency improvements in African industries—a case study of Ghana's largest industrial area. *Journal of Cleaner Production*, v. 53, p. 204-213, 2013.

CAGNO et al. A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 290-308, 2013.

DOVÌ, Vincenzo Giorgio et al. Cleaner energy for sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, v. 17, n. 10, p. 889-895, 2009.

FEURTEY, Évariste et al. Institutional factors influencing strategic decision-making in energy policy; a case study of wind energy in France and Quebec (Canada). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 59, p. 1455-1470, 2016.

GALVIN, Ray; SUNIKKA-BLANK, Minna. The UK homeowner-retrofitter as an innovator in a socio-technical system. *Energy policy*, v. 74, p. 655-662, 2014

GUPTA, Parmarth; ANAND, Sanjeev; GUPTA, Himanshu. Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method. *Sustainable Cities and Society*, 2017.

HOANG, Anh; DO, Phuc; IUNG, Benoît. Energy efficiency performance-based prognostics for aided maintenance decision-making: Application to a manufacturing platform. *Journal of Cleaner Production*,

v. 142, p. 2838-2857, 2017.

JAFARI, Amirhosein; VALENTIN, Vanessa. An optimization framework for building energy retrofits decision-making. *Building and Environment*, v. 115, p. 118-129, 2017.

JUNIOR, Edison Alves Portela et al. Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações. São Paulo: Concelho brasileiro de construção sustentável, 2016.

KELSEY, Jim; PEARSON, Dick. Updated Procedures for Commercial Building Energy Audits. *ASHRAE Transactions*, v. 117, n. 2, 2011.

LANGLOIS-BERTRAND, Simon et al. Political-institutional barriers to energy efficiency. *Energy Strategy Reviews*, v. 8, p. 30-38, 2015.

LIMA, Luiz Cesar Santos et al. A Satisfação do manutentor na área industrial: O Caso em uma indústria frigorífica. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 6, n. 2, 2012.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. Energia solar para produção de eletricidade. 1ª Edição, São Paulo, SP: Artliber, 2012.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. *Dados em Big Data*, v. 1, n. 1, p. 23-42, 2017.

SORRELL, Steve et al. Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. Science and Policy Technology Research (SPRU), University of Sussex, Sussex, UK, 2000.

TRIANNI, Andrea et al. Barriers to industrial energy efficiency in foundries: a European comparison. *Journal of Cleaner Production*, v. 40, p. 161-176, 2013.

TRIANNI, Andrea; CAGNO, Enrico; FARNÉ, Stefano. Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: a broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. *Applied Energy*, v. 162, p. 1537-1551, 2016.

OLUWOLE, Arobieke O.; IBIKUNLE, Osafehinti S.; TEMITOPE, Oni O. Modelling of Renewable Energy System (Photovoltaic). *International Journal of Engineering Innovations and Research*, v. 4, n. 3, p. 379, 2015.

OKAZAKI, Teruo; YAMAGUCHI, Mitsutsune. Accelerating the transfer and diffusion of energy saving technologies steel sector experience—Lessons learned. *Energy Policy*, v. 39, n. 3, p. 1296-1304, 2011. RISHOLT, Birgit;

BERKER, Thomas. Success for energy efficient renovation of dwellings—Learning from private homeowners. *Energy Policy*, v. 61, p. 1022-1030, 2013.

SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; GHISI, Enedir. Decision-making process for improving thermal and energy performance of residential buildings: A case study of constructive systems in Brazil. *Energy and Buildings*, v. 128, p. 270-286, 2016.

STIEß, Immanuel; DUNKELBERG, Elisa. Objectives, barriers and occasions for energy efficient refurbishment by private homeowners. *Journal of Cleaner Production*, v. 48, p. 250-259, 2013.

SELLAK, Hamza et al. Towards next-generation energy planning decision-making: An expert-based framework for intelligent decision support. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 80, p. 1544-1577, 2017.

VENMANS, Frank. Triggers and barriers to energy efficiency measures in the ceramic, cement and

lime sectors. JournalofCleanerProduction, v. 69, p. 133-142, 2014.

## APÊNDICE

### Apêndice A – Tabela Descrição dos Entrevistados

Profissional	Quantidade	FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO DO PERFIL	Tempo de Empresa	Conhecimento sobre eficiência energética	Interesse em adotar fontes de energia renováveis
Profissional área de TI	1	Professsor Mestre da área de TI, com curso de Mestrado voltadas a ciências ambientais;	Conhecimentos nas áreas de tecnologia e ambiental e é atualmente o interlecutor de Inovação da FATEC SENAI MT	01 ano	Alto	Alto
Profissionais área de TI	1	Professsor Mestre da área de TI, com curso de Mestrado voltadas a ciências ambientais;	Conhecimentos nas áreas de tecnologia e ambiental	06 meses	Médio	Alto
Profissional da Engenharia Elétrica	1	Professsor com Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica, possui conhecimento em sistemas fotovoltaicos e eficiência energética;	Conhecimentos na área de engenharia elétrica e sistemas fotovoltaicos	06 meses	Médio	Alto
Diretor Acadêmico	1	Formado em Pedagogia e em Administração de Empresas	Possui conhecimento profundo em custos e da estrutura organizacional da FATEC e do SENAI	11 anos	Médio	Alto
Supervisor Eixo TI	1	Graduado em rede de computadores, pós-graduado em engenharia do software, mestre em ciências da computação aplicada	Linha de pesquisa de mestrado relacionada a eficiência energética e possui conhecimento da estrutura organizacional e da inovação da FATEC e do SENAI	06 anos	Médio	Alto
Diretor Financeiro	1	Graduado em Administração	Responsável pelo setor de aquisição, possui conhecimento profundo em custos, procedimentos financeiros e da estrutura organizacional da FATEC e do SENAI .	16 anos	Baixo	Alto
Gerente Executivo da UO SENAI CUIABÁ	1	Graduado em Administração	Possui conhecimento profundo em custos e da estrutura organizacional do SENAI	10 anos	Médio	Alto
Revendedor 1	2	Empresas especializada no ramo de micro geração de energia solar conectada a rede elétrica a partir de painéis fotovoltaicos	As vendas possuem profissionais engenheiros, Eletricista, economistas	02 anos	Alto	Alto
Revendedor 2	1			06 meses	Alto	Alto
Revendedor 3	1			10 anos	Alto	Alto
Revendedor 4	1			01 ano	Alto	Alto
Revendedor 5	1			03 anos	Alto	Alto
Revendedor 6	1			04 anos	Alto	Alto

### Apêndice B– Tabela Instrumento Coleta de Dados

Afirmação	Barreira é pouco relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa			Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa			Barreira muito relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa			Se assinalar valores acima de 6 dizer o porque da sua afirmação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tecnologia em eficiência energética adequada as instalações e necessidades financeiras da organização.										
Previsão dos custos ocultos organizacionais para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Acesso ao capital de agentes financeiros para assimilar tecnologia em Eficiência Energética.										
Procedimentos relacionados a prazos estreitos de retorno financeiro na organização.										
Capacidade da organização de apropriarem-se interdepartamentalmente dos benefícios da implementação de tecnologias em eficiência energética.										
Pessoas capacitadas para analisar e conscientizar a organização em relação a benefícios de tecnologias em eficiência energética.										
Necessidade de criar novo processo organizacional para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Melhorar procedimentos, rotinas organizacionais para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Valores ambientais nos líderes, profissionais chaves da organização para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Poder, influência de líderes, profisionais chave da organização nas tomadas de decisão para assimilar tecnologia em eficiência energética.										
Tempo adequado de análise de informações para selecionar tecnologias em eficiência energética na organização										
Apoio, regulamentação e coordenação política para programas de eficiência energética para a classe empresarial.										

### Apêndice C – Tabelas Análise do Conteúdo

LEVANTAMENTO DE CATEGORIAS INICIAS	
CATEGORIAIS INICIAIS DIFICULTADORES	CATEGORIAIS INICIAIS FACILITADORES
1. Mão de Obra desqualificada	1. Legislação pertinente favorável
2. Projeto inconsistente	2. Benefícios Econômicos
3. Informações financeiras inverídicas	3. Benefícios da Tecnologia
4. Insegurança no Planejamento Orçamentário	4. Acesso ao capital Financeiro
5. Payback inadequado	5. Parceria do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
6. Solução incompleta	6. Revendedores de placas solares
7. Análise ruim da Tarifa de energia elétrica	7. Percepção de economia imediata
8. Edifício sem eficiência energética	8. Fatores Climáticos
9. Contratos ruins de Energia	9. Fornecimento de placas solares
10. Desfavorável Investimento a curto prazo	10. Sustentabilidade
11. Excesso de documentação para acesso financeiro	11. Responsabilidade Ambiental
12. Tempo para análise	12. Acompanhamento de professores e estudantes
13. Prazo de Entrega desfavorável	13. Conta de Energia expressiva
14. Descrédito de clientes de grande porte	

LEVANTAMENTO DE CATEGORIAS INTERMEDIARIAS		
DIFICULTADORES PARA TOMADA DE DECISÃO		
CATEGORIAS INICIAIS	CONCEITOS NORTEADORES	CATEGORIAS INTERMEDIARIAS
1. Mão de obra desqualificada	Falta de mão de obra qualificada para produção de projeto em eficiência energética	1. Necessidade de projeto consistente e prioritário
2. Projeto inconsistente	Falta de um projeto prioritário de viabilidade técnica e econômica	
3. Informações financeiras inverídicas	Planilha com informações inverídicas de custos e fluxo de manutenção	
4. Insegurança no Planejamento Orçamentário	Informações inseguras para o planejamento do orçamento	
5. Payback inadequado	Prazo de retorno inadequado às necessidades orçamentárias	
6. Solução incompleta	Falta de serviços completos em eficiência energética	
7. Análise ruim da Tarifa de energia elétrica	Necessidade de análise do consumo e tarifa de energia elétrica	2. Edifício com ineficiência energética
8. Edifício sem eficiência energética	Edifício precisa ser mais eficiente para depois adotar painéis solares	
9. Contratos ruins de Energia	Demanda contratada favorece multas em horários que se usa na ponta	
10. Desfavorável Investimento a curto prazo	Em curto prazo há necessidade um alto investimento nessa tecnologia	3. Análise e documentação
11. Excesso de documentação para acesso financeiro	Burocracia em documentações para o Financiamento bancário	
12. Tempo para análise	Necessidade de maior tempo de análise do cliente	4. Prazo de Entrega
13. Prazo de Entrega desfavorável	Impacto nos serviços de pronta entrega devido distancia dos centros nacionais	
14. Dificuldades com Clientes de grande Porte	Em grandes clientes potenciais instalam-se sistemas menores para realização de testes	5. Necessidade de testes em clientes de grande porte

LEVANTAMENTO DE CATEGORIAS INTERMEDIARIAS		
FACILITADORES PARA A TOMADA DE DECISAO		
CATEGORIA INICIAL	CONCEITOS NORTEADORES	CATEGORIA INTERMEDIARIA
1. Legislaçao pertinente favoravel	Se apoiar na norma de 482 da ANEEL	1. Beneficios Técnicos, Econômicos e Legislativos.
2. Beneficios Econômicos	O investimento se pagar com a própria economia na conta de energia elétrica	
3. Beneficios da Tecnologia	Qualidade e garantias em relação ao fornecimento de placas solares	
4. Acesso ao capital Financeiro	Facilidade para captação de recursos financeiros	
5. Parceria do BNDS	Acesso ao capital com taxas de juros atrativas	
6. Revendedores de placas solares	Revendedores com disponibilidade de catalogo de preços para melhor aplicação de painéis solares	
7. Percepção de economia imediata	Percebe-se a economia em despesas de energia no próximo mês após implantação das placas solares	
8. Fatores Climáticos	Região com incidência de sol privilegia desempenho da tecnologia de placas solares	
9. Fornecimento de placas solares	Fornecedores de grandes centros brasileiros em condições tranquilas para ofertar quantidade de placas solares	2. Facilidade de fornecimento de placas solares
10. Sustentabilidade Econômica	Sustentabilidade econômica através da eficiência energética	3. Sustentabilidade econômica e ambiental
11. Responsabilidade Ambiental	Adoção de placas solares reduz impactos provenientes de hidroelétricas e termoelétricas	
12. Acompanhamento de professores e estudantes	Promoção de pesquisas, seminários, e painéis realizados pelos estudantes	4. Fatores Acadêmicos
13. Conta de Energia expressiva	Não se conseguiu reduzir o consumo de energia	5. Oportunidades em eficiência energética

LEVANTAMENTO DE CATEGORIAS FINAIS		
DIFICULTADORES PARA TOMADA DE DECISAO		
CATEGORIAS INTERMEDIARIAS	CONCEITOS NORTEADORES	CATEGORIAS FINAIS
1. Necessidade de projeto consistente e prioritário	Falta de um projeto que contenha análise consistente e informações financeiras, econômica com prazo de retorno e serviços em eficiência energética adequados a unidade de estudo	1. Critérios para aprovação de projeto em eficiência energética para unidade de estudo
2. Edifício com ineficiência energética	Edifício com ineficiência energética e demanda contratada de energia favorável a multas	2. Necessidade de medidas preliminares em eficiência energética na unidade de estudo
3. Análise e documentação	Maior tempo de análise pelo cliente e burocracia documental excessiva de agentes financeiros	3. Tempo de análise do cliente e burocracia documental em bancos
4. Prazo de Entrega	Impacto nos serviços de pronta entrega de grandes volumes de placas solares devido distancia dos grandes centros nacionais	4. Impacto em serviços a pronta entrega de placas solares
5. Necessidade de testes em clientes de grande porte	Em grandes clientes potenciais instalam-se sistemas menores para realização de testes;	5. Descrédito de clientes de grande porte ao funcionamento da tecnologia

LEVANTAMENTO DE CATEGORIAS FINAIS		
FACILITADORES PARA A TOMADA DE DECISÃO		
CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CONCEITOS NORTEADORES	CATEGORIAS FINAIS
1. Benefícios Técnicos, Econômicos e Legislativos.	Fatores de legislação, clima e de acesso ao capital financeiro favorável à aquisição de placas solares com melhor aplicação em eficiência energética predial, com garantias de produtos de revendedores na região.	1. Contexto organizacional com ambiente externo favorável a aquisição de placas solares e capital financeiro
2. Facilidade de Fornecimento de placas solares	Fornecedores de grandes centros brasileiros em condições tranquilas para ofertar quantidades significativas de placas solares.	2. Grandes centros com condições em atender demanda nacional de placas solares
3. Sustentabilidade econômica e ambiental	Sustentabilidade econômica e ambiental por fatores de redução de custo e de impactos ao meio ambiente.	3. Ser referencia nacional em eficiência energética
4. Fatores acadêmicos	Promoção de pesquisas, seminários, e painéis realizados pelos estudantes	4. Estimulo a iniciação científica
5. Conta de Energia expressiva	Não se conseguiu reduzir o consumo de energia.	5. Oportunidades em eficiência energética

SINTESE DA PROGRESSÃO DE CATEGORIAS		
DIFICULTADORES PARA TOMADA DE DECISÃO		
CATEGORIAS INICIAIS	CATEGORIAS INTERMEDIARIAS	CATEGORIAS FINAIS
1. Mão de obra desqualificada	Falta de projeto consistente e prioritário	1. Critérios para aprovação de projeto em eficiência energética para a unidade de estudo
2. Projeto inconsistente		
3. Informações financeiras inverídicas		
4. Insegurança no Planejamento Orçamentário		
5. Payback inadequado		
6. Solução incompleta		
7. Análise ruim da Tarifa de energia elétrica		
8. Edifício sem eficiência energética	Ineficiência Energética do Edifício	2. Necessidade de medidas preliminares em eficiência energética
9. Contratos ruins de Energia		
10. Desfavorável Investimento a curto prazo		
11. Excesso de documentação para acesso financeiro	Análise e documentação	3. Tempo de análise do cliente e burocracia documental em bancos
12. Tempo para análise		
13. Prazo de Entrega desfavorável	Impacto em serviços a pronta entrega de tecnologias	4. Impacto em serviços a pronta entrega de placas solares
14. Necessidade de testes em clientes de grande porte	Necessidade de testes em clientes de grande porte	5. Descrédito de clientes de grande porte ao funcionamento da tecnologia

ANÁLISE DO CONTEÚDO SÍNTESE DA PROGRESSÃO DE CATEGORIAS		
FACILITADORES PARA TOMADA DE DECISÃO		
CATEGORIAS INICIAIS	CATEGORIAS INTERMEDIARIAS	CATEGORIAS FINAIS
1. Legislação pertinente favorável	Benefícios Técnicos, Econômicos e Legislativos	1.Contexto organizacional com ambiente externo favorável a aquisição de placas solares e capital financeiro
2. Benefícios Econômicos		
3. Benefícios da Tecnologia		
4. Acesso ao capital Financeiro		
5. Parceria do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social		
6. Revendedores de placas solares		
7. Percepção de economia imediata		
8. Fatores Climáticos		
9. Fornecimento de placas solares	Facilidade de fornecimento de placas solares	2.Grandes centros com condições em atender demanda nacional de placas solares
10.Sustentabilidade Econômica	Sustentabilidade econômica e ambiental	3.Ser referencia nacional em eficiência energética
11.Responsabilidade Ambiental		
12.Acompanhamento de professores e estudantes	Fatores acadêmicos	4.Estimulo a iniciação científica
13.Conta de Energia expressiva	Conta de Energia expressiva	5.Oportunidades em eficiência energética

## A IMPORTÂNCIA DOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) PARA A TRAJETÓRIA SUSTENTÁVEL DAS EMPRESAS

### **Mariana Simião Brasil de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Rafael de Azevedo Palhares**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Tuíra Moraes Avelino Pinheiro**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Paulo Ricardo Fernandes de Lima**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Jéssyca Fabíola Ribeiro Ataliba**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Arthur Arcelino de Brito**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Paulo Ellery Alves de Oliveira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Nathaly Silva de Santana**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Izaac Paulo Costa Braga**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Hálison Fernandes Bezerra Dantas**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

### **Pedro Osvaldo Alencar Regis**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal – Rio Grande do Norte

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no aumento das produtividades do carbono e do uso da energia e, conseqüentemente, na sustentabilidade das firmas. Nas últimas décadas, a preocupação com a economia ambiental tem aumentado progressivamente, e a Pesquisa e Desenvolvimento surge para elevar as capacidades tecnológicas das firmas e desenvolver processos produtivos mais eficientes. Para realizar esta pesquisa, o procedimento metodológico empregado é uma análise com dados em painel, contendo um total de 232 observações de 58 firmas ao longo de quatro anos, obtidos por meio das fontes de pesquisa *Corporate Knights* e *S&P Capital IQ*, no qual utilizou-se o método de regressão linear a fim de verificar a significância dos investimentos em P&D na sustentabilidade das firmas. Os coeficientes estimados representam as elasticidades parciais dos investimentos em P&D em relação a dois índices de desempenho: a produtividade do carbono e a produtividade do uso da energia. Os resultados apontam que os investimentos em P&D conseguem aumentar a

produtividade dos índices sustentáveis, e, dessa forma, constituem-se fator essencial para o sucesso da dinâmica das empresas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), Investimentos, Sustentabilidade, Elasticidades parciais.

## 1 | INTRODUÇÃO

No atual cenário econômico, a estratégia das empresas orienta-se, principalmente, pela alta competitividade e pela criação de produtos ou processos direcionados a um padrão de qualidade cada vez mais distintos da concorrência. A inovação voltada para a sustentabilidade das empresas é um tema que tem ganhado destaque em uma perspectiva cada vez mais evidente, pois processos produtivos mais eficientes são cada vez mais exigidos parte dos clientes, sociedade e governo (ZHAO E SUN, 2016). A inovação tecnológica constitui um dos mais importantes fatores determinantes da competitividade internacional.

A inovação tecnológica constitui um dos mais importantes fatores determinantes da competitividade internacional. A intensidade de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) tem sido utilizada como variável proxy para a inovação, e é empregada amplamente em estudos de inovação (HALL; LOTTI; MAIRESSE, 2012). Em adição, sabe-se que a preocupação com a economia ambiental, o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade social corporativa aumentaram progressivamente, a um nível global. Assim, é necessário articular políticas tecnológicas e ambientais adequadas que estimulem e garantam o crescimento das empresas e a competitividade em economias de produtivas e exportação (SOUTO E RODRIGUEZ, 2015).

Os clientes estão optando cada vez mais por empresas que são responsáveis pela questão ambiental, e, para que possam continuar existindo no mercado e crescendo de forma rentável, as empresas devem buscar atender as preferências dos clientes. A inovação é um dos elementos que mais consegue criar valor para as empresas e estas devem pensar em inovações sustentáveis (BEKMECZI, 2015). O propósito desse trabalho é analisar os impactos dos investimentos em P&D em relação a dois índices de desempenho das firmas, a produtividade do carbono e a produtividade do uso da energia.

Os dados utilizados nesta pesquisa consistiram em dados organizados em painel, contendo um total de 232 observações e foram obtidos por meio das fontes de pesquisa *Corporate Knights* e *S&P Capital IQ*. Para testar as hipóteses do modelo teórico, foi empregada a metodologia de regressão linear tomando dados organizados em painel, com 58 firmas ao longo de quatro anos, conforme disponibilidade dos dados. Os coeficientes estimados representam as elasticidades parciais dos investimentos em inovação das empresas nos esforços sustentáveis de produtividade (carbono e uso de energia). As evidências encontradas dão suporte às recentes pesquisas, de forma que tais investimentos são necessários para uma construção da trajetória sustentável

das empresas.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A teoria da firma

Varian (2006) define a função de produção como a função que descreve a fronteira do conjunto de produção, que é o conjunto de todas as combinações de insumos e produtos que compreendem formas tecnologicamente viáveis de produzir. O conjunto de produção mostra as escolhas tecnológicas possíveis com as quais a empresa se defronta.

Para simplificar a análise, dois insumos serão utilizados: o trabalho,  $L$ , e o capital,  $K$ . O parâmetro  $A$  refere-se ao parâmetro que captura o efeito da tecnologia na produtividade dos insumos. Autores como, por exemplo, Ferguson (1999), Pindyck e Rubinfeld (2005) e Mansfield e Yohe (2006) adotam o valor de  $A$  sendo igual a um, mas o estudo será desenvolvido de acordo com a função de produção denominada Cobb-Douglas utilizando o parâmetro  $A$ , segundo a literatura tradicional. A função Cobb-Douglas têm sido amplamente aplicada em trabalhos teóricos e empíricos. A função de produção então é definida por:

$$Q = f(K, A \times L)$$

Equação (1)

Essa equação verifica que a quantidade do produto depende da quantidade de dois insumos: o capital e o trabalho, e também da tecnologia aplicada no processo produtivo. O produto pode ser gerado de várias maneiras, pois a função de produção permite que os insumos sejam combinados em proporções variadas. As funções de produção descrevem o que é tecnicamente viável quando a empresa opera eficientemente, ou seja, quando utiliza cada combinação de insumos da forma mais eficaz possível (PINDYCK E RUBINFELD, 2005).

### 2.2 Importância da inovação para a sustentabilidade

A inovação, quando associada à questão ambiental, pode propiciar o surgimento de inovações tecnológicas importantes, através de maior eficiência produtiva, novas oportunidades de negócios ou produtos menos agressivos ao meio ambiente. A demanda da sociedade para que as organizações busquem alternativas para as questões ambientais atua como uma influência externa nos processos inovadores, inspirando as organizações a buscarem inovações sustentáveis (HANSEN; DUNKER; REICHWALD, 2009).

Uma organização inovadora sustentável é aquela que atua no sentido de alcançar o desenvolvimento social includente, tecnologicamente prudente e economicamente

eficiente. Dessa forma, a preocupação com o meio ambiente está estreitamente relacionada com a inovação, devido seu impacto sobre o meio ambiente e a sociedade, já que elas determinam o que será produzido, como será produzido e como serão distribuídos os resultados do esforço coletivo. As organizações inovadoras sustentáveis são aquelas que geram inovações desse tipo, de modo contínuo (CURI ET AL. 2010).

Para os autores Curi et al. (2010) apud Schumpeter (1934), há três motivos que impulsionam a inovação sustentável:

1. A política pública, cujas regulamentações são os motores para a inovação sustentável;
2. Atitudes voluntárias, a partir das quais as empresas adotam padrões de desempenho ambiental para atender ou se antecipar às demandas previstas;
3. Uma visão baseada em recursos em que as considerações ecológicas são incorporadas na gestão estratégica, na prevenção da poluição e na gestão de produtos.

Da integração da inovação tecnológica com a sustentabilidade surge inovação tecnológica orientada para o desenvolvimento sustentável, ou inovação tecnológica sustentável, que é conceituada por Hansen, Grosse-Dunker e Reichwald (2009) como as inovações que abrangem as dimensões econômica, ambiental e social de uma empresa, podendo gerar resultados positivos nestes âmbitos.

### 3 | METODOLOGIA

#### 3.1 Estimação com dados em painel

Os conjuntos de dados que possuam as dimensões de corte transversal e de séries temporais estão sendo usados cada vez mais na pesquisa empírica, e são chamados de dados em painel ou dados longitudinais (WOOLDRIDGE, 2015). Na metodologia de dados em painel, a mesma unidade de corte transversal utilizada é acompanhada ao longo do tempo, possuindo de uma dimensão espacial e outra temporal (GUJARATI; PORTER, 2011).

Gujarati e Porter (2011) apud Baltagi (1998) citam algumas vantagens de se trabalhar com dados em painel em relação a dados de corte transversal ou de séries temporais são:

1) *Heterogeneidade*: uma vez que os dados em painel se relacionam a indivíduos, empresas, estados, países etc., com o tempo, tende a haver heterogeneidade nessas unidades.

2) *Mais informações sobre os dados*: combinando séries temporais com observações de corte transversal, os dados em painel oferecem dados mais informativos, maior variabilidade, menos colinearidade entre variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência.

3) *Dinâmica*: estudando repetidas observações em corte transversal, os dados

em painel são mais adequados para examinar a dinâmica da mudança.

4) *Medição mais eficiente dos efeitos*: os dados em painel podem detectar e medir melhor os efeitos que simplesmente não podem ser observados em um corte transversal puro ou em uma série temporal pura.

5) *Estudos mais complicados*: permitem estudar modelos de comportamento mais complicados.

### 3.2 Descrição da amostra e natureza dos dados

Os dados utilizados nesta monografia consistiram em dados organizados em painel, contendo um total de 232 observações e foram obtidos por meio de duas fontes de pesquisa: *Corporate Knights* e *S&P Capital IQ*. Na elaboração do painel de dados, inicialmente realizou-se o cruzamento da base de dados do relatório *Global 100 Most Sustainable Corporations* (100 Empresas Mais Sustentáveis do Mundo), fornecida pela *Corporate Knights*, empresa de consultoria de investimentos. Esse relatório tem por objetivo a divulgação de cem empresas, dentre as maiores do mundo em valor de capital, com melhor desempenho em indicadores sociais, econômicos e ambientais, baseando-se no desempenho das empresas mensurado a partir de doze indicadores-chave quantitativos, que abrangem temas como: energia, carbono, água, resíduos, inovação, remuneração, segurança, rotatividade e diversidade.

Nesse cruzamento, identificaram-se as firmas presentes em pelo menos três anos do período de 2012 a 2015, obtendo-se um total de 58 empresas, distribuídas em 10 setores e 21 países, onde se considerou como variáveis no painel o Uso da Energia e a Produtividade do Carbono. Em seguida, foi adicionada ao painel de dados uma nova variável: o total de despesa com P&D de cada firma, obtida na base de dados da *Standard & Poor's (S&P) Capital IQ*, do ano de 2012 até o ano de 2015.

### 3.3 Modelo estimado e descrição das variáveis

Para analisar o impacto dos investimentos em pesquisa no “grau de sustentabilidade” das firmas, foram estimadas as seguintes equações por meio de programa computacional:

$$\log(P_{ijt}^{cb}) = \alpha + \beta \cdot \log(P\&D_{ijt}) + \delta_i + \gamma_j + \varepsilon_{ijt} \quad \text{Equação (2)}$$

$$\log(P_{ijt}^{en}) = \alpha + \beta \cdot \log(P\&D_{ijt}) + \delta_i + \gamma_j + \varepsilon_{ijt} \quad \text{Equação (3)}$$

Em ambas as equações, P&D representa todos os investimentos alocados pelas firmas nas atividades de inovação. Os vetores  $\delta_i$  e  $\gamma_j$  representam os efeitos fixos relativos às firmas e setores, respectivamente, capturando formas de organização, estratégia empresarial, padrões de concorrência em cada setor, dentre outras especificidades, sejam em nível de firmas ou setoriais que podem afetar a demanda

por investimentos.

A variável de impacto do modelo, representada pelo coeficiente angular, significa a elasticidade parcial da produtividade do carbono em relação aos investimentos em P&D (Equação 2) e da produtividade do uso da energia em relação aos investimentos em P&D (Equação 3). O cálculo para esse coeficiente é mostrado na Equação 4:

$$\varepsilon = \frac{\Delta y}{\Delta P\&D} = \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta P\&D}{P\&D}} = \frac{\Delta y}{\Delta P\&D} \times \frac{P\&D}{y} \cong \frac{\Delta \log(y)}{\Delta \log(P\&D)}$$

Equação (4)

A aproximação acima é devida ao fato de que a variação de  $y$  em relação a variação de P&D multiplicada pela variável P&D dividida por  $y$  retorna valores pequenos, o que se aproxima da variação do  $\log(y)$  em relação a variação do  $\log(P\&D)$ . Logo, a elasticidade parcial é a derivada parcial do  $\log(y)$  em relação a derivada parcial do  $\log(P\&D)$ , como mostrado na Equação 5:

$$\varepsilon = \frac{\partial \log(y)}{\partial \log(P\&D)}$$

Equação (5)

A Equação 5 fornece o método de cálculo da elasticidade parcial, que significa a derivada parcial do logaritmo de  $y$  (na qual  $y$  pode ser a produtividade do carbono ou a produtividade do uso da energia) em relação a derivada parcial dos investimentos em P&D.

As variáveis  $P^{cb}$  e  $P^{en}$  representam, respectivamente, a produtividade do carbono e da energia consumida. De acordo com a *Corporate Knights Magazine*, a Produtividade do Carbono e o Uso da Energia são dois indicadores-chave de desempenho que medem o desempenho dos processos de uma empresa.

Em relação à produtividade do carbono, sabe-se que os gases de efeito estufa (GEE) são cada vez mais caros e regulamentados, criando novos tipos de custos e benefícios financeiros para as empresas afetadas. Esse indicador é definido como a divisão da receita total da empresa pelas emissões totais de gases do efeito estufa (GEE) emitidos ( $CO_2e$ ), e dá uma noção de como as empresas estão expostas ao novo ambiente regulatório das emissões de gases do efeito estufa. Somente as emissões no âmbito 1 e 2 são incluídas segundo o Protocolo de Gases do Efeito Estufa.

O uso da energia é definido como a divisão da receita total pelo uso total de energia (Gigajoules). Em quase todas as jurisdições na terra, os custos de energia estão subindo. Os preços também estão se tornando muito mais voláteis, deixando mais difícil para as empresas gerirem a sua estratégia energética. Esse indicador se refere ao quanto as empresas geram de receita em relação a cada unidade de energia que utilizam, e reflete a forma de como as empresas se adaptam às mudanças no futuro energético.

As equações dos indicadores definidos anteriormente podem ser visualizadas a seguir:

- Equação da Produtividade do Carbono: Receita (US\$) / Emissões de gases do efeito estufa (Protocolo de Gases do Efeito Estufa, âmbitos 1 + 2)
- Equação da Produtividade do Uso da Energia: Receita (US\$) / Uso da Energia (Gigajoules).

### 3.4 Técnica de estimação para dados em painel: método de efeitos fixos

A técnica empregada nesse trabalho para estimação do modelo de efeitos não observados de dados em painel é a estimação de efeitos fixos. Esse método usa transformação para remover os efeitos não observados, que são os vetores  $\delta_i$  e  $\gamma_j$  representando os efeitos fixos relativos às firmas e setores representados na Equação 2 e na Equação 3, onde quaisquer variáveis explicativas constantes no tempo são removidas com  $\delta_i$  e  $\gamma_j$  (WOOLDRIDGE, 2015).

Ainda conforme Wooldridge (2015) uma maneira tradicional de aplicar o método de efeitos ajustados é presumir que os efeitos não observados,  $\delta_i$  e  $\gamma_j$ , são os parâmetros a serem estimados para cada  $i$  e  $j$ . Esse método é chamado de regressão de variáveis dummy, e para que seja possível estimar um intercepto para cada  $i$  e  $j$ , é necessário introduzir uma variável dummy para cada observação do corte transversal, juntamente com as variáveis explicativas do modelo.

Segundo Gujarati e Porter (2011), o modelo de mínimos quadrados com variáveis dummy para efeitos fixos conta com a heterogeneidade entre indivíduos, pois cada um deles possuirá uma variável dummy que irá representar o intercepto. O termo “efeitos fixos” deve-se ao fato de que, embora o intercepto possa diferir entre os indivíduos, o intercepto de cada indivíduo não varia com o tempo; ele é invariante no tempo.

Assim, a Equação 6 mostra a o modelo de efeitos fixos não observados:

$$y_{ijt} = a + \beta_1 x_{ijt1} + \beta_2 x_{ijt2} + \dots + \beta_k x_{ijtk} + \delta_i + \gamma_j + \varepsilon_{ijt} \quad \text{Equação (6)}$$

Nessa equação,  $\delta_i$  e  $\gamma_j$  são os interceptos que representam cada firma  $i$  e cada setor  $j$ , respectivamente, e os regressores do modelo são representados pelo índice  $k$ .

### 3.5 Estatísticas do modelo econométrico

#### 3.5.1 Teste de Heterocedasticidade

O teste de heterocedasticidade implica em verificar se a variância do erro estocástico é constante ou não. Na hipótese de variância constante (homocedástica), o método estimado gera estimativas eficientes aos parâmetros. Caso contrário, as estimativas de erro-padrão passam a apresentar tendenciosidade e, portanto, o teste t-student é afetado na construção dos intervalos de confiança. A estatística adotada

consiste no teste de Breusch–Pagan (1979) e Cook–Weisberg (1983) segundo a Equação 7:

$$\text{var}(\varepsilon_{it}) = \sigma^2 \cdot \exp\{z_t\}$$

$$H_0: t = 0$$

Equação (7)

$$H_1: t \neq 0$$

Conforme o teste, o vetor ‘z’ é implementado usando os valores preditos da variável dependente, relaxando a hipótese de que os erros do modelo sejam distribuídos normalmente e independentemente. A hipótese nula implica que a variância do erro é constante e, portanto, as estimativas geradas são eficientes (homocedasticidade). Caso contrário, a heterocedasticidade observada afeta os intervalos de confiança das estimativas conduzindo a conclusões equivocadas na relação entre as variáveis do modelo.

### 3.5.2 Teste de Autocorrelação

O teste de autocorrelação aplicado consiste no método proposto por Cumby e Huizinga (1992). O teste proposto segue uma distribuição de qui-quadrado com a hipótese nula de que os resíduos não seguem uma média móvel de ordem conhecida ‘q’. Assim, uma vez especificada a ordem da média móvel, os parâmetros estimados da média móvel são estatisticamente iguais a zero. A maior vantagem deste teste consiste na sua robustez na presença de heterocedasticidade condicional e em circunstâncias de resíduos não distribuídos identicamente e independentemente.

$$H_0: \text{Ausência de autocorrelação de ordem } q$$

$$H_1: \text{Presença de autocorrelação de ordem } q$$

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise descritiva

A Tabela 1 apresenta a distribuição das 58 firmas da base de dados em painel conforme dez setores: Assistência médica, Bens de consumo, Bens de consumo básicos, Energia, Finanças, Indústria, Materiais, Serviços de telecomunicação, Tecnologia da informação e Utilidades.

É possível verificar que o setor que abrange o maior número de empresas é o

setor de Finanças, com um total de 11 firmas. Dentre as 58 firmas do painel de dados, 10,34% pertencem ao setor de Assistência médica, 10,34% pertencem ao setor de Bens de consumo, 8,62% pertencem ao setor de Bens de consumo básicos, 10,34% são do setor de Energia, 18,97% são de setor de Finanças, 15,52% são do setor de Indústria, 3,45% pertencem ao setor de Materiais, 5,17% são do setor de Serviços de telecomunicação, 13,79% pertencem ao setor de Tecnologia da informação e 3,45 são do setor de Utilidades.

Setor	Frequência	Frequência percentual	Frequência acumulada
Assistência médica	6	10,34	10,34
Bens de consumo	6	10,34	20,69
Bens de consumo básicos	5	8,62	29,31
Energia	6	10,34	39,66
Finanças	11	18,97	58,62
Indústria	9	15,52	74,14
Materiais	2	3,45	77,59
Serviços de telecomunicação	3	5,17	82,76
Tecnologia da informação	8	13,79	96,55
Utilidades	2	3,45	100,00
Total	58	100,00	

Tabela 1 - Distribuição das firmas em setores

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 apresenta as 58 firmas distribuídas conforme 21 países, segundo os dados em painel. Os países são: Alemanha, Austrália, Bélgica, Brasil, Canadá, Coreia do Sul, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grã-Bretanha, Hong Kong, Japão, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, Singapura, Suécia e Suíça.

Observa-se que a maior frequência ocorre nos Estados Unidos, onde 7 das 58 empresas são empresas norte-americanas, o que representa 12,07% do total. Em segundo está a França, com 6 empresas, representando 10,34% do total de empresas e, em terceiro lugar, estão Canadá e Alemanha, com 5 empresas, representando 8,62% do total de empresas.

País	Frequência	Frequência percentual	Frequência acumulada
Alemanha	5	8,62	8,62
Austrália	3	5,17	13,79
Bélgica	2	3,45	17,24
Brasil	1	1,72	18,97
Canadá	5	8,62	27,59

Coreia do Sul	1	1,72	29,31
Dinamarca	1	1,72	31,03
Espanha	1	1,72	32,76
Estados Unidos	7	12,07	44,83
Finlândia	3	5,17	50,00
França	6	10,34	60,34
Grã-Bretanha	1	1,72	62,07
Hong Kong	1	1,72	63,79
Japão	2	3,45	67,24
Noruega	2	3,45	70,69
Países Baixos	3	5,17	75,86
Portugal	1	1,72	77,59
Reino Unido	4	6,90	84,48
Singapura	3	5,17	89,66
Suécia	4	6,90	96,55
Suíça	2	3,45	100,00
Total	58	100,00	

Tabela 2 - Distribuição das firmas em países

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis e os respectivos níveis de significância associados a cada correlação.

	log(P&D)	log(produtividade do carbono)	log(produtividade do uso da energia)
log (P&D)	1	0,5334	0,5084
	-	0,0000	0,0000
log (produtividade do carbono)	0,5334	1	0,9510
	0,0000	-	0.0000
log(produtividade do uso da energia)	0,5084	0,9510	1
	0,0000	0.0000	-

Tabela 3 - Matriz de Correlação com as Variáveis do Modelo

Fonte: Elaboração própria.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 3, a correlação linear entre as variáveis log(P&D) e log(produtividade do carbono) mostrou-se moderada e estatisticamente significativa (0,5534), principalmente ao nível significância de 1%, de maneira que rejeita-se a hipótese nula de ausência de associação linear significativa entre as variáveis ( $H_0: t(\log(P\&D), \log(\text{produtividade do carbono})) = 0$ ). Em seguida, o coeficiente de correlação entre as variáveis log(P&D) e log(produtividade do uso da energia) mostrou-se também moderado e estatisticamente significativo (0,5084),

porém menor que o coeficiente anterior. Esse coeficiente também foi significativo ao nível de 1%, rejeitando, novamente, a hipótese nula de ausência de associação linear entre as variáveis ( $H_0: t(\log(\text{P\&D}), \log(\text{produtividade do uso da energia})) = 0$ ).

Por fim, tem-se o coeficiente de correlação entre as variáveis  $\log(\text{produtividade do carbono})$  e  $\log(\text{produtividade do uso da energia})$ . O resultado calculado foi de um coeficiente elevado (0,9510) e, de maneira análoga aos resultados anteriores, rejeita-se a hipótese nula de ausência de associação linear significativa entre essas variáveis ( $H_0: t(\log(\text{produtividade do carbono}), \log(\text{produtividade do uso da energia})) = 0$ ), considerando o nível de significância de 1%.

## 4.2 Resultados do modelo

Os resultados dos modelos estimados (Equação 2 e Equação 3) podem ser visualizados na Tabela 4.

Variáveis	(1)	(2)
	$\log(\text{produtividade do carbono})$	$\log(\text{produtividade do uso da energia})$
<b>log(P&amp;D)</b>	0.134*** (0.0596)	0.177*** (0.0645)
<b>Constante</b>	15.88*** (0.575)	14.27*** (0.626)
<b>R<sup>2</sup></b>	0.914	0.911
Efeitos Fixos		
<b>Setor</b>	Sim	Sim
<b>Pais</b>	Sim	Sim
Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test		
<b>Ch<sup>2</sup></b>	0.06	0.56
<b>p-value</b>	0.8006	0.4539
Cumby-Huizinga test		
<b>Ch<sup>2</sup></b>	38.765***	47.799***
<b>p-valor</b>	0.0000	0.0000

Tabela 5 - Resultados das Equações Estimadas

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do modelo.

Nota: Níveis de Significância: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

As estimativas de erro-padrão estão em parênteses.

A primeira equação estimada representada pela coluna (1) consiste no modelo que considera os investimentos em P&D e a Produtividade do Carbono. A elasticidade parcial estimada foi de 0,134. Assim, um aumento em 1% nos investimentos em P&D das firmas, contribui, em média, para um crescimento de 13,4% no aumento da

produtividade do carbono. O parâmetro estimado foi estatisticamente significativo ao nível de 1%. Dessa forma, rejeita-se a hipótese nula de ausência de relação entre as variáveis do modelo.

O poder de explicação do modelo apresentou-se elevado e igual a 0,914, de maneira que 91,4% das variações na produtividade do carbono podem ser explicadas apenas pelos investimentos em P&D.

Em relação ao teste de Breusch–Pagan/Cook–Weisberg, a estatística de teste segue uma distribuição de  $\chi^2$  e apresentou-se baixa (0,06), o que implicou em um alto valor do seu p-valor (0,8006). Considerando-se um nível de significância de 10%, o teste implicou em não rejeitar a hipótese nula de que os resíduos apresentam variância constante. Logo, é possível concluir que os resíduos são homocedásticos e que os parâmetros estimados são eficientes pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários com Efeitos Fixos.

O teste de Cumby-Huizinga também segue uma distribuição de  $\chi^2$ , e esta apresentou-se elevada (38.765) e acarretou um p-valor igual a zero. Assim, o teste implicou em não aceitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação, ou seja, rejeita-se a hipótese nula, verificando-se que há presença de autocorrelação entre os resíduos. Por meio desses dois testes, verificou-se, então, que não foi constatado heterocedasticidade dos resíduos, somente presença de correlação serial.

Na segunda equação estimada (coluna 2) tem-se o modelo que considera os investimentos em P&D e a Produtividade do Uso da Energia. A elasticidade parcial estimada foi de 0,177, apresentando uma pequena variação de 0,043 em relação a equação anterior. Assim, um aumento em 1% nos investimentos em P&D das firmas, contribui, em média, para um crescimento de 17,7% no aumento da produtividade do uso da energia. Esse resultado é estatisticamente significativo ao nível de 1%, rejeitando-se, assim, a hipótese nula de ausência de relação entre as variáveis do modelo.

O poder de explicação do modelo apresentou-se também elevado e igual a 0,911, de maneira que 91,1% das variações na produtividade do uso da energia podem ser explicadas apenas pelos investimentos em P&D.

O teste de Breusch–Pagan/Cook–Weisberg, que segue uma distribuição de  $\chi^2$ , apresentou-se também baixa (0,56), implicando em um elevado p-valor (0,4539). O teste implicou em não rejeitar a hipótese nula de que os resíduos apresentam variância constante, considerando-se um nível de significância de 10%, permitindo concluir que os resíduos são homocedásticos e que o método de Mínimos Quadrados Ordinários com Efeitos Fixos proporciona estimativas eficientes dos parâmetros.

O teste de Cumby-Huizinga também segue uma distribuição de  $\chi^2$ , e esta apresentou-se elevada (47.799), o que acarretou um p-valor igual a zero. Portanto, o teste implicou em não aceitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação, verificando-se que há presença de autocorrelação entre os resíduos. Verificou-se, dessa forma, a homocedasticidade dos resíduos e também a presença de correlação

serial.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescente debate acerca da preocupação com o meio ambiente, torna-se necessário a articulação de estratégias tecnológicas e ambientais que possam garantir a rentabilidade e a sustentabilidade das empresas, onde os investimentos em P&D conseguem tornar mais dinâmicas as capacidades tecnológicas das firmas e desenvolvendo processos mais eficientes e sustentáveis.

O presente estudo utilizou de dados em painel, contendo 232 observações de 58 empresas ao longo de quatro anos obtidos por meio das fontes de pesquisa *Corporate Knights* e *S&P Capital IQ*. Foi empregada a técnica de regressão linear simples para estimar os parâmetros dos modelos, onde o primeiro considerou-se os investimentos em P&D e a produtividade do carbono e o segundo os investimentos em P&D e a produtividade do uso da energia. Os coeficientes estimados representaram as elasticidades parciais dos investimentos em inovação das empresas nos esforços sustentáveis de produtividade (carbono e uso de energia).

Os resultados obtidos neste trabalho revelaram a importância que os impactos em Pesquisa e Desenvolvimento têm para a dinâmica das empresas, pois, além de elevar as capacidades tecnológicas das firmas, contribui significativamente para a sustentabilidade destas, como foi mostrado nas análises dos resultados. Logo, as empresas devem direcionar os seus esforços inovativos para o desenvolvimento de tecnologias mais “limpas”, a fim de se inserirem em um ambiente sustentável, questão cada vez mais exigida por clientes, sociedade e governo. Salienta-se que o método de Mínimos Quadrados Ordinários com efeitos fixos proporcionou estimativas eficientes a todos os parâmetros analisados.

## REFERÊNCIAS

BALTAGI, Badi Hani. **Econometric Analysis of Panel Data**. John Wiley & Sons Inc., River Street, Hoboken, USA 3<sup>a</sup> ed., 1998.

BEKMEZCI, Mustafa. **Companies' profitable way of fulfilling duties towards humanity and environment by sustainable innovation**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 181:228-240, 2015.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. **A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation**. *Econometrica*, v. 47, p. 1287-1294, 1979.

CUMBY, R. E.; HUIZINGA, J. **Testing the Autocorrelation Structure of Disturbances in Ordinary Least Squares and Instrumental Variables Regressions**. *Econometrica*, v. 60, n<sup>o</sup> 1, p. 185–195, 1992.

COOK, R. D.; EISBERG, S. Diagnostics for heteroscedasticity in regression. *Biometrika*, v. 70, p. 1-10, 1983.

CURI, D. P.; JUNQUEIRA, E. A.; BERTONI, E.; CAMARGO, E.; ALMEIDA, M. C. M. **Inovação sustentável nas empresas de cosméticos**. In: Encontro Nacional da ANPAD, 34. Anais. Rio de Janeiro: ANPAD, 2010.

GUJARATI, Damodar. N.; PORTER, Dawn. C. **Econometria básica**. 5ª edição. Porto Alegre: Amgh, 2011.

HANSEN, E; DUNKER, G. F.; REICHWALD, R. **Sustainability innovation cube: a framework to evaluate sustainability-oriented innovations**. *International Journal of Innovation Management*, v. 13, p. 683–713, 2009.

HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J **Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata**. *Industrial and corporate change*, v. 17, p. 813-839, 2012.

MANSFIELD, Edwin.; YOHE, Gary. **Microeconomia**. Traduzido da 11ª edição americana. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

PINDYCK, Robert. S.; RUBINFELD, Daniel. L. **Microeconomia**. 6ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SCHUMPETER J.A. **The Theory of Economic Development**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1934.

SOUTO, Jaime. E.; RODRIGUEZ, Angel. **The problems of environmentally involved firms: innovation obstacles and essential issues in the achievement of environmental innovation**. *Journal Of Cleaner Production*, v. 102, p. 49-58, 2015.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: Princípios Básicos**. 7ª edição. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

ZHAO, X.; SUN, B. **The influence of Chinese environmental regulation on corporation innovation and competitiveness**. *Journal of Cleaner Production*, 112: 1528-1536, 2016.

## DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR PARA O CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA COM INTERFACE ONLINE PARA FOMENTAR O CONSUMO CONSCIENTE DA ÁGUA EMBUTIDA EM REFEIÇÕES

**Luis Gabriel de Alencar Alves**

Universidade Regional do Cariri  
Juazeiro do Norte – Ceará

**Thais Aparecida Ribeiro Clementino**

Universidade Regional do Cariri  
Juazeiro do Norte – Ceará

**Caio Vinicius de Araujo Ferreira Gomes**

Universidade Regional do Cariri  
Juazeiro do Norte – Ceará

**Ana Caroline Evangelista de Lacerda**

Universidade Regional do Cariri  
Juazeiro do Norte – Ceará

**Rodolfo José Sabiá**

Universidade Regional do Cariri  
Juazeiro do Norte – Ceará

**RESUMO:** Saber consumir conscientemente a água é dificuldade real que vem aumentando em grandes proporções atualmente, já que este recurso é essencial para toda a humanidade, não somente para o consumo direto dela, mas também para as áreas de agricultura, indústria ou uso doméstico. O principal objetivo desse artigo é ter a chance de conscientizar a população sobre os seus gastos com a água de forma indireta. Com o auxílio da tecnologia da informação na área de desenvolvimento web, utilizou-se um framework que une várias linguagens como: TypeScript, HTML5, CSS. Foi

desenvolvido um simulador para o cálculo de pegada hídrica de refeições, tanto para prato individual Self service, como para uma refeição completa À la carte, assumindo as categorias: Pães e cereais, hortaliças, frutas, carnes e derivados, leguminosas, líquidos, óleos e gorduras, açúcares e doces, com a finalidade de que a população, com pouco conhecimento em pegada hídrica, possa compreender melhor sobre o assunto, e também possibilitar a facilidade no cálculo da pegada hídrica de uma determinada refeição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pegada hídrica, Refeições, Calculadora, Consumo consciente, Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** Knowing how to consume water consciously is a real difficulty that is increasing in great proportions today, since this resource is essential for all humanity, not only for the direct consumption of water, but also for the areas of agriculture, industry or domestic use. The main objective of this article is to have the chance to make people aware of their water expenditures indirectly. With the help of information technology in the area of web development, we used a framework that combines several languages such as: TypeScript, HTML5, CSS. A simulator was developed for the calculation of the water footprint of meals, either for individual self-service or for a complete meal À la carte,

assuming the following categories: Breads and cereals, vegetables, fruits, meats and by-products, legumes, liquids, oils and fats, sugars and sweets, so that the population, with little knowledge of the water footprint, can better understand the subject, and also make it easier to calculate the water footprint of a given meal.

**KEYWORDS:** Water footprint, Meals, Calculator, Conscious Consumption, Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais debatido nos últimos anos, sendo o gerador de inúmeros conflitos sociais. Consumir conscientemente este recurso significa garantir qualidade de vida para milhões de pessoas que atualmente no mundo não dispõem do recurso água. Infelizmente a nossa sociedade só valoriza a água na forma direta, porém é de forma indireta que a água assume maiores proporções.

A pegada hídrica surge como um indicador de sustentabilidade e mede a quantidade de água em todo o processo produtivo, tanto de forma direta como de forma indireta, fica bem fácil você mostrar a uma pessoa que está sendo inconsciente ao deixar uma torneira aberta, porém para a maioria da população é difícil perceber que um prato de comida pode ser um gasto muito elevado, já que ao comprar um quilo de carne por exemplo, você estará consumindo indiretamente 15.600 litros de água.

Dessa forma fica evidente que o desenvolvimento da calculadora *Water Meals*, pode ter a chance de conscientizar a população em relação a pegada hídrica, além de revelar a importância ao consumir alimentos que utilizaram baixas quantidades de água para serem produzidos, e portanto são sustentáveis.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Pegada hídrica

A pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, seu uso indireto. A pegada hídrica pode ser considerada como um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos, vis a vis ao conceito tradicional e restrito de captação de água (HOEKSTRA et al., 2011).

A avaliação da pegada hídrica é uma ferramenta analítica que pode auxiliar na compreensão sobre como atividades e produtos interagem com a escassez e a poluição da água e seus impactos relacionados e o que pode ser feito para assegurar que atividades e produtos não contribuam para o uso não sustentável dos recursos hídricos. Como ferramenta, a estimativa da pegada hídrica fornece uma visão adicional, mas não diz às pessoas 'o que fazer'. Ao invés disso, ela ajuda as pessoas a entenderem o que pode ser feito (HOEKSTRA et al., 2011).

### 2.1.1 Pegada hídrica verde

A pegada hídrica verde é um indicador do uso da água verde por parte do homem. A água verde refere-se à precipitação no continente que não escoou ou não repõe a água subterrânea, mas é armazenada no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou na vegetação. Eventualmente, essa parte da precipitação evapora ou é transpirada pelas plantas. A água verde pode ser produtiva para o desenvolvimento das culturas (mas nem toda água verde pode ser absorvida pelas culturas, pois sempre haverá evaporação de água do solo e porque nem todas as áreas e nem todos os períodos do ano são adequados para o crescimento de culturas) (HOEKSTRA et al., 2011).

Os recursos da água da pegada hídrica verde são limitados e escassos, o que reforça a necessidade da contabilização da pegada hídrica verde. Além disso, a água verde pode ser substituída pela água azul – e na agricultura também ocorre o inverso – de modo que um quadro completo só pode ser obtido pela contabilização de ambas. O argumento para a inclusão do uso da água verde é que a tradição da engenharia em focar a água azul levou à subestimação da água verde como um importante fator de produção (HOEKSTRA et al., 2011).

### 2.1.2 Pegada hídrica azul

A pegada hídrica azul é um indicador de uso consumptivo de água doce superficial ou subterrânea que está diretamente dependente das variáveis hidrológicas que regulam o ciclo hidrológico (precipitação, escoamento superficial, infiltração, evaporação, entre outras). O termo “consumptivo” refere-se aos quatro casos seguintes:

1. Água evaporada;
2. Água incorporada no produto;
3. Água que não volta à mesma bacia hidrográfica (volta para outra bacia ou para o mar);
4. Água que retorna num período temporal diferente (deixa a bacia numa época de escassez e retorna num período de elevada precipitação).

O uso consumptivo de água não significa que esta desaparece, pois a maior parte da água retoma o ciclo hidrológico de forma natural. A água é um recurso renovável, mas isso não significa que a sua disponibilidade seja ilimitada. Num certo período, a quantidade de água que recarrega as reservas de águas subterrâneas e que flui através de um rio é sempre limitada a um determinado montante. A pegada hídrica azul mede a quantidade de água disponível consumida num determinado período (ou seja, água que não retornou imediatamente à mesma bacia hidrográfica). Desta forma, esta pegada fornece informação relativamente à quantidade de água azul disponível

consumida por seres humanos. A restante parte não consumida pelos seres humanos destina-se à manutenção dos ecossistemas que dependem dos fluxos de água subterrânea e superficial (HOEKSTRA et al., 2011).

### 2.1.3 Pegada hídrica cinza

A pegada hídrica cinza de uma etapa do processo é um indicador do grau de poluição da água que pode estar associado à etapa do processo. É definida como o volume de água necessário para assimilar a carga de poluentes baseado nas concentrações em condições naturais e nos padrões ambientais existentes. O conceito de pegada hídrica cinza surgiu do reconhecimento de que o tamanho da poluição hídrica pode ser expresso em termos de volume de água necessário para diluir os poluentes de forma que eles se tornem inócuos (HOEKSTRA et al., 2011).

## 2.2 Pegada hídrica direta e/ou indireta

Apesar de as pegadas hídricas diretas serem os focos tradicionais dos consumidores e companhias, a pegada hídrica indireta é geralmente muito maior. Ao abordar somente a pegada hídrica direta, os consumidores negligenciariam o fato de que a maior parte de suas pegadas hídricas está associada aos produtos que eles compram em supermercados ou em outros lugares e não à água que eles consomem em casa. Para a maior parte das empresas a pegada hídrica em sua cadeia produtiva é muito maior do que a pegada hídrica de suas próprias operações. Assim, ignorar este componente pode levar a investimentos em melhorias no uso operacional da água da empresa, enquanto investimentos em aperfeiçoamentos na cadeia poderiam ser mais custo efetivas. Dependendo do propósito de um estudo específico, entretanto, pode-se decidir incluir somente a pegada hídrica direta ou indireta na análise. Há alguma similaridade aqui com os 'Escopos', como no caso da contabilização da pegada de carbono (HOEKSTRA et al., 2011).

## 2.3 Grupos alimentares

Os grupos alimentares são as divisões de uma pirâmide alimentar. Segundo Philippi (1999), os grupos alimentares estão divididos em oito que são:

- a. Pães, cereais, raízes e tubérculos (pães, farinhas, massas, bolos, biscoitos, cereais matinais, arroz, feculentos e tubérculos: 5 porções no mínimo a 9 no máximo);
- b. Hortaliças (todas as verduras e legumes, com exceção das citadas no grupo anterior);
- c. Frutas (cítricas e não cítricas: 3 porções no mínimo, 5 no máximo);
- d. Carnes (carne bovina e suína, aves, peixes, ovos, miúdos e vísceras: 1 por-

- ção no mínimo, 2 no máximo);
- e. Leite (leites, queijos e iogurtes: 3 porções);
  - f. Leguminosas (feijão, soja, ervilha, grão de bico, fava, amendoim: 1 porção);
  - g. Óleos e gorduras (margarina/manteiga, óleo: 1 porção no mínimo, 2 no máximo);
  - h. Açúcares e doces (doces, mel e açúcares: 1 porção no mínimo, 2 no máximo).

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Com base na necessidade de conscientizar a população sobre a importância de pegada hídrica, foi necessário o uso das tecnologias de desenvolvimento de softwares para desenvolvimento deste simulador que calcula o consumo de pegada hídrica de refeições e dessa maneira, o usuário pode ter uma maior facilidade no entendimento de pegada hídrica e na noção de sustentabilidade.

#### 3.1 Tecnologias utilizadas para o desenvolvimento

A calculadora foi projetada como uma ferramenta para ser disponibilizada via internet. Para o seu desenvolvimento, foi utilizado o *framework Angular* que é baseado em *TypeScript*, essa ferramenta é uma plataforma de aplicações web desenvolvida pela empresa *Google*. Junto ao Angular, foram utilizados:

- **TypeScript** é uma linguagem de programação influenciada por *JavaScript*, *Java* e *C Sharp*, que foi desenvolvida pela empresa Microsoft, essa linguagem é a base do *Angular*.
- **HTML5** é uma linguagem utilizada para a estruturação de páginas e conteúdo de web. Ela foi utilizada somente para o arranjo dos elementos na interface da calculadora, facilitando o cálculo do usuário.
- **CSS** é uma linguagem dependente, pois sua real função é estilizar um documento *HTML*.
- **JSON** é uma ferramenta utilizada para troca de dados simples e rápida entre os sistemas. Essa ferramenta foi utilizada para o armazenamento dos dados de cada alimento e suas respectivas pegadas hídricas.

#### 3.2 Desenvolvimento do software

O conteúdo da área de preenchimento de dados para a simulação foi planejado para auxiliar o usuário de uma forma simples e completa, então foi pensando em desenvolver um arranjo de categorias onde se separam por grupos alimentares, e nessas categorias os alimentos seriam apresentados em ordem alfabética crescente para o acesso rápido de um determinado alimento. No preenchimento de um determinado

alimento é especificada qual a unidade de medida que aquele valor assumirá.

Na sua interface foi inserido um Box com informações sobre o conceito de pegada hídrica, com o intuito de melhorar a clareza na comunicação com o usuário, pois a noção do indicador de sustentabilidade pegada hídrica ainda não é tão comum para a sociedade. No mesmo Box foram colocadas as instruções de como utilizar o simulador, onde é subdividida em duas abas, a primeira para o cálculo de uma refeição simples, recomendado para uma pessoa (*Self service*), e a segunda para cálculo de refeições maiores, recomendado para estabelecimentos (*À la carte*).

A área de resultados foi projetada de maneira que o usuário possa não somente conhecer a sua pegada hídrica, mas também a contribuição desse valor para cada categoria de alimento. Dessa forma, torna-se compreensível ao usuário qual categoria ele mais consome em relação a sua pegada hídrica total.

### 3.3 Cálculo do consumo de pegada hídrica

Para a análise do cálculo da pegada hídrica foi primeiramente realizado a pesagem da maioria dos alimentos disponibilizados no simulador, pois a unidade de medida definida dos alimentos não seria em quilogramas, e sim em porções, unidades, xícaras, colheres ou copos, dependendo do alimento analisado, pois isso favorece o usuário na exatidão da quantidade de alimentos que ele consumiu.

Após a pesagem dos alimentos foram feitas tabelas onde se separou os dados em grupos alimentares, também foi definido para cada alimento as unidades de medida para determinado tipo de cálculo, *self service* ou *à la carte*. Os dados de pegada hídrica em litros por quilograma foram retirados de pesquisas de outros autores, como principal autor, o fundador da pegada hídrica, Hoekstra, com esses dados foi possível transformar a pegada hídrica de determinado alimento em litros por quilograma para a unidade de medida de cada um. Por fim, os dados foram adicionados ao algoritmo que efetuará o cálculo.

As maiorias das unidades de medidas utilizadas foram: Colher(es) de sopa; Copo(s) de 125 ml-250 ml; Fatia(s) de 50g-250g; Porções de 50g-100g; Xícara(s) de 125 ml-250 ml; Unidade(s) (refere-se à quantidade de determinado produto).

## 4 | RESULTADOS

O *homepage* da calculadora *Water Meals* que será hospedada no site <http://www.sabia.net.br/water-meals/> acopla simplicidade no uso e funcionalidade nos resultados, pois é capaz de calcular a pegada hídrica total e por categoria de alimentos, tanto no modo *Self service* como no modo *À la carte*, as categorias foram subdivididas em pães e cereais, hortaliças, frutas, carnes e derivados, leguminosas, líquidos, óleos e gorduras e açúcares e doces, como demonstra a Figura 1.

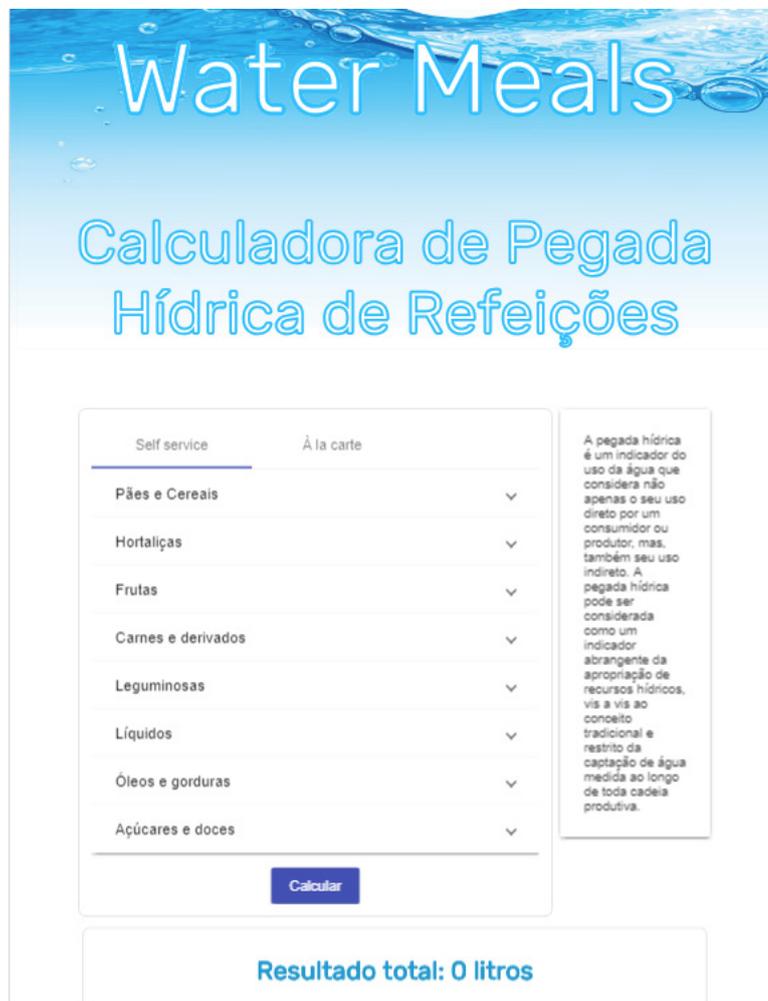


Figura 1 - Interface da calculadora de pegada hídrica *Water Meals*

Fonte: Próprios autores

A área destinada ao preenchimento conta com um campo para a escolha da categoria e, por conseguinte dos alimentos a serem consumidos, sendo escolhida a quantidade por unidade de medida que irá variar de acordo com a aba selecionada *Self service* ou *à la carte*, Ver figura 2.



As categorias de alimentos utilizadas para o desenvolvimento da calculadora de pegada hídrica *Water Meals*, bem como as pegadas hídricas do alimento e as unidades de medida (*à la carte*) utilizadas para o seu cálculo, estão especificadas nas tabelas abaixo.

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Carne caprina	5530	Kg
Carne de boi	15420	Kg
Carne de frango	4330	Kg
Carne de porco	5990	Kg
Leite	1020	Litro(s)
Leite em pó	36	Colher(es) de sopa
Manteiga	67	Colher(es) de sopa
Ovo	196	Unidade(s)
Peixe de água doce	3350	Kg
Queijo	159	Fatia(s) de 50g
Salmão	2870	Kg

Tabela 1 - Lista de carnes e derivados

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Arroz	401	Xícara(s) de chá
Aveia	179	Porção de 100g
Gergelim	938	Porção de 100g
Linhaça	517	Porção de 100g
Milho	104	Espiga(s)
Milho Verde	70	Porção de 100g
Pão francês	81	Unidade(s)

Tabela 2 - Lista de pães e cereais

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Açúcar	179	Xícara(s) de chá
Chocolate	2580	Barra(s) de 150g

Tabela 3 - Lista de açúcares e doces

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Abacate	596	Unidade(s)
Abacaxi	120	Unidade(s)
Ameixa	224	Unidade(s)
Amendoim	6	Unidade(s)
Banana	72	Unidade(s)
Caju	569	Unidade(s)
Cereja	7	Unidade(s)
Coco	2687	Unidade(s)
Goiaba	370	Unidade(s)
Kiwi	39	Unidade(s)
Laranja	77	Unidade(s)
Limão	26	Unidade(s)
Maçã	89	Unidade(s)
Mamão	473	Unidade(s)
Manga	1011	Unidade(s)
Melancia	846	Unidade(s)
Melão	235	Unidade(s)
Morango	9	Unidade(s)
Pera	93	Unidade(s)
Tangerina	77	Unidade(s)
Uva	5	Unidade(s)

Tabela 4 - Lista de frutas

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Abóbora	656	Unidade(s)
Acelga	24	Porção de 100g
Alcachofra	103	Unidade(s)
Alface	535	Unidade(s)
Alho	45	Unidade(s)
Azeitona	13	Unidade(s)
Batata	99	Unidade(s)
Batata Doce	63	Unidade(s)
Berinjela	110	Unidade(s)
Beterraba	199	Unidade(s)
Cebola	58	Unidade(s)
Cenoura	29	Unidade(s)
Cheiro-Verde (Coentro)	24	Porção de 100g
Espinafre	30	Porção de 100g
Gengibre	175	Unidade(s)
Mandioca	471	Unidade(s)

Pepino	98	Unidade(s)
Pimenta	5	Unidade(s)
Pimentão	56	Unidade(s)
Repolho	279	Unidade(s)
Rúcula	24	Porção de 100g
Tomate	33	Unidade(s)

Tabela 5 - Lista de hortaliças

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Ervilha	12	Colher(es) de sopa
Fava	656	Xícara(s) de chá
Feijão	1632	Xícara(s) de chá
Feijão Verde	192	Xícara(s) de chá
Soja	144	Xícara(s) de chá

Tabela 6 - Lista de leguminosas

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Café	132	Xícara de 125 mL
Cerveja	296	Litro(s)
Cerveja ( <i>long neck</i> )	98	Unidade(s)
Chá	27	Xícara de 250 mL
Refrigerantes	448	Litro(s)
Suco de abacaxi	319	Copo(s) de 250 mL
Suco de caju	395	Copo(s) de 250 mL
Suco de goiaba	468	Copo(s) de 250 mL
Suco de laranja	255	Copo(s) de 250 mL
Suco de limão	161	Copo(s) de 250 mL
Suco de maçã	286	Copo(s) de 250 mL
Suco de manga	468	Copo(s) de 250 mL
Suco de melancia	59	Copo(s) de 250 mL
Suco de melão	60	Copo(s) de 250 mL
Suco de morango	98	Copo(s) de 250 mL
Suco de tangerina	146	Copo(s) de 250 mL
Suco de tomate	85	Copo(s) de 250 mL
Suco de uva	169	Copo(s) de 250 mL
Vinho	872	Litro(s)
Vitamina de abacate	209	Copo(s) de 250 mL
Vitamina de banana	184	Copo(s) de 250 mL
Vitamina de mamão	177	Copo(s) de 250 mL

Tabela 7 - Lista de líquidos

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

Alimento	Pegada hídrica	
	Volume (litros)	Unidade de medida
Azeite de dendê	15	Colher(es) de sopa
Azeite de Oliva	195	Colher(es) de sopa
Óleo de amendoim	102	Colher(es) de sopa
Óleo de coco	61	Colher(es) de sopa
Óleo de gergelim	295	Colher(es) de sopa
Óleo de girassol	92	Colher(es) de sopa
Óleo de milho	35	Colher(es) de sopa
Óleo de soja	57	Colher(es) de sopa

Tabela 8 - Lista de óleos e gorduras

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2011)

A área de resultado da calculadora *Water Meals* é claro, prático e funcional, sendo revelado a pegada hídrica total do consumo calculado, bem como as pegadas hídricas das categorias de alimentos envolvidas no prato, ou na refeição, Ver figura 3.

Figura 3 - Área de resultados da calculadora *Water Meals*

Fonte: Próprios autores.

## 5 | CONCLUSÃO

Evidencia-se que as pequenas mudanças nos hábitos alimentares podem reduzir consideravelmente o desperdício da água, considerando que a pegada hídrica pode se dar de forma direta e indireta, verifica-se que a maior parte é desperdiçada indiretamente através do consumo de produtos que contêm água embutida em seu processo produtivo, e a população não tem a devida noção sobre a quantidade de água

necessária para obtenção de um determinado alimento. A partir desses fundamentos este trabalho foi desenvolvido, com o intuito de aproximar os conceitos dos indicadores de sustentabilidade e suas contribuições na gestão dos recursos hídricos. A calculadora *Water Meals* traz de forma simplificada a condição de um indivíduo calcular a pegada hídrica de um prato individual (*Self service*), ou de uma refeição completa (*À la carte*), sendo utilizado para o cálculo das quantidades, medidas comumente utilizadas no dia-a-dia como colheres de sopa, xícaras de chá, entre outras, facilitando a precisão no cálculo da pegada hídrica. Outro fato importante é que a calculadora *Water Meals* fornece a pegada hídrica total e por categoria de alimentos, sendo essa função muito importante para distinguir a contribuição do consumo de água por categoria.

## REFERÊNCIAS

HOEKSTRA, Arjen Y.; CHAPAGAIN, Ashok; ALDAYA, Maite M.; MEKONNEN, Mesfin Mergia. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global. **Earthscan**, p. 216, 2011.

MEKONNEN, Mesfin Mergia; HOEKSTRA, Arjen Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 5, p. 1577–1600, 2011.

PHILIPPI, Sonia Tucunduva et al. Artigo Original Pirâmide Alimentar Adaptada: Guia Para Escolha Dos Alimentos Adapted Food Pyramid: a Guide for a Right Food Choice. **Revista de Nutrição de Campinas**, v. 12, n. 1, p. 65–80, 1999.

SOUSA, Luís Fred Gonçalves. **DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE CONSUMO DE ENERGIA COM INTERFACE ONLINE PARA FOMENTAR A MUDANÇA DE HÁBITOS DE CONSUMO E EVITAR DESPERDÍCIOS**. 2013. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade Regional do Cariri, URCA, Juazeiro do Norte, 2013.

## DIAGNÓSTICO POR HIERARQUIZAÇÃO DECRESCENTE DE FREQUÊNCIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO CAMPUS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA CEARENSE

**Andresa Dantas de Araújo**

Universidade Regional do Cariri - URCA  
Juazeiro do Norte - CE

**Vinícius Nascimento Araújo**

Universidade Regional do Cariri - URCA  
Juazeiro do Norte - CE

**RESUMO:** Durante muito tempo o meio ambiente foi visto como uma fonte inesgotável de matérias-primas para as atividades econômicas, à medida que a sociedade se industrializou, os desafios impostos para o meio ambiente e a saúde pública também avançaram e, na maioria das vezes, desproporcionalmente, o que torna o tema sobre gestão de resíduos sólidos relevante, através dessa discussão, o trabalho tem o objetivo de realizar a identificação e propor uma organização dos principais resíduos sólidos descartados em um campus de uma universidade pública cearense, com o intuito de desenvolver na comunidade acadêmica o conceito de menos desperdício e maior consciência, e gerar um plano de ação de reaproveitamento desses materiais. O artifício usado para realização deste trabalho foi a quantificação dos resíduos orgânicos gerados diariamente em um campus de uma universidade pública na cidade de Juazeiro do Norte – CE. Os resíduos mais encontrados nos coletores de lixo do campus,

em ordem decrescente foram: orgânicos, papel, plástico, metal e vidro. Em suma, a partir das informações obtidas, comprovou-se que a Universidade descarta diariamente uma grande quantidade de resíduos sólidos. Esse descarte se dá de forma inadequada, trazendo prejuízos para a comunidade acadêmica e para o meio ambiente. Conclui-se que o equilíbrio econômico, social e ambiental de maneira positiva na sociedade, pode ser alcançado, em relação ao consumo sustentável, pois a reutilização dos resíduos sólidos reduz custos e agrega valor para iniciativas sociais, ambientais e economicamente corretas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão ambiental, Resíduos sólidos, Desperdícios, Coleta Seletiva.

**ABSTRACT:** For a long time the environment was seen as an inexhaustible source of raw materials for economic activities, as society industrialized, the challenges posed to the environment and public health have also advanced and, in most cases, disproportionately, which makes the theme on solid waste management relevant, through this discussion, the objective of the work is to identify and propose an organization of the main solid waste discarded in a campus of a public university of Ceará, in order to develop in the academic community the concept of less waste and greater

awareness, and generate a plan of action to reuse these materials. The artifice used to perform this work was the quantification of organic waste generated daily in a campus of a public university in the city of Juazeiro do Norte - CE. The most frequently found wastes in the campus garbage collectors, in descending order were: organic, paper, plastic, metal and glass. In short, from the information obtained, it was verified that the University discards a large amount of solid waste daily. This discarding occurs in an inadequate way, bringing damage to the academic community and the environment. It can be concluded that the economic, social and environmental balance in a positive way in society can be achieved in relation to sustainable consumption, since the reuse of solid waste reduces costs and adds value to social, environmental and economically correct initiatives.

**KEYWORDS:** Environmental management, Solid wastes, Waste, Selective collection.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos cinquenta anos o Brasil evoluiu de país agrário para país urbano, concentrando, em 2010, 85% da sua população nas cidades. Esse crescimento não foi acompanhado pela provisão de infraestrutura e de serviços urbanos, entre eles os serviços públicos de saneamento básico, que envolvem o abastecimento de água potável; coleta e tratamento de esgoto sanitário; estrutura para a drenagem urbana e o sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos.

Com a redemocratização e a Constituição de 1988, ocorreu uma reformulação institucional e legislativa que promoveu um processo de transformação, para melhor, da vida nas cidades: o Estatuto da Cidade, aprovado em 2001, que estabeleceu novos marcos regulatórios; e regulamentos de gestão urbana como as leis de saneamento básico e de resíduos sólidos.

Durante muito tempo o meio ambiente foi visto como uma fonte inesgotável de matérias-primas para as atividades econômicas, à medida que a sociedade se industrializou, os desafios impostos para o meio ambiente e a saúde pública também avançaram e, na maioria das vezes, desproporcionalmente, o que torna o tema sobre gestão de resíduos sólidos relevante (ARAÚJO, 2010).

Na intensidade em que a sociedade evolui, novos métodos devem ser utilizados para a construção de um modelo ecologicamente correto para o descarte dos resíduos gerados. Segundo Maciel (2015), mais de 78 milhões de brasileiros, ou 38,5% da população não têm acesso a serviços de tratamento e destinação adequada de resíduos, além disso, mais de 20 milhões de pessoas não dispõem de coleta regular de lixo, onde cerca de 10% dos materiais gerados não são recolhidos.

Diante de tal discussão, o trabalho tem o objetivo de realizar a identificação e propor uma organização dos principais resíduos sólidos descartados em um campus de uma universidade pública cearense, com o intuito de desenvolver na comunidade acadêmica o conceito de menos desperdício e maior consciência, e gerar um plano de

ação de reaproveitamento desses materiais.

Considerando grande quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente nas universidades, foi selecionado um campus de uma universidade pública, situado na cidade de Juazeiro do Norte/CE com o objetivo de:

- a) Quantificar os resíduos orgânicos mais descartados diariamente;
- b) Enumerar e quantificar por meio da hierarquização de frequência os demais resíduos.

A escolha do campus foi relevante devido a área acadêmica ser um campo bem estruturado na região do cariri cearense. As quantidades de resíduos gerados por essas instituições são bem consideráveis e o descarte inadequado ainda é uma realidade constante. Diante dessa perspectiva, o tema gestão de resíduos sólidos torna-se bastante relevante.

## 2 | METODOLOGIA

O seguinte trabalho é uma pesquisa aplicada com abordagem qualitativa, onde realizou-se um estudo de caso dentro das circunstâncias reais de um campus de uma universidade pública que fica localizada na cidade de Juazeiro do Norte-CE. Foi realizada a vistoria nas lixeiras de todos os ambientes da mesma com a finalidade de identificar e quantificar os resíduos sólidos mais descartados.

O artifício usado para realização deste trabalho foi a quantificação dos resíduos orgânicos gerados diariamente e o desenvolvimento de tabelas envolvendo os demais produtos mais descartados, com a finalidade de gerar uma análise fiel a real situação da universidade em questão. Ao fim de sua vida útil, esses materiais devem ser encaminhados para um local de descarte adequado e, se for o caso, realizar o reaproveitamento dos mesmos, com o auxílio de um plano de gestão de resíduos sólidos. Agregando, por sua vez, conhecimento à sociedade acadêmica, mostrando-lhe o valor do reuso, e conseqüentemente trazendo benefícios para o meio ambiente.

## 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

O desperdício de alimentos na cadeia alimentar tem causas econômicas, políticas, culturais e tecnológicas, que abrangem as principais etapas da cadeia de movimentação: produção, transporte, comercialização, sistema de embalagem e armazenamento (CASTRO, 2002).

Verifica-se também que há, em termos gerais, arrefecimento do crescimento da população mundial e, apesar da mudança no padrão de consumo em direção a uma dieta mais sofisticada, não se observam sinais de pressão estrutural sobre a demanda. É evidente que muitas das medidas para a regulação dos mercados globais poderiam ter sido tomadas já nos anos 40 do século XX, ao término da Segunda Grande Guerra, por ocasião da criação das principais agências internacionais. Um sistema mundial

de alimentos conforme foi proposto nos primórdios da criação da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), em 1946, permitiria melhor equilíbrio no mercado, com menor desperdício e redução de pressões sobre os preços internacionais (FRIEDMANN, 2000).

Um aspecto importante que contribui para agravar a disponibilidade mundial de alimentos é o elevado padrão de perdas, especialmente nas etapas de distribuição alimentar, que subtrai do esforço produtivo parcela considerável da produção alimentar. Estudos técnicos indicam que é expressivo o desperdício em todas as fases da produção até o consumo, podendo atingir a cifra de 25% da produção global de alimentos até 2050 (NELLEMANN et al., 2009).

Embora não haja exatidão quanto aos valores de perdas pós-colheita no Brasil, pela ausência de pesquisas sistematizadas sobre o assunto, os dados técnicos indicam a ocorrência de um expressivo desperdício da produção alimentar nacional, o que justifica a criação de estruturas, como os Bancos de Alimentos, capazes de atenuar ao menos parcialmente as perdas de alimentos (BELIK, 2012).

O patamar das perdas alimentares nas cadeias produtivas e do desperdício existente nas etapas de comercialização no modelo produtivo predominante contrasta com importante parcela da população que se encontra em situação de insegurança alimentar. Neste sentido, a discussão sobre iniciativas que reduzem as perdas dos produtos alimentícios, particularmente na etapa de distribuição, e que facilitam o acesso aos alimentos às pessoas em situação de vulnerabilidade social, torna-se extremamente relevante. (BELIK, 2012).

Embora o índice de perdas alimentares seja significativo em escala global, os esforços voltados para o dimensionamento deste fenômeno são ainda pouco difundidos, refletindo-se em indicadores pontuais e assistemáticos em escala nacional.

Uma referência metodológica importante refere-se à distinção entre perdas alimentares e desperdício alimentar. O primeiro refere-se à diminuição da massa de alimentos durante o processo produtivo, nas etapas de produção, pós-colheita, processamento e distribuição, envolvendo a produção destinada diretamente para o consumo humano ou para a alimentação animal ou outros fins como biocombustíveis. São decorrentes de procedimentos inadequados ou pouco eficientes que causam perdas ou danos aos produtos nos processos de manipulação, transformação, estocagem, transporte e embalagem (GUSTAVSSON; CEDERBERG; SONESSON, 2011).

O controle do desperdício deve ser monitorado também durante o pré-preparo dos alimentos. Na otimização das técnicas envolvidas nesta etapa, deve-se levar em conta critérios econômicos (RIBEIRO, 2003), utilizando o fator de correção, que é um índice que determina a relação entre o peso bruto (alimento in natura) e o peso líquido (alimento depois de limpo e preparado para utilização), denotando assim o percentual de perdas dos alimentos (KIMURA, 1998).

Cada serviço de alimentação deve estabelecer sua tabela de fator de correção

de acordo com o tipo de alimento que adquire para maior segurança a respeito das quantidades a comprar, permitindo diagnosticar algum tipo de desperdício no momento do preparo desses alimentos (ORNELLAS, 2001).

O desperdício ocorre também quando não há planejamento adequado do volume de refeições a ser preparado. O número de comensais, o cardápio do dia e até mesmo a estação climática, devem ser considerados antes de ser definida a quantidade de alimento a ser preparada, a fim de evitar sobras. Mas, se a sobra de alimentos for inevitável, devem-se seguir rigorosamente alguns critérios técnicos, de forma a poder aproveitá-las seguramente (SILVA JÚNIOR & TEIXEIRA, 2007).

Definem-se sobras limpas como alimentos prontos que não foram distribuídos, sendo que a avaliação diária destas é uma medida utilizada no planejamento da quantidade produzida e permite inferências quanto à qualidade e aceitabilidade do cardápio. O excedente de alimentos distribuídos não é considerado sobra, e sim resto (ESPERANÇA, 1999).

É importante salientar que o reaproveitamento de sobras é feito com alimentos prontos não distribuídos, os quais devem ser monitorados quanto ao tempo e temperatura de armazenamento, evitando o crescimento microbiano até o consumo e a ocorrência de doenças provocadas por alimentos mal conservados (SILVA JÚNIOR & TEIXEIRA, 2007; SILVA JÚNIOR, 2002).

Resto é a quantidade de alimentos devolvida no prato ou bandeja pelo cliente, é um indicativo de desperdício no restaurante e deve ser avaliado não somente do ponto de vista econômico, como também da falta de integração com o cliente. O tamanho do prato ou a quantidade e tamanho das vasilhas utilizadas podem induzir os clientes a se servirem de uma quantidade maior que a possibilidade de consumo e, conseqüentemente, gerar restos. Talheres e pegadores podem interferir na quantidade que a pessoa se serve, dependendo do tamanho e menor ou maior funcionalidade dos mesmos (AUGUSTINI et al., 2008).

O controle de resto ingesta visa avaliar a adequação das quantidades preparadas em relação às necessidades de consumo (sobras), o racionamento na distribuição e a aceitação do cardápio através dos alimentos descartados pela classe acadêmica (RICARTE et al, 2005), funcionando como um indicador da qualidade da refeição servida, além de auxiliar a definir uma quantidade aproximada do que se deve ser produzido (RIBEIRO; JUSTO, 2003).

A coleta seletiva de lixo é um sistema de separação de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos na fonte geradora. Estes materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros. Esse procedimento reduz o volume do lixo produzido, gerando ganhos ambientais através da menor degradação do meio ambiente e pode ser realizado em pequena escala com ampliação gradativa, sendo fundamental para um mundo melhor (RIBAS, 2007).

Apesar da coleta seletiva de resíduos sólidos ser apenas um instrumento auxiliar na gestão de resíduos e não uma medida definitiva para a solução do problema,

esta atividade tem a característica de familiarizar a população com a questão dos resíduos sólidos e reintroduzir materiais na cadeia produtiva, além de gerar empregos e melhorar a qualidade de vida de catadores, os quais muitas vezes participam desses programas por meio de cooperativas e sobrevivem da renda gerada pela venda do material reciclável (ROVIRIEGO, 2005).

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O campus da Universidade abordada para a realização deste trabalho é constituído por vinte salas de aula, vinte laboratórios, sete salas de coordenação, quatro salas dos centros acadêmicos, uma biblioteca, um auditório, dez banheiros, uma cantina, um refeitório, uma papelaria, uma sala de empresa júnior e uma sala de serviços gerais. Para este estudo foram visitadas todas as dependências do campus para identificar os materiais mais descartados.

A Instituição de Ensino Superior (IES) em questão atua na área acadêmica há pouco mais de 30 anos e pertence ao setor público. A Universidade é constituída de 19 cursos, com um contingente estudantil acima de 10 mil alunos, contando com 7 unidades de ensino distribuídas em cinco cidades do interior do estado do Ceará.

Entende-se que o ambiente universitário é um local de constante aprendizado, assim espera-se que as pessoas ligadas a este núcleo educacional sejam pioneiras de uma cultura de conscientização sobre o descarte e reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados.

Ao analisar as lixeiras de todas as dependências da Universidade, foram identificados os resíduos mais descartados diariamente, os quais, são recolhidos pelo serviço municipal de coleta de lixo sem que ocorra qualquer tipo de separação desses materiais. O que mais surpreende é a IES possuir lixeiros de coleta seletiva com distribuição de cores (Figura 1), mas verificou-se que os alunos colocam os materiais sem qualquer tipo de separação, e o recolhimento é feito nas mesmas circunstâncias.



Figura 1 – Coletores de Lixo

Fonte: Autoria própria

A coleta de dados para a realização deste trabalho foi realizada no dia 1º de junho de 2017. Os resíduos orgânicos do refeitório e da cantina foram recolhidos e pesados, totalizando 35 kg (Figura 2).



Figura 2 - Coletor de resíduos orgânicos

Fonte: Autoria própria

Já nos demais ambientes da universidade foi realizado uma vistoria nas lixeiras para identificação dos materiais mais descartados. Em seguida os resíduos foram organizados de acordo com a hierarquização decrescente de frequência (Figura 3).

<b>Classificação</b>	<b>Resíduos</b>
1º	Orgânico
2º	Papel
3º	Plástico
4º	Metal
5º	Vidro

Figura 3 - Hierarquização dos resíduos sólidos encontrados

Fonte: Autoria própria

Os materiais identificados foram alocados em cinco grupos: orgânico, papel, plástico, metal e vidro, a fim de classificar de forma decrescente qual desses setores apresenta maior percentual gerado.

O lixo orgânico ocupa o primeiro lugar na quantidade de resíduos sólidos gerados pela IES em estudo. Os grandes responsáveis por esta classificação são o refeitório e a cantina. Diariamente são descartados cerca de 35 kg de restos de alimentos.

Foi considerado o cálculo de quantos quilos desses restos de alimentos seriam

descartados, levando em conta um mês letivo de 22 dias, no qual resultou em 770 kg/mês.

$$35 \text{ kg} \times 22 \text{ dias} = 770 \text{ kg/mês}$$

Considerou-se também um cálculo anual, supondo que um ano letivo ocorreria em média em 200 dias, no qual resultou em 7.000 kg/ano.

$$35 \text{ kg} \times 200 \text{ dias} = 7.000 \text{ kg/ano}$$

Através desses cálculos, observou-se uma quantidade de restos de comida bastante significativa, visto que esses valores tendem a subir com o aumento do número de pessoas dentro do Campus Universitário.

O papel ocupa o segundo lugar nessa classificação, pois esse material foi encontrado em todas as dependências do campus, como já era esperado, tendo em vista que estamos avaliando uma IES.

Materiais como copos e talheres descartáveis, embalagens plásticas, garrafas PET, pincéis para quadro branco e canetas foram encontrados com frequência nas lixeiras, fazendo com que o plástico ocupasse o terceiro lugar nesta classificação. Já na quarta posição está o metal, constituído por latas de alumínio descartadas pela cantina, e cliques e grampos descartados pelas coordenações.

O vidro ocupa a quinta e última posição dessa classificação, pois no dia analisado não foram encontrados resíduos dessa natureza. Esses materiais apenas se encontram no lixo, quando eventualmente ocorre algum acidente e conseqüentemente são quebrados, fora desta situação, esses resíduos não são descartados.

Foram encontrados restos de alimentos depositados em todos os lixeiros, sem respeito às cores de coleta seletiva, como apresentado na Figura 4. Além disso, verificou-se que as lixeiras não são higienizadas corretamente, foi comprovado a presença de muitos insetos nos lixeiros.



Figura 4 - Coletores com a presença de restos de alimentos

Fonte: Autoria própria

Animais são atraídos pelos restos de alimentos, uma vez que vê-se a presença

de gatos constantemente, e foi verificado inclusive a presença de *Callithrix jacchus* (sonhim) (Figura 5). Esses animais sujam os ambientes espalhando o lixo e podem transmitir doenças (como a raiva) para as pessoas que compõem a comunidade acadêmica.



Figura 5 - *Callithrix jacchus* (sonhim)

Fonte: Autoria própria

## 5 | CONCLUSÕES

As informações obtidas no trabalho comprova que a Universidade descarta diariamente uma grande quantidade de resíduos sólidos. Esse descarte se dá de forma inadequada, trazendo prejuízos para a comunidade acadêmica e para o meio ambiente. Sugeriu-se diante desta realidade que a IES avaliada realizasse um esforço maior para conscientização das pessoas ligadas diretamente e indiretamente ao campus.

A efetivação da coleta seletiva e a destinação adequada de resíduos para a reciclagem, reuso ou reaproveitamento tornaria o campus um ambiente mais limpo e organizado. Além disso, seria eliminada a presença de insetos e animais transmissores de doenças. O lixo orgânico pode ser reutilizado como adubo para os ambientes verdes da Universidade, mas para isso precisa-se desenvolver um projeto que garanta de forma efetiva esse reaproveitamento por meio da compostagem.

Dessa forma, o equilíbrio econômico, social e ambiental de maneira positiva na sociedade, pode ser alcançado, em relação ao consumo sustentável, pois o consumidor e principalmente a sociedade percebem os benefícios direto e indiretos que os métodos aplicados proporcionam. A reutilização dos resíduos sólidos reduz custos e agrega valor para iniciativas sociais, ambientais e economicamente corretas.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Camila Brunassi; ZAMBON, Marcela Machado; SILVA, Nayla Furlan; RIZZO, Marçal Rogério. **Logística reversa: um estudo em supermercados de cidades do interior paulista**. Fórum Ambiental da Alta Paulista. Vol. VI. 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/AGUAS%2002/Downloads/77-152-1-SM.pdf>. Acesso em: 04 de Junho de 2017.
- AUGUSTINI, Vivian Cristina de Menezes; KISHIMOTO, Patrícia; TESCARO, Thaís Cristina; ALMEIDA, Flávia Queiroga Aranha de. **Avaliação do índice de resto-ingesta e sobras em unidade de alimentação e nutrição (UAN) de uma empresa metalúrgica na cidade de Piracicaba / SP**. Revista Simbio-Logias, Botucatu, v.1, n.1, p. 99- 110, 2008.
- CASTRO, M.H.C.A. **Fatores determinantes de desperdício de alimentos no Brasil: Diagnóstico da situação**. 2002. 93p. Monografia (Especialização em Gestão de Qualidade em Serviços de Alimentação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2002.
- ESPERANÇA, L.M.B. **Estudo comparativo do desperdício alimentar observado em hospitais público e privado**. Cadernos, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 68-69, jan./jun. 1999.
- GANDRA, Yaro Ribeiro; GAMBARDELLA, Ana Maria Dianezi. **Avaliação de Serviços de Nutrição e Alimentação**. São Paulo: Sarvier; 1986. 100p.
- FRIEDMAN, H. **Uma economia mundial de alimentos sustentável**. In: BELIK, Walter; MALUF, Renato Sergio. Abastecimento e segurança alimentar. Campinas: IE, 2000. p. 1-22.
- GUSTAVSSON, Jenny; CEDERBERG, Christel; SONESSON, Ulf. **Global Food Losses and Food Waste**. Roma: FAO, 2011.
- HIRSCHBRUCH, Márcia Daskal. **Unidades de Alimentação e Nutrição: desperdício de alimentos x qualidade da produção**. Higiene alimentar, v. 12, v. 55, p.12-14, 1998.
- KIMURA, Alice Yoshiko. **Planejamento e administração de custos em restaurantes industriais**. São Paulo:Fazendo Arte, 1998. 312p.
- MACIEL, Camila. **Produção de lixo no país cresce 29% em 11 anos, mostra pesquisa**. Agência Brasil – EBC. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-07/producao-de-lixo-no-pais-cresce-29-em-11-anos-mostra-pesquisa-da-abrelpe>>. Acesso em: 04 de Junho de 2017
- NELLEMANN, C.; MACDEVETTE, M.; MANDERS, T.; EICKHOUT, B.; SVIHUS, B.; PRINS, A. G.; KALTENBORN, B. P. **The Environmental Food Crisis: the environment's role in averting future food crises – a UNEP rapid response assessment**. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, 2009.
- ORNELLAS, Lieselotte Hoeschl. **Técnica dietética – Seleção e preparo de alimentos**. 7.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 149p.
- RIBAS, Fernando Faglioni. **Reciclagem de Lixo – uma questão de sustentabilidade**. Revista Científica, Curitiba, v.1, n.2, p.41-68, 2007.
- RIBEIRO, C. B.; JUSTO, M.C.P. **Controle do Resto-Ingesta em Unidade de Alimentação e Nutrição Hospitalar**, 2003.
- RIBEIRO, Cilene da Silva Gomes. **Análise de Perdas em Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) industriais: estudo de caso em Restaurantes Industriais**. 2003. 145p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RICARTE, Michelle Pinheiro Rabelo; FÉ, Márcia Andréia Barros Moura; SANTOS, Inez Helena Vieira da Silva; LOPES, Ana Kátia Moura. **Avaliação do desperdício de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição institucional em Fortaleza-CE.** Saber Científico, Porto Velho, v.1, n.1, p. 158-175, 2005.

ROVIRIEGO, Lucas Fernando Vaquero. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares.** 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil com Ênfase em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SILVA JÚNIOR, E.A.; TEIXEIRA, R.P.A. **Manual de procedimentos para utilização de sobras alimentares.** SILVA JÚNIOR, E.A. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. 5.ed. São Paulo: Varela, 2002. 254p.

## A LOGÍSTICA REVERSA COMO FERRAMENTA ESTRATÉGICA DE GESTÃO DE CUSTO E SUSTENTABILIDADE DE UMA EMPRESA

### **Laís da Costa Valentim**

Faculdade de Ciências Humanas de Cruzeiro  
Cruzeiro – São Paulo

### **Maria Rita de Cássia Calçada Leopoldino**

Faculdade de Ciências Humanas de Cruzeiro  
Cruzeiro – São Paulo

### **Anderson Vinícius Fontes dos Santos**

Faculdade de Ciências Humanas de Cruzeiro  
Cruzeiro – São Paulo

**RESUMO:** A administração cadeia de suprimento é de extrema importância para uma empresa, pois ela conduz integralmente os principais processos de um negócio, englobando desde fornecimento de insumos até a disposição de um produto final, no fornecimento de bens, serviços e informações. Mundialmente, a sustentabilidade virou preocupação por parte de todas as empresas, seja por redução de impactos, sejam eles sociais, econômicos e ambientais, ou mesmo como uma vantagem competitiva estratégica, portanto a logística reversa tem ganhado espaço e força, uma vez que além de desempenhar um papel sustentável, tem como principal função empresarial de tentar recuperar valor de um produto que está no mercado. Através da aplicação da metodologia de pesquisa bibliográfica, foi possível um estudo mais aprofundado sobre o tema,

obtendo informações de suma importância para o entendimento do funcionamento da logística reversa, e assim contribuir com maiores referências sobre esta ferramenta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Custo. Logística Reversa. Cadeia de Suprimentos. Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** The supply chain management is extremely important to the company, because it leads the main business processes integrally, since the raw materials supplying to final product disposal, and also the furnishing of goods, services and information. Worldwide, all of industries are concerned about sustainability, trying to reduce social, economic and environmental impacts, and making this a competitive strategy, so reverse logistics have gained strength and space, once it tries to recover product value as a main business function, besides playing a sustainable role into the enterprise. Through bibliographical research methodology, it was possible to make a profound study of the subject, getting important information to understand how reverse logistics works, then contribute with more references about this tool.

**KEYWORDS:** Costs management. Reverse Logistics. Supply chain. Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cadeia de suprimento tem como função administrar integralmente os principais processos de um negócio, englobando desde fornecimento de insumos até a disposição de um produto final, no fornecimento de bens, serviços e informações.

A logística, por sua vez, é parte da gestão de cadeia de suprimento. Para Bowersox, Closs e Cooper (2002, p. 04) é “o trabalho requerido para mover e posicionar estoques dentro da cadeia de suprimentos”. Ou seja, as atividades de logística incluem transportes de insumos e produtos, gestão de frotas e manuseio de materiais, planejamento de oferta/demanda, e até gestão de serviços logísticos (CORRÊA e XAVIER, 2013).

Em um mundo onde a sustentabilidade virou preocupação por parte de todas as empresas, seja por redução de impactos (sociais, econômicos e ambientais), ou mesmo como uma vantagem competitiva estratégica, a logística reversa tem ganhado espaço e força, uma vez que além de desempenhar um papel sustentável, também tem a função de tentar recuperar valor de um produto que está no mercado.

Assim, o presente artigo tem por objetivo o estudo da Logística Reversa como uma estratégia de redução de custo com busca de lucro, e também sua importância no impacto sócio-econômico-ambiental, através de pesquisas bibliográficas, e tentar contribuir com sugestões para implantação desta técnica pelas das empresas, uma vez que as referências acerca desse tema ainda são escassas, por ser uma área relativamente nova e emergente.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico apresentam-se os principais conceitos deste estudo. A esclarecer: Logística reversa, gestão de custo e sustentabilidade corporativa.

### 2.1 Logística reversa

A logística reversa é definida como:

o processo de planejar, implementar, e controlar a eficiência, custo efetivo do fluxo de matéria prima, estoque de processo, produtos acabados e informações relacionadas desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou obter descarte adequado. (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999, p.17).

Ou seja, enquanto a logística original parte da origem até o consumo, a logística reversa é o processo inverso, onde move o bem de consumo de seu típico destino final para agregar valor, ou descartar em lugar apropriado (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999).

Sendo assim, a logística reversa atua como função estratégica, pois considera uma análise de valor e o meio em que participa, buscando relacionamentos produtivos

e também prestando contas, de maneira transparente, à sociedade (PEREIRA et al. 2012).

## 2.2 Gestão de custo

Pode-se definir custos de uma empresa como

a combinação de diversos fatores, entre os quais a capacitação tecnológica e produtiva no que diz respeito a processos, produtos e gestão; o nível de atualização de estrutura operacional e gerencial; e a qualificação de mão de obra (MEGLIORINI, 2012, p. 01).

Por ser a combinação de diversos fatores, as empresas não estão mais preocupadas somente com custo de produção. Há uma relevância grande acerca dos custos de pesquisa e desenvolvimento, custos de engenharia e projetos, custos em relação ao marketing, à logística e ao atendimento ao cliente.

Para os clientes, o preço do produto é o primeiro fator de escolha. Consumidores buscam produtos de qualidade, porém a preços acessíveis. Por esse motivo, as empresas devem mirar em competitividade de custo, que é manter seu custo aos níveis mais baixos possíveis, e poder competir com preços que são atrativos para os mais diversos tipos de clientes (BATEMAN e SNELL, 2015).

Chopra e Meindl (2016, p. 26) dizem que “a eficiência da cadeia de suprimentos é o inverso do custo de fabricação e entrega de um produto ao cliente”. Logo, o objetivo da cadeia de suprimentos é maximizar todo valor gerado, sendo a diferença entre o valor final do produto e os custos envolvidos em toda cadeia.

Assim, a cadeia de suprimentos desenvolve um importante papel na gestão de custos de uma empresa. Quando bem estruturada, gera sucesso, ao passo que quando mal estruturada gera fracasso. Portanto, para manter competitividade de mercado, cadeia de suprimentos deve se adaptar as mudanças tecnológicas e as expectativas dos consumidores.

## 2.3 Sustentabilidade corporativa

Entende-se por sustentabilidade os esforços para diminuir o consumo e desperdício de recursos, especialmente aqueles que poluem ou não são renováveis (CHOPRA e MEINDL, 2016).

Corrêa e Xavier (2013, p. 06) esclarecem que a prática da sustentabilidade tem sido percebida como fonte de vantagem competitiva e estratégica. A mentalidade sustentável é a nova exigência do mercado. Empresas que acham os meios para se diferenciar serão beneficiadas, ganhando espaço entre os consumidores, agregando valor aos seus processos e assim aumentando sua competitividade (PEREIRA et al. 2012).

Em uma linha de produção, a Logística Reversa reaproveita os coprodutos e subprodutos. Já no estágio de pós-consumo, ela ocorre com o processamento de produtos com potencial reuso como matéria-prima secundária. Assim, a gestão de

produção e logística incorpora aspectos de sustentabilidade aos seus processos operacionais tradicionais (CORRÊA e XAVIER, 2013).

### 3 | METODOLOGIA

Marconi e Lakatos (2003, p. 83) dizem que “não há ciência sem o emprego de métodos científicos”. Portanto, método é o caminho para se chegar a determinado fim, sendo o método científico o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos para se atingir o conhecimento (GIL, 1989).

#### 3.4 Pesquisa bibliográfica

Pesquisa é um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer tratamento científico, constituindo um caminho para se conhecer a realidade ou verdades parciais (MARCONI e LAKATOS, 1992). Toda pesquisa inclui o levantamento de dados de diversas fontes, podendo se obter os dados por documentação direta e indireta. Enquanto a primeira se constitui no levantamento de dados onde os fenômenos ocorrem, através de pesquisa de campo ou pesquisa de laboratório, a segunda dispõe de fontes de dados coletados por outras pessoas, dividindo-se em pesquisa documental (fontes primárias) e pesquisa bibliográfica (fontes secundárias).

A metodologia aplicada neste trabalho é a Pesquisa Bibliográfica, onde Gil (2002, p. 44) explica que “pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituindo principalmente de livros e artigos científicos”.

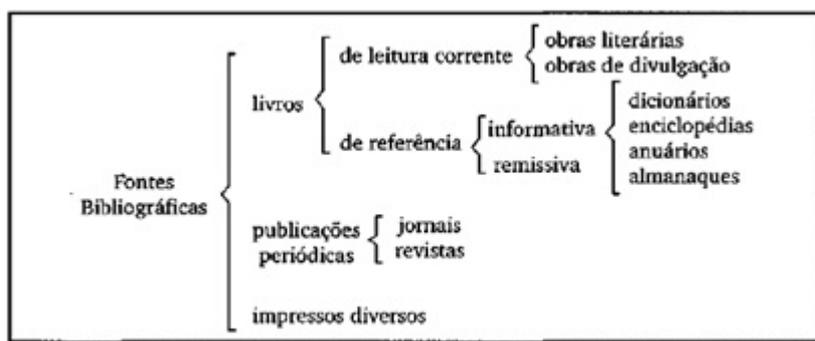


Figura 1 - Tipos de Fontes Bibliográficas

Fonte: GIL (2002)

### 4 | CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Todo produto tem um ciclo de vida. Segundo Kotler e Keller (2006, p. 321), um produto tem ciclo de vida quando se afirma que:

- Produtos tem um tempo de vida limitado.

- As vendas dos produtos passam por diferentes estágios, com diferentes desafios, oportunidades e problemas.
- O lucro cresce e decresce em diferentes estágios do ciclo de vida do produto.
- Os produtos requerem diferentes estratégias financeiras, de marketing, de produção, de compra e de recursos humanos em cada estágio do ciclo.

A curva de ciclo de vida, figura 2, é dividida em 4 estágios:

- Introdução:** o produto é introduzido no mercado, e há um crescimento lento de vendas.
- Crescimento:** período de aceitação do mercado, e substancial crescimento de lucro.
- Maturidade:** baixo declínio nas vendas, pois o produto se estabilizou no mercado, e neste momento existe concorrência. Os lucros se estabilizam ou começam a cair.
- Declínio:** as vendas e os lucros decaem



Figura 2 - Curva do ciclo de vida do produto

Fonte: adaptado de Kotler e Keller (2006)

Do ponto de vista logístico, o ciclo de vida do produto não termina com sua entrega ao cliente, e do ponto de vista financeiro, o ciclo de vida inclui custos relacionados ao gerenciamento reverso. Uma análise do ciclo de vida investiga todo impacto gerado durante o ciclo de vida, considerando cada detalhe para que os impactos ambientais sejam mínimos. Assim, um ciclo de vida, mostrado na figura 3, é considerado completo quando todas as questões ambientais associadas ao sistema de produção são consideradas.

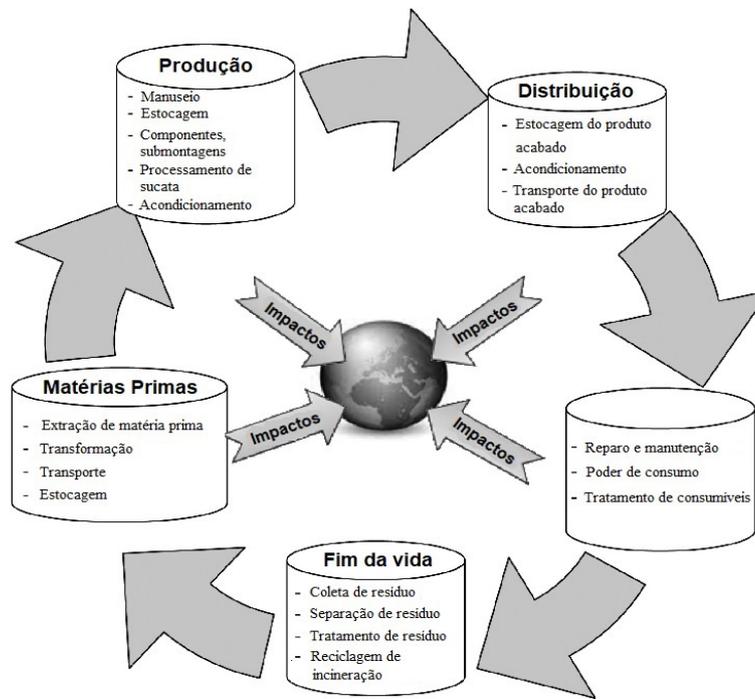


Figura 3 - Ciclo de vida do produto do ponto de vista logístico

Fonte: adaptado de Ait-Kadi et al. (2012)

## 5 | CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO E OS TIPOS DE LOGÍSTICA REVERSA

Pereira et al (2012) explica que o fluxo de produtos dentro da cadeia de distribuição é chamado de canal de distribuição direto (CDD). O CDD implica na matéria-prima virgem que passa por um processo e chega ao mercado consumidor.

Mas o novo perfil do consumidor juntamente com os avanços tecnológicos, dos sistemas de produção e de informação, forçou as empresas a desenvolverem um novo fluxo de distribuição denominado canal de distribuição reverso (CDR). Ao falar de CDR, afirma-se que:

esse fluxo é composto das atividades do fluxo direto, incluindo o retorno, o reuso, a reciclagem e a disposição segura de seus componentes e materiais constituintes após o fim de sua vida útil, ou, ainda, após apresentarem não conformidade, defeito, quebra ou inutilização (PEREIRA et al, 20012, p. 16).

Assim, esses canais se classificam em pós-venda, pós-consumo e pós-industrialização. A figura 4 ilustra o fluxo de reinserção de resíduos nos sistemas produtivos.



Figura 4 - Fluxo de reinserção de resíduos nos sistemas produtivos

### 5.1 Logística reversa de pós-venda

O conceito de pós-venda refere-se a produtos que foram pouco utilizados em sua vida útil, ou que ainda não foram submetidos a nenhum tipo de consumo (CORRÊA e XAVIER, 2013). Retorna à sua origem, através principalmente de varejistas, pelo fato de defeitos, não conformidades, ou erros de emissão de pedidos. (PEREIRA et al, 2012).

### 5.2 Logística reversa de pós-consumo

Os materiais de pós consumo são definidos por Corrêa e Xavier (2013, p. 67) como “aqueles que tiveram sua vida útil extinta”. Assim, segundo Leite (2009), o CDR de pós-consumo se divide em:

- Reuso;
- Desmanche;
- Reciclagem.

### 5.3 Logística reversa de pós-industrialização

Na logística reversa de pós-industrialização, o retorno se dá ainda dentro do processo produtivo, antes da etapa final de produção, na reincorporação de peças e parte retrabalhadas e recuperadas, através de reaproveitamentos de refugos e aparas (CORRÊA e XAVIER, 2013).

## 6 | IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA REVERSA

Para Blumberg (2004, p. 03) a pressão econômica para recuperação de valor de um produto e fazer uso de tecnologia, combinado com a preocupação e as exigências de novas leis ambientais, fazem com que a logística reversa adquira foco e importância para as empresas.

Lacerda (2002) destaca três motivos para fazer uso da logística reversa:

- Questões ambientais: ser responsável pelo destino após entrega do produto aos clientes, e o impacto que pode produzir ao meio ambiente;
- Serviço diferenciado: os clientes valorizam empresas que possuem políticas liberais de devolução, envolvendo assim uma estrutura para recebimento, classificação e expedição de produtos retornados;
- Redução de custos: a empresa economiza com a utilização de embalagens retornáveis ou com reaproveitamento de materiais de produção, estimulando, assim, cada vez mais a política de fluxo reverso.

## 6.1 A logística reversa como oportunidade de marketing positivo

Há um aumento significativo do interesse das empresas em promover serviços e mercados através da logística reversa (BLUMBERG, 2004).

Dentre os motivos de tal aumento de interesse estão:

- Preocupação do consumidor com as legislações e os produtos eco amigáveis oferecido por concorrentes;
- Aumento da demanda de consumidores que buscam maior satisfação de serviço ao consumidor;
- Redução de custo por vendedores para reduzir capital de trabalho, através do total controle do produto e processos reversos;
- Crescimento dos diversos tipos de opções de retorno;
- Troca de comportamento de compra do consumidor, através da preferência de compras virtuais ao invés de compras em lojas físicas;
- Aumento de produtos que são enviados para outras organizações para reparos, remanufatura, atualizações ou calibrações;
- Aumento na taxa de obsolescência do produto;
- Aumentos de embalagens reutilizáveis;
- Mudanças nas estratégias de marketing de varejo, permitindo que os varejistas limpem seus estoques de produtos não vendidos.

Logo, as empresas que utilizam desse caminho para se diferenciarem serão beneficiadas no mercado, aumentando sua competitividade em relação aos concorrentes.

## 6.2 A logística reversa e a sustentabilidade

Promover uma consciência ecológica é de responsabilidade tanto do consumidor quanto das empresas. Contudo, a empresa é responsável pelo ciclo de vida do produto acerca do seu destino após a entrega e também do impacto que esse produto irá gerar ao meio ambiente.

Assim, a gestão de negócios não se baseia somente no aspecto econômico, mas também nas questões sociais e ambientais, reforçando assim os laços das empresas com a sociedade e a natureza (PEREIRA et al, 2012).

A figura 5 apresenta os motivos que as empresas buscam o modelo de sustentabilidade para seu negócio.

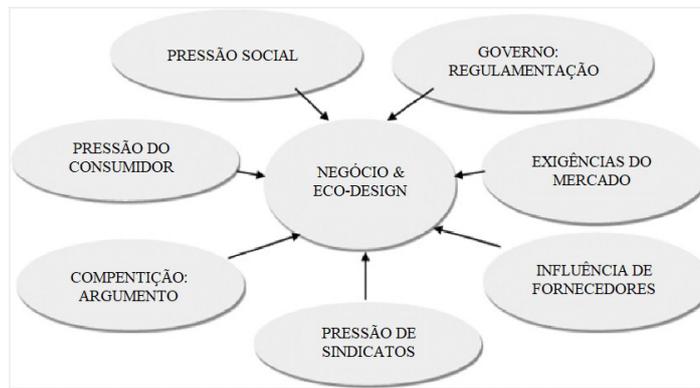


Figura 5 - Pressões externas para um modelo de sustentabilidade

Fonte: adaptado de Aït-Kadi et al. (2012)

Portanto, as empresas devem encarar a sustentabilidade como uma estratégia de negócio, pois promove uma redução de custo, necessidade de inovação, melhoria dos produtos, necessidade de motivação, melhoria da imagem da marca e um senso de responsabilidade e direção, como mostra a figura 6.



Figura 6 - Benefícios da sustentabilidade

Fonte: adaptado de Aït-Kadi et al. (2012)

A logística reversa é um processo de foco empresarial, que pensa em retornos no mercado, porém não foi um processo desenvolvido visando a sustentabilidade. É necessário ressaltar que nem todo processo de logística reversa é sustentável, porém alguns processos da logística reversa utilizam a sustentabilidade em suas prerrogativas, como o caso da logística verde ou logística ecológica (PEREIRA et al, 2012).

### 6.2.1 Logística verde

Há uma certa diferença entre logística reversa e logística verde. Rogers e Tibben-Lembke (1998) definem a logística reversa como os esforços para retornar os produtos para seu local de descarte a fim de recuperar valor, enquanto a logística

verde compreende e minimiza os impactos ecológicos gerados pela logística. Algumas das atividades da logística verde incluem medição do impacto ambiental gerado por meio de transporte, certificação ISO 14000, redução do uso de energia e também redução do uso de materiais (PEREIRA et al, 2012).

Algumas atividades de logística verde podem ser consideradas como logística reversa, como por exemplo, uso de frascos reutilizáveis e reciclados são considerados tanto logística verde quanto reversa. Entretanto, há diversas atividades da logística verde que não relacionadas com logística reversa, como por exemplo, a criação de uma embalagem que utilize menos plástico. (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Assim, Pereira et al (2012, p. 153) dizem que “a logística verde surge para oferecer uma alternativa de interação entre as dimensões sociais, econômicas e, principalmente, ambientais na logística reversa”. Portanto, a logística verde se preocupa com a logística reversa acerca dos custos intrínsecos de suas atividades.

## 7 | CONCLUSÃO

No mercado competitivo, a empresa deve sempre buscar estratégias para maximizar seu lucro e ainda promover uma relação sustentável com o meio ambiente.

Constatou-se que a logística reversa é um processo estratégico que, quando bem estruturado, consegue agregar valor ao produto, mesmo após seu destino final, e que alguns dos seus processos, como a logística verde, tem impactos positivos sócio-econômico-ambientais.

Conclui-se que as empresas que estão abertas as implantações de novas estratégias de negócios tendem a ganhar mercado e aumentar sua competitividade.

A pesquisa bibliográfica realizada para o presente estudo permitiu que o objetivo do mesmo fosse alcançado, agregando conhecimento a todos os envolvidos neste trabalho.

Os autores do presente artigo sugerem um estudo, por parte das entidades corporativas, acerca da implantação da logística reversa em seu plano de negócio, e assim promover um crescimento organizacional.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, J. **Ciclo de vida de um produto: considerações mercadológicas, da produção e de conservação do meio ambiente**. Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/430\\_Segetciclo.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/430_Segetciclo.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2018.

AÏT-KAID, D. et al. **Sustainable reverse logistics network: engineering and management**. 1. Ed. Editora: Wiley, 2012.

BATEMAN, Thomas S; SNELL, Scott A. **Management: leading and collaborating in a competitive world**. 11. Ed. Nova York: Editora McGraw Hill, 2013.

BLUMBERG, Donald F. **Introduction to management of reverse logistics and closed loop supply**

**chain processes.** 1. Ed. Editora: CRC Press, 2004.

BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J; COOPER, M. **Supply chain logistics management.** Edição Internacional. Nova York: Editora McGraww Hill/Irwin, 2002.

CORRÊA, Henrique L; XAVIER, Lúcia H. **Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis.** 1. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Supply chain management: strategy, planning, and operation.** 6. Ed. Editora: Pearson, 2016.

DAHER, Cecílio E; SILVA, Edwin P. S; FONSECA, Adelaida P. **Logística reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor.** Brazilian business review. Vitória, v.3, n.1, p. 58-73, jan/jun. 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1230/123016269005/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração de produção e operações.** 8. Ed. São Paulo: Editora Thompson, 2002.

GERHADT, Tatiana E; SILVEIRA, Denise T. **Métodos de pesquisa.** 1. Ed. Rio Grande do Sul: Editora UFRGS, 2009.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

GLAZER, H. **High performance operations: leverage compliance to lower costs, increase profits and gain competitive advantage.** 1. Ed. Nova Jersey: Editora Pearson, 2012.

GUARNIERI, P. **Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental.** 1. Ed. Recife: Editora Clube de autores, 2011.

KOTLER, P; KELLER, Kevin L. **Marketing management.** 12. Ed. Nova Jersey: Editora Prentice-Hall, 2006.

KOTLER, P. **Marketing, management, millenium edition.** 10. Ed. Editora Prentice-Hall, 2000.

KOTLER, P. et al. **Principals of marketing.** 2. Ed. Editora Prentice-Hall, 1999.

KRAJEWSKI, Lee J; RITZMAN, Larry P; MALHOTRA, Manoj K. **Operations management: processes and supply chains.** 10. Ed. Editora Pearson, 2013.

LACERDA, L. **Logística reversa – uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora COPPEAD/UFRJ, 2002.

LEITE, Paulo R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** 2. Ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2009.

MARCONI, Marina de A; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARCONI, Marina de A; LAKATOS, Eva M. **Metodologia de trabalhos científicos.** 4. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1992.

MEGLIORINI, E. **Custos: análise e gestão.** 3. Ed. São Paulo: Editora Pearson, 2012.

MIGUEL, Paulo Augusto C. et al. **Metodologias de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2012.

PEREIRA, André L. et al. **Logística reversa e sustentabilidade**. 1. Ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2012.

RAZZOLINI, F; BERTÉ, R. **O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil**. 1. Ed. Curitiba: Editora Ibpex, 2009.

REIS, Fernanda O. A. **O ciclo de vida do produto e as estratégias de Mercado na gestão de marcas – sandálias havaianas – um estudo de caso**. 2007. 47p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de engenharia de produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

ROGERS, Dale S; TIBBEN-LEMBKE, Ronald S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. 1. Ed. Editora Reverse Logistics Executive Council, 1998.

SALGADO, Tarcísio T. **Logística: práticas, técnicas e processos de melhorias**. 1. Ed. São Paulo: Editora Senac, 2014.

SOUZA, Sueli F; FONSECA, Sérgio U. L. **Logística reversa: oportunidades para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico**. Revista Terceiro Setor. Guarulhos, v3, n.1, p. 29-39, 2009.

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL E PRÁTICAS DE GOVERNANÇA CORPORATIVA: PROPOSTA DE AVALIAÇÃO PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

### **Guilherme Scheuermann**

Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES  
Lajeado, Rio Grande do Sul

### **Carlos Cyrne**

Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES  
Lajeado, Rio Grande do Sul

### **Estela Gausmann**

Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES  
Lajeado, Rio Grande do Sul

### **Chantreli Schneider**

Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES  
Lajeado, Rio Grande do Sul

**RESUMO:** Gerar resultados financeiros por intermédio da transformação dos fatores de produção em bens e serviços é um dos principais objetivos de qualquer empreendimento. As empresas responsáveis pela extração e transformação dos recursos naturais passaram a ter seu papel questionado pela sociedade. Logo, tornou-se importante a criação de indicadores que permitam o acompanhamento e avaliação das organizações em relação à sustentabilidade. Tendo em vista que a maioria dos existentes na atualidade avaliam empresas de grande porte, o objetivo do presente estudo consiste em realizar um comparativo entre as dimensões, critérios, temas e subtemas descritos no ISE da BM&FBovespa, nos Indicadores

Ethos de RSE e no Guia de Sustentabilidade da Revista Exame, para identificar quais devem nortear a escolha de indicadores a serem utilizados em pequenas e médias empresas para avaliar a sustentabilidade e atender aos princípios básicos de Governança Corporativa. A pesquisa, exploratória no primeiro momento, serviu para ampliar o conhecimento dos pesquisadores sobre o tema. A análise qualitativa dos indicadores que compõem os instrumentos de avaliação, permitiu identificar pontos convergentes e divergentes. A partir da análise dos indicadores e da observância dos princípios de governança corporativa fez-se a proposição de dimensões e temas a serem avaliados para aferir o grau de sustentabilidade das empresas objeto deste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores; Sustentabilidade; Governança Corporativa

**ABSTRACT:** Generating financial results through the transformation of factors of production into goods and services is one of the main objectives of any enterprise. The companies responsible for the extraction and transformation of natural resources started to have their role questioned by society. Therefore, it was important to create indicators that allow monitoring and evaluation of organizations in relation to sustainability. Considering that most of the existing ones evaluate large companies,

the objective of this study is to compare the dimensions, criteria, themes and subtopics described in the BM & FBovespa ISE, the Ethos CSR Indicators and the Sustainability of the Exame Magazine, to identify which should guide the choice of indicators to be used in small and medium-sized companies to evaluate sustainability and comply with the basic principles of Corporate Governance. The research, exploratory in the first moment, served to broaden the knowledge of the researcher on the subject. The qualitative analysis of the indicators that make up the evaluation instruments allowed the identification of convergent and divergent points. Based on the analysis of the indicators and compliance with the principles of corporate governance, it was possible to propose dimensions and themes to be evaluated in order to assess the degree of sustainability of the companies object of this study.

**KEYWORDS:** Indicators; Sustainability; Corporate Governance

## 1 | INTRODUÇÃO

A obtenção de resultados financeiros por intermédio da transformação dos fatores de produção em bens e serviços ao longo do tempo é um dos principais objetivos de qualquer empreendimento. No entanto, a utilização dos recursos naturais para produção em larga escala e o incentivo a elevados padrões de consumo, comodidades e melhores condições de vida, têm ocasionado uma série de problemas ambientais. Para Leff (2007), os benefícios econômicos imediatos e o progresso da civilização precisam ser superados pela racionalidade ambiental, para que a degradação da natureza não seja entendida apenas como uma externalidade negativa.

Importante ressaltar, que as premissas que norteiam o conceito de sustentabilidade vão além da ideologia de preservação e conservação do meio ambiente para as futuras gerações. Quando se fala em sustentabilidade nas práticas diárias da gestão empresarial, há de se observar as contribuições a sociedade na qual a organização está inserida. Significa dizer, que as relações da empresa com seus *stakeholders*, seu propósito, missão, visão e valores, também devem ser afeitos a práticas sustentáveis.

Temas complexos e não passíveis de contabilidade financeira, como reputação e acesso sustentável a recursos naturais, são cada vez mais discutidos nas companhias. Além das preocupações com o meio ambiente, o conceito de sustentabilidade abrange questões econômicas e sociais, logo, tanto as práticas de governança corporativa como as sustentáveis convergem em direção a valorização de empreendimentos que tenham estratégias de gestão norteadas pelo que é socialmente justo, ambientalmente correto e economicamente viável. Observa-se cada vez mais o papel das empresas como agente social responsável, além do interesses de seus acionistas (*shareholders*), pela busca de resultados favoráveis a organização, clientes, fornecedores, colaboradores e sociedade em geral (*stakeholders*) (AGLIERI *et al* 2009).

Neste contexto o trabalho contempla os indicadores de sustentabilidade

empresarial e práticas de governança corporativa que se pode aplicar a pequenas e médias empresas, pois os modelos atuais, em sua grande maioria, avaliam empresas de grande porte, geralmente, multinacionais e empresas de capital aberto que operam na Bolsa de Valores. Sendo assim, tem-se como **problema de pesquisa**: quais, dentre as dimensões, critérios, temas e subtemas descritos no ISE da BM&FBovespa, dos Indicadores Ethos de RSE e do Guia de Sustentabilidade da Revista Exame, devem nortear a escolha de indicadores a serem utilizados em pequenas e médias empresas para a avaliar a sustentabilidade e atender aos princípios básicos de Governança Corporativa? Como **objetivo geral**, este estudo se propõe a realizar a partir de um estudo comparativo entre os instrumentos de avaliação supracitados, a proposição de dimensões e temas adaptados as pequenas e médias empresas e que contemple os princípios básicos de Governança Corporativa.

A justificativa está na importância de destacar a responsabilidade socioambiental das organizações empresariais. Também, conduzir um olhar crítico a um grupo de empresas de expressiva representatividade na economia brasileira e, que em sua grande maioria, tem importância no desenvolvimento regional sustentável.

Quanto os procedimentos **metodológicos** a pesquisa pode ser classificada como exploratória, porque busca aprofundar os conhecimentos do pesquisador em relação ao objeto de análise. Também é descritiva, pois os dados coletados serão analisados e descritos. Quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa bibliográfica, tendo uma abordagem qualitativa. Os dados coletados foram classificados com o objetivo de facilitar a análise e interpretação viabilizando o objetivo de responder ao problema de pesquisa. Deste modo, foi realizada a análise de conteúdo dos dados, síntese e adaptação identificação dos indicadores necessários ao estudo.

## 2 | REVISÃO TEÓRICA

De acordo com Miller & Spoolman (2012, p.5), pode-se definir sustentabilidade como “[...] a capacidade dos sistemas da terra e dos sistemas culturais humanos de sobreviver, prosperar e se adaptar às mudanças nas condições ambientais no longo prazo”. A expressão *Trile Bonton Line* (TBL), criada por John Elkington em seu livro *Canibais com Garfo e Faca*, estabelece o tripé da sustentabilidade como os princípios que norteiam este conceito. Conhecidos no inglês por 3P (*People, Planet e Profit*), ambiental, social e econômico, os três pilares passaram a ser referência para definir o que vem a ser sustentável.

Pode-se dizer que, quando analisados isoladamente, o propósito do contexto econômico está em observar e mensurar a viabilidade dos empreendimentos tornando-os atrativos aos investidores e a distribuição adequada e eficiente dos recursos naturais. A dimensão social preocupa-se com questões relacionadas aos benefícios produzidos para a sociedade, seu bem-estar, qualidade de vida, e com relações de trabalho justas. Já a dimensão ambiental está centrada na observância das interações

entre o processo produtivo e a mitigação dos danos causados ao meio ambiente (BELLEN, 2006; OLIVEIRA et al, 2010).

A interseção dos três pilares resultaria na sustentabilidade. Os autores ressaltam ainda, que recentemente o pilar cultural foi incorporado aos *Bottom Lines*. No entanto, ainda não é contemplado pelas organizações para avaliar a sustentabilidade empresarial. Para Sachs (1997) *apud* Bellen (2006), a sustentabilidade cultural é a mais difícil de ser alcançada, pois refere-se preservação da identidade cultural e territorial no decorrer do processo de desenvolvimento.

A medição de desempenho inicialmente baseada em informações contábeis, de custos, finanças e produtividade passou a contemplar informações sobre o desempenho dos negócios como um todo. Atualmente, questões relacionadas à sustentabilidade têm se tornado prioridade para gestores de empreendimentos de portes diversos (LEITE, ARAÚJO, MARTINS, 2011), tendo em vista que “a opinião pública se tornou cada vez mais consciente, tanto da limitação do capital da natureza, quanto dos perigos decorrentes das agressões ao meio ambiente usado como depósito” (SACHS, 2002, p.48).

Satolo & Simon (2010) e Zancopé, Ensslin & Ensslin (2012) realizaram estudos com o intuito de identificar e comparar os principais modelos de medição da sustentabilidade empresarial existentes. Em ambas pesquisas o DJSI, o ISE e os Indicadores Ethos de RSE foram mencionados. No estudo de Satolo & Simon (2010), evidenciou-se que a estrutura de avaliação, embora apresente dimensões e critérios distintos, é centrada no *Triple Bottom Line*. Conforme destacam Leite, Araújo e Martins (2003), “[...] o TBL ampliou as perspectivas de avaliação das empresas, bem como chamou a atenção para os três pilares da sustentabilidade [...]” e sua utilização nos sistemas de medição de desempenho.

Analisar de forma conjunta as dimensões do TBL permite uma visão mais ampla e tridimensional da sustentabilidade. Pode-se ainda, gerar indicadores a partir das análises bidimensionais como: indicador de eco-eficiência, indicador sócio-econômico e indicador sócio-ambiental. É importante destacar a complexidade envolvida na escolha das variáveis, tendo em vista fatores específicos de cada empreendimento como: segmento de mercado, porte da empresa e cultura organizacional (LEITE, ARAÚJO, MARTINS, 2011). A elaboração de relatórios de sustentabilidade deve observar a “materialidade, inclusão dos *stakeholders*, contexto da sustentabilidade, abrangência, equilíbrio, comparabilidade, exatidão, periodicidade, clareza e confiabilidade” (ZANCOPÉ, ENSSLIN & ENSSLIN, 2012, p. 480).

Para esta pesquisa, foram utilizados os dois modelos brasileiros: ISE e Indicadores Ethos de RSE. Também, fez parte do estudo o Guia de Sustentabilidade da Revista Exame, os aspectos analisados e os critérios de avaliação estão descritos a seguir.

## 2.1 Índice de Sustentabilidade Empresarial BM&FBovespa (ISE)

Com o intuito de estimular a responsabilidade ética no meio empresarial e criar um ambiente de investimento em demandas compatíveis com o desenvolvimento sustentável, em dezembro de 2005, foi apresentado o ISE da BM&FBovespa (ZANCOPE, ENSSLIN & ENSSLIN, 2012). Desenvolvido pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas é uma iniciativa pioneira na América Latina e objetiva comparar o desempenho das empresas listadas na BM&FBovespa em relação a sustentabilidade corporativa (STATOLO, SIMON, 2010); (BM&FBOVESPA, 2016).

O índice avalia as 200 empresas com ações mais negociadas na bolsa em relação à: eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança corporativa. Para garantir a transparência na construção do índice e na seleção das empresas, existe o conselho deliberativo do ISE composto por onze instituições: BM&FBospa, APIMEC, ANBIMA, ABRAPP, ETHOS, IBGC, IBRACON, IFC, GIFE, MMA e ONU - Meio Ambiente.

O ISE é uma ferramenta para análise comparativa da performance das empresas listadas na BM&FBOVESPA sob o aspecto da sustentabilidade corporativa, baseada em eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança corporativa. Subdivide-se em sete dimensões: três que compõem o TBL e outras quatro – geral, governança corporativa, mudança de clima e natureza do produto. Cada uma das dimensões é subdividida em critérios de análise. Os questionários referentes a questão ambiental variam conforme o segmento de atuação do empreendimento e conseqüentemente ao impacto causado pelas atividades no meio ambiente. Também, contempla questões relacionadas às práticas de governança corporativa na gestão das organizações e o atendimento dos interesses dos *stakeholders*. As empresas não são obrigadas a responder aos questionários que, por sua vez, contemplam somente questões objetivas. As respostas assinaladas devem ser comprovadas por documentação e encaminhadas para análise do Conselho Deliberativo do ISE, para a avaliação e composição da carteira com o máximo de 40 empresas (BM&FBOVESPA, 2015). De acordo com o estudo de Satolo & Simon (2010), a triangulação entre as fontes de informação torna a avaliação mais fidedigna, porém, o questionário torna-se extenso e de preenchimento complexo.

## 2.2 Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial - RSE

Com o objetivo construir uma sociedade justa e sustentável o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social, tem o intuito de mobilizar as empresas e sensibilizá-las com relação à gestão socialmente responsável dos empreendimentos servindo como ferramenta de auto avaliação e aprendizagem (SATOLO & SIMON, 2010) O autodiagnostico apoia as empresas na implantação da responsabilidade social empresarial e da sustentabilidade. Está alinhado e mantém integração com as

diretrizes e relatórios de sustentabilidade do *Global Reporting initiative* (GRI), com a Norma de Responsabilidade Ambiental Social ABNT NBR ISSO 26000, CDP, e outras iniciativas (ETHOS, 2016).

Para Zancopé, Ensslin & Ensslin (2012), os Indicadores Ethos de Responsabilidade Empresarial, além de aferir o grau de sustentabilidade do empreendimento, auxiliam a organização a planejar os próximos passos em direção à sustentabilidade corporativa. Serve como um instrumento norteador do posicionamento estratégico promovendo a harmonia entre a geração de resultados financeiros, sociedade e meio ambiente. Segundo Ethos (2017), o questionário é flexível e alinhado a expertise na gestão de cada empreendimento, o que permite a organização escolher os indicadores mais adaptados à sua realidade conforme destacado na Figura 1.

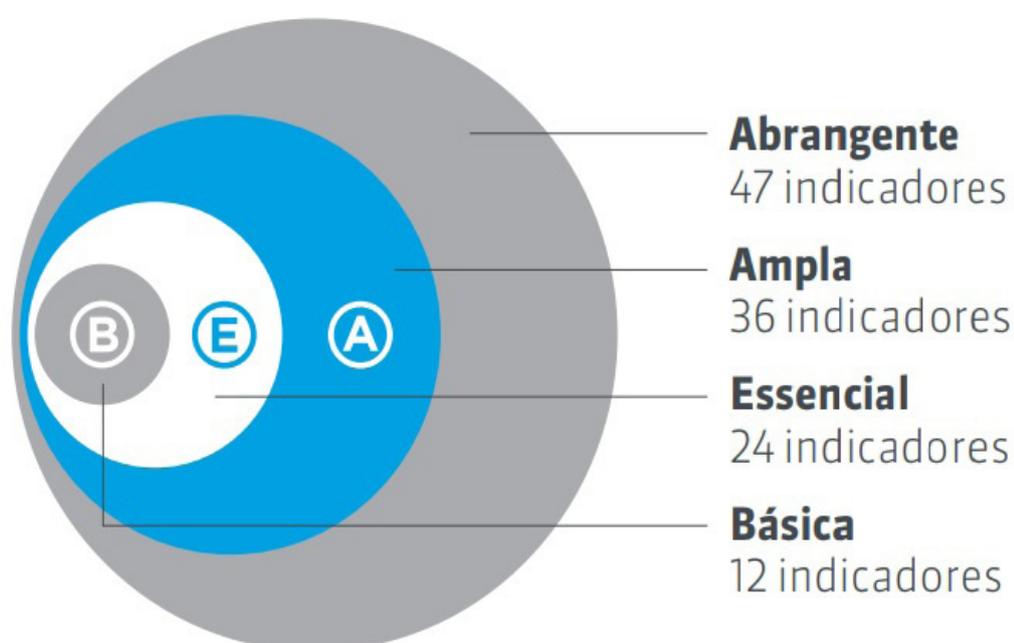


Figura 1 – Indicadores Indicados aos Níveis de Maturidade SER/Sustentabilidade

Fonte: Ethos (2016)

Para construir o autodiagnóstico das empresas participantes, inicialmente os indicadores são subdivididos em quatro dimensões: Visão e Estratégia, Governança e Gestão, Social e Ambiental. Após, é realizada uma subdivisão em Temas e Subtemas. Exceto pela Dimensão Visão Estratégica, que contempla indicadores como: Estratégias para a Sustentabilidade, Proposta de Valor e Modelo de Negócios; para cada um dos Subtemas existe uma quantidade diferente de indicadores.

A dimensão que avalia aspectos sobre governança e gestão é subdividida em dois temas e seis subtemas. Percebe-se aqui, que aspectos relacionados à governança corporativa estão contemplados juntamente com itens de avaliação do planejamento das organizações. Na avaliação deste aspecto são observados 17 indicadores, número que se repete na dimensão social, porém com quatro temas e 8 subtemas.

O tema direitos humanos é subdividido em dois subtemas que contemplam indicadores relacionados aos direitos humanos e diversidade e equidade. As relações de trabalho, qualidade de vida e desenvolvimento humano são itens que compõem a avaliação do tema relacionado às práticas de trabalho. Além destes, também são avaliadas as ações da empresa em relação aos seus consumidores e ao desenvolvimento da comunidade. Na Dimensão Ambiental o Instituto Ethos subdivide o tema meio ambiente em 3 subtemas e 11 indicadores.

Cada indicador é avaliado pelo preenchimento de questões binárias. Os questionários estão subdivididos em cinco estágios que permitem que a empresa acompanhe a evolução de suas práticas conforme segue: 1: cumprimento e/ou tratativa inicial; 2: iniciativas e práticas; 3: políticas, procedimentos e sistemas de gestão; 4: eficiência; e 5: protagonismo.

### 2.3 Guia de Sustentabilidade Revista Exame

No ano de 2016, o Guia de Sustentabilidade da Revista Exame chegou a sua 17ª edição. Ele contempla, a cada ano, a lista das empresas, mais sustentáveis do país. Em sua última edição, 190 empresas responderam ao questionário *online* composto de 140 questões divididas em quatro dimensões distintas: geral, ambiental, econômica e social.

A dimensão geral, subdividida em cinco critérios e composta por doze indicadores avalia se existem processos implementados para gerenciar situações que envolvam corrupção, publicação de relatórios com informações econômicas, sociais e ambientais de maneira integrada. Também, se o conselho de administração contempla questões socioambientais à estratégia e à operação (EXAME 2016).

Por sua vez, a dimensão econômica traz questões relativas ao gerenciamento dos riscos corporativos econômicos, sociais e ambientais de forma integrada. Composta por três critérios e nove indicadores, busca avaliar ativos intangíveis e os processos implementados para gerenciá-los bem como, gerencia oportunidades que resultem em ganhos para companhia, ao meio ambiente e para a sociedade (EXAME, 2016).

Na dimensão social, os cinco critérios e os dezenove indicadores buscam avaliar as relações de trabalho, com fornecedores, clientes e sociedade. Já na dimensão ambiental, riscos e oportunidades que os serviços prestados pela natureza representam para a operação. Os cinco critérios e dezessete indicadores contemplam: impactos ambientais diretos e indiretos, etapa de pós consumo, desenvolvimento de pesquisa e inovação para o uso eficiente de recursos e produção mais limpa (EXAME, 2016).

### 2.4 Governança Corporativa

Para Benites & Polo (2013), o sucesso da implantação da responsabilidade social, econômica e ambiental, pilares do *triple bottom line*, não se refere apenas a criação de novas políticas e processos. Há a necessidade de mudanças na cultura

organizacional, que irão refletir no processo de tomada de decisões e em suas relações com o mercado e sociedade na qual está inserida. “A Governança e a Sustentabilidade Corporativa são termos que ganham cada vez mais notoriedade, num mundo em que as expectativas da sociedade com relação à adoção de boas práticas pelas empresas são crescentes” (BENITES & POLO, 2013, p.4).

O Instituto Brasileiro de Governança Corporativa - IBGC define as práticas de governança como o “sistema pelo qual as empresas e demais organizações são dirigidas, envolvendo os relacionamentos entre sócios, conselho de administração, diretoria, órgãos de fiscalização e controle e demais partes interessadas” (IBGC 2015, p,20). O tema, de abordagem interdisciplinar, tem como um de seus intuitos proporcionar um ambiente em que, de forma voluntária, as pessoas possam tomar decisões éticas que atendam aos interesses comuns de longo prazo (SILVEIRA, 2015).

De acordo com Silveira (2015, p.5) os princípios globais de governança corporativa são:

- Transparência e integridade das informações prestadas;
- Prestação de contas voluntária e responsabilização pelas decisões tomadas;
- Avaliação de desempenho, remuneração justa e meritocracia;
- Contrapesos independentes no processo decisório;
- Sustentabilidade e visão de longo prazo na condução do negócio;
- Respeito as formalidades, controles e supervisão independentes;
- Tom e comportamento ético das lideranças;
- Cooperação entre colaboradores e promoção do interesse coletivo da organização;
- Equidade e promoção da participação efetiva de todos os acionistas;
- Diversidade interna, tratamento justo dos stakeholders e ausência de políticas discriminatórias;

Com o intuito de servir como referência de consulta aos empreendimentos, o IBGC criou o Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa. A sua finalidade é a de estimular reflexões sobre os temas relacionados, motivando as organizações à adotarem as práticas e fundamentos na gestão empresarial. A construção do código foi realizada observando os princípios básicos de governança corporativa: transparência, equidade, prestação de contas, e responsabilidade corporativa.

### 3 | RESULTADOS

Inicialmente foi realizada a análise em relação à subdivisão em dimensões de análise, a partir da qual foi realizada a proposição constante no Quadro 1. No ISE e na Revista Exame as estruturas são muito próximas, já os indicadores Ethos, a partir

do segundo nível, possuem classificações um pouco distintas em relação aos outros modelos, nesse as dimensões são subdivididas em temas e subtemas, ao passo que, os demais são subdivididos em critérios.

As dimensões ambiental e social foram contempladas nos três sistemas. Quanto a avaliação na dimensão econômica, o Indicador Ethos apenas utiliza outra nomenclatura, contempla questões relacionadas aos resultados econômicos do empreendimento juntamente com a dimensão governança e gestão. Logo, pode-se afirmar que ambos contemplam em seus indicadores o TBL.

Pode-se dizer que as práticas de governança corporativa, embora organizadas de forma distinta nos questionários são observadas por ambos. No ISE trata-se de uma dimensão específica, enquanto que no Ethos as práticas estão contempladas na dimensão gestão e governança. Cabe ressaltar, que o ISE se diferencia dos demais por dar mais evidência as mudanças climáticas e a natureza dos produtos, atribuindo-lhes uma dimensão específica de análise.

Entende-se necessário e coerente avaliar os aspectos relacionados à Gestão e Governança dentro da mesma dimensão, em razão de serem complementares. Deve-se contemplar as práticas de governança corporativa no momento da elaboração do planejamento estratégico e, integrar a sustentabilidade como um dos valores do empreendimento. Esta sistemática de avaliação já é utilizada pelos Indicadores Ethos de RSE.

A proposição de utilizar a dimensão geral é a de avaliar, além de gestão governança e o TBL aspectos relevantes que, diante da intensão de elaborar um instrumento de fácil compreensão e rápido preenchimento, não serão tratados em dimensão específica. Pode-se citar: combate a corrupção, posicionamento na cadeia de valor e impacto dos produtos a clientes e consumidores. Também, será contemplado na avaliação da dimensão geral um indicador referente a valorização da cultura local. Este, tem o objetivo de introduzir aspectos culturais na avaliação da sustentabilidade, tendo em vista a ênfase dada sua importância no estudo bibliográfico realizado nas obras de Bellen (2015) e Oliveira et al (2010).

O comparativo entre os critérios do ISE, da Revista Exame e dos temas e subtemas dos Indicadores Ethos, em função da estrutura e organização dos questionários, apresentou certo grau de dificuldade. Por este motivo, em alguns casos, as dimensões foram os direcionadores e o comparativo foi realizado entre os indicadores. Também, observou-se indicadores comuns em dimensões distintas. Após avaliação detalhada dos indicadores pode-se agrupá-los em temas chave descritos no Quadro 1.

DIMENSÕES	TEMAS
Gestão e Governança Corporativa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planejamento Estratégico;</li><li>• Modelo de negócios e código de conduta;</li><li>• Observância dos princípios de Governança Corporativa;</li></ul>

Econômico-Financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lucro econômico;</li> <li>• Relatórios Financeiros;</li> <li>• Relações com investidores;</li> <li>• Gerenciamento de riscos e oportunidades;</li> <li>• Ativos intangíveis;</li> </ul>
Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromisso com os princípios e direitos fundamentais nas relações de trabalho;</li> <li>• Condições de trabalho, qualidade de vida, desenvolvimento profissional e remuneração adequada;</li> <li>• Relacionamento com clientes, consumidores e fornecedores;</li> <li>• Compromisso com o desenvolvimento da comunidade e gestão de ações sociais;</li> </ul>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidade e Gestão Ambiental;</li> <li>• Consumo sustentável de recursos naturais;</li> <li>• Gestão de ações relacionadas às mudanças climáticas;</li> <li>• Controle da emissão de resíduos e ações de logística reversa;</li> <li>• Impactos do transporte e distribuição de insumos e produtos;</li> <li>• Respeito às áreas de preservação permanente, reservas legais e controle de passivos ambientais.</li> </ul>
Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenção e combate a corrupção;</li> <li>• Consistência dos compromissos e engajamento das partes interessadas;</li> <li>• Posicionamento na cadeia de valor;</li> <li>• Impactos do uso dos produtos aos consumidores e terceiros;</li> <li>• Valorização da cultura local.</li> </ul>

Quadro 1 – Proposição de Dimensões e Temas

Fonte: Do autor (2018)

Entende-se que a escolha dos indicadores que irão compor cada uma das dimensões e temas deve ser realizada levando-se em consideração o conhecimento dos gestores acerca dos temas propostos. Isso porque, o que se propõe é uma ferramenta acessível e de fácil compreensão. Ainda, há necessidade de utilizar indicadores condizentes com a atividade a ser avaliada.

## REFERÊNCIAS

AGLIERI, Lilian. AGLIERI, Luiz Antonio. KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão Socioambiental Responsabilidade e Sustentabilidade do Negócio**. São Paulo: Atlas, 2009.

BELLEN, Han Michael Van. **Indicadores de Sustentabilidade – um levantamento dos principais sistemas de avaliação**. Caderno Ebape. Volume II – Número 1 – Março 2004.

\_\_\_\_\_, Han Michael Van. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2006.

BENITES, Lira Luiz Lazaro. POLO, Edison Fernandes. **A sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do triple botom line na Masisa**. Santa Maria/RS. Revista de Administração da UFSM, v. 6, Edição Especial, p. 195-210. 2013.

BM&FBOVESPA. **Novo Valor – Sustentabilidade nas Empresas: como começar, quem envolver e o que priorizar**. São Paulo. 2016

\_\_\_\_\_. **Metodologia do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE)**. Abril/2015

ETHOS. **Indicadores Ethos para Negócios Sustentáveis e Responsáveis**. Ciclo 2016/2017. São Paulo, 2017.

EXAME. **Guia Exame de Sustentabilidade**. Processo 2014. 15ª Ed. 2014.

IBGC. **Guia de Sustentabilidade para as Empresas**. Instituto Brasileiro de Governança Corporativa; Coordenação: Carlos Eduardo Lessa Brandão e Homero Luís Santos. São Paulo, SP: IBGC, 2007 (Série Cadernos de Governança Corporativa, 4).

\_\_\_\_\_. **Código das melhores práticas de governança corporativa**. 5.ed. / Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. - São Paulo, SP: IBGC, 2015.

LEFF, Enrique. **Aventuras da epistemologia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2004.

LEITE, Luciana Rosa; ARAUJO, Juliano Bezerra de; MARTINS, Roberto Antonio. **Sustentabilidade como direcionador de evolução dos sistemas de medição de desempenho**. Navus – Revista de Gestão e Tecnologia. Florianópolis, SC, v. 1, n. 1, p. 35-50, Jul./Dez. 2011.

MILLER, G. Tyler Jr, SPOOLMAN, Scott E. **Ecologia e Sustentabilidade**. 6ªed, São Paulo, SP, Cengage Learning, 2012.

OLIVEIRA, Lucas R.; MEDEIROS, Raffaella M.; TERRA, Pedro B.; QUELHAS, Osvaldo L.; **Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações**. UFF, Niterói, RJ, Brasil

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Organização Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond: 2002.

SATOLO, Eduardo Guilherme. SIMON, Alexandre Tadeu. **Estudo Comparativo dos Modelos de Medição da Sustentabilidade Organizacional**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENGEPP. São Carlos/SP. 2010

SILVEIRA, Alexandre Di Miceli da. **Governança Corporativa no Brasil e no mundo: teoria e prática**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ZAMCOPÉ, Fábio Cristiano; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim. **Desenvolvimento de um modelo para avaliar a sustentabilidade corporativa**. UFSC Florianópolis/SC Revista Produção, v. 22, n. 3, p. 477-489, de maio/ago. 2012

## PRÁTICAS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL POR MICROEMPRESAS: ESTUDO DE CASO EM MARMORARIAS

**Cícero Hermínio do Nascimento Júnior**

Universidade Federal da Paraíba

**Maria de Lourdes Barreto Gomes**

Universidade Federal da Paraíba

**Daniel Barros Castor**

Universidade Federal da Paraíba

**Gabriel Almeida do Nascimento**

Universidade Federal da Paraíba

**Ana Maria Magalhães Correia**

Universidade Federal Rural do Semiárido

**RESUMO:** As microempresas assumem um papel de destaque no cenário brasileiro devido a capacidade de gerar empregos e renda e aportarem um portfólio diversificado de produtos e serviços. Ao mesmo tempo enfrentam grandes desafios, relacionados ao gerenciamento e manutenção do negócio, bem como as questões sociais e ambientais que passam a ser relevantes e concomitantes ao atual ambiente de mudanças. Neste cenário, a Responsabilidade Social se constitui um foco que deve ser considerado também para as empresas desse porte. Este artigo aborda essa questão ao analisar as práticas de Responsabilidade Social em duas microempresas do setor de marmoraria, tendo como referência o programa desenvolvido pelo SEBRAE em conjunto com o Instituto Ethos direcionado às Micro e Pequenas Empresas (MPEs). Trata-

se de uma pesquisa de natureza qualitativa cujas informações foram obtidas a partir da aplicação de um questionário aos gestores focando as diretrizes do programa citado. Para a análise das informações coletadas utilizou-se o software Atlas.ti Versão 8 Trial sendo possível formar as redes e conexões das práticas das empresas. Dessa forma, identificou-se como as empresas estudadas tratam a responsabilidade social. Verificou-se também que há lacunas para as ações relacionadas ao meio ambiente e comunidade, entretanto existem práticas positivas direcionadas ao ambiente interno das empresas. Percebeu-se a necessidade de os empresários tomarem mais conhecimento a respeito de práticas de Responsabilidade Social, que vão além de técnicas internas de trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Responsabilidade Social, Microempresas, Setor Marmoraria

### 1 | INTRODUÇÃO

As microempresas assumem um papel de destaque no cenário brasileiro devido à capacidade de gerar emprego e renda e aportarem um portfólio diversificado de produtos e serviços. Salienta-se ainda a desconcentração geográfica, estando inseridas em vários meios sociais e locais da sociedade

brasileira. Empresas desse porte apresentam melhores condições de adequação ao seu ambiente, devido à proximidade com seus clientes, empregados, fornecedores e comunidade.

Apesar da importância dessas empresas sabe-se que enfrentam também grandes desafios entre eles os de maior relevância estão relacionados ao gerenciamento e manutenção do negócio. Na atual conjuntura, as empresas se defrontam com um ambiente turbulento, marcado pela intensificação da competitividade, avanço de novas tecnologias, exigências dos consumidores por variedade e qualidade dos produtos, entre outros. Além desses pontos, destacam-se ainda as questões sociais e ambientais que passam a serem relevantes concomitantes a este ambiente de mudanças. Neste cenário, a Responsabilidade Social tornou-se um fator de competitividade para os negócios.

Na percepção de Dias (2011), no contexto econômico e social atual são exigidas novas posturas por parte das empresas, pois esta é vista cada vez mais como um sistema social organizado em que se desenvolvem relações diversas além das estritamente econômicas. Dessa forma, não deve se orientar exclusivamente por uma lógica de resultados, mas também pelo significado que esta adquire na sociedade como um todo. Na percepção de Barbieri e Cajazeiras (2016) “a empresa deve, ao mesmo tempo, ser lucrativa, obedecer às leis, atender as expectativas da sociedade e ser boa cidadã”.

A responsabilidade social é uma realidade no mundo dos negócios, devendo está incorporada ao processo de gestão, devendo as empresas além de ter o objetivo de retorno financeiro e lucro, preocuparem-se em atender a clientes, funcionários, fornecedores, acionistas, governo, sociedade e meio ambiente. Este artigo trata dessa questão ao mostrar a conexão das microempresas do setor de marmoraria com ações que visem à responsabilidade social no gerenciamento de seus negócios.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Responsabilidade Social ocorre, segundo Eon (2014), quando de forma voluntária (não por incentivos fiscais, por exemplo, ou por ações impostas pelo governo), as empresas adotam comportamentos, posturas e ações que visam o bem-estar dos públicos interno (funcionários, colaboradores, acionistas, etc) e externo (comunidade, parceiros, meio ambiente, etc).

A Responsabilidade Social passou a ter relevância nas práticas de gestão das empresas a partir do final do século passado decorrente das mudanças no ambiente de negócio, da sociedade, de decisões de organizações internacionais, de iniciativas governamentais, entre outros. Segundo Panwar, *et al* (2006), os efeitos do mundo industrial na dimensão social e ambiental foram fundamentais para uma avaliação dos vínculos entre organizações e sociedade e dessa forma o conceito de responsabilidade

social foi sendo construído em diferentes contextos históricos.

Sob a ótica de Kapaz (2004) a Responsabilidade Social nas empresas significa uma visão empreendedora preocupada com o entorno social onde está inserida, ou seja, sem deixar de se preocupar com a necessidade de geração de lucro, mas não com um fim em si mesmo, mas como um meio para atingir um desenvolvimento sustentável e com mais qualidade de vida.

A expansão da responsabilidade social, na percepção de Duarte (2010), não foi fruto apenas de debates intelectuais, e conscientização do empresariado, a discussão foi acelerada, sobretudo pelas inúmeras catástrofes ecológicas que as atividades econômicas geraram nas últimas décadas. O tema vem ganhando força tanto no Brasil, como no exterior, sendo referenciado por órgãos internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU).

Na visão do Instituto Ethos e Sebrae (2003), no Brasil a preocupação com a responsabilidade social se tornou evidente nos anos 1980, decorrente de uma série de eventos sociais e políticos que expressaram uma mudança de atitude por parte dos cidadãos e, em especial, da comunidade empresarial brasileira.

No caso brasileiro, alguns fatos que tiveram efeitos no olhar das empresas para a responsabilidade social merecem destaques, dentre eles a criação do código de defesa do consumidor, a realização da ECO 92 que congregou a representação de todos os países em torno das discussões sobre o tema como salvar o planeta, a criação de instituições e associações voltadas para ações com foco no meio ambiente, na sociedade e na qualidade de vida das pessoas. Neste cenário, cita-se como exemplo a fundação em 1998 do Instituto Ethos, em São Paulo, tendo como principal objetivo consolidar o movimento da responsabilidade social no cenário empresarial.

As empresas funcionam como agentes importantes de promoção do desenvolvimento econômico, tecnológico e social das comunidades, portanto ao adotarem um comportamento socialmente responsável tornam-se poderosos agentes de mudança (KHALIL, 2005). Neste segmento, Lourenço e Schroder (2003) enfatizaram que a atuação realizada de forma responsável tem como efeito a vantagem competitiva para a empresa, uma vez que demonstra possuir maior consciência sobre as questões socioculturais e ambientais, diferencia seus produtos em relação aos concorrentes menos responsáveis socialmente, além de antecipar e evitar ações governamentais restritivas a suas atividades.

Para uma empresa tornar-se socialmente responsável, deve traçar diretrizes relacionadas à “transparência em seus objetivos, ao investimento no bem-estar dos empregados e dependentes, ao desenvolvimento da comunidade, ao desenvolvimento da cidadania individual e coletiva, à preservação do meio ambiente e à sinergia com seus parceiros” (KHALIL, 2005).

As diretrizes podem ser postas em prática em qualquer empresa, independente do porte. As Micro e Pequenas Empresas (MPEs) ao adotarem a filosofia e práticas da responsabilidade social, na visão do Instituto Ethos e Sebrae (2003) tendem a ter

uma gestão mais consciente e maior clareza quanto à própria missão. Conseguem um melhor ambiente de trabalho, com maior comprometimento de seus funcionários, relações mais consistentes com seus fornecedores e clientes e melhor imagem na comunidade. Tais atributos têm como efeito a permanência e o crescimento, diminuindo o risco de mortalidade, que costuma ser alto entre os novos negócios.

É utilizado como modelo as Sete Diretrizes da Responsabilidade Empresarial traçadas pelo Instituto Ethos e Sebrae (2003), conforme descrição a seguir:

- Diretriz 1 – Adoção de valores e trabalho com transparência – diz respeito ao atendimento das expectativas sociais com transparência, mantendo a coerência entre o discurso e a prática. Envolve ações relacionadas: à visão e missão da empresa; à ética e transparência; aos direitos humanos;
- Diretriz 2 – Valorização de Empregados e Colaboradores – a empresa socialmente responsável procura fazer mais, além de respeitar os direitos trabalhistas isto significa que é necessário ouvir as pessoas, atendê-las na medida do possível e incentivar a iniciativa e a participação, assim, cada uma delas vão acelerar o processo de qualificação de sua empresa como socialmente responsável. Tal diretriz abrange: local de trabalho, diversidade, assédio sexual; desenvolvimento profissional; delegação de poderes; gestão participativa; remuneração e incentivo; trabalho e família; saúde, bem-estar e segurança;
- Diretriz 3 – Ações relacionadas Meio Ambiente – significa gerenciar com responsabilidade ambiental é procurar reduzir as agressões ao meio ambiente e promover a melhoria das condições ambientais. A prática dessa diretriz envolve as seguintes ações: política e operações; minimização de resíduos; prevenção da poluição; uso eficaz de energia e água; projeto ecológico; gestão ambiental e negócio;
- Diretriz 4 – Envolvimento de Parceiros e Fornecedores – diz respeito à transparência em suas ações, cumprindo os contratos estabelecidos, contribuindo para seu desenvolvimento e incentivando os fornecedores para que também assumam compromissos de responsabilidade social. Isto poder posto em prática viabilizando a parceria;
- Diretriz 5 – Fidelização de Clientes e Consumidores – esta diretriz está relacionada ao desenvolvimento de produtos e serviços confiáveis em termos de qualidade e segurança, fornecer instruções de uso e informar sobre seus riscos potenciais, eliminar danos à saúde dos usuários são ações muito importantes, visto que a empresa produz cultura e influencia o comportamento de todos. A prática dessa diretriz envolve: produtos e serviços; foco no cliente;
- Diretriz 6 – Ações relacionadas à Comunidade – está relacionada ao respeito aos costumes e à cultura local, contribuição em projetos educacionais, em ONGs ou organizações comunitárias, destinação de verbas a instituições sociais e a divulgação de princípios que aproximam seu empreendimento das pessoas ao redor são algumas das ações que demonstram o valor que sua empresa dá à comunidade. Esta diretriz envolve: buscar soluções; filantropia e política da boa vizinhança;
- Diretriz 7 – Comprometimento com o Bem Comum – diz respeito ao cum-

primimento as obrigações de recolhimento de impostos e tributos, alinhar os interesses da empresa com os da sociedade, comprometer-se formalmente com o combate à corrupção, contribuir para projetos e ações governamentais voltados para o aperfeiçoamento de políticas públicas na área social, ou seja, contribuir decisivamente para o desenvolvimento de sua região e país. Por em prática essa diretriz envolve: posicionamento político; participação; reconhecimento público.

Posto o modelo a ser seguido se pode dizer que a prática da responsabilidade social pode ser uma estratégia empreendedora, que transforma a organização tornando-a competitiva, dinâmica, transparente, humana e, sobretudo, ética.

### 3 | METODOLOGIA

#### 3.1 Característica e natureza da pesquisa

O presente estudo é resultado de uma pesquisa qualitativa, com base no pensamento de (DENZIN; LINCOLN, 2006), que dá ênfase nas qualidades das entidades e nos processos e significados que não são examinados ou medidos experimentalmente quanto à quantidade, volume, intensidade ou frequência. Por isso se enquadra nesta colocação, pois identifica e explora as ações de responsabilidade social, não havendo necessidade de quantificação, mas uma avaliação e os efeitos dessas práticas que dá ênfase nas qualidades das entidades e nos processos.

Quanto aos objetivos a pesquisa pode ser caracterizada como exploratória e descritiva. Exploratória por analisar algo que foi pouco explorado ou pouco conhecido segundo a concepção de (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). É considerada descritiva com base em Triviños (1987), por descrever fatos e fenômenos de uma determinada realidade.

Quanto aos meios a pesquisa é bibliográfica, documental e de campo. A pesquisa bibliográfica constituiu-se da revisão da literatura com foco na Responsabilidade Social tendo como referência as sete diretrizes citadas anteriormente. A pesquisa de campo ocorreu em duas empresas do setor de mármore atuantes em João Pessoa, constantes do cadastro do Sebrae/PB cuja escolha das empresas se deu por acessibilidade e disponibilidade.

A decisão de trabalhar com marmoraria está relacionada ao crescimento vivenciado pelo setor, sendo parte da cadeia produtiva da construção civil acompanha o desenvolvimento desse segmento, além disso, à medida que as edificações se inovam, reflete sobremaneira nos materiais que compõem o processo construtivo. No caso do mármore não se caracteriza apenas como um material de complemento à construção civil, mas a beleza, ao luxo e a praticidade do produto gerado para casa, apartamento, praças, monumentos e/ou outras edificações de fins comerciais.

Outro ponto que justificou a preferência do setor é que as empresas atuantes são majoritariamente micro e pequenas empresas que se localizam no meio urbano,

apesar da emissão de poeira e resíduos decorrentes da produção.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista semiestruturada tendo como referência as diretrizes mencionadas anteriormente, desenvolvidas pelo Instituto Ethos e Sebrae (2003), contendo questionamento a respeito da caracterização da empresa e perguntas abertas referentes às ações de responsabilidade social.

### 3.2 Tratamento e Análise das Informações

As entrevistas foram aplicadas aos gestores das empresas, estas foram gravadas e transcritas e em seguida codificadas, para tanto se utilizou o *software Atlas.ti Versão 8 Trial*, indicado quando se pretende fazer estudos com dados qualitativos. Este *software* tem como objetivo apoiar e facilitar a interpretação humana permitindo analisar, procurar e consultar uma informação, capturar e visualizar, e, por fim, compartilhar descobertas (FRIESE, 2017).

A codificação consiste segundo Bardin (2011), na transformação dos dados brutos, o que, por meio de um recorte, permite atingir uma representação do conteúdo capaz de evidenciar para o pesquisador características presentes no material analisado. Uma vez codificados, o *software* forma as famílias que são conectadas por *links* que determinam a relação existente entre os códigos, facilitando a análise das informações. No caso em análise, os itens que compõem as sete diretrizes da Responsabilidade Social utilizado com referência, bem como as ações adotadas pelos gestores das empresas estudadas, geram esquemas gráficos *networks* dessas famílias que facilitaram as análises do posicionamento e ações de cada empresa pesquisada. Para tanto os *links* que ligam um código ao outro são sinais que são traduzidos e apresentados na rede com a seguinte descrição: = está associado com; [ ] é parte de; => é causa; \*} é propriedade; *is a* é um tipo de; e <> contradiz.

## 4 | RESULTADOS

### 4.1 Caracterização das Empresas

As duas empresas pesquisadas, quanto ao porte, são microempresas e geram 22 empregos, em que 68,2% se concentram na produção e 31,8% estão em cargos administrativos. O grau de escolaridade na produção predominante é o fundamental e todos são do sexo masculino, na administração varia entre ensino médio a superior e conta com a participação do trabalho feminino.

Atuam no mercado há mais de cinco anos e são consideradas empresas consolidadas, ou seja, saíram da faixa de risco de fechamento. Segundo os gestores entrevistados e a forma de gestão adotada estas empresas começaram as suas atividades com ações voltadas a questão social.

Dentre os produtos fabricados, os principais são: balcões, tampos, pias, mesas, banheiras, lavabos, pisos externos e internos, escadas, revestimentos, fachadas,

placas entre outros. Tais produtos se destinam ao mercado local e muitas vezes são desenvolvidos em parceria com construtoras.

Os equipamentos que utilizam são do tipo eletromecânico (máquina de serra, máquina de corte, lixadeira, furadeira, máquina de polimento). Para a administração e acompanhamento dos projetos, quando são elaborados por arquitetos ou designers, utilizam microcomputadores.

## 4.2 Ações de Responsabilidade Social

As ações de responsabilidade social apresentadas são resultantes das entrevistas estruturadas, tendo como referência as diretrizes desenvolvidas pelo Instituto Ethos e SEBRAE e realizadas com os gestores como mencionadas anteriormente.

Para sistematizar as informações utilizou-se o *software Atlas.ti Versão 8 Trial* configurando-se as redes ou as famílias (diretrizes da Responsabilidade Social) identificadas pelas caixas em branco. Sabendo que as ações referentes à Responsabilidade Social são codificadas, os códigos são identificados pelas caixas em cinza (ações praticadas pelas empresas) e estão ligados às suas respectivas famílias pelos traços pontilhados em vermelho, podendo estes estar inseridos em mais de uma família. Entre os códigos, pode haver ligações, linhas em preto, as quais foram especificadas na metodologia.

As ações postas em prática referente à Responsabilidade Social pelas duas empresas estudadas estão apresentadas de forma geral na Figura 1 e o processo de análise de cada diretriz é apresentado individualmente.

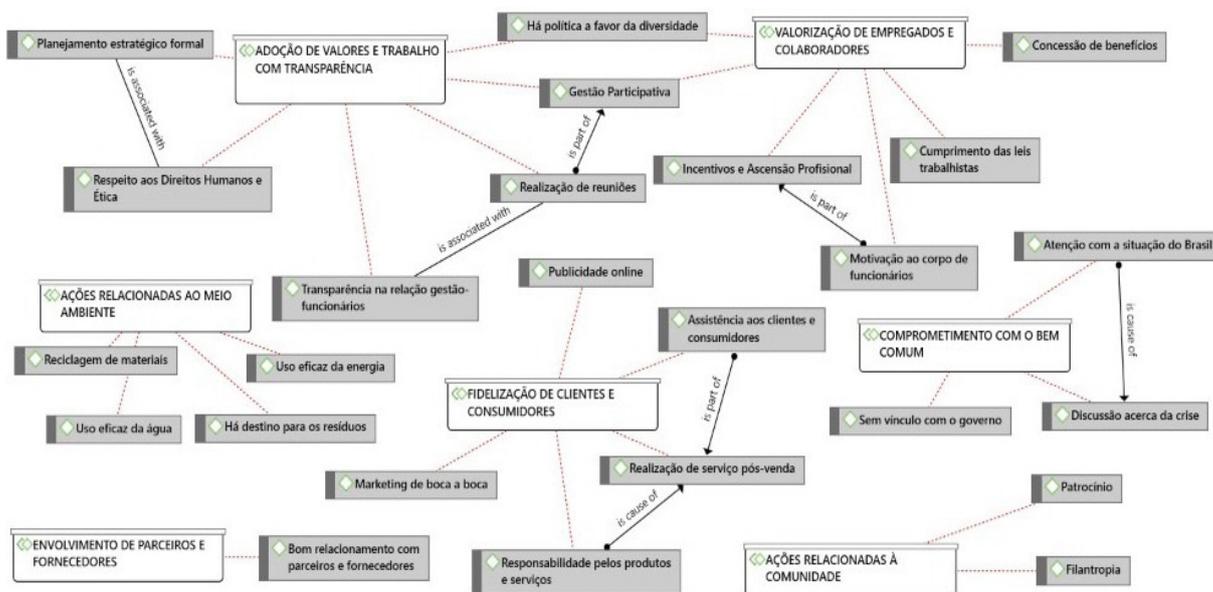


Figura 1 – Rede composta por ações das empresas relacionadas à Responsabilidade Social

Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

Na primeira diretriz (Adoção de Valores e Trabalho com Transparência) observa-se, como mostra a Figura 2 que as empresas possuem um planejamento estratégico

formal, desenvolvem e preparam suas atividades antecipadamente, traçam a missão e visão a serem alcançadas e metas a serem atingidas, formalizadas, escritas e bem visíveis para que todos seus funcionários conheçam e se sintam parte de tudo aquilo que está sendo construído.



Figura 2 – Diretriz 1 (Adoção de Valores e Trabalho com Transparência)

Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

Identificou-se que juntamente com a transparência na relação gestão-funcionários adotada, vem a Gestão Participativa, uma prática que engloba todas as pessoas ligadas à empresa e que valoriza o conhecimento e o que cada uma delas tem para transmitir. Neste ambiente de trabalho reuniões são realizadas com participação de todos para discussão acerca da empresa, o andamento das obras, foco, melhorias, novas metas a serem definidas, etc.

O Respeito aos Direitos Humanos, Ética e a Diversidade é base de todo trabalho. As empresas pesquisadas formalizam e assumem essa postura, tornando-a como um princípio básico e de suma importância a ser seguido.

Conforme a segunda diretriz (Valorização de Empregados e Colaboradores) apresentada na Figura 3 identifica-se que as empresas que valorizam seus funcionários estão na verdade valorizando a si mesmas.

Ideias, sugestões, melhorias são sempre bem-vindas e esse comprometimento com o bem-estar do funcionário irá fazer uma grande diferença em todos os ramos e estruturas agregados a empresa, se constituindo uma característica muito visível entre as empresas que fizeram parte da pesquisa.

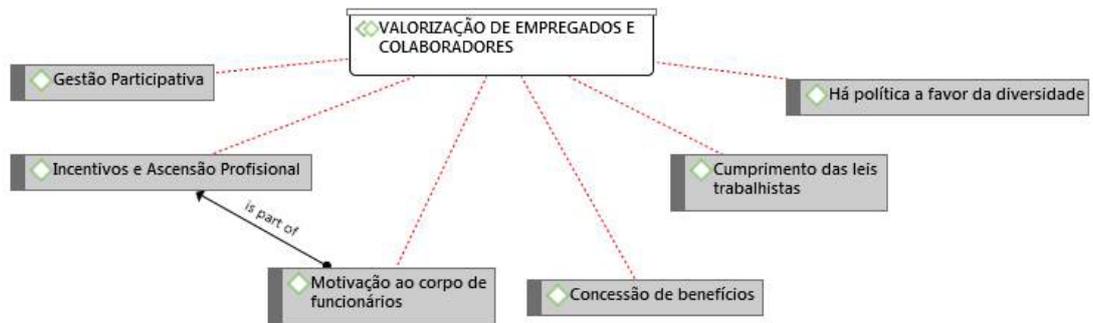


Figura 3 – Diretriz 2 (Valorização de Empregados e Colaboradores)  
 Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

A valorização, incentivos e progressão profissional são formas não apenas de ajudar aos funcionários a crescerem, mas também investirem em si mesmas, se constituindo em benefícios para gestão e funcionários. Todos que estão envolvidos com a gestão participativa sabem que estão trabalhando e crescendo em conjunto.

O cumprimento de leis trabalhistas é essencial para qualquer empresa, mas não é apenas essa ação que as empresas estão se destacando. Há benefícios que não estão nas leis (CLT) que as empresas também estão concedendo a seus colaboradores e funcionários, como café da manhã, auxílio moradia, cestas básicas e entre outros. Entendem as empresas estudadas que valorizar seus funcionários e colaboradores também significa um investimento mútuo.

A terceira diretriz (Ações Relacionadas ao Meio Ambiente), Figura 4, aborda o modo de gerenciar com responsabilidade ambiental, procurando reduzir as agressões ao meio ambiente e promover a melhoria das condições ambientais.



Figura 4 – Diretriz 3 (Ações Relacionadas ao Meio Ambiente)  
 Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

As empresas dependem de insumos do meio ambiente para realizar suas atividades, portanto é parte de sua responsabilidade social evitar o mau aproveitamento de tais insumos (energia, matérias-primas em geral, água, entre outros). Atualmente, vem se revigorando a necessidade de as empresas terem política e prática de ações a favor do meio ambiente, assim, sustentando-se no mercado. O custo de desperdício

é alto, a competitividade está acirrada, o meio ambiente, os órgãos públicos e a sociedade cobram que a empresa seja sustentável. Observou-se que as empresas analisadas possuem ações e campanhas de redução e destino de resíduos, contato direto com a prefeitura para saber o melhor local para guardá-los e também até se reestruturam para que poluam o menos possível para não afetar a comunidade que fica em seu entorno.

Em relação à quarta diretriz (Envolvimento de Parceiros e Fornecedores) conforme apresentada na Figura 5, parceiros e fornecedores fazem parte do início ao fim do processo da gestão das organizações estudadas. Esse envolvimento serve de incentivo a assumirem a causa da responsabilidade social sendo o diferencial em seus processos e produtos.



Figura 5 – Diretriz 4 (Envolvimento de Parceiros e Fornecedores)

Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

A quinta diretriz apresentada na Figura 6 trata da Fidelização de Clientes e Consumidores, aborda que os procedimentos de responsabilidade social no trato com estes são de grande importância, afinal, é a base do negócio. A assistência aos clientes e consumidores mostra a responsabilidade que a empresa assume na venda de seus produtos.

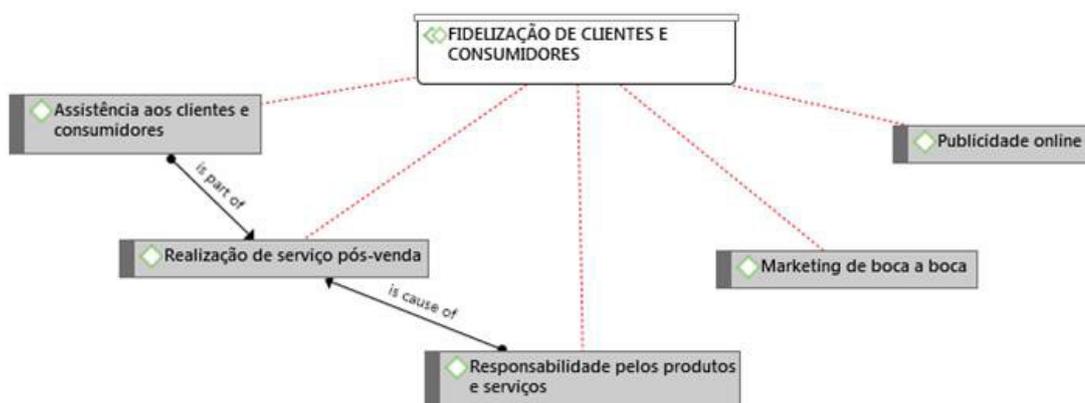


Figura 6 – Diretriz 5 (Fidelização de Clientes e Consumidores)

Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

As empresas analisadas não só realizam essa assistência durante a venda, existe também a realização do serviço pós-venda, que trata exatamente de quão satisfeito o cliente ficou com o serviço/produto e, caso haja algum problema, eles assumirão toda responsabilidade e farão de tudo para resolver. Tudo isso ajuda na publicidade “boca a boca”, mas tais empresas também se destacam no questionamento sobre publicidade *online*, todas são facilmente encontradas na *internet* e investem recursos nisso, pois sabem que a facilidade torna seus negócios mais viáveis e rápidos.

A sexta diretriz (Ações Relacionadas à Comunidade) mostra que a relação da empresa com a comunidade que fica em seu entorno é um dos principais exemplos dos valores com os quais está comprometida, estampada na Figura 7. É importante ressaltar que promover a comunidade e responsabilidade social não se resume apenas a filantropia.



Figura 7 – Diretriz 6 (Ações Relacionadas à Comunidade)

Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

As empresas analisadas se destacaram não apenas por promover a comunidade com ações e políticas de meio ambiente, citado anteriormente, mas sim por sua preocupação no local que está inserida, doações de produtos para o pessoal da comunidade, patrocínios junto com o município para melhorias estruturais ao redor, bem como reuniões com representantes da comunidade para que juntas se tornassem melhores.

A sétima diretriz (Comprometimento com o Bem Comum) enfoca o relacionamento ético com o poder público, assim como o cumprimento das leis, faz parte da gestão de uma empresa que é socialmente responsável. Apesar de todas as empresas estudadas nesse projeto afirmarem que não possuíam nenhum vínculo ou auxílio do governo, elas procuravam ficar atentas à situação do país e algumas vezes discutiam o que poderia ser feito pela empresa para melhorar tanto o país e também para não serem atingidas pela crise. Porém, eram poucas vezes em que realmente conseguiam realizar algum feito. Tais ações estão expostas na Figura 8.

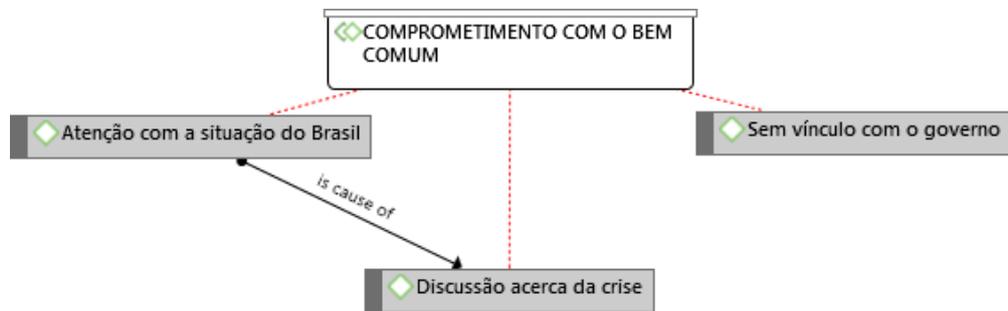


Figura 8 - Diretriz (Comprometimento com o Bem Comum)

Fonte: Pesquisa direta (autores) e aplicação do *software Atlas.ti Versão 8 Trial*

## 5 | CONCLUSÕES

Os resultados apresentados nesta pesquisa dão uma visão da realidade de como as microempresas do setor de marmoraria, objeto de estudo, lidam com a Responsabilidade Social, as ações e medidas que elas tomam e como visam à valorização do público interno e externo.

Identificou-se, que a Diretriz 1 (Adoção de Valores e Trabalho com Transparência) e a Diretriz 2 (Valorização de empregados e colaboradores), diante do conjunto de ações adotadas pelas microempresas, são as que possuem mais ações positivas, em que a segunda diretriz é direcionada ao público interno.

Em seguida, é visto o cuidado das microempresas com uma das partes interessadas, os clientes. Que através da Diretriz 5 (Fidelização de clientes e consumidores) é ressaltada por ter uma quantidade considerável de ações positivas diante do resultado das outras diretrizes.

Observa-se que ainda há lacunas para as ações relacionadas ao meio ambiente e comunidade (Diretrizes 3 e 6), devendo ser melhoradas e ampliadas para atingir com mais precisão o ambiente externo. E também, a Diretriz 4 (Envolvimento com parceiros e fornecedores) e a Diretriz 7 (Comprometimento com o bem comum) são as diretrizes que possuem o menor número de ações, sendo possível concluir que é necessário que os empresários adquiram conhecimento a respeito da Responsabilidade Social, considerando que vai além de técnicas voltadas para o ambiente interno trabalho.

Diante desse quadro, propõe-se que sejam oferecidos às empresas, não apenas do setor estudado, esclarecimento e treinamento por parte dos órgãos governamentais sobre a importância da Responsabilidade Social, bem como os benefícios que serão adquiridos a partir de suas ações para com a comunidade. O programa já está elaborado é só uma questão de implantar e acompanhar os resultados.

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, José Carlos; CAJAZEIRAS, Jorge Emanuel Reis. **Responsabilidade Social empresarial e empresa sustentável: da teoria a prática**. 3ª edição. São Paulo. Saraiva. 2016.

BARDIN, I. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa**. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. 2. Ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2ª. Edição. São Paulo. Atlas, 2011.

DUARTE, Francisco José Mendes. **Construindo o movimento da responsabilidade social empresarial no Brasil: um estudo de caso sobre o Instituto Ethos**. Dissertação – Pós-Graduação em Política Social, UFF, Niterói, 2010

EON, Fábio. **O que é responsabilidade social?** Revista ResponsabilidadeSocial.com. 2014.

FRIESE, S. **ATLAS.ti 8 Windows – Quick Tour**. ATLAS.ti Scientific Software

Development GmbH, Berlim. 2017.

INSTITUTO ETHOS E SEBRAE. **Responsabilidade Social Empresarial para Micro e Pequenas Empresas - Passo a Passo**. São Paulo 2003

KAPAZ, Emerson. **O que é Responsabilidade Social?** Entrevista concedida a Fernando Mendonça. Revista FAE BUSINESS, n. 9 setembro 2004.

KHALIL, Raja Oliveira. **Responsabilidade Social nas Microempresas: estudo de caso de microempresas da baixada litorânea e região dos lagos do estado do rio de janeiro**. Dissertação – Mestrado em Sistema de Gestão, UFF, Niterói, 2005.

LOURENÇO, A. G.; SCHRÖDER, D. S. **Vale investir em responsabilidade social empresarial? Stakeholders, ganhos e perdas. Em Responsabilidade social das empresas: a contribuição das universidades**. Vol. 2, p. 77-119, São Paulo/Petrópolis: Instituto Ethos, 2003.

PANWAR, Rajat; et al. **Corporate responsibility: balancing economic, environmental, and social issues in the forest products industry**. Forest Products Journal, v.56, n.2, feb. 2006.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. In: GERHARD, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31-42.

TRIVIÑOS, A. N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-256-2

