

Estudos em  
**ENGENHARIA E TECNOLOGIA**  
Processos e Desenvolvimento

Volume 3



Organizadores:  
Glauceia Warmeling Duarte  
Josué Alberton  
Júlio Preve Machado





**Centro Universitário Barriga Verde**

Orleans – Santa Catarina – Brasil

[www.unibave.net](http://www.unibave.net)

**Disponível em:**  
[periodicos.unibave.net](http://periodicos.unibave.net)

**Editora:**  
FEBAVE

**Orleans**  
**2019**

## **Título**

Estudos em Engenharia e Tecnologia: Processos e Desenvolvimento 3

### **Organizadores:**

Glaucea Warmeling Duarte

Josué Alberton

Júlio Preve Machado

Ficha catalográfica  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).  
Catalogação na fonte.

---

E82 Estudos em engenharia e tecnologia **[recurso eletrônico]**:  
processos e desenvolvimento / organizadores: Glaucea  
Warmeling Duarte, Josué Alberton, Júlio Preve Machado. -  
Orleans, SC: Centro Universitário Barriga Verde - Unibave,  
2019.

320.p. - (v.3)

ISBN: 978-85-67456-34-8 (Suporte: E-book)

Formato Ebook: PDF

Modo de acesso: <http://periodicos.unibave.net>

1. Engenharia - Processamento de Dados. 2. Gestão da  
Produção. 3. Pesquisa Científica. I. Duarte, Glaucea Warmeling,  
org. II. Alberton, Josué, org. III. Machado, Júlio Preve, org. IV.  
Título.

67456

CDD: 22.ed. 620.007

---

Bibliotecaria Eliane de F. Fernandes CRB-14/001471.

Biblioteca Central do Unibave

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	07
<b>CAPÍTULO 01</b> - Análise do programa de prevenção de riscos ambientais-PPRA em uma empresa de artefatos de cimento na cidade de Orleans/SC ( <i>João Paulo Mendes; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Reginaldo Tassi; Odir Coan; Tayná de Lima Luciano</i> )	08
<b>CAPÍTULO 02</b> - Controle de aplicações de insumos na plantação de tabaco por meio de tecnologia <i>mobile</i> ( <i>Catia Berti da Silva; Johnny Pereira; Luana Furlan Orbem; Glaucea Warmeling Duarte; Ricardo Alexandre Vargas Barbosa; Janaina Veronezi Alberton; Nacim Miguel Francisco Junior</i> )	23
<b>CAPÍTULO 03</b> - <i>Software</i> para desenho e cálculo da área de revestimento ( <i>Giovane Loch Boeing; Mauricio Wanderlind; Ismael Mazzuco; Glaucea Warmeling Duarte; Max Roberto Pereira; Nacim Miguel Francisco Junior</i> )	37
<b>CAPÍTULO 04</b> - Protótipo de aplicativo web para auxiliar nas correções de provas ( <i>Alcir Hoffmann Zavarize; Arlei Correa Zomer; João Paulo Mendes; Arlei Correa Zomer; Evandro Martinhago; Elvis Bloemer Meurer; Nacim Miguel Francisco Junior</i> )	51
<b>CAPÍTULO 05</b> - Análise comparativa de custos da utilização da madeira para fôrmas de elementos estruturais em obras de alvenaria estrutural e concreto armado convencional ( <i>Amanda Dela Justina; Claudio da Silva; Júlio Preve Machado; João Paulo Mendes</i> )	66
<b>CAPÍTULO 06</b> - Reaproveitamento de material proveniente da fresagem de pavimentação asfáltica para aplicação em camadas de base e sub-base de pavimentos flexíveis ( <i>Manuela Mateus De Bona Cargnin; Roger Alberton; Israel Maccari Redivo; Júlio Preve Machado</i> )	81
<b>CAPÍTULO 07</b> - Estudo comparativo de custos de produção entre contratação própria e terceirização da mão-de-obra na construção civil ( <i>Cid Cardoso; Júlio Preve Machado; Claudio da Silva; João Paulo Mendes</i> )	95
<b>CAPÍTULO 08</b> - Análise do desempenho a abrasão em concreto com a utilização do alumínio em pó ( <i>Alberto Silva Santos; Alex Junior Wiemes; Ana Paula Cipriano; Douglas Nascimento Monteiro; Helliton Silva Machado; Daniel Magagnin; Glaucea Warmeling Duarte; João Paulo Mendes</i> )	109
<b>CAPÍTULO 09</b> - Gestão da qualidade: análise de construtoras com o programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat (PBQP-H) ( <i>Cíntia Rodrigues; Marcia Lubave; Matheus Pereira; Moniky Soares; Samuel Marcolino; Tatiane Cardoso; Camila Lopes Eckert; Glaucea Warmeling Duarte</i> )	125
<b>CAPÍTULO 10</b> - Dificuldades na implantação de práticas sustentáveis nas edificações ( <i>Evelyn Schug; Júlio Preve Machado; Josué Alberton; Júnior Serafim Corrêa; João Paulo Mendes; Dimas Ailton Rocha; Daniel Magagnin; Camila Lopes Eckert</i> )	135

<b>CAPÍTULO 11</b> - Entraves do sistema BIM ( <i>building information modeling</i> ) nos escritórios de engenharia e arquitetura ( <i>Caroline Schlickmann; Débora Mazon Pedro; Júlio Preve Machado; Vinícius Heitor Sardá; Claudio da Silva; João Paulo Mendes; Camila Lopes Eckert; Josué Alberton</i> )	148
<b>CAPÍTULO 12</b> - Análise de viabilidade econômica para implementação de um sistema fotovoltaico em um núcleo de aviários ( <i>Maiara Mazon Betta Bittencourt; Berto Varmeling; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; João Paulo Mendes; Anderson Volpato Alves; Daniel Magagnin; Reginaldo Tassi</i> )	160
<b>CAPÍTULO 13</b> - Estudo de viabilidade econômica da reutilização de aparas recuperadas na produção em uma empresa de filmes técnico ( <i>Julio Cesar Marcon; Alessandro Cruzetta; Berto Warmelin; Mario Sérgio Rosso Bortolatto</i> )	174
<b>CAPÍTULO 14</b> - Gestão de estoque baseada na curva abc: aplicação em uma empresa prestadora de serviços de manutenção em motores elétricos ( <i>Cleber Zomer; Alessandro Cruzetta; Berto Warmeling; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Claiton Uliano; Fabiana Magagnin; João Paulo Mendes</i> )	184
<b>CAPÍTULO 15</b> - Proposta de melhoria de layout visando a otimização do processo produtivo na linha de montagem de chassi de implementos rodoviários ( <i>Odirlei de Oliveira; Lucas Crotti Zanini; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Berto Warmeling; Candice Stecert da Silva; Henrique Demarco; Daniel Magagnin</i> )	198
<b>CAPÍTULO 16</b> - O mapeamento de fluxo de valor como ferramenta de melhoria no processo produtivo em uma empresa de confecção ( <i>Jadna Carvalho Santana; Berto Varmeling; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco; Claiton Uliano; Henrique Demarco; Anderson Volpato Alves</i> )	211
<b>CAPÍTULO 17</b> - Proposta de ampliação dos indicadores para avaliação de fornecedores em uma empresa de embalagens flexíveis do sul de santa catarina ( <i>Heloisa Böger Michels; Berto Varmeling; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco; Alessandro Cruzetta; Daniel Magagnin; Fabiana Magagnin</i> )	226
<b>CAPÍTULO 18</b> - Proposta de mudança de <i>layout</i> visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de reforma de pneus na região sul catarinense ( <i>Jonathan Ramos; Berto Varmeling; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco; Alessandro Cruzetta; Daniel Magagnin; Fabiana Magagnin</i> )	242
<b>CAPÍTULO 19</b> - Proposta de mudança do layout em uma oficina auto elétrica: estudo de caso com base na deficiência de ferramentas e equipamentos ( <i>Willian Camilo; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Berto Warmeling; João Paulo Mendes; Claiton Uliano; Reginaldo Tassi; Henrique Demarco</i> )	257
<b>CAPÍTULO 20</b> - Quantificação de perdas em uma empresa fabricante de urnas mortuárias ( <i>Daniela Simiano; Alessandro Cruzetta; Berto Warmeling; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Anderson Volpato Alves; Reginaldo Tassi; Henrique Demarco</i> )	271

<b>CAPÍTULO 21</b> - Simulação em Gnu Octave para determinação do tempo de secagem do algodão em rama no secador a bandeja ( <i>Emerson Luciano; Josué Alberton; Júnior Serafim Corrêa; Claiton Uliano; Dimas Ailton Rocha; Daniel Magagnin; Solange Vandresen; Júlio Preve Machado</i> )	284
<b>CAPÍTULO 22</b> - Viabilidade econômica financeira de uma granja de galinhas de postura em São Ludgero ( <i>Douglas Soethe; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Berto Warmeling; João Paulo Mendes; Claiton Uliano; Reginaldo Tassi; Anderson Volpato Alves</i> )	305

## APRESENTAÇÃO

O conhecimento científico baseia-se em fundamentações, metodologias e informações com explicações plausíveis a respeito do objeto que está sendo pesquisado. No Ensino Superior são desenvolvidas atividades de pesquisas como parte integrante e contextualizadora da construção do conhecimento. Minayo (2011, p. 17)<sup>1</sup>, considera a pesquisa como:

[...] atividade básica da ciência na sua indagação e construção da realidade. É a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação.

Na acadêmica, a produção de conhecimento científico por meio de pesquisa é uma atividade de interesse dos estudantes por despertar a investigação de problemas. De acordo com Demo (2000, p. 22)<sup>2</sup>:

[...] todas as pesquisas são ideológicas, pelo menos no sentido de que implicam posicionamento implícito por trás de conceitos e números. As pesquisas carecem de fundamento teórico e metodológico e só têm a ganhar se puderem, além da estringência categorial, apontar possibilidades de intervenção ou localização concreta.

Com base na contextualização apresentada, a pesquisa científica tem por finalidade contribuir com a construção do conhecimento por meio de metodologias apropriada e produzir resultados para o avanço da humanidade.

O Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE) vem por meio desta obra publicar os trabalhos desenvolvidos pelos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Tecnologia em Design de Interiores e Sistemas de Informação, vinculados ao Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia (NUTEC).

**Josué Alberton**

Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia – NUTEC  
Centro Universitário Barriga Verde

---

<sup>1</sup> MINAYO, M. C. de S. Pesquisa social: Teoria, método e criatividade. 30. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

<sup>2</sup> DEMO, P. Metodologia do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2000.

## CAPÍTULO 01

# ANÁLISE DO PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS-PPRA EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE CIMENTO NA CIDADE DE ORLEANS/SC

João Paulo Mendes

Mario Sérgio Rosso Bortolatto

Reginaldo Tassi

Odir Coan

Tayná de Lima Luciano

**Resumo:** O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) estabelece algumas exigências advindas de uma legislação federal, que visa envolver padrões necessários para manter a saúde e integridade do trabalhador durante o desempenho de suas atividades. A elaboração e implantação do PPRA é de responsabilidade do empregador e deve ser realizado em qualquer empresa, independente do seu porte e ramo de atuação. Dada à importância da aplicabilidade desse programa, o presente estudo teve por objetivo analisar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais em uma empresa de artefatos de cimento na cidade de Orleans/SC. Os resultados deste estudo mostraram que o PPRA da empresa está compatível com as exigências da Norma Regulamentadora 09, embora exista ações que possam ser melhoradas.

**Palavras-chave:** Integridade. Saúde. Segurança. Empresa. Colaborador.

### Introdução

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) trata-se de uma exigência estabelecida por legislação federal, a Norma Regulamentadora 09, que foi emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego no ano de 1994, onde estabelece que sejam desenvolvidas ações preventivas em relação a saúde e segurança dos trabalhadores, frente aos riscos ambientais existentes no ambiente de trabalho (SIMÕES, 2017).

O PPRA é um programa que possui um documento-base elaborado por todas as organizações que tenham em seu quadro de funcionamento, funcionários registrados. Deve ser realizado não importando o grau de risco em que a empresa atue, sendo que suas ações deverão ser realizadas no ambiente de trabalho e comprovadas. O mesmo é elaborado visando à preservação da saúde e da integridade dos funcionários, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e

consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes no ambiente de trabalho (BRASIL, 2018).

Dada a importância desse programa, esta pesquisa desenvolve o seguinte questionamento: as ações aplicadas à empresa em estudo referente ao PPRA, atendem as exigências da NR 09?

Para responder a indagação, o estudo tem como objetivo geral analisar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais em uma empresa de artefatos de cimento na cidade de Orleans/SC. Os objetivos específicos são: fazer uma análise bibliográfica da NR 09; fazer uma análise comparativa do PPRA da empresa com a NR 09; identificar os riscos existentes na empresa e; sugerir adequações para a melhoria do programa, caso seja necessário.

A justificativa do estudo se dá pela relevância de que se trata o programa, garantindo os cuidados necessários da saúde e segurança dos trabalhadores que passam boa parte de suas vidas dentro de um ambiente de trabalho. Além da sua importância, cabe mencionar sua obrigatoriedade, que independentemente do número de funcionários e grau de risco deve ser implementado, seguindo um cronograma de etapas, metas e prazos estabelecidos.

A elaboração do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) é obrigatória para todas as empresas e instituições públicas e privadas que admitam trabalhadores como empregados. Sua fundamentação legal é amparada pela NR 09, da portaria 3.214 de 08 de junho de 1978, que aprova as Normas Regulamentadoras e lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977 que altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), relativo à segurança e medicina do trabalho.

### **Norma Regulamentadora 09**

Agnoletto (2014) explica que a Norma Regulamentadora 09 foi instituída com objetivo de preservar a saúde e integridade física do trabalhador através da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle de riscos. O planejamento anual do programa deve ser avaliado em conjunto com a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) a fim de que seja aplicado a todo ambiente de trabalho seguido de acordo com a NR 09.

Tuffi (2011) explica que a NR 09 determina a obrigatoriedade, tanto da elaboração, quanto da realização de um programa de prevenção de riscos ambientais

e higiene ocupacional a todas as empresas que admitam trabalhadores. Antes da vigência dessa norma, as formas de controle dos riscos ambientais nas empresas eram feitas sem planejamento adequado, sendo realizadas apenas quando havia perícia judicial ou notificação do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

### **Estruturação e Desenvolvimento do PPRA**

Ravadelli (2006) menciona que o PPRA deve ser elaborado dentro dos conceitos mais modernos apontados pela gestão, desde que mesmo com a liberdade para atuar com as medidas preventivas, as mesmas sejam eficientes para preservação da integridade e saúde do trabalhador. A elaboração, implantação e avaliação do PPRA, podem ser feitas por qualquer pessoa ou equipe, escolhida criteriosamente pelo empregador, para o desenvolvimento daquilo que está descrito na lei. É a empresa a responsável por estabelecer estratégias e metodologias aplicadas para as ações que serão utilizadas no desenvolvimento desse processo.

A Norma Regulamentadora 09 estabelece que o PPRA deva ter uma estrutura, contendo no mínimo: planejamento anual com metas, prioridades e cronograma estabelecidos, com ações que priorizem a eliminação e redução de riscos. As estratégias e metodologias de ação, que se refere a coleta de informações necessárias ao desenvolvimento do programa, forma de registros de dados, assim como sua manutenção e divulgação, são registros que podem ser impressos ou informatizados, porém devem ser guardados por no mínimo 20 anos. O PPRA deve possuir uma periodicidade anual (TUFFI, 2011).

Como mencionado anteriormente, mas reforçado por Pereira (2012) o desenvolvimento do PPRA deve ser realizado da seguinte forma: antecipação dos riscos ambientais, reconhecimento desses riscos, avaliação e exposição dos trabalhadores, estabelecimento de prioridades e metas de controle e por fim, a implantação dessas medidas de controle.

### **A importância do PPRA nas empresas**

Baptista et al (2011) mencionam que o fator mais importante a se considerar nas empresas é a saúde do trabalhador, assim como mantê-la. Com isso, ressalta-se a importância de manter o local de trabalho como sendo um ambiente seguro, valorizando o direito à vida.

Boigues et al (2006) apontam a questão referida à saúde e segurança dos

funcionários como uma estratégia de vida, e conseqüentemente a permanência de pessoas no mercado de trabalho. Isso proporciona a organização uma melhor imagem, facilitando também suas estratégias, alcances de objetivos e conquistas.

Chiavenato (2004) afirma que a base para a preservação de uma força de trabalho sadia está embasada na saúde e segurança do trabalhador. De modo geral, higiene e segurança do trabalho constituem duas atividades profundamente relacionadas, no sentido de garantir condições pessoais e materiais de trabalho capazes de manter certo nível de saúde dos empregados.

### **Procedimentos Metodológicos**

A metodologia é a forma utilizada para o desenvolvimento de uma pesquisa, no qual se utilizam de métodos que possibilitam ao pesquisador alcançar seus resultados (GIL, 2002).

Esta pesquisa está embasada no método dedutivo, sendo que foi realizada a partir de dados já existentes, utilizando as normas regulamentadoras como fonte de pesquisa. De acordo com Gil (2002) a pesquisa dedutiva parte de um todo para uma abordagem mais particular, buscando análises e comparações para que os resultados sejam alcançados.

A natureza da pesquisa se embasa na classificação aplicada, que se refere àquela pesquisa realizada com objetivo de aumentar os conhecimentos para aplicar na prática aquilo que antes era visto apenas na teoria (ALMEIDA, 2012).

Quanto à abordagem é qualitativa, este tipo de pesquisa considera que há uma relação entre o objeto de estudo e o mundo exterior, arguindo resultados que não podem ser expressos em números, de forma que deve ser descrita e interpretada dedutivamente (ALMEIDA, 2012).

O estudo se classifica como bibliográfico. Conforme mencionado por Gil (2009), trata-se da pesquisa elaborada a partir de materiais já publicados, sendo utilizados artigos, livros, publicações e todo material disponível fisicamente e através da *internet*.

Os objetivos da pesquisa se classificam em exploratórios. Segundo Andrade (2002, p.34): “as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses”.

A pesquisa se desenvolveu em uma empresa de artefatos de cimentos localizada na cidade de Orleans/SC. A empresa produz itens como meio fio, lajotas,

mourão e blocos. Para o melhor entendimento do processo, foi realizada visita *in loco*, e realizado uma entrevista semi estruturada com o proprietário da empresa, possibilitando sanar algumas dúvidas e verificar as sugestões adequadas para a análise do PPRA.

A empresa atua no mercado há 20 (vinte) anos, possuindo atualmente um quadro de 06 (seis) funcionários. A visita à empresa foi necessária para aferir as informações. A seguir serão descritos os procedimentos realizados que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

Inicialmente foi realizado o levantamento de informações no local para que posteriormente fosse realizada a análise do programa de PPRA na mesma, ao qual será descrito no decorrer dos resultados e discussão.

O ambiente de trabalho está instalado em três edificações distintas, sendo um escritório em alvenaria e dois galpões destinados a área de produção fabril, onde em um destes pavilhões é executado o processo manual e no outro pavilhão, o processo automatizado.

O primeiro galpão está localizado ao lado do setor administrativo, possuindo piso de concreto, telhado com estruturas metálicas e telhas de fibrocimento, iluminação e ventilação natural, através de aberturas laterais, tendo em vista que o pavilhão não apresenta fechamento lateral e a iluminação artificial se dá através de lâmpadas fluorescentes suspensas.

O segundo pavilhão possui piso de chão batido, telhas de fibrocimento e iluminação e ventilação natural, com iluminação artificial por lâmpadas fluorescentes, e possui o refeitório anexado em sua estrutura. O processo de fabricação dos itens produzidos por tal empresa se faz através da mistura de matérias-primas em betoneiras, a modelagem das peças de concreto em forma através de prensas e mesas vibratórias e a secagem dos artefatos é realizada a céu aberto. A figura 1 apresenta o fluxograma de produção produtivo.

**Figura 1** – Fluxograma de produção.



Fonte: Autores (2018).

Cabe ressaltar que na empresa em questão, o processo manual é realizado

somente quando há necessidade do aumento da produção, em virtude do não atendimento da demanda pelo processo automatizado.

As matérias-primas utilizadas para a fabricação dos produtos são: areia, brita, cimento, impermeabilizante e água.

A Figura 2 mostra a correia transportadora, equipamento utilizado para abastecer o misturador, local onde as matérias-primas são devidamente misturadas, com o intuito de se tornar um material mais homogêneo para posterior utilização no processo.

**Figura 2 -** Correia transportadora.



Fonte: Autores (2018).

Depois de realizada a mistura das matérias-primas, as mesmas são transportadas para o setor de conformação, onde através do processo de prensagem, o material ganha o seu formato final.

A Figura 3 mostra a entrada do material na prensa utilizada no processo, e a Figura 4 mostra a saída do produto conformado.

**Figura 3 –** Entrada do material na prensa.



Fonte: Autores (2018).

Realizada a mistura, o material é levado pela esteira até a prensa (Figura 4) automática que distribui as quantidades programadas nas formas.

**Figura 4 -** Saída do produto na prensa.



Fonte: Autores (2018).

O material prensado é retirado da prensa de forma manual e direcionado até a estufa de umidificação (Figura 5).

**Figura 5** - Estufa de umidificação.



Fonte: Autores (2018).

Na estufa de umidificação, os produtos permanecem umedecidos por um período de 24 a 48 horas. Após esse processo, os produtos são deixados a céu aberto (Figura 6) para secagem e onde permanecem estocados.

**Figura 6** – Produtos em secagem a céu aberto.



Fonte: Autores (2018).

## Resultados e Discussões

O desenvolvimento do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais da empresa é realizado por uma equipe especializada que trabalha no FIESC-SESI. Como representante da empresa, apenas o proprietário participa da confecção do PPRA. Os demais funcionários além de não participarem da confecção do PPRA, não possuem nem mesmo conhecimento de tal programa.

Visando analisar a obrigatoriedade da implantação da norma na empresa de acordo com as exigências, ressalta-se que a empresa está dentro dos parâmetros iniciais, visto que a empresa já apresenta o programa. Porém, existe uma falha em relação a participação dos funcionários na elaboração das ações do PPRA, pois como já mencionado, os trabalhadores não participam, sendo que a norma estabelece em seu item 9.1.2 “As ações do PPRA devem ser desenvolvidas no âmbito de cada estabelecimento da empresa, sob a responsabilidade do empregador, com a participação dos trabalhadores”.

O PPRA da empresa foi inicialmente desenvolvido fazendo breves explicações do porquê de sua confecção, onde cada item apresentado faz menção do que será apresentado nas próximas etapas de seu processo.

Após isso, é realizado o levantamento de informações e desenvolvido os seguintes itens:

- Caracterização da empresa;
- Atividade e visão geral do processo produtivo;
- Fluxograma do processo produtivo;
- Definição dos setores de processo;
- Caracterização do ambiente de trabalho;
- Inventário de produtos químicos;
- Definição de grupos Homogêneos de exposição – GHE;
- Identificação de perigo e avaliação de riscos por GHE;
- Avaliação quantitativa dos riscos e da exposição dos trabalhadores;
- Responsabilidade técnica.

Cada um dos tópicos relacionados acima, seguem com suas respectivas descrições no PPRA da organização.

No primeiro momento, comparando com a NR 09, a implantação do PPRA já é realizada na empresa, se fazendo cumprir a primeira exigência, assim como menciona

o item 9.1.1 da norma:

9.1.1 Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (PORTARIA SST nº 25 29 de setembro de 1994).

A estrutura do PPRA elaborado pela empresa, contempla as exigências da norma no seu tópico 9.2.1, onde estabelece que o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá conter, no mínimo, a seguinte estrutura:

- a) planejamento anual com estabelecimento de metas, prioridades e cronograma;
- b) estratégia e metodologia de ação;
- c) forma do registro, manutenção e divulgação dos dados;
- d) periodicidade e forma de avaliação do desenvolvimento do PPRA.

As metas descritas no referido PPRA da empresa são:

- Apresentar a elaboração do PPRA a todos os funcionários da empresa;
- Atualizar as ordens de serviço sobre segurança do trabalho em relação a vigência do PPRA;
- Apresentar medidas minimizadoras para os riscos empresariais.

Para continuidade, o plano de ação estabelecido pela empresa segue:

- Fazer acompanhamento da implantação do PPRA;
- Criar mecanismo de divulgação de dados avaliados no PPRA a todos os trabalhadores;
- Realizar análise global do PPRA;
- Verificar o cumprimento de metas e realização das atividades propostas;
- Realizar treinamento para a apresentação das ordens de serviço;
- Atualizar o treinamento de EPI;
- Desenvolver inspeção semanal do uso de EPI com objetivo de fiscalizar;
- Fazer um estudo que busque amenizar ou neutralizar a intensidade do ruído no processo de trabalho;
- Fornecer melhor equipamento de proteção individual a fim de suprir a falta de equipamento coletivo para neutralização do risco;

- Fazer troca dos protetores auditivos conforme validade de uso;
- Criar local específico para higienização dos EPI's.

A manutenção dos dados é realizada periodicamente, possuindo seu ajuste anual, e os dados são mantidos impressos na empresa e digitalmente no acervo da equipe responsável, SESI.

O plano de ação da empresa é realizado de acordo com a meta a ser atingida pela mesma, determinando assim as atividades que serão necessárias para que ela possa ser atingida. Designa-se o responsável, que irá garantir que as ações sejam implantadas. Por fim, é realizado o cronograma e assinado, pelo responsável, conforme segue o desenvolvimento.

No que tange a outras obrigadoriedades exigidas pela norma regulamentadora, como o descrito no item 9.2.2.2: “O documento-base e suas alterações deverão estar disponíveis de modo a proporcionar o imediato acesso às autoridades competentes”. O proprietário ressaltou que acesso ao documento é rápido proporcionando melhor atendimento aos órgãos fiscalizadores quando necessário. O mesmo encontra-se no escritório da empresa, no setor administrativo, aos cuidados da secretária, que possui conhecimento de sua localização e importância. Quando solicitados pela fiscalização, os fiscais são convidados até o setor onde possam ter acesso a ele.

### **Do desenvolvimento do PPRA**

No que se refere ao desenvolvimento do PPRA, a norma estabelece em seu item 9.3.1 que “o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá incluir as seguintes etapas”:

- a) antecipação e reconhecimentos dos riscos;
- b) estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle;
- c) avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores;
- d) implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia;
- e) monitoramento da exposição aos riscos;
- f) registro e divulgação dos dados.

De acordo com o quadro 2 os riscos encontrados no setor administrativo refere apenas aos ruídos, sendo determinado como um risco irrelevante não necessitando de ação corretiva, apenas preventiva, realizando periodicamente as medições de ruídos. Os meios de propagação envolvem o ar e os meios sólidos.

**Quadro 2 – Riscos identificados no setor administrativo**

<b>Setor:</b> Administrativo		<b>Descrição das atividades:</b> realizar atividades relacionadas a gestão de pessoas, contratação e demissão, financeiro e outras atividades relacionadas ao setor.	
<b>Agente:</b> Risco Físico	<b>Fator de risco:</b> ruído continuado ou intermitente abaixo de 80dB(A)	<b>Possível dano:</b> Desconforto acústico	<b>Limites de exposição:</b> NR 15 anexo I: 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária

Fonte: Autores (2018).

O quadro 3 aponta os riscos encontrados na produção. Com relação ao risco físico identificado, sendo que os meios de propagação para o ruído envolvem equipamentos como: betoneira, mesa vibratória e prensa, onde a propagação acontece através do ar e meios sólidos. O risco químico está associado a adição de agente em preparo de mistura para juntar os moldes, bem como a propagação de poeira com o processo de colocação de matéria-prima no local adequado.

**Quadro 3 – Riscos identificados no setor produtivo automatizado e manual.**

<b>Setor:</b> Produção	<b>Descrição das atividades:</b> colocar moldes sobre a mesa vibratória, juntar os moldes com óleo diesel, com pincel, acrescentar ferragem nos moldes, retirar o produto do molde, e levar o produto até o pátio da empresa. Engraxar a betoneira.		
<b>Agente:</b> Risco Físico	<b>Fator de risco:</b> ruído continuado ou intermitente acima de 85dB(A)	<b>Possível dano:</b> perda auditiva	<b>Limites de exposição:</b> NR 15 anexo I: 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária
<b>Agente:</b> Risco químico	<b>Fator de Risco:</b> diesel, contato com a pele.	<b>Possível dano:</b> Carcinogênio animal, confirmada com relevância desconhecida para seres humanos	<b>Limites de exposição:</b> NR 15, anexo 13 – Hidrocarbonetos e outros compostos de carbono/LT não aplicável.
	Óleo mineral, contato com a pele	Leve irritação de pele e olhos, irritação do trato respiratório	NR 15, anexo 13 – Hidrocarbonetos e outros compostos de carbono/LT não aplicável
	Particulados (partículas muito finas de sólidos suspensos no ar)	Irritação das vias respiratórias	ACGIH anexo B 3,0mg/m <sup>3</sup> (respirável)

Fonte: Autores (2018).

Observou-se que a empresa faz uso dos equipamentos de proteção individual (EPI's) durante o processo de fabricação do produto. Os EPI's utilizados são: sapatão, luva de raspa, protetor auricular e máscara descartável. Com relação a inspeção de qualidade dos equipamentos, verificou-se que a compra dos mesmos é feita somente com a apresentação e comprovação do certificado de aprovação (CA) por parte da empresa vendedora, e também que a compra é realizada apenas se os EPI's estiverem dentro do período de validade.

Em se tratando da troca de equipamentos, verificou-se que as máscaras são entregues diariamente, enquanto os protetores auriculares são trocados a cada dois meses, e as luvas também são trocadas assim que cessa sua vida útil. Os equipamentos são avaliados em relação ao Certificado de Aprovação (CA), dessa forma todos esses são disponibilizados com o prazo de validade adequado e trocados quando vencidos, de acordo com as regulamentações da norma regulamentadora número seis. A empresa possui uma ficha de EPI's, que fica sob responsabilidade do setor administrativo onde os funcionários assinam a cada troca de equipamento.

Relacionando o que pede o item 9.3.1 da NR 09, entende-se que a empresa está dentro dos padrões exigíveis, referidos a antecipação e reconhecimento dos riscos, estabelecendo as prioridades e métodos de controle, avaliando os riscos e monitorando as exposições, sempre com intuito de minimizar esses riscos à saúde do trabalhador.

Conforme item 9.3.1.1 A elaboração, implementação, acompanhamento e avaliação do PPRA poderão ser feitas pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT ou por pessoa ou equipe de pessoas que, a critério do empregador, sejam capazes de desenvolver o disposto nesta NR. Nesse contexto, a empresa conta com a colaboração do SESMT, como mencionado no início da pesquisa.

No item 9.3.3 da norma, diz que o reconhecimento dos riscos ambientais deverá conter os seguintes itens, quando aplicáveis:

- a) a sua identificação;
- b) a determinação e localização das possíveis fontes geradoras;
- c) a identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;
- d) a identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos;
- e) a caracterização das atividades e do tipo da exposição;
- f) a obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho;
- g) os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica;
- h) a descrição das medidas de controle já existentes.

Este item exigido pela norma é referência para a empresa em estudo, que

contempla todos os dados necessários para seu complemento. Pode-se verificar ao decorrer da realização do estudo, que a empresa realiza todos os procedimentos necessários para adoção de medidas que contemple todas as exigências dos itens “a” até o “h”, mencionados acima.

Todas as avaliações quantitativas são realizadas periodicamente na empresa e as medidas de controle são suficientes para combater os riscos encontrados, protegendo a integridade do trabalhador.

A seleção de equipamento de proteção individual (EPI) é realizada dentro dos padrões cabíveis para que sejam de qualidade e dentro do prazo de validade estimulado pelo certificado de aprovação de cada um.

### **Considerações Finais**

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais é de grande importância, pois visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

O PPRA pode contribuir para melhorar a produtividade e proteção dos trabalhadores, visto que a produtividade está relacionada com um ambiente seguro e que proporcione os meios adequados para a realização das atividades. Envolto a isso, a elaboração do PPRA possibilita uma análise detalhada daquelas situações que necessitam de correção, sendo assim sua confecção e implantação contribui para melhorar a produtividade, consequentemente a segurança dos trabalhadores.

A realização desta pesquisa proporcionou um melhor conhecimento sobre a temática, possibilitando o estudo *in loco*.

Em conversa com o proprietário pôde-se perceber uma falha na divulgação desses dados do PPRA aos funcionários, pois eles participam das estratégias de ações, mas não sabem que fazem isso pelo fato de precisarem seguir este documento base. Com intuito de melhorar esse fato, o empregador comunicou a acadêmica, que isso é inclusive, uma das metas a ser atingido, divulgar melhor esse procedimento e fazer com que todos os trabalhadores possuam esse conhecimento. Ficando assim em melhor conformidade com a exigência da norma.

Foi possível perceber que a empresa trabalha com um quadro de cronograma, sendo que o mesmo é preenchido adequadamente e assinado pelo responsável, que

é o proprietário da empresa. Como sugestão, fica a divulgação das ações aplicadas para o melhor conhecimento dos funcionários acerca deste documento-base. Isso porque, quando há um problema a ser sanado, ele é realizado sem maiores informações aos funcionários que fazem apenas o que o proprietário sugere para amenizar os riscos, porém eles não ficam sabendo se houve aumento de exposição ou surgimento de algum outro tipo de risco.

Quanto ao conhecimento por parte do proprietário acerca dos dados do PPRA serem guardados por 20 anos, o mesmo relatou que possuía conhecimento de que seria por apenas 5 anos. O mesmo frisou que a partir de então, irá assegurar de que sejam guardados pelo tempo necessário.

Fica a sugestão da continuidade do estudo acerca do tema, pois o mesmo pode ser requerido em uma organização que não possua o programa, sendo assim este estudo poderia proporcionar ganhos para tal organização, e também, implementar o desenvolvimento do PPRA para aquelas empresas que ainda não o possuem.

## Referências

AGNOLETTO, Marina Gobbo. **Aspectos jurídicos relacionados à saúde e a segurança no meio ambiente do trabalho**. 2004. Tese (Mestrado). Universidade Federal Santa Catarina. Florianópolis, 2004. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC\\_462f7dac8a7874dd8349ba5620c5de0](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC_462f7dac8a7874dd8349ba5620c5de0)>. Acesso em: 02 ago. 2018.

ALMEIDA, Mauricio B. **Noções básicas sobre metodologia de pesquisa científica**. 2012. Disponível em: <<http://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2018.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 10.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 158p.

BAPTISTA, Angélica Regina; et al. **O papel do SESMT no auxílio da gestão de empresas**. CEUNSP, 2011.

BOIGUES, Carla Caroline Aranda; et al. **Segurança e qualidade de vida no trabalho: Uma análise qualitativa em empresas de médio porte da região de Presidente Prudente**. 2016. 119f. Monografia (Graduação em Administração) – Faculdade integradas “Antônio Eufrásio de Toledo”, Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Presidente Prudente, Presidente Prudente, São Paulo, 2006.

BRASIL. **NR 9 - Programa De Prevenção De Riscos Ambientais**. 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977.** Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/LEIS/L6514.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/LEIS/L6514.htm)>. Acesso em: 10 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n.º 8.213, de 24 de julho de 1991.** Dá nova redação ao Regulamento dos Benefícios da Previdência Social, aprovado pelo Decreto nº 357, de 7 de dezembro de 1991, e incorpora as alterações da legislação posterior. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D0611.htmimpressao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0611.htmimpressao.htm)>. Acesso em: 10 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. NR - 9. Riscos Ambientais. **Segurança e Medicina Do Trabalho.** 29.ed. São Paulo: Atlas, 1995. 489p.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão De Pessoas: O novo papel de recursos humanos nas organizações.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

GONÇALVES, Marcos Fernandes. **Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva.** 2013. Disponível em: <<http://www.juslaboral.net/2013/03/utilizacao-de-equipamentode-proteo.html>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

GIL, A. C. Como elaborar trabalhos monográficos. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. Metodologia do ensino superior. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEREIRA, Alexandre Demétrius. **Tratado de Segurança e Saúde Ocupacional: aspectos técnicos e jurídicos, NR-29 a NR-33.** v.7. São Paulo: LTr, 2012.

PEREIRA, Carlos. **Conheça os 5 tipos de riscos ambientais.** 2016. Disponível em: <<http://www.dynamicsst.com.br/noticias/noticia.asp?id=128&noticia=conheca-os-05-tipos-de-riscos-ambientais-existentis>>. Acesso: 10 ago. 2018.

RAVADELLI, Luciano. **Avaliação dos Programas de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho de uma Empresa Privada de Coleta de Lixo Domiciliar.** 2006. 77f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó, 2006.

SIMÕES, Daniel. **PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** 2017. Disponível em: <<http://www.engemed.med.br/2017/02/07/ppra-programa-de-prevencao-de-riscos-ambientais>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

TUFFI, Messias Saliba. **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional.** São Paulo: LTR Editora Ltda., 2011.

\_\_\_\_\_. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA.** 3.ed. São Paulo: Editora LTR, 2016.

## CAPÍTULO 02

### CONTROLE DE APLICAÇÕES DE INSUMOS NA PLANTAÇÃO DE TABACO POR MEIO DE TECNOLOGIA *MOBILE*

Catia Berti da Silva

Johnny Pereira

Luana Furlan Orbem

Glaucea Warmeling Duarte

Ricardo Alexandre Vargas Barbosa

Janaina Veronezi Alberton

Nacim Miguel Francisco Junior

**Resumo:** A agricultura é composta por uma gama de cultivos, dos mais variados tipos de produtos, os quais necessitam de técnicas para sua produção, incluindo o manejo correto do solo. Dentre os tipos de cultivo, este trabalho trabalhou o tabaco. É importante esclarecer que a análise do solo é uma técnica muito utilizada e de muita relevância para os agricultores, pois é com seu resultado que se pode determinar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, o pH e a matéria orgânica. Entretanto, a agricultura ainda é uma área carente em sistemas que tragam estes resultados e as análises acima mencionadas. Diante disto, foi desenvolvido um protótipo que auxiliará no controle de nutrientes, facilitando a dosagem de fertilizantes nas plantações. Este trará de forma sistematizada o cálculo do nitrogênio, fósforo, potássio e calagem, além de outras informações relevantes para o plantio.

**Palavras-chave:** Agricultura. Tecnologia. Fumicultura.

#### Introdução

A agricultura está presente na vida de todos, com sua produção, na maioria das vezes, em propriedades de pequeno e médio porte, facilitando o controle de gastos com trabalho terceirizados e utilização de matéria prima (SPINILLO, 2016). Sua principal base é o solo, que necessita de extrema preservação. Entretanto, para que isto aconteça, o agricultor precisa conhecer o solo que está utilizando, para que faça uso apenas dos recursos necessários (PONTES, 2016).

Como de costume, os agricultores utilizam a mesma quantidade de insumos todos os anos, mesmo sem saber se o solo necessita da quantidade que está sendo aplicada. Para que haja este controle de insumos, o agricultor deve ter conhecimentos

sobre o solo, como por exemplo, plantios anteriores e produtos já utilizados. Como uma das formas de verificar as condições de fertilidade e insumos do solo, são realizadas as análises de solo, que podem ser feitas várias vezes em um ano. Estas análises podem ser utilizadas para a correção necessária de nutrientes, não havendo desperdício de insumos (BARROS, 2017).

Atualmente, a tecnologia está sendo incluída no processo de plantio como forma de auxílio no controle da utilização de materiais necessários para realização da lavoura. Dentre as mais variadas plataformas, a tecnologia *mobile* é uma opção a ser utilizada pelos agricultores, pois não necessita de nenhuma conexão de internet, podendo assim ser utilizada em quaisquer lugares. A tecnologia *mobile* vem para facilitar o controle dos insumos nas plantações, auxiliar no monitoramento, nas previsões climáticas e no planejamento, diminuindo assim os gastos desnecessários (ROMANI; MAGALHÃES; EVANGELISTA, 2015).

O protótipo utiliza o sistema operacional Android, tecnologia que necessita de um banco de dados para armazenar as informações sobre as plantações. Sendo assim, em conjunto com a *mobile*, utilizou-se o Firebase, que é uma plataforma utilizada para desenvolvimento de aplicativos *web* e *mobile*, não relacional localizado na nuvem, além de realizar autenticação de usuários, armazenamento, banco de dados, hospedagem, entre outros (FERREIRA, 2017).

Diante deste cenário, o presente trabalho tem o objetivo de desenvolver um protótipo para dosagem de nutrientes em plantações de tabaco. A operação deste protótipo se baseará em etapas como cadastrar os resultados químicos de análise do solo, estabelecer parâmetros adequados de nutrientes para cultura de tabaco, e realizar a dosagem de nutrientes a serem utilizados.

## **Agricultura Familiar**

Considerada como uma das mais importantes atividades econômicas do mundo, a agricultura familiar é responsável por uma das maiores produções de alimentos. No Brasil, 70% dos alimentos são cultivados pelos pequenos e médios agricultores, representando uma média de 74% de mão de obra no campo. Este ramo tem evoluído significativamente nos últimos anos, com o estímulo a investimentos em maquinários, equipamentos e novas tecnologias, a agricultura vai se tornando cada vez mais lucrativa e segura, com menos esforços físicos e mais produtividade (SPINILLO, 2016).

A diversificação da agricultura é uma das estratégias adotadas por alguns produtores para diminuir os riscos de apostar em apenas uma renda anual, gerando uma maior segurança quanto às oscilações das atividades no mercado. Semear cultivos intercalados, de milho e feijões, por exemplo, fazem com que o agricultor aproveite o espaço de tempo entre uma lavoura e outra, aproveitando o terreno com outras plantações, e evitando a perda recursos em vez de lucrar com novos plantios (SIMONETTI et. al, 2011).

## **Solo**

A agricultura possui como principal base a utilização do solo, que é um componente importante do ecossistema, e por tais motivos é imprescindível a preservação desse recurso. Para que aconteça essa isso, é importante que o agricultor conheça a qualidade do solo que está utilizando, e assim possa empregar estratégias para a recuperação de áreas degradadas por plantios anteriores. Com a recuperação dos solos degradados, o próximo plantio receberá uma porcentagem positiva de nutrientes (PONTES, 2016).

As técnicas de exploração do solo são ligadas diretamente ao sistema ecológico do local de cultivo, os quais conduzem impactos na paisagem rural e na biodiversidade ao realizar o mau uso do solo, danificando assim a sua bioestrutura (PONTES, 2016).

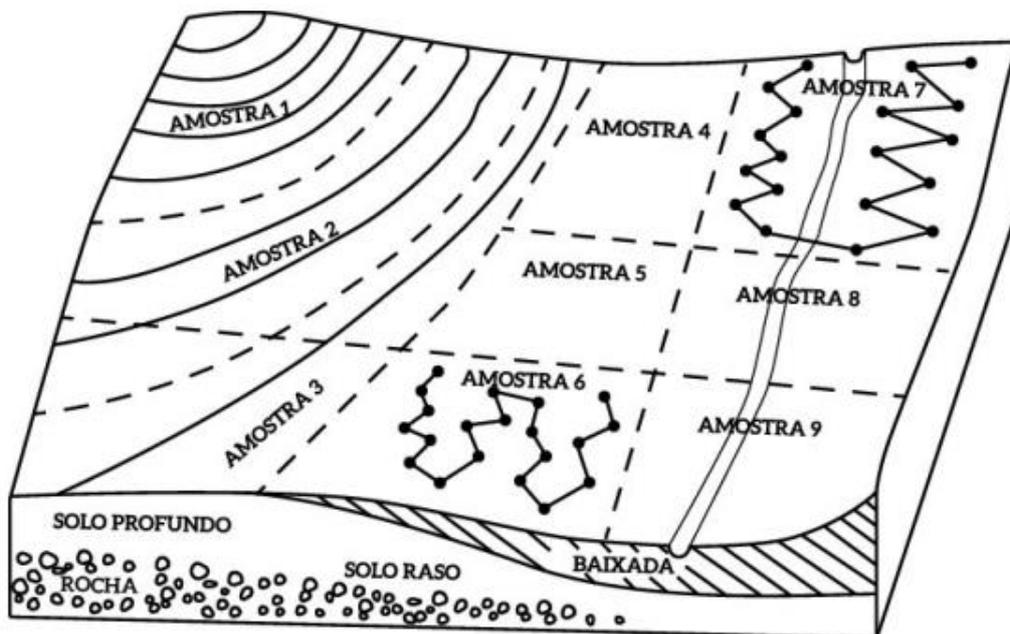
## **Análise do solo**

Segundo Barros (2017), análise do solo é utilizada para diagnosticar as condições de fertilidade e para receber orientações corretas sobre os nutrientes necessários para a terra, não desperdiçando os insumos e demonstrando para o agricultor uma forma de controlar seus gastos. Contudo, estas análises devem ser realizadas por profissionais especializados, como engenheiros agrônomos, para que as orientações em relação à adubação, correção do cálcio e acidez do solo sejam assertivas e repassadas corretamente.

Barros (2017) também afirma que análises de solo podem ser realizadas em qualquer período do ano, mas é de extrema importância que seja feito três meses antes do início de qualquer plantio, com a finalidade de ter um período suficiente para recuperação do solo.

Para realizar esta análise é necessário recolher algumas amostras de solo, essas devem ser recolhidas de lugares estratégicos, como áreas de aplicação de fertilizantes, e nos locais onde funcionam os sistemas de produção. Há a verificação também da textura, coloração, relevo, matéria orgânica, manejo, nutrientes, cobertura vegetal e produtividade. Na Figura 1, pode-se observar a representação da esquematização de lugares para recolher análises de solo (TORRES, 2015).

**Figura 1** - Representação esquemática de divisão de uma propriedade em glebas ou talhões a serem amostrados.



Fonte: Agrimonte (2015).

Análises dos nutrientes do solo são importantes para controlar o valor de nutrientes e componentes químicos do solo, assim podendo controlar a quantidade a ser aplicada. Com a quantidade correta de nutrientes, há a tendência de boas plantações com aumento de produtividade (TORRES, 2015).

O protótipo que se está apresentando auxiliará no controle desses nutrientes, e após a análise do solo estar implementada no sistema, o mesmo irá receber informações de quais nutrientes o agricultor está incluindo e finalmente calcular a dosagem correta de cada um deles, conforme Tabela 2.

**Tabela 2** - Guia prático de campo para interpretação de análises de solos

GUIA PARA INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISES DE SOLOS						
TEORES NO SOLO						
	M. baixo	Baixo	Médio	Bom	M. bom	
	.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....					
Cálcio trocável [Ca <sup>+2</sup> ] <sup>1</sup>	≤ 0,4	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00	
Magnésio trocável [Mg <sup>+2</sup> ] <sup>1</sup>	≤ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	> 1,50	
Potássio trocável [K <sup>+</sup> ] <sup>2</sup>	≤ 0,06	0,07 - 0,12	0,13 - 0,20	0,21 - 0,26	> 0,26	
Soma de bases (SB)	≤ 0,60	0,61 - 1,80	1,81 - 3,60	3,61 - 6,00	> 6,00	
CTC efetiva (t)	≤ 0,80	0,81 - 2,30	2,31 - 4,60	4,61 - 8,00	> 8,00	
CTC total pH 7,0 (T)	≤ 1,60	1,61 - 4,30	4,31 - 8,60	8,61 - 15,00	> 15,00	
Matéria orgânica [dag kg <sup>-1</sup> ]	≤ 7,0	8,0 - 15,0	16,0 - 20,0	21,0 - 30,0	> 30,0	
	M. baixo	Baixo	Médio	Alto	M. alto	
Acidez trocável [Al <sup>+3</sup> ] <sup>1</sup>	≤ 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 1,00	1,01 - 2,00	> 2,00	
Acidez potencial (H+Al) <sup>3</sup>	≤ 1,00	1,01 - 2,50	2,51 - 5,00	5,01 - 9,00	> 9,00	
	.....mg dm <sup>-3</sup> .....					
Potássio trocável [K <sup>+</sup> ] <sup>2</sup>	≤ 25	26 - 50	51 - 80	81 - 100	> 100	
Enxofre [SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ] <sup>4</sup>	≤ 2	2 - 4	5 - 10	11 - 12	> 12	

Fonte: Torres (2015).

### **Mobile**

Com a evolução da tecnologia, os smartphones e tablets, por exemplo, passaram a ser essenciais no nosso dia a dia, e um dos grandes fatores que influenciam a utilização do mesmo é a mobilidade que eles possuem e a facilidade de conectividade com internet em quase todos os lugares (LIRA et. al., 2017).

A tecnologia *mobile* possui diversos pontos positivos na agricultura, como o acesso às informações atualizadas como monitoramento e previsões climáticas, possibilitando a antecipação de ações, diminuindo assim os investimentos e esforços desnecessários (ROMANI; MAGALHÃES; EVANGELISTA, 2015).

Atualmente existem muitos fabricantes de dispositivos móveis, cada um possui suas particularidades. No *mobile* a qualidade e eficiência na entrega se torna possível pelo fato de ser um ambiente completamente programático, se tornando assim o oposto da *web*, possuindo a capacidade de detalhar os dados capturados como geolocalização ou até mesmo hábitos humanos (PARDO, 2017).

A mobilidade está ligada a tecnologia Android, que são aplicações que executam em celulares, tablets e outros, sincronizando todas as informações, podendo ser utilizados para pagar contas, realizar compras, possibilitando a facilidade de realizar essas atividades do dia a dia (LECHETA, 2013).

A aplicação Android basicamente fornece telas para a interação do usuário e do sistema, composta por linhas de códigos, que podem ser instanciadas por meio de aplicações pelo próprio sistema operacional Android (FONSECA; BEDER, 2015).

A plataforma Android é móvel e composta por uma variedade de programas, que são alimentados com informações imprescindíveis. Para armazenar todos esses dados existem os bancos de dados, que são um conjunto de informações que podem ser acessadas, gerenciadas e atualizadas com facilidade. São estruturas de dados que organizam e protegem os dados, tornando mais fácil a pesquisa e o armazenamento das informações (PARDO, 2017).

A partir disso, como banco de dados utilizou-se o firebase, o qual possui uma variedade de guias e informações que auxiliam no desenvolvimento, como por exemplo, o guia de autenticação, disponibilizando uma variedade de métodos que facilitam a autenticação, como login por e-mail e senha, ou utilizando o banco de dados do Facebook ou Gmail (FERREIRA, 2017).

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente trabalho foi desenvolvido em uma propriedade rural familiar, localizada no interior do município de Urussanga – SC, tendo como foco a agricultura familiar e o processo de tratamento de solo para plantio de tabaco.

Em relação à natureza da pesquisa, classifica-se como aplicada, devido ao desenvolvimento de um protótipo que auxilia o agricultor nas aplicações dos insumos nas plantações, racionando a utilização dos mesmos e assim, diminuindo os gastos. Pesquisas aplicadas, conforme Demo (2001) envolve aplicação prática, e teórica, conhecimentos, técnicas com algum propósito específico.

Sobre a abordagem este trabalho se destaca como uma pesquisa qualitativa e quantitativa, pois como explica Marconi e Lakatos (2007), foram utilizados alguns dados referentes aos solos e fertilizantes, e alguns se apresentaram como dados numéricos. O trabalho resulta então em diversas informações numéricas para o uso do agricultor.

No que se refere aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, uma vez que, Rampazzo (2005) explica que é um tipo de estudo que busca recolher informações sem meios muito complexos. Neste caso, os problemas vivenciados pelos agricultores são agrupados, buscando compreender e auxiliar nas práticas de plantios de fumicultura, aproximando cada vez mais a agricultura da tecnologia.

Segundo Gil (2008) o procedimento utilizado pode ser classificado como estudo de caso, pelo fato de a pesquisa ter sido realizada na propriedade de um agricultor

que atualmente realiza o cultivo da fumicultura. O acompanhamento foi realizado no período de 01/08/2018 até 01/11/2018, na propriedade localizada no município de Urussanga – SC.

No início da pesquisa, o foco foi a agricultura, sendo analisado especificamente as plantações de fumicultura. Verificou-se que é um dos plantios que tem uma renda mais alta no final da safra, porém também possui um custo alto em relação aos insumos utilizados para a preparação do solo antes do plantio.

A análise do solo é necessária para que o agricultor possua na mão os dados do solo, e assim informe cada um deles em sequência, para chegar à dosagem necessária de cada nutriente.

Para que estes valores saiam corretamente utilizamos o manual de adubação e de calagem 2016. Neste possuímos os valores dos principais nutrientes para a plantação de fumo, como percentual de nitrogênio (N), fosforo (P), e potássio (K), além da calagem.

Para alimentar o sistema, o agricultor irá selecionar cada um dos nutrientes que gostaria de calcular, e o protótipo apresentará a quantidade de nutrientes necessária, sem desperdiçar produtos.

Para desenvolver este projeto utilizamos o ambiente de desenvolvimento Android estúdio, que é utilizado para desenvolver aplicativos para plataforma Android, e como forma de facilitar o manuseio, foi optado por aplicativos móveis, que podem ser utilizados em qualquer lugar. O banco de dados utilizado foi o firebase por sincronizar informações em tempo real com os usuários (FERREIRA, 2017).

## **Resultados e Discussões**

Após presenciar plantações de tabaco e a utilização de insumos, foi identificada a falta de tecnologia para auxiliar o controle dos nutrientes incluídos no solo. Atualmente existem as análises de solo, que são utilizadas para verificar a quantidade de cada nutriente, e a partir disso os agrônomos realizam o cálculo da quantidade de nutrientes faltantes no solo.

Como forma de auxiliar os agricultores no controle destes insumos nas plantações, foi desenvolvido um protótipo que auxiliará o agricultor a verificar a quantidade de nutrientes que precisam ser inclusos no solo.

Para desenvolver este protótipo foi utilizado um dispositivo Android. O dispositivo escolhido foi um Samsung Gt-I9082L com resolução 480x800 conforme

pode ser visto na Figura 2, pois, o mesmo possui recursos necessários para o funcionamento adequado do projeto.

**Figura 2** - Tela de *login*.



Fonte: Autores (2018).

O protótipo tem início a partir de uma tela de Login, conforme demonstrado na Figura 2. O login é realizado com um usuário cadastrado, ou através do Facebook.

Já a Figura 3 contém o menu com as opções disponíveis do protótipo, cada um dos menus traz uma determinada informação, ou cálculo relativo de cada um dos nutrientes do solo, sendo eles nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e calagem.

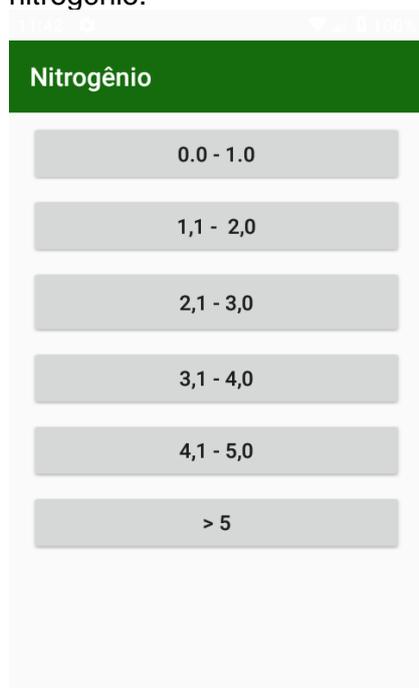
**Figura 3** - Menu de opções.



Fonte: Autores (2018).

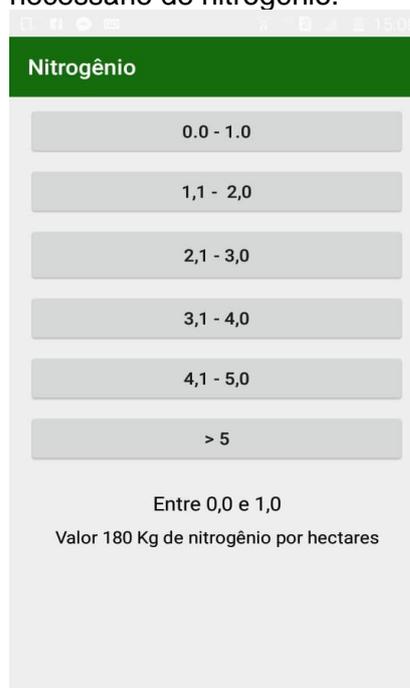
Após selecionar a opção de cálculo que você deseja no menu da Figura 3, abrirá a tela onde você irá verificar a quantidade de nutrientes da análise do solo, e selecionará o número que se aproxima do valor. Como apresentado nas Figuras 4 e 5, o valor de nitrogênio necessária para o solo irá aparecer no rodapé da tela.

**Figura 4** - Tela sequente ao menu nitrogênio.



Fonte: Autores (2018).

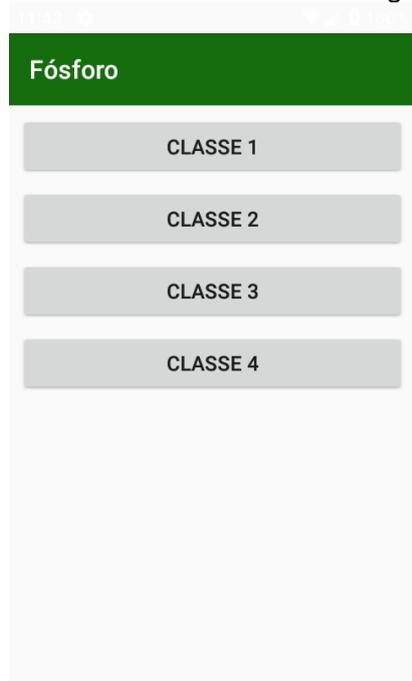
**Figura 5** - Tela com resultado do valor necessário de nitrogênio.



Fonte: Autores (2018).

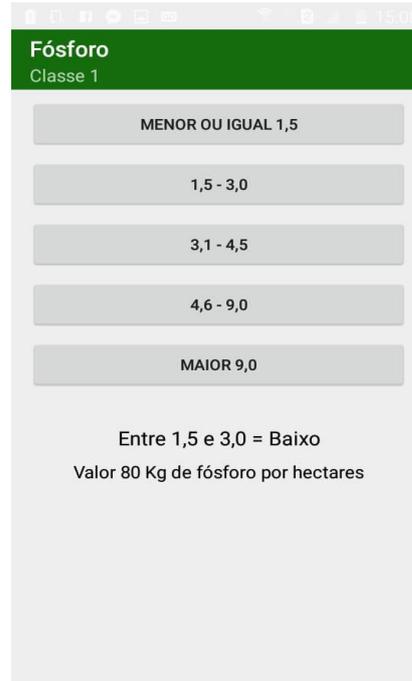
A Figura 6 apresenta a tela quando escolhido o nutriente fósforo no menu inicial, mostrando como opções de escolha as classes de teor de argila, a qual está descrita na análise do solo. Após selecionar a classe desejada, o usuário irá informar em qual dos valores a análise se encaixa, e posteriormente apresentando o valor necessário de fósforo para o solo (Figura 7).

**Figura 6** - Tela sequente ao menu fósforo, com as classes de teor de argila



Fonte: Autores (2018).

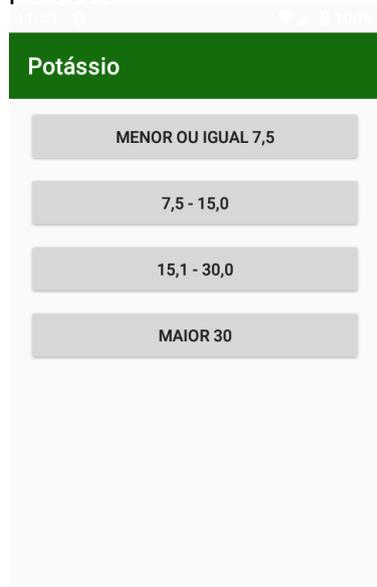
**Figura 7** - Tela com resultado do valor necessário de fósforo.



Fonte: Autores (2018).

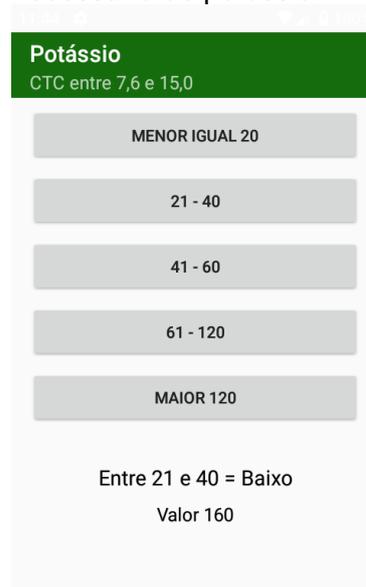
Na Figura 8 é selecionado o valor de potássio que consta na análise do solo. Nesta tela será selecionado a faixa de valores contida na análise do solo, resultando na tela com o valor necessário de potássio que precisa ser incluído no solo, conforme Figura 9.

**Figura 8** - Tela sequente ao menu potássio.



Fonte: Autores (2018).

**Figura 9** - Tela com resultado do valor necessário de potássio.



Fonte: Autores (2018).

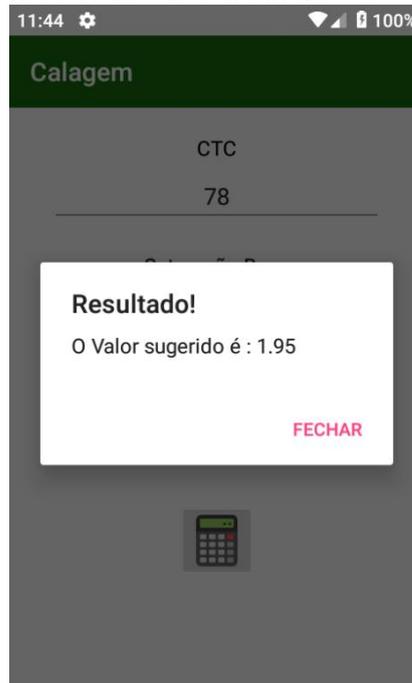
Na tela da Figura 10 é incluso o valor necessário de CTC (Capacidade de Troca de Cátions), saturação de base, e PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total). Esses valores estão disponíveis na análise do solo, ou são valores fixos. Já na tela da Figura 11 será demonstrado o valor sugerido de calcário para o solo.

**Figura 10** - Tela sequente ao menu calagem.



Fonte: Autores (2018).

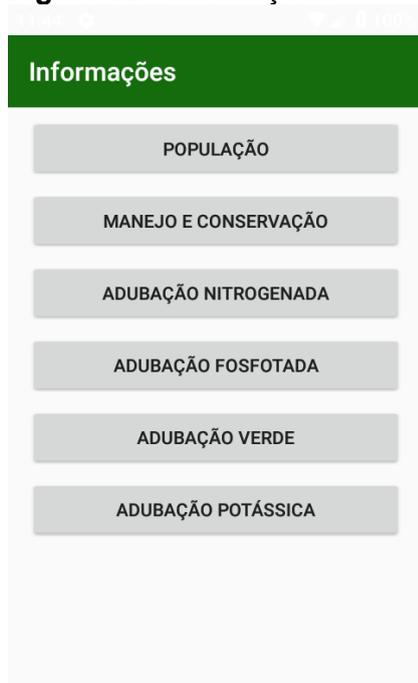
**Figura 11** - Tela com resultado do valor necessário de calcário.



Fonte: Autores (2018).

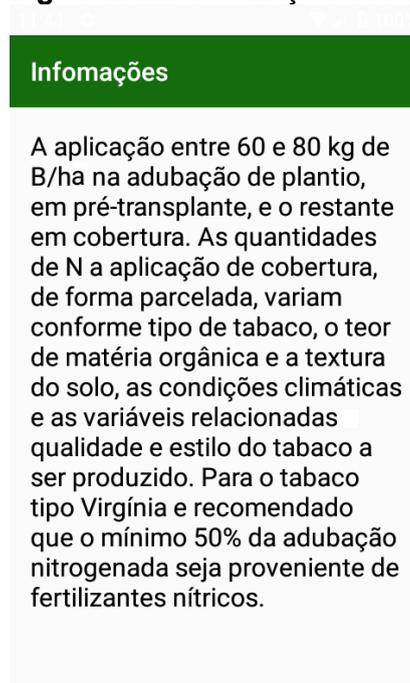
A Figura 12 apresenta a tela subsequente ao menu informações, a qual possui como opções de escolha recomendações sobre o tipo de fumo Virgínia, manejo e conservação do solo, informações importantes sobre adubação nitrogenada, fosfatada, verde ou potássica. A Figura 13 demonstra como as informações são apresentadas na tela para o produtor.

**Figura 12** - Informações.



Fonte: Autores (2018).

**Figura 13** - Visualização informações.



Fonte: Autores (2018).

### Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise da necessidade dos produtores rurais, em especial aos que cultivam o plantio de fumo, de criar um mecanismo para melhorar a apuração dos resultados de uma análise do solo e assim, otimizar o uso dos insumos. Além disso, a pesquisa de campo foi importante para obtenção dos dados que foram utilizados como parâmetros no programa desenvolvido.

Dada a importância do assunto, se fez necessário que o protótipo fosse de fácil manuseio, considerando que, em alguns casos, serão utilizados por pessoas que não possuem muito conhecimento em informática e/ou tecnologia.

Portanto, sabendo o valor que possui a agricultura, é preciso que cada vez mais sejam pensadas e desenvolvidas tecnologias que facilitem e aumentem a produção, para que mantenham os produtores sempre motivados com suas atividades.

Os objetivos deste estudo foram atingidos e o protótipo cumpriu seu papel. Como proposta para trabalhos futuros sugere-se deixar o aplicativo mais simples e objetivo para o agricultor utilizar, desenvolvendo para outros cultivos, possuindo assim o cálculo respectivo para as plantações, com as quantidades de nutrientes necessárias para o solo.

## Referências

- AGRIMONTE. **Coleta de solos**. 2015. Disponível em: <[www.laboratorioagrimonte.com.br/como-coletar/coleta-de-solos](http://www.laboratorioagrimonte.com.br/como-coletar/coleta-de-solos)>. Acesso em: 08 abr. 2019.
- BARROS, Carolina. **Análise de solo: saiba onde e como diagnosticar a fertilidade da sua terra**. 2017. Disponível em: <<http://sfagro.uol.com.br/laboratorio-analise-solo/>>. Acesso em: 07 ago. 2017.
- DEMO, Pedro. **Pesquisa e informação qualitativa**. São Paulo: Papyrus, 2001. 135 p. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=BpPGYV28\\_X0C&pg=PA125&dq=metodologia+cientifica+qualitativa&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjX352K3\\_DdAhUJEZAKHb-UC\\_EQ6AEIKDAA#v=onepage&q=metodologia%20cientifica%20qualitativa&f=false](https://books.google.com.br/books?id=BpPGYV28_X0C&pg=PA125&dq=metodologia+cientifica+qualitativa&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjX352K3_DdAhUJEZAKHb-UC_EQ6AEIKDAA#v=onepage&q=metodologia%20cientifica%20qualitativa&f=false)>. Acesso em: 05 out. 2018.
- FERREIRA, Mateus de Oliveira. **Desenvolvimento de um aplicativo de geolocalização de pessoas para prática de idiomas**. 2017. Disponível em: <[https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3994/TCC\\_Mateus\\_Ferreira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3994/TCC_Mateus_Ferreira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 23 ago. 2018.
- FONSECA, Marcos Roberto Da; BEDER, Delano Medeiros. Aplicativos Android: desenvolvimento nativo x uso de ferramentas baseadas em padrões *web*. **Tecnologias, infraestruturas e software**, São Carlos, v. 4, n. 1, p. 78-87, jan./abr. 2015.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LECHETA, Ricardo R.. **Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android Sdk - Ricardo R. Lecheta**. 3. ed. São Paulo: Notatec, 2013.
- LIRA, Adriano et. al. **Projeto de interface gráfica para o aplicativo *mobile*: isaf - interação social de acadêmicos fametro**. 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/ADM/Downloads/213-631-1-PB.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2007. 312 p.
- PARDO, Alberto. **O amadurecimento no uso de dados no *mobile***. 2017. Disponível em: <<http://www.mobiletime.com.br/12/07/2017/o-amadurecimento-no-uso-de-dados-no-mobile/473224/news.aspx>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- PONTES, Nadja Cristina. **Qualidade do solo e percepção socioambiental de produtores e agentes rurais no cultivo de fumo em pilões/rn**. 2016. Disponível em: <[http://bdtd.ufersa.edu.br/bitstream/tede/638/1/NadjaCP\\_DISSERT.pdf](http://bdtd.ufersa.edu.br/bitstream/tede/638/1/NadjaCP_DISSERT.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2017.

RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

ROGERS, Rick; LOMBARDO, John; MEDNIEKS, Zigurd, MEIKE; Blake.  
**Desenvolvimento de aplicações Android: programação com o SDK do Google**.  
Tradução Lia Gabriele Regius. São Paulo: Novatec Editora, 2009.

ROMANI, Luciana A. S.; MAGALHAES, Gabriel B.; EVANGELISTA, Silvio R.  
M. **Desenvolvimento de aplicativos moveis em agricultura: Agritempo mobile**. 2015. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131871/1/17-luciana-alvim-santos-romani-156.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2017.

SIMONETTI, D. et al. Os processos de diversificação da agricultura familiar: uma revisão literária. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 6, n. 1, jan. 2011.

SPINILLO, Luana. **Quase 70% dos alimentos consumidos no Brasil provém da agricultura familiar**. 2016. Disponível em: <<http://www.pt.org.br/quase-70-dos-alimentos-consumidos-no-brasil-provem-da-agricultura-familiar/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

TORRES, Guilherme. **A importância da amostragem e análise do solo**, 2015. Disponível em: <[http://www.roundupreadyplus.com.br/2018/wp-content/themes/rrplus/assets/boletins/boas\\_praticas\\_01.pdf](http://www.roundupreadyplus.com.br/2018/wp-content/themes/rrplus/assets/boletins/boas_praticas_01.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2019.

## CAPÍTULO 03

### SOFTWARE PARA DESENHO E CÁLCULO DA ÁREA DE REVESTIMENTO

**Giovane Loch Boeing**

**Mauricio Wanderlind**

**Ismael Mazzuco**

**Glauceia Warmeling Duarte**

**Max Roberto Pereira**

**Nacim Miguel Francisco Junior**

**Resumo:** O desenho técnico manual exige habilidade e destreza do profissional que o executa. Também dificulta correções e alterações e necessita de arquivos físicos para armazenamento. Uma empresa de marmoraria da região sul de Santa Catarina utiliza este método para elaboração de desenhos de áreas que receberão revestimento. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um aplicativo para a plataforma Android. O aplicativo deve desenhar formas geométricas e calcular áreas que serão revestidas com materiais de revestimento. Os resultados demonstram que o software desenvolvido atende as necessidades da empresa. Com ele é possível desenhar com mais precisão, deixando uma imagem mais limpa do produto. Possui um cálculo mais preciso, pois é realizado com as medidas informadas diretamente no desenho. É possível salvar a imagem dos desenhos no dispositivo, na nuvem ou imprimir em alguma impressora em rede, facilitando o compartilhamento dos desenhos com todas as pessoas envolvidas para fabricação do produto.

**Palavras-chave:** Android. Java. Cálculo. Revestimento. Desenho.

#### **Introdução**

Revestimentos são camadas de regularização de paredes, tetos e pisos construídas na construção civil. Essas camadas protegem as alvenarias contra a chuva e umidade, além de dar acabamento estético aos ambientes que a compõe. Existem grandes variedades de materiais que podem ser utilizados. Os mais econômicos são argamassas lisas com ou sem pintura, gesso e texturas. Mas há também revestimentos mais nobres como materiais cerâmicos, pastilhas, granitos e mármore (BORGES, 2009).

Granitos e mármore são principalmente utilizados para acabamentos de superfícies como pisos e fachadas (FRASCÁ, 2001). Porém, também são utilizados como soleiras, bancadas de banheiro e cozinha, peitoris e tampos de mesas (ARAUJO

et al. 2017). São bastante utilizadas em obras de construção civil de alto padrão pois possuem grande variedade de cores possibilitando variadas opções de acabamento (BORGES, 2009).

As marmorarias são responsáveis por adquirir a matéria-prima, realizar trabalhos de beneficiamento transformando-a em produto com alto valor agregado. O produto final deve atender as características que o consumidor final deseja. Tais exigências são dimensões e acabamento final (ARAUJO et al. 2017). Uma etapa anterior ao processo produtivo dos revestimentos é a obtenção de dados como área a ser revestida e suas dimensões. Para a organização destes dados pode-se utilizar o desenho técnico.

Segundo Ribeiro e Papazoglou, (2008) o desenho tem a finalidade de representar formas e idéias graficamente, podendo ser executado a mão livre, com instrumentos, ou por meio de programas computacionais adequados, com a observância de certas normas. O desenho técnico é uma linguagem gráfica completa utilizada para construção de máquinas, estruturas, eletrônicos, etc. Através dele pode-se descrever minuciosamente cada detalhe de projetos e guardar um registro completo do mesmo, para reprodução ou reparos.

Atualmente, algumas empresas da região sul de Santa Catarina realizam desenhos manualmente. Este método de desenho exige habilidade e destreza do profissional para utilização dos instrumentos manuais necessários. Estes instrumentos exigem técnicas específicas como concentração, qualidade do traço, ajustes de esquadros, limpeza de equipamentos, etc. O método dificulta a realização de correções ou alterações. Outra desvantagem é o armazenamento realizado em arquivos físicos como tubos, caixas e microfimes (MOTA, 2006).

No desenvolvimento deste artigo, buscou-se identificar como é realizado a captura de informações para elaboração de desenhos dos produtos. Portanto, uma empresa do ramo de marmorarias na região sul de Santa Catarina foi consultada. Foi constatado que todos os desenhos eram feitos com caneta e papel. O método possibilita fácil rasura dos desenhos e difícil compartilhamento entre todas as partes envolvidas no desenvolvimento do projeto. Com isto surgiu a seguinte questão de pesquisa: Como automatizar o processo do desenho, ter mais segurança quanto a rasura e calcular a área total a ser revestida?

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um aplicativo para a plataforma Android. O aplicativo deve permitir o desenho de formas geométricas de áreas que serão revestidas com madeira, cerâmica, mármore, vidro, entre outros. Possibilita que outras empresas, independentemente do tipo de revestimento possam utilizá-lo. Após a conclusão do desenho, o *software* irá calcular a área total de revestimento. Pretende-se também possibilitar o armazenamento dos desenhos em bancos de dados na nuvem. Facilitando futuras integrações com outros *softwares* de gestão já existente no mercado.

### **Softwares para desenvolvimento e compartilhamento de desenhos**

Atualmente no mercado existem *softwares* semelhantes ao proposto nesta pesquisa. Estes *softwares* possuem alguns prós e contras. O aplicativo PadCad desenvolvido pela empresa PlugWork, tem um foco maior no desenho de plantas de casa. É compatível apenas com *iPad* e está disponível na *AppStore* pelo valor de R\$14,99. O popular *software* para *Desktop AutoCad* possui a versão mobile AutoCad360. Este aplicativo é um dos mais completos no mercado, porém pode ser adquirido apenas pelo modelo de mensalidades, custando algo em torno de R\$25,35 ao mês na versão *premium*, e R\$50,70 na versão *ultimate*.

Para a resolução de problemas como o cálculo de áreas é necessário a utilização de técnicas matemáticas. O cálculo numérico torna possível a resolução de problemas matemáticos por meio de operações aritméticas. Respostas numéricas são obtidas com o desenvolvimento de uma sequência de operações aritméticas. Obter respostas numéricas com o uso de computadores envolve escrever o método numérico como programa de computador (LIRA; FERNANDES, 2016).

Para a criação de um *software* é necessário utilizar uma linguagem de programação. A linguagem de programação e plataforma computacional Java é um exemplo popular que está presente em mais de 3 bilhões de aparelhos celulares, e em cerca de 97% dos Desktops Corporativos em todo o mundo (JAVA, 2017). Segundo Jandl (2015) as principais características desta plataforma são: linguagem orientada a objetos com encapsulamento, hereditariedade e abstração; independe do sistema operacional, pois o Java é executado em Bytecodes; não possui ponteiros, não permitindo a manipulação direta nos endereços de memória RAM e nem exige que os objetos criados sejam destruídos; permite a utilização de *threads*, a execução

concorrente de múltiplas rotinas, sendo possível a construção de aplicações sofisticadas com um melhor desempenho.

Linguagens de programação não são limitadas a um método. Outro que pode ser citado é o PHP. Trata-se de uma linguagem de programação *open source* de uso geral, adequada para o desenvolvimento web e que pode ser embutida dentro do HTML. As páginas PHP contêm HTML em código mesclado. O código PHP é delimitado pelas instruções de processamento (tags) de início e fim `<?php` e `?>` que permitem que você entre e saia do "modo PHP". Esta linguagem tem sua execução no servidor, gerando o HTML que é enviado para o navegador. O navegador recebe apenas os resultados da execução do script, sem saber qual é o código fonte (PHP, 2018).

Para a realização do gerenciamento dos recursos do sistema são utilizados sistemas operacionais. O Android é um sistema operacional desenvolvido pelo Google voltado para dispositivos móveis, baseado no Kernel do Linux. É responsável por gerenciar a memória, processos, threads, segurança dos arquivos e pastas, além da rede e os drivers (DEITEL, 2016). Toda a segurança do Android é baseada na segurança do Linux. Toda aplicação executa um único processo, que deste processo tem uma *thread* dedicada. Cada aplicação que é instalada no celular cria um novo usuário no sistema operacional para acessar a estrutura dos diretórios, onde nenhum usuário consegue acessar outra aplicação (LECHETA, 2015).

A Zuriarrain (2017) mostra o crescimento do percentual de usuários do sistema operacional *Android*. A Figura 1 mostra que em março de 2017 o *Android* atingiu 37,93% de usuários. Ultrapassou a plataforma da *Microsoft* (37,91%) que manteve declínio nos 6 anos analisados. Segundo Lecheta (2016), o sucesso do *Android* se deve a força do grupo de desenvolvimento do *Android*, chamado de *Open Handset Alliance* – OHA. Grupo composto em grande parte pela empresa *Google* e empresas como *Samsung*, *Intel*, *Dell*, *Asus*, *LG*, entre outras. O *Android* está disponível para *Smartphones* e diversas plataformas como *tablets*, TV (*Android TV*), relógios (*Android Wear*), carros (*Android Auto*) (ANDROID, 2017).

Figura 1 – Evolução percentual de usuários de sistemas operacionais.



Fonte: Zuriarrain (2017).

Para o desenvolvimento de softwares é necessário a utilização do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Environment - IDE*). O *Android Studio* (baseado no *IntelliJ IDEA da JetBrains*) é a IDE Oficial de desenvolvimento para *Android* desde 2013. É voltada para o desenvolvimento de aplicações para os seus sistemas operacionais, principalmente o *Android*. A IDE apresenta um grande diferencial comparada ao Eclipse, seu antecessor. No eclipse, cada projeto era compilado do jeito padrão para todos os projetos em Java dentro da IDE. Mas no *Android Studio* a compilação é feita pelo *Gradle*, que é um sistema de *builds* (LECHETA, 2016). O “*Gradle* combina o poder e a flexibilidade do *Ant* com o gerenciamento de dependências e convenções do *Maven*, em uma maneira mais eficaz” (GRADLE, 2018).

Para armazenamento de dados é necessário um servidor de banco de dados. MySQL é um servidor de banco de dados relacional desenvolvido pela MySQLAB, ele possui uma licença dupla, onde uma delas é de código livre. Foi projetado inicialmente para trabalhar com aplicações de pequeno e médio porte, mas hoje atende aplicações de grande porte. É reconhecido por ser um *software open source* com uma capacidade de concorrer com os *softwares* similares de código fechado, como o SQL Server da Microsoft, e o Oracle (MILANI, 2006). O *software* MySQL oferece um servidor de banco de dados SQL (*Structured Query Language*) muito rápido, *multi-threaded*, multiusuário e robusto (MYSQL, 2017).

As organizações necessitam realizar trocas de informações entre os seus sistemas, pois os processos de negócios envolvem diversas áreas que se inter-relacionam (FUGITA; HIRAMA, 2012). Com essa necessidade surgiu a tecnologia chamada *Web Services* feita pela W3C (W3C, 2002). *Web Service* é uma tecnologia para a comunicação em rede na qual utiliza o suporte básico da Web (protocolo HTTP) para a transferência de informações. Criar serviços que podem ser acessados por qualquer dispositivo conectado Internet e que utilize os padrões de comunicação da Web (COSTA, 2008). As informações são enviadas e recebidas em diversos formatos. Atualmente os mais populares são XML e JSON. (LECHETA, 2015).

Lecheta (2015) afirma que o SOAP é um protocolo de comunicação de *web services* descrito por uma WSDL - *Web Services Description Language*. No geral, SOAP é um arquivo XML que trafega entre os sistemas para realizar a comunicação entre eles. Já segundo Chappell e Jewel (2002), a especificação SOAP descreve quatro componentes principais: A formatação de convenções para encapsular dados e orientações de rota na forma de um envelope, um transporte ou protocolo obrigatoriamente, regras de codificação, e um mecanismo de RPC - (*Remote Procedure Call*).

Segundo Muehlen, Nickerson e Swenson (2005), REST (*Representational State Transfer*), é uma técnica que permite a criação de serviços orientados para a WEB, usa o protocolo HTTP para transferência de mensagens e a informação pode ser estruturada em JSON, XML ou YAML. Os métodos existentes no protocolo HTTP mais usados por esta técnica são GET e POST. Em dispositivos móveis, este método é preferível ao SOAP pois permite não só economizar tráfego da rede, como consome menos recursos e é mais eficiente. Permite uma maior flexibilidade no desenvolvimento de uma API que vai retornar o máximo de resultados dos serviços disponibilizados consumidos (ALLAMARAJU, 2010). Segundo Saudate (2013) o protocolo REST é guiado (dentre outros preceitos) pelo que seriam as boas práticas de uso de HTTP:

- Uso adequado dos métodos HTTP;
- Uso adequado de URL's;
- Uso de códigos de status padronizados para representação de sucessos ou falhas;
- Uso adequado de cabeçalhos HTTP;

- Interligações entre vários recursos diferentes.

JSON - *JavaScript Object Notation* (Notação de Objetos JavaScript), é um formato de texto muito mais leve que o XML, por isso é ideal para a troca de informação, especial em *Web Services*. Este formato de arquivo não depende exclusivamente de uma linguagem de programação, pois usa convenções familiares a muitas linguagens de programação, tais como Java, C, C#, JavaScript, Python, entre outras (JSON, 2017). JSON é um formato de texto que facilita a integração estruturada de dados entre todas as linguagens de programação. Dispõe unicamente a representação de números de uso de seres humanos: uma sequência de dígitos. JSON é sintaxe de chaves, suportes, colunas e vírgulas que são úteis em muitos contextos, perfis e aplicativos (ECMA, 2013).

### Procedimentos metodológicos

Este trabalho é de natureza de pesquisa aplicada, que segundo Gerhardt; Silveira (2009), objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais. De objetivo exploratório, que segundo Gil (2007), tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou a construir hipóteses, utilizado como procedimento um estudo de caso. Para a abordagem do problema utilizou-se o método quantitativo por conta do cálculo realizado pelo *software* para gerar a área total de revestimento.

Foi realizado um estudo de caso em uma marmoraria na região sul de Santa Catarina, no período de 05/05/2018 a 05/11/2018. O estudo de caso se caracteriza pelo “[...] estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado” (GIL, 2006, p. 72). Realizou-se uma pesquisa não estruturada em uma conversa informal realizada com um dos colaboradores da empresa. Um notebook foi utilizado para coletar as informações. Questionou-se ao colaborador quais os métodos utilizados para realização de desenhos e cálculos das áreas de revestimento.

Foi observado que os desenhos dos produtos são feitos com papel e caneta, o que pode ser facilmente rasurado e extraviado. Além disso, há maior dificuldade de compartilhamento e armazenamento dos dados referentes a determinado serviço. Então, com o intuito de facilitar a troca de informações sobre os trabalhos, e a

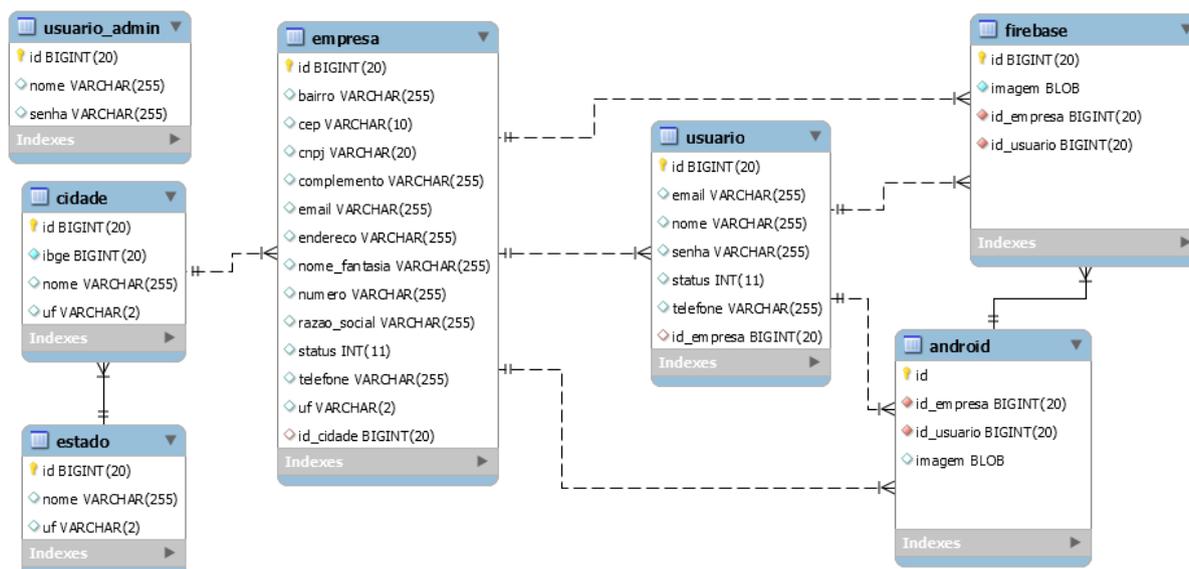
praticidade da produção dos esboços do trabalho a ser feito, iniciou-se o desenvolvimento do *software*.

Para o desenvolvimento deste *software*, foi utilizado a IDE *Android Studio*, juntamente com a linguagem de Programação Java para desenvolver o aplicativo para a plataforma *Android*. Foi utilizado o Java pois ela é uma das linguagens oficiais para desenvolvimento *Android*, juntamente com *Kotlin* e *C++*. A escolha do Java se deu por conta da sua ampla aplicação em todo o mercado mundial, o que nos dá um amplo suporte para o desenvolvimento. O banco de dados utilizado foi o *Firebase*, por ser um banco de dados em tempo real disponível na nuvem, e que armazena os dados localmente quando não há conexão com a internet.

Para o desenvolvimento da aplicação Web foi utilizando a linguagem de programação PHP, isto porque esta linguagem é livre para qualquer uso e muito difundida já no mercado, juntamente com HTML. Utilizado também as tecnologias CSS e *Bootstrap* para estilizar a tela. Utilizado o banco de dados MySQL para armazenar os dados da aplicação. Para a comunicação entre o sistema *Web* e a aplicação *Android*, foi utilizando o *WebService RESTful* para trocar informações por meio de arquivos JSON.

Abaixo, na Figura 2 é apresentado o modelo de dados utilizado para interligar o banco de dados do Sistema *Web*, a aplicação *Android* e também o banco de dados *Firebase*.

**Figura 2 – Modelo de dados.**

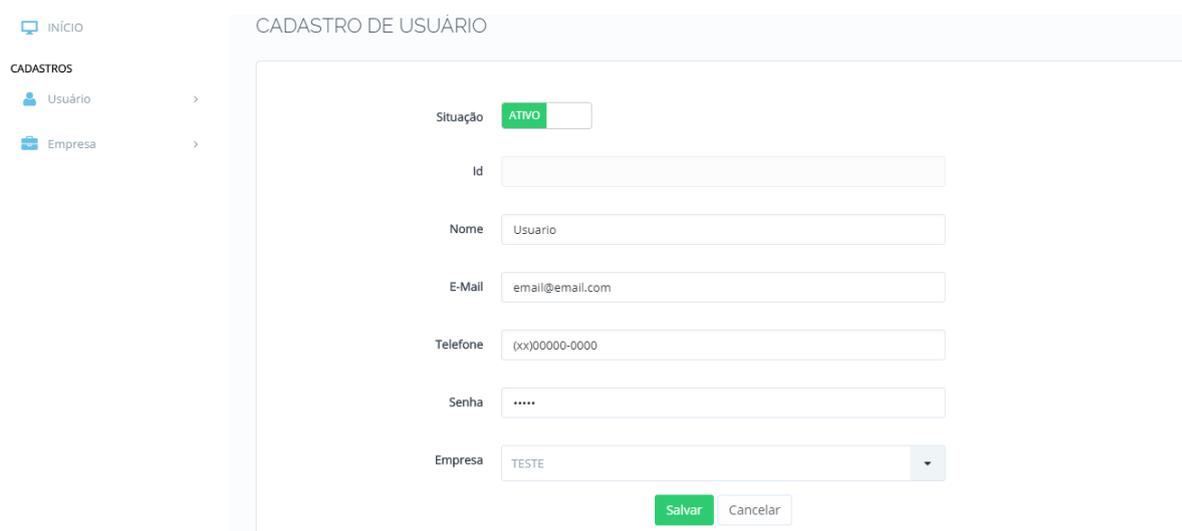


Fonte: Autores (2018).

## Resultados e discussões

A partir do estudo realizado, foi desenvolvido um sistema *Web* para realizar o cadastro das empresas e usuários que utilizarão o sistema. A Figura 3 mostra a tela de Cadastro de Usuário no sistema *Web*.

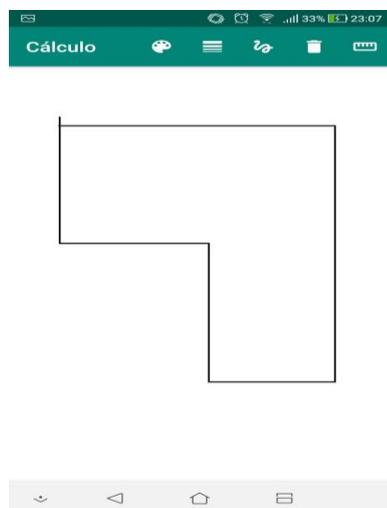
**Figura 3** – Tela de cadastro de usuário.



Fonte: Autores (2018).

Também foi desenvolvido um aplicativo para a plataforma *Android*. No aplicativo, após a autenticação do usuário, é possível fazer o desenho técnico de áreas que serão revestidas. A Figura 4 retrata a tela principal do desenho. Nela estão presente alguns botões especiais.

**Figura 4** –Tela principal de desenho.



Fonte: Autores (2018).

Com a utilização dos botões é possível alterar a cor e a espessura das linhas a serem desenhadas. Também é possível calibrar a tolerância das curvas para poder desenhar as linhas com mais perfeição. A Figura 5 demonstra a tela onde é possível alterar a espessura da linha.

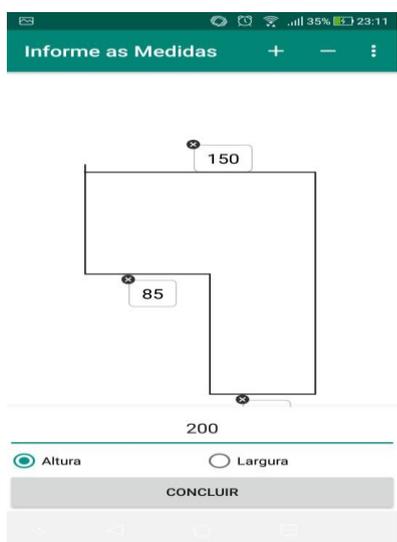
**Figura 5** – Tela onde é possível alterar a espessura da linha.



Fonte: Autores (2018).

Após o desenho, é possível informar as dimensões do desenho, conforme a Figura 6. Após a conclusão do desenho e informado todas as dimensões, o aplicativo calcula a área total, trazendo um resultado em  $m^2$ .

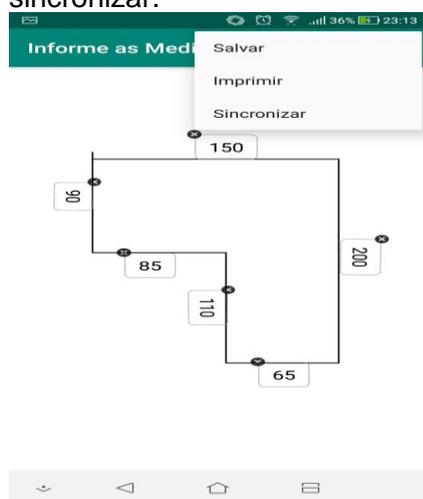
**Figura 6** – Tela onde é possível informar as medidas.



Fonte: Autores (2018).

Com a conclusão do desenho é possível salvar a imagem na galeria de fotos do dispositivo, imprimir a imagem em uma impressora na rede, ou ainda sincronizar com um banco de dados na nuvem, para armazenamento das imagens. A Figura 7 apresenta-se o desenho acabado, com todas as medidas devidamente informadas e a área total calculada. Pode-se notar também a presença dos botões especiais para salvar a imagem na galeria, imprimir em uma impressora na rede, e também o botão para sincronizar com o servidor.

**Figura 7** – Tela com o desenho já acabado, e as com os botões de salvar, imprimir e sincronizar.



Fonte: Autores (2018).

Com a utilização do sistema, espera-se uma praticidade e agilidade na hora de desenhar e calcular a área total das áreas que serão revestidas. Com o projeto salvo no dispositivo e/ou na nuvem também se espera facilitar o compartilhamento e reduzir as chances de rasuras e perdas.

### Considerações finais

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um aplicativo para a plataforma Android no qual seja possível desenhar formas geométricas de áreas que serão revestidas com algum material, seja ele madeira, mármore, vidro, entre outros. Para alcançar este objetivo, foram necessários conhecimentos nas linguagens de programação Java e PHP, e também entender como funciona o ciclo de vida de uma aplicação Android.

Durante o estudo de caso realizado na empresa, pôde-se observar como a tecnologia pode auxiliar uma empresa, e sem a necessidade de gastar muito dinheiro

para desenvolver um aplicativo que supre a necessidade, já que o software desenvolvido durante este projeto possui um baixo custo de desenvolvimento e de utilização.

No decorrer do desenvolvimento deste projeto, foram encontrados uma série de obstáculos, tais como o desenvolvimento de um *WebService* para o aplicativo se comunicar com o banco de dados dos usuários, e também no desenvolvimento da tela principal do aplicativo, onde é possível desenhar e calcular a área total do revestimento.

O software atendeu as necessidades da empresa e conseguiu resolver a questão chave desta pesquisa. Com ele é possível desenhar de uma forma mais limpa e fácil. Possui um cálculo mais seguro, pois é realizado com base nas medidas informadas diretamente na imagem. Com o software também é possível salvar as imagens no dispositivo, na nuvem ou imprimir em alguma impressora em rede. Estas possibilidades facilitam na hora de compartilhar este desenho com outras partes envolvidas no desenvolvimento do produto.

Futuramente, pode-se fazer algumas melhorias no sistema, tais como desenvolvimento de um *WebService* para a integração do aplicativo com um ERP de gestão já existente no mercado.

## Referências

ALLAMARAJU, Subbu. **RESTful Web Services Cookbook**. 1 Ed. California: O'Reilly Media, 2010. 310p.

ANDROID. A história do Android. **Android**, Califórnia, 2017. Disponível em: <[https://www.android.com/intl/en\\_in/](https://www.android.com/intl/en_in/)>. Acesso em: 26 de setembro de 2017.

ARAUJO, Andressa dos Santos et al. Estudo de Caso: Identificação e Avaliação dos Riscos Ocupacionais em Uma Marmoraria na Cidade de Marabá – PA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37, 2017, Joinville. **Anais eletrônicos...** Joinville: ABREPO, 2017.

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2009. 385 p.

CHAPPELL, David. A.; JEWELL, Tyler. **Java Web Services: Up and Running**, O'Reilly Media; 1 edition, 2002. 360p.

COSTA, Daniel Gouveia. **Java em Rede: Recursos Avançados de Programação**. 1 Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008. 324p.

DEITEL, Harvey. DEITEL, Paul J. DEITEL, Alexander. **Android 6 Para Programadores: Uma Abordagem Baseada Em Aplicativos**. 3 Ed. São Paulo: Bookman, 2016. 618p.

ECMA, International. The JSON Data Interchange Format. **ECMA**, 1 Ed. Genebra, 2013. Disponível em: <<http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/ECMA-404.pdf>>. Acesso em: 09 de outubro de 2017

FRASCÁ, Maria Heloisa Barros de Oliveira. Qualificação de Rochas Ornamentais e Para Revestimento de Edificações: Caracterização Tecnológica e Ensaio de Alterabilidade. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 2, 2001, **Anais Eletrônicos...** Salvador: SBRO, 2001.

FUGITA, Henrique Shoitji; HIRAMA, Kechi. **SOA: modelagem, análise e design**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 156 p.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007. \_\_\_\_\_ . **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GRADLE. **About**. Califórnia, 2018. Disponível em: <<https://gradle.org>>. Acesso em: 13 de setembro de 2018.

JANDL, Peter Jr. **Java: Guia do Programador**. 3 Ed. São Paulo: Novatec, 2015. 704p.

JAVA. **Java: O que é a Tecnologia Java e porque preciso dela?** Califórnia, 2017. Disponível em: <[https://www.java.com/pt\\_BR/download/faq/whatis\\_java.xml](https://www.java.com/pt_BR/download/faq/whatis_java.xml)>. Acesso em: 03 de outubro de 2017.

JSON. **Introdução ao JSON**. Genebra, 2017. Disponível em: <<http://www.json.org/json-pt.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 5 Ed. São Paulo: Novatec, 2016. 1068p.

\_\_\_\_\_. **Web Services RESTful: Aprenda a criar web services RESTful em Java na nuvem do Google**. 1 Ed. São Paulo: Novatec, 2015. 431p.

LIRA, Willian Wagner Matos; FERNANDES, Ricardo Albuquerque. **Apostila de Cálculo Numérico**. São José dos Campos: UNIVAP, 2016.

MILANI, Andre. **MySQL: Guia do Programador**. 1 Ed. São Paulo: Novatec, 2006. 398p.

MOTA, Ana Leôni Vieira. **As novas Tecnologias e o Desenho Técnico Arquitetônico na Relação Trabalho e Educação**. 2006. 128p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2006.

MUEHLEN, Michael zur. NICKERSON, Jeffrey V. SWENSON, Keith D. Developing web services choreography standards—the case of REST vs. SOAP. **Decision Support Systems**, EUA, v. 40, p. 9-29, jul. 2005.

MYSQL. **Why MySQL?**. California, 2017. Disponível em <<https://www.mysql.com/why-mysql/>>. Acesso em: 14 de Agosto de 2017.

PHP. Documentation. Califórnia, 2018. Disponível em: <<http://php.net/docs.php>>. Acesso em: 01 de Novembro de 2018.

RIBEIRO, Claudia Pimentel Bueno do Valle; PAPAZOGLU, Rosarita Steil. Desenho técnico para engenharias. Curitiba, PR: Juruá, 2008. 196 p.

SAUDATE, Alexandre. **Construa APIs inteligentes de maneira simples**. 1 Ed. São Paulo: Casa do Código, 2013. 315p.

W3C. World Wide Web Consortium, 2002. Disponível em: <<http://www.w3.org>> Acesso em: 20 de setembro de 2018.

ZURIARRAIN, José Mendiola. Android já é o sistema operacional mais usado do mundo. El País, Brasil, 04 abr. 2017. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2017/04/04/tecnologia/1491296467\\_396232.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2017/04/04/tecnologia/1491296467_396232.html)>. Acesso em: 26 de setembro de 2017.

## CAPÍTULO 04

### PROTÓTIPO DE APLICATIVO WEB PARA AUXILIAR NAS CORREÇÕES DE PROVAS

**Alcir Hoffmann Zavarize**

**Arlei Correa Zomer**

**João Paulo Mendes**

**Arlei Correa Zomer**

**Evandro Martinhago**

**Elvis Bloemer Meurer**

**Nacim Miguel Francisco Junior**

**Resumo:** A tecnologia utilizada no ramo da educação é muito importante, existindo diversas técnicas no processo de ensino, tanto para alunos como professores. As tecnologias também vão permitir um monitoramento aprimorada do processo de ensino. Com o objetivo de facilitar o processo de avaliação do professor e gerenciamento das avaliações pela instituição, foi criado um aplicativo Web para realizar a correção de provas, sem haver a necessidade de qualquer instalação de software por parte do usuário. O protótipo foi desenvolvido para uma IES (Instituição de Ensino Superior) da região Sul de Santa Catarina, o UNIBAVE (Centro Universitário Barriga Verde). Para a construção do protótipo foram utilizadas tecnologias como PHP, HTML5, Java Script, entre outros, sendo um trabalho com abordagem qualitativa, com natureza aplicada e quanto ao procedimento, realizado um estudo de caso. Os resultados mostram a facilitação na avaliação das provas por parte dos professores, com rapidez e segurança.

**Palavras-chave:** Provas. Canvas. Correção. Segurança da informação.

#### **Introdução**

Com o passar dos anos, sentiu-se a necessidade de estar inovando no campo da comunicação mundial, principalmente no campo educacional. Educadores e instituições de ensino consideram o uso da tecnologia uma possibilidade de modernização para o sistema escolar. As tecnologias digitais favorecem ainda mais o campo educativo, podendo facilitar o ensino e a aprendizagem com mais interação, com acesso aos instrumentos disponibilizados, como recurso de dados, voz, imagens, textos, animações, links, entre outros (RIBEIRO et al., 2010).

É possível ensinar e aprender de muitas formas, inclusive de forma convencional, e não há dúvidas de que o mundo digital afeta todos os setores, as formas de produzir, de vender, de comunicar-se e de aprender. É muito difícil determinar um rumo para a educação, diante de tantas mudanças, diversas possibilidades e desafios (MORAN, 2015).

A estratosfera expande o mundo presencial e permite trabalhar de forma nunca antes imaginada. Uma riqueza que podemos tirar proveito se atualizando e buscando cada vez mais o trabalho em parceria. Sendo que antes a escola era o único meio de aprendizagem, hoje, principalmente com a internet, podemos buscar qualquer tipo de informação (DANTAS; MACHADO, 2015).

As tecnologias da informação e comunicação na educação oferecem novas formas de produzir o conhecimento e de constituir as relações. Novas formas nas quais os vários sujeitos envolvidos nesse processo de ensino (docentes e discentes) ganham novos papéis. Estamos inseridos na era da informação e do conhecimento, e nessa era todos somos detentores da informação (BERNARDINO, 2015, p.19).

A necessidade do sistema surgiu a partir da demanda da IES (Instituição de Ensino Superior), especialmente no que se refere ao gerenciamento das provas de segunda chamada. Quando por algum motivo o aluno não pode realizar a primeira prova, é realizado uma prova de segunda chamada, em uma data posterior determinada pela instituição de ensino. De acordo com a secretaria da instituição, as provas são realizadas em três datas, com uma média de 50 provas por data, distribuídas em várias disciplinas, havendo uma certa dificuldade em gerenciar o envio dessas provas para os professores, que são aplicadas e enviadas por profissionais da IES, especializados nestes tipos de avaliação. Como as provas geralmente são enviadas ou notificadas por e-mail, acabam tendo seu gerenciamento mais difícil, sem contar que o professor pode acabar não recebendo ou não abrindo a caixa de correio eletrônico.

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de facilitar as atividades do professor, por meio de um sistema para correção de provas, armazenamento e compartilhamento de provas online. Com esse sistema web será possível garantir a confiabilidade e segurança, evitando fraudes.

Para a elaboração desse sistema, será criado um aplicativo Web, com armazenamento de provas em nuvem, sendo que o mesmo pode ser usado em várias

plataformas diferentes sem haver a necessidade de qualquer instalação de software por parte do usuário, bastando apenas acessar o endereço web com login e senha.

O mesmo contará com uma interface intuitiva, onde o docente poderá corrigir suas provas de forma fácil, apenas desenhando sobre avaliação que foi digitalizada para o sistema.

## Educação

As representações sociais da tecnologia e educação, devem primeiro ser refletidas antes de tomar uma nova postura em relação a suas práticas pedagógicas, onde o educador deve rever seu papel nessa nova Era. O papel do professor tem que ser diferente em relação a esse contexto de mudança, de saber orientar o educando a coletar informações e como utilizá-la. Nesse novo processo da tecnologia na educação, o professor já não pode ser o único detentor de ensino, mas sim um parceiro no ensinamento nesse novo processo de mudança (BERNARDINO, 2015).

No Brasil, por uma série de fatores e questões políticas, o uso de computadores, nas escolas públicas, chega em atraso em relação as escolas privadas. Mas sendo pública ou privada sempre acabam enfrentando esses problemas de iniciativas, sendo que está em jogo o futuro da educação nacional (VALE; MATOS; COSTA, 2013).

Deve-se reconhecer que, na área pública, as primeiras iniciativas foram dos estados e municípios brasileiros, principalmente a partir da Constituição de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 que não apenas transferiram maiores responsabilidades de gestão da educação para esferas, mas estabeleceram que se deveria observar padrões de qualidade os quais garantissem aos alunos a aquisição de competências exigidas pela “sociedade de conhecimento e da informação” a formação para o exercício responsável da cidadania e a qualificação para o trabalho. Com isso, a legislação sinalizava que os governos estaduais e municipais não poderiam sonegar aos alunos das escolas públicas o direito de acesso à tecnologia dos computadores e aos recursos da informática (VALE; MATOS; COSTA, 2013 p. 41).

## Sistemas de Informação

Segundo D' Kroenke (2012), a tecnologia está em constante mudança, muito mais rápida nos dias atuais. As empresas estão inovando a cada dia, buscando

produtos e serviços para satisfazer ainda mais as suas necessidades. A comunicação e o armazenamento de dados que temos praticamente gratuito faz com que as empresas busquem novas formas de alcançar clientes e fornecedores. Os sistemas de informação é que determina o uso da nova tecnologia.

Segundo Rainer Junior e Cegielski (2012), foi dito que o propósito dos sistemas de informação é obter as informações corretas das pessoas certas, na hora certa, na medida certa e no formato certo.

No ponto de vista de Batista (2013), temos que ter consciência que nossa carreira depende de como compreendemos e utilizamos os sistemas de informação que fazem parte do nosso dia a dia. Seja qual for a profissão, se trabalha com o sistema de informação deixando clara a necessidade de uma intimidade com a tecnologia da informação em conjunto com estes sistemas.

Deve-se frisar que as pessoas são importantes e também são parte desse sistema. De nada adianta investir em grandes equipamentos se não tiver pessoas preparadas para usá-los adequadamente, caso contrário grandes serão os prejuízos para a empresa (MATTOS, 2008).

O componente humano está fortemente presente na constituição dos sistemas de informação, abrangendo tanto os profissionais da informática responsáveis pela construção, operação e evolução do sistema, quanto ao público que utiliza o sistema genericamente denominado usuário final (SORDI; MEIRELES, 2010).

### **Segurança da Informação**

Quando se compreende a importância da informação para as organizações, se entende que é necessário saber sobre a segurança da informação nos negócios e suas relevâncias. Em determinadas situações alguns princípios de segurança da informação sejam quebrados, citando alguns exemplos como espionagem, sabotagem, vândalos, sobrecargas no sistema elétrico, tempestades, vírus, entre outros. São fatores imprevisíveis que podem sair do controle e para garantir a segurança da informação deve estabelecer um conjunto de ações, de mecanismos integrados entre si, e um sistema de gestão de segurança da informação (CAMPOS, 2014).

A segurança da informação visa garantir a confiabilidade, a integridade e a disponibilidade da informação, a impossibilidade de que agentes participantes em transações ou na comunicação repudiem a autoria de suas mensagens, a conformidade com as obrigações

organizacionais e com a legislação dos negócios. A segurança da informação é alcançada por meio de práticas e políticas voltadas a uma adequada padronização operacional e gerencial dos ativos e processos que armazenam, manipulam, transmitem, recebem e descartam a informação (SÊMOLA, 2014, p. 43).

## **Internet**

A internet é composta de uma rede global por vários computadores interligados. A internet se tornou ainda maior nos anos 90, sendo a maior rede de comunicação mundial. Um dispositivo conectado à rede pode alcançar qualquer pessoa, em qualquer lugar, com a maior contribuição a disseminação de informação (CASTELLS, 2003).

A internet não é simplesmente uma rede – mas uma rede de redes, todas trocando informações livremente. As redes variam das grandes e corporativas até pequenas. As redes universitárias existem há muito tempo na internet, e agora, as escolas de Ensino Médio e Fundamental também. A internet se tornou tão popular que em muitas casas não vivem mais sem (LEVINE, YONG p. 08-09, 2016).

## **JavaScript**

É uma linguagem de programação que é interpretada pelos navegadores por meio de scripts. Ela também possui recursos de orientação a objetos, sendo multiplataforma. É uma linguagem pequena e leve que pode ser ligado aos objetos deste ambiente para prover em controle programático (MOZILLA, 2018).

Para Flanagan (2013), o JavaScript é usado pela maioria dos sites e navegadores modernos. O JavaScript acaba tornando a linguagem de programação mais presente da história. O JavaScript juntamente com o HTML e CSS formam a tríade das tecnologias que todos desenvolvedores web devem aprender.

Alguns desenvolvedores preferem a flexibilidade e a facilidade do JavaScript aproveitando para estruturar um jeito novo, enquanto outros preferem usar outros tipos de linguagem. Por serem ainda iniciantes essa linguagem pode ser confusa, mas depois verá que o JavaScript é uma linguagem que facilmente se adapta as suas preferências (ZAKAS, 2014).

## **Banco de Dados**

Todo sistema de informação necessita de um local onde seja possível armazenar e gerenciar seus dados, sendo de suma importância para a informação

processá-los e apresentá-los. O banco de dados é um conjunto de Tabelas, que equivale a uma camada de persistência de dados sendo números ou textos. (MACHADO, 2014).

Para Date (2013, p. 10), banco de dados é como “[...] uma coleção de dados persistentes, usada pelos sistemas de aplicativos de uma determinada empresa”.

Hoje em dia, podemos contar com os benefícios trazidos pelos bancos de dados relacionais, a capacidade de armazenar e alterar dados de forma rápida e fácil em computadores de baixo custo. Mas, até o fim da década de 1970, os bancos de dados armazenavam grandes quantidades de dados em uma estrutura hierárquica que era inflexível e difícil de navegar. Os programadores precisavam saber o que os clientes queriam fazer com os dados antes que o banco fosse projetado Rob e Coronel (2014).

Segundo Brooksher (2013), as empresas quando começaram a usar computadores, cada aplicação possuía sua própria coleção de dados, e as vezes ocasionava que a mesma informação estivesse em duas coleções de dados. Foi de onde teve o surgimento do banco de dados que permite terem seus dados armazenados no mesmo local.

## MySQL

O MySQL segundo Milani (2007), é um banco de dados completo e com uma especialidade que seria sua licença gratuita, tanto para uso acadêmico ou negócios, possibilitando as empresas a usarem quando precisar. É uma ferramenta que parte do básico, até o nível avançado com muita clareza nas explicações e prática para cada situação de uso. Stucky (2001) cita como principais características do MYSQL: velocidade, escalabilidade, simplicidade, custo e portabilidade.

O MySQL é o banco de dados de código aberto mais conhecido no mundo. Com comprovado desempenho, confiabilidade e facilidade de uso, o MySQL tornou-se a principal opção de banco de dados para aplicativos baseados na Web, usado por propriedades da Web de alto perfil, incluindo Facebook, Twitter, YouTube e todos os cinco sites principais. Além disso, é uma opção extremamente popular como banco de dados integrado, distribuído por milhares de ISVs (*Independent Software Vendor*) e OEMs (*Original Equipment Manufacturer*) (ORACLE, 2018).

## PHP

Para Diemes (2015), PHP (Hypertext Preprocessor) foi a primeira linguagem do lado servidor avançado. Quando se instala e implanta sites baseado em PHP, o acesso se torna muito mais fácil.

O principal objetivo do PHP segundo Bruno, Estroz e Batista Neto (2010), é permitir ao desenvolvedor a criação de páginas web dinâmicas de forma mais rápida. Acessando uma página PHP em seu navegador, é executado o código PHP no servidor e logo o resultado se apresenta em seu navegador.

## HTML

O HTML (Hyper Text Markup Language), não é uma linguagem de programação, é uma linguagem de marcação para formatar páginas web com texto e informações separadamente (CARRIL, 2012).

Segundo Remoaldo (2008), podemos com o HTML produzir páginas estáticas inserindo através de suas tags conteúdos como textos, imagens e vídeos, que são interpretados por navegadores.

Em campanhas publicitárias, revistas, blogs, redação de jornais, entre outros, deve-se dominar bem essa linguagem. Não é possível fazer nada na internet sem conhecer a linguagem HTML, na construção de páginas da web pode considerar como a grande teia (SOUZA, 2014).

## HTML5

O HTML5 foi gerado para que os programadores tenham a possibilidade de criar códigos mais organizados, bem estruturados, utilizando marcações de forma correta e separando definitivamente a marcação do conteúdo da formatação do layout, com mais acessibilidade, permitindo a construção de websites (FERREIRA, 2013).

O HTML5 tenta manipular o que os desenvolvedores individuais estiveram fazendo por sua própria conta: criar um padrão e detalhar como os navegadores devem tratar esses padrões e a marcação dos desenvolvedores quando seus códigos forem, digamos, menos padronizados (WEYL, 2014 p. 55).

Para Silva (2014), o HTML5 visa também a questão da segurança, tem como funcionalidade a não violação das normas de segurança do modelo web.

## Canvas

Com esta tecnologia podemos criar trabalhos artísticos, animações e jogos. O Canvas é uma área retangular da página web (CASSIO, 2014).

Segundo Freeman e Robson (2014), podemos ter páginas com quantos Canvas quiser. Em um ID único é possível desenhar em todos eles separadamente. O mesmo é transparente e com ele você pode desenhar, preencher com pixels coloridos, pode posicionar no topo de outro elemento, pode também adicionar gráficos em lugar da página.

O acesso ao conteúdo gráfico contido em Canvas, em navegadores que não suportam esse elemento, deve ser garantido com o uso de conteúdo alternativo com a mesma função ou propósito do conteúdo gráfico. Tal conteúdo deve constar da marcação da página e ser inserido tendo Canvas como seu container. Tal como ocorre com o elemento áudio, o conteúdo inserido em Canvas é ignorado por navegadores que suportam esse elemento e renderizado pelos que não suportam (SILVA, 2014, p. 149-150).

## Nuvem

O armazenamento em nuvem são data center que permitem armazenar dados em um servidor em qualquer parte do mundo. Alguns desses serviços são disponibilizados de forma gratuita, como o drive do Google que foi utilizado nesse protótipo, sem que haja risco de perdê-las, e também existem as opções pagas para grandes volumes de informações. Para ter acesso, basta conectar-se a internet, sem precisar preocupar-se com pen-drives, cartões de memórias, entre outros (SPINARDI, 2017).

Conceito de nuvem colocado antes é o conceito atual de nuvem pública. A idéia central da nuvem pública é permitir que as organizações executem boa parte dos serviços que hoje são executados em data center corporativos, em data center na rede, providos por terceiros, podendo sair de um modelo baseado em Capex (custo de capital) para um modelo baseado em Opex (custo de operação) e onde agora os indicadores de desempenho estão atrelados aos níveis. Esses acordos idealmente deveriam variar em função a criticidade da aplicação, o que na prática é um desafio (SOUSA NETO20015, p. 28).

## Procedimentos Metodológicos

O universo de pesquisa para a realização deste trabalho foi o UNIBAVE (Centro Universitário Barriga Verde), localizada na cidade de Orleans, Santa Catarina.

A necessidade surgiu a partir da demanda da IES, especialmente no que se refere ao gerenciamento das provas de segunda chamada. De acordo com a secretaria, as provas são realizadas em três datas, com uma média de 50 provas por datas, distribuídas em várias disciplinas, havendo uma certa dificuldade em gerenciar o envio dessas provas para os professores, que são aplicados e enviados por profissionais da IES especializados em provas de segunda chamada. As provas enviadas via e-mail torna-se um pouco mais complicada para a organização por parte dos mesmos. Como amostra foram utilizadas três avaliações realizadas por professores do curso de Sistemas de Informação.

Os procedimentos metodológicos que foram adotados para a condução da presente pesquisa se classificaram em pesquisa aplicada no que se refere à natureza, qualitativa quanto à abordagem, exploratória em relação aos objetivos, bibliográfica e estudo de caso no que tange o procedimento adotado na coleta das informações (MORESI, 2003).

Foi adotada a pesquisa qualitativa, pois permite um melhor enfrentamento do objeto em análise, tendo em vista que essa pesquisa “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números” (KAUARK, 2010).

A pesquisa exploratória “visa proporcionar maior proximidade com o problema, objetivando torná-lo explícito ou definir hipóteses. Procura aprimorar idéias ou descobrir intuições. Possui um planejamento flexível, envolvendo, em geral, levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema, pesquisado e análise de exemplos similares. Assume, geralmente, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso. Indicada para fases de revisão da literatura, formulação de problemas, levantamento de hipóteses, identificação e operacionalização das variáveis” (GIL, 1996).

Ainda foi explorada a pesquisa bibliográfica, para fazer análise dos entendimentos de teorias, artigos de periódicos e, atualmente, de informações disponibilizadas na internet. A principal vantagem é possibilitar ao investigador a

cobertura de uma gama de acontecimentos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 1996).

## Resultados e Discussão

O presente trabalho foi desenvolvido para facilitar as atividades do professor, através de um sistema para correção de provas online.

Para desenvolvimento desse sistema, foi criado um aplicativo Web, sendo que o mesmo pode ser usado em várias plataformas diferentes sem haver a necessidade de qualquer instalação de software por parte do usuário bastando apenas acessar o endereço web com login e senha.

O mesmo conta com uma interface intuitiva onde o docente pode corrigir suas provas de forma fácil, apenas desenhando sobre a avaliação que foi digitalizada para o sistema.

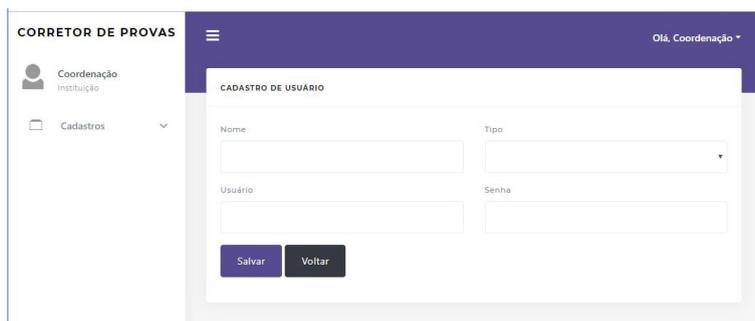
O presente sistema foi desenvolvido em plataforma de programação PHP utilizando MySQL como banco de dados, e seu desenvolvimento está dividido em back-end e front-end. Na parte de back-end foi utilizado PHP que faz a interação entre o banco de dados onde são gravadas as informações. Para auxiliar na parte de front-end, onde são desenvolvidas as telas, foi utilizado um *framework*, o Bootstrap. Com ele, foi possível desenvolver telas com diversas funcionalidades, pois ele é composto de HTML, CSS e JavaScript, que juntos fornecem vários recursos ao desenvolvimento de páginas com bom *design*, e também recursos para tornar a experiência do usuário no *site* mais intuitiva.

O sistema possui funcionalidades como cadastros da Instituição, professor, alunos, provas e tela de correção.

## Telas do Sistema

Para o desenvolvimento desse processo, a instituição primeiramente deve cadastrar os usuários e dar a eles as devidas permissões, onde terão acesso a outras partes do sistema, como mostra a Figura 1.

**Figura 1 - Tela de Cadastro.**



The screenshot shows a web interface for user registration. The header includes 'CORRETOR DE PROVAS' and a user profile 'Olá, Coordenação'. The left sidebar has 'Coordenação Instituição' and 'Cadastros'. The main content area is titled 'CADASTRO DE USUÁRIO' and contains four input fields: 'Nome', 'Tipo', 'Usuário', and 'Senha'. Below the fields are two buttons: 'Salvar' (blue) and 'Voltar' (black).

Fonte: Autores (2019).

Para realizar o cadastramento de turmas, há necessidade que já tenha sido feito o cadastro de usuários. Primeiramente clicando em novo, inserindo o nome da fase correspondente ao curso, relacionando as disciplinas com o professor, e por último selecionar os alunos, como mostra a Figura 2.

**Figura 2 – Cadastro de turmas e cursos.**

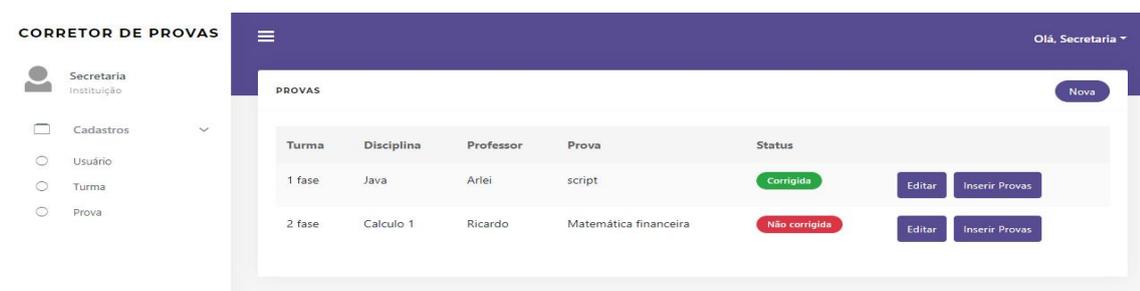


The screenshot shows a web interface for class registration. The header includes 'CORRETOR DE PROVAS' and a user profile 'Olá, Coordenação'. The left sidebar has 'Coordenação Instituição' and 'Cadastros'. The main content area is titled 'CADASTRO DE TURMA' and contains two input fields: 'Nome' and 'Curso'. Below the fields are two buttons: 'Salvar' (blue) and 'Voltar' (black).

Fonte: Autores (2019).

Para realizar o cadastro das provas, os alunos devem estar cadastrados e devidamente relacionado a sua turma e disciplina, bastando então dar um click, inserindo a prova e selecionando a mesma, como mostra a Figura 3.

**Figura 3 – Tela de Cadastro de Provas.**



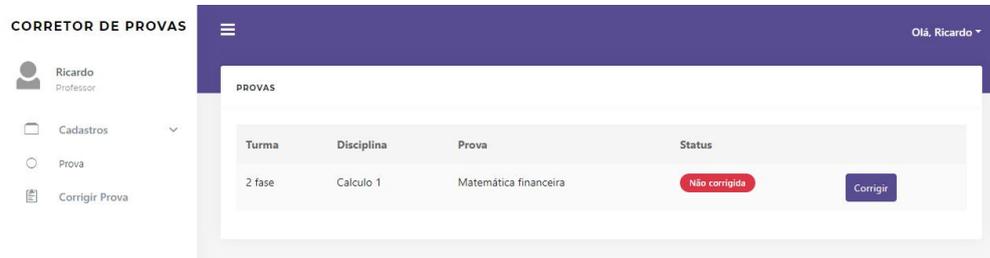
The screenshot shows a web interface for exam management. The header includes 'CORRETOR DE PROVAS' and a user profile 'Olá, Secretaria'. The left sidebar has 'Secretaria Instituição' and a list of 'Cadastros' (Usuário, Turma, Prova). The main content area is titled 'PROVAS' and contains a table with the following data:

Turma	Disciplina	Professor	Prova	Status	
1 fase	Java	Arlei	script	Corrigida	Editar Inserir Provas
2 fase	Calculo 1	Ricardo	Matemática financeira	Não corrigida	Editar Inserir Provas

Foto: Autores, 2019.

A tela onde o professor irá selecionar a turma e o aluno para corrigir as provas, após a seleção, o professor terá acesso a tela de correção, como mostra a Figura 4.

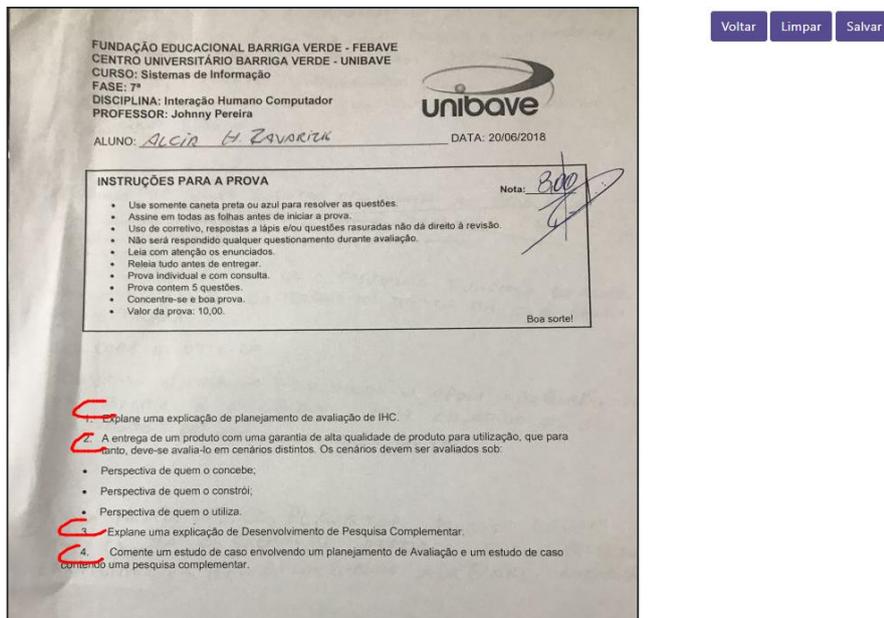
**Figura 4** – Tela da seleção para correção das provas.



Fonte: Autores (2019).

A tela de correção é onde se realiza a correção das provas. Primeiramente deve ser digitalizada a avaliação para o sistema, utilizando um scanner ou um dispositivo móvel como um smartphone. Com a prova no sistema, é possível realizar a correção acessando através do usuário ( professor), clicando em corrigir, onde estão listados os alunos. Feito isso, basta selecionar o aluno e corrigir a prova, utilizando o mouse e escrevendo na prova como uma caneta, como mostra a Figura 5.

**Figura 5** – Tela de Correção.



Fonte: Autores (2019).

## Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi alcançado através do desenvolvimento de um protótipo de aplicativo Web para correção de provas. No desenvolvimento desse protótipo foram usadas técnicas e metodologias possibilitando o uso do aplicativo em qualquer plataforma.

Utilizando esse protótipo em instituições, os professores terão as provas armazenadas em um único local, facilitando ainda mais o acesso, com segurança, rapidez e organização.

Foram encontradas durante o processo de desenvolvimento web, várias barreiras, sendo que durante o curso foram poucas as experiências com a linguagem de programação web, mas resolvidas através de várias pesquisas sobre o assunto. Outra dificuldade encontrada para desenvolver esse aplicativo, foi a pouca experiência com essa tecnologia que é um elemento do HTML5, o Canvas.

Para uma implementação futura desse protótipo, poderá ter uma versão em dispositivos móveis, facilitando ainda mais o acesso e a utilização.

## Referências

BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistemas De Informação: O uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. 2. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

BERNARDINO, Fernanda Amaral. **Tecnologias E Educação: Representações Sociais na Sociedade da Informática**. Curitiba: Appris, 2015.

BRUNO, Odemir M.; ESTROZI, Leandro F.; BATISTA NETO, João E. S.. **Programando para a internet com PHP**. Rio de Janeiro: Brasport Livros e MultimideiaLtda, 2010. 316 p.

CAMPOS, André. **Sistema de Segurança da Informação: Controlando os riscos**. 3. ed. Florianópolis, Sc: Editora Visual Books Ltda, 2014. 220 p.

CARRIL, Marly. **HTML Passo A Passo**. [s. L.]: Clube de Autores, 2012. 80 p.

DANTAS, Lúcio Gomes; MACHADO, Michelle Jordão. **Tecnologias e Educação: Perspectivas para gestão, conhecimento e pratica docente**. 2. ed. São Palo: Ftd Editora, 2015. 197 p.

DATE, C. J.. **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsvier, 2003. 865 p.

FERREIRA, Silvio. **Guia Prático de HTML5**. São Paulo, Sp: Universo dos Livros Editora Ltda, 2013. 168 p.

- FLANAGAN, David. **JavaScript: O guia definitivo**. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2013. 1080 p.
- FREEMAN, Eric; ROBSON, Elisabeth. **Use a Cabeça! Programação em HTML 5: Desenvolvendo aplicativos para web com JavaScript**. Rio de Janeiro: Alta Editora e Consultora Eireli, 2014. 608 p.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2011. 200 p.
- KAUARK, Fabiana. **Metodologia da pesquisa: guia prático**/Fabiana Kauark Fernanda Castro Manhães e Carlos Henrique Medeiros.-Itabuna: Via Litterarum, 2010.
- KROENKE, David M.. **Sistemas de informação gerenciais**. São Paulo: Saraiva, 2012. 338 p. MIS Essencial.
- LEVINE, John R.; YOUNG, Margaret Levine. **Internet Para Leigos**. 14. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Alta Books, 2016. 362 p.
- MACHADO, Felipe Nery Rodrigue. **Banco de Dados: Projeto e Implementação**. 3. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014. 404 p.
- MATTOS, Antonio Carlos Marques. **Sistemas De Informação: Uma visão executiva**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 302 p.
- MILANI, André. **MySQL: Guia do programador**. São Paulo: Novatec Editora, 2007.
- MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. São Paulo: Papirus Editora, 2015.
- MORESI, Eduardo. **Metodologia da Pesquisa**. 2003. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/889693-Metodologia-da-pesquisa.html>>. Acesso em: 17 out. 2018.
- MOZILLA. Mozilla e Colaboradores Individuais. **JavaScript**. 2018. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript/Guide/Introduction>>. Acesso em: 19 out. 2018.
- ORACLE (Brasil). Oracle do Brasil. **O Banco de Dados de Código Aberto mais Conhecido no Mundo**. 2018. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/mysql/>>. Acesso em: 21 out. 2018.
- RAINER JUNIOR, R. Kelly; CEGIELSKI, CaseyG.. **Introdução a Sistemas de Informação: Apoiando e transformando negócios na era da mobilidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2012. 480 p.
- REMOALDO, Pedro. **O Guia Prático do Dreamweaver CS3 com PHP, JavaScript e Ajax**. Lisboa: Centro Atlantico, 2008. 676 p.

- RIBEIRO, Ana Elisa et al. **Linguagem Tecnologia e Educação**. São Palo: Editora Peirópolis, 2010. 320 p.
- ROB, Peter; CORONEL, Carlos. **Sistemas de Banco de Dados**. 8. ed. São Paulo: Cengage, 2014.
- SÊMOLA, Marcos. **Gestão da Segurança da Informação**: Uma visão executiva. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2014. 172 p.
- SILVA, Maurício Samy. **HTML 5**: A Linguagem de Marcação que Revolucionou a Web. 2. ed. São Paulo, Sp: Novatec Editora Ltda, 2014.
- SORDI, Jose Osvaldo de; MEIRELES, Mauel. **Administração De Sistemas De Informação**: Uma abordagem interativa. Barra Funda: Saraiva, 2010. 321 p.
- SOUSA NETO, Manoel Veras de. **Computação em Nuvem**: Nova Arquitetura de TI. Rio de Janeiro: Brasport Livros e MultimideiaLtda, 2015. 192 p.
- SOUZA, Joaquim B. de. **Aprenda Html Para Iniciantes**. [s. L.]: Clube de Autores, 2014. 61 p.
- SPINARDI, Janine Donato. **Windows para Todos**. Curitiba: R5 Ensino e Editora, 2016. 204 p.
- STUCKY, Matthew. **MySQL**: Building User Interfaces. Indiana: Sams Publishing, 2001. 656 p.
- VALE, Luiza Elena L. Ribeiro do; MATOS, Maria José Viana Marinhos de; COSTA, José Wilson da. **Educação Digital**: A tecnologia a favor da inclusão. Porto Alegre: Penso Editora, 2013. 296 p.
- WEYL, Estelle. **Mobile HTML5**: Usando o que há de mais moderno atualmente. São Paulo: Novatec, 2014. 520 p.
- ZAKAS, Nicolas C.. **Princípios de Orientado a Objetos em JavaScript**. São Paulo, Sp: Novatec Editora Ltda, 2014. 128 p.

## CAPÍTULO 05

### ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DA MADEIRA PARA FÔRMAS DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

**Amanda Dela Justina**

**Claudio da Silva**

**Júlio Preve Machado**

**João Paulo Mendes**

**Resumo:** A indústria da construção civil vem buscando encontrar métodos construtivos mais sustentáveis, com menor tempo de execução e que possibilitem a redução de custos sem afetar a qualidade dos serviços. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é quantificar a quantidade de madeira utilizada para modelagem das estruturas em alvenaria estrutural e concreto armado convencional, e calcular o custo de madeira utilizada por metro quadrado de obra. Os itens quantificados foram fôrmas para vigas, pilares, laje, pontos de graute, desprezando a mão de obra utilizada, a infraestrutura e cobertura, como também a porcentagem de perdas e sobras decorrente do processo. Com a conclusão do presente estudo, observou-se que a alvenaria estrutural apresentou uma redução significativa em relação ao concreto armado convencional, com um valor de R\$/m<sup>2</sup> 11,06, em relação ao custo, concluindo desta forma que a alvenaria estrutural é o método economicamente mais viável considerando os itens avaliados.

**Palavras-chave:** Alvenaria estrutural. Concreto armado convencional. Métodos construtivos. Madeira. Sustentabilidade.

#### **Introdução**

Atualmente, devido à grande crise econômica presente no Brasil, a busca por inovações por parte das construtoras visando a padronização das construções, diminuição de custos, aumento da qualidade dos serviços, juntamente com maior planejamento, tem crescido significativamente.

Ao se comparar o setor da construção civil no Brasil à de países mais desenvolvidos, fica evidente a necessidade de se desenvolver técnicas e inovações, visando a sustentabilidade e a padronização no seu método de construção (FILHA et al., 2011).

Para MAIA et al. (2009), a construção civil tem um valor considerável para a sociedade, porém é um dos maiores geradores de resíduos. Em grandes cidades, onde o setor funciona em maior demanda, esses resíduos são depositados muitas vezes em locais inadequados e de maneira imprópria.

Neste contexto, a madeira é um insumo amplamente utilizado na construção civil, gerando alta quantidade de resíduos e conseqüentemente maior custo da obra. As madeiras são empregadas de duas formas na construção civil, sendo uma denominada “madeira durável”, utilizada em telhados, portas e janelas, e outra denominada “não durável”, utilizada como modelagem no processo construtivo, sendo posteriormente descartadas (PEREIRA, 2013).

Conforme Nunes e Junges (2008), o método construtivo da construção convencional em concreto armado é em larga escala, o sistema mais utilizado atualmente. Porém, possui algumas desvantagens em seu processo, tais como: alto custo, mão de obra escassa e deficiência no controle da qualidade

Dessa forma, sentiu-se a necessidade da busca de novos métodos de sistemas construtivos alternativos, que possam atender as necessidades impostas pelo mercado, visando maior planejamento, menor custo, melhores condições de trabalho e melhor desempenho ambiental.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo comparar o custo da utilização da madeira em obras utilizando os sistemas construtivos em alvenaria estrutural e concreto armado, tomando como base uma edificação em alvenaria estrutural, possuindo 04 blocos com 08 pavimentos, situada na cidade de Criciúma/SC. Para isso, foram levantados os quantitativos de madeira, bem como o custo da mesma utilizada no processo de construção da alvenaria estrutural, e posteriormente levantados os dados dos insumos utilizados na execução em concreto armado convencional.

Para a realização do estudo, o trabalho foi subdividido em três etapas. No primeiro momento foi realizada uma pesquisa bibliográfica referente ao tema abordado, com a finalidade de coletar dados do real cenário da construção civil convencional e também da alvenaria estrutural. Em um segundo momento, foi realizada a pesquisa aplicada por meio de uma coleta de dados a campo e em seguida realizada a análise de comparação dos custos, com o intuito de apontar qual sistema é economicamente mais viável.

## Habitação no Brasil

Atualmente o Brasil vive um cenário de instabilidade econômica, e o setor mais afetado é o da construção civil. Estima-se desde o último censo uma carência de 5,85 milhões de moradias no Brasil, sendo só na região Sul 628 mil. Número este consideravelmente elevado, levando-se em consideração a existência do Programa Minha Casa Minha Vida, promovido pelo Governo Federal no ano de 2009, com o intuito de construir 01 (um) milhão de moradias e impulsionar a economia no Brasil (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2016).

Com o incentivo do Governo Federal com investimentos em habitações de interesse social no setor da construção civil, juntamente com um mercado competitivo, faz com que as construtoras busquem construir por preços menores. Neste contexto, possibilita os investimentos em pesquisas tecnológicas de sistemas na busca por métodos construtivos que atendam às exigências impostas pelo mercado, com maior qualidade e apresentando a mesma eficiência (LEITE, 2012).

## Sustentabilidade

A construção civil é atualmente um dos setores mais significativos para a economia brasileira, contando com um grande número de empresas atuantes no mercado. Portanto, sente-se a necessidade de se utilizar métodos tecnológicos que possibilitam acompanhar as exigências impostas pelo mercado, buscando por métodos economicamente mais viáveis, com maior produtividade, qualidade nos processos e visando a sustentabilidade, tema este que vem tomando conta do cenário da construção civil.

O setor se caracteriza como um dos maiores geradores de emprego na sociedade, entretanto é também o maior causador de desperdícios. Neste contexto, um material muito utilizado de forma inconsciente na construção civil, gerando uma grande porcentagem de resíduos é a madeira.

Há alguns anos, a preocupação com a extração vegetal das florestas não era um assunto com abrangência mundial. Estima-se que a construção civil é a maior usuária deste recurso natural, utilizando 2/3 da madeira retirada das florestas não manejadas adequadamente (JOHN, 2013).

Segundo estudos de Hansen (2008), a construção civil é responsável pelo consumo de 66% de toda madeira extraída e gera 40% de todos resíduos na zona urbana.

### **Métodos Construtivos**

Atualmente o Brasil procura por inovações na construção civil, de forma que atenda todos os níveis de satisfação dos que procuram por métodos que possam apresentar maior produtividade e menor custo. Portanto, cada empreendimento deve ser planejado para alcançar um diferencial, com o intuito de atingir resultados positivos a empresa.

De acordo com Manual da Construção Industrializada da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (ABDI, 2015), o uso de sistemas construtivos industrializados permite produzir em maior quantidade, com melhor qualidade, causando menos agressão ao meio ambiente e com menor tempo e custo, comparando-se a outros sistemas.

Segundo Manual da Construção Industrializada da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (ABDI, 2015), o sistema que utiliza o método tradicional, há necessidade de mão de obra intensiva para a execução dos processos primordiais para a execução da mesma, e por serem realizados em canteiro de obras, levam mais tempo para a realização comprometendo o prazo da obra, enquanto que os processos racionalizados, os elementos já são projetados com as dimensões exatas para o projeto, ocasionando em menor perda de material e maior agilidade na execução.

### **Construção em concreto armado**

Conceitua-se construção em concreto armado convencional aquela que as lajes se apoiam nas vigas e as vigas se apoiam nos pilares. Sendo assim, a estrutura é formada basicamente por lajes, vigas e pilares. A execução do sistema funciona basicamente como fabricação de fôrmas, armação e concretagem, sendo assim, todos os componentes têm grande importância financeira no custo total da obra (GONÇALVES, 2009).

Segundo Neves(2014), por ser uma atividade considerada manual, a construção necessita de três importantes fatores para sua perfeita operação, sendo

eles, mão de obra, matéria prima e ferramentas/maquinários, e por depender de habilidade humana, o conhecimento técnico e hábitos de trabalhos tradicionais ocasionam em grande dificuldade de padronização do setor.

Desta forma, as edificações em concreto armado convencional é atualmente o sistema mais utilizado no Brasil, por apresentar inúmeras vantagens aos consumidores. Entretanto, vale ressaltar que ainda há um longo caminho a ser percorrido referente as falhas verificadas na mesma. Podemos observar no Quadro 1, algumas das vantagens e desvantagens encontradas ao se escolher o sistema em concreto armado convencional:

**Quadro 1** - Vantagens de desvantagens do sistema construtivo em concreto armado convencional

Vantagens	Desvantagens
Facilidade de encontrar mão de obra	Baixa produtividade
Maior rigidez	Geração de resíduos
Possibilidade de mudanças arquitetônicas	Recortes no decorrer da construção
Custo de manutenção baixo	Custo elevado
Boa resistência a tração	Tempo de execução

Fonte: Nunes e Junges (2008).

A utilização do sistema é ainda o mais utilizado pela facilidade de ser empregado em estruturas mais simples, quanto em estruturas mais complexas.

### **Construção em Alvenaria Estrutural**

Para Camacho (2006), alvenaria estrutural é um processo construtivo, onde os elementos desempenham função estrutural, sendo projetados em um sistema de integra produtividade e economia, sendo executados e projetados de forma racional.

De acordo com Roman, Mutti e Araújo (1999), a alvenaria estrutural já vem sendo utilizada desde a antiguidade, quando a povoação da antiguidade resolveu trabalhar com peças de dimensão menor. Somente na década de 50, alguns países da Europa passaram a utilizar a alvenaria estrutural como método construtivo.

De acordo com os mesmos autores, no Brasil, a alvenaria estrutural começou a ser utilizada na década de 70, com a construção de prédios habitacionais no estado de São Paulo, e posteriormente passou a ser mais conhecido e utilizado em outras regiões.

Atualmente, muitas construtoras e incorporadoras passaram a utilizar a alvenaria estrutural como principal método construtivo, por possuir inúmeras

vantagens e por ser um método com produtividade elevada, comparando-se com o método convencional.

A escolha para o sistema construtivo em alvenaria estrutural possui algumas vantagens e desvantagens, como pode ser observado no Quadro 2.

**Quadro 2** - Vantagens e desvantagens do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Vantagens	Desvantagens
Economia no uso de fôrmas; Redução da quantidade de concreto e aço;	Necessita de mão de obra especializada; Resistência à compressão usada no projeto de paredes em alvenaria é geralmente menor do que as usadas para aço ou concreto armado, fazendo com que seja necessária uma maior área da seção da parede;
Maior rapidez na execução;	Impossibilidade de alterações em paredes já executadas, como, por exemplo, abertura para passagem de dutos;
Possuir bom isolamento térmico e acústico;	Limitações quanto a construção de sacadas e marquises em balanço muito amplos;
Necessita de pouca manutenção, por ser extremamente durável;	Utilização de vãos relativamente pequenos no projeto arquitetônico (5 ou 6 m);
Redução de materiais desperdiçados;	Dificuldade na execução de formas arredondadas.

Fonte: Roman, Mutti e Araújo (1999); Ramos(2001); Hoffmann et al. (2012).

Na alvenaria estrutural a execução funciona basicamente em encaixar peças, com tamanhos e formatos diversificados, não sendo possível quebrar ou alterar a forma da mesma. Desta forma, os blocos são exatamente contados para determinada obra, reduzindo dessa forma o desperdício causado. (PASTRO, 2007)

A alvenaria estrutural se destaca por ser um processo padronizado, contribuindo para a otimização dos processos e diminuindo o desperdício causado nas obras.

Por ser um processo considerado industrializado, reduz a geração de resíduos e conseqüentemente reduz a utilização de madeiras durante seu processo. Estudos indicam que a economia em relação a alvenaria estrutural para a construção convencional em concreto armado, se dá pela redução de fôrmas, redução no número de mão de obra e redução de revestimentos. Em números, estima-se que o custo total da obra varia de 15% a 20% de economia (WENDLER, 1999).

## Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa pode ser classificada como sendo de natureza aplicada, pois conforme Silva e Menezes (2005), o principal objetivo dessa pesquisa está mais voltado a gerar conhecimentos para aplicação prática imediata, como também a solução de problemas específicos.

Segundo o mesmo autor, a pesquisa pode ser classificada como quantitativa quando tudo pode ser quantificável, ou seja, pode-se transformar em números as informações e opiniões para classificá-las e analisá-las. Neste contexto, a abordagem do presente estudos e classificada como sendo quantitativa, pois por meio de números, gráficos e Tabelas apresentam-se os resultados obtidos.

Quanto aos objetivos, pode ser classificado como pesquisa explicativa, pois conforme Silva e Menezes(2005), essa área visa identificar fatores que contribui para a ocorrência dos fatos, pois tem por finalidade explicar o “por quê” dos fatos.

Os procedimentos do presente trabalho podem ser classificados como um estudo comparativo, pois são analisados dois sistemas construtivos em relação a utilização da madeira na construção, procedendo de investigação de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, com vistas a ressaltar as diferenças e similaridades entre eles (GIL, 2008).

Para o presente estudo, foram comparados dois diferentes métodos construtivos presentes no mercado da construção civil atualmente. Para isso, foram escolhidas 02 obras, sendo 01 obra construída em concreto armado convencional e 01 obra construída em alvenaria estrutural, as quais possuem características semelhantes em relação a planta, como também a complexidade de execução, sendo habitações de interesse social.

Para obtenção dos resultados, foi analisada a madeira utilizada em ambas construções para a utilização na fase de supra estrutura, não usando como critério de análise de comparação de custo a mão de obra empregada e desconsiderando as fases de infraestrutura e cobertura, como também instalações e acabamentos.

Inicialmente, foi selecionado um conjunto habitacional em alvenaria estrutural localizado na cidade Criciúma/SC, já em fase de construção. A edificação conta com 04 blocos, contendo 08 pavimentos por bloco, possuindo também área de laser e convivência, minicampo de futebol, vôlei de areia, pista de caminhada, playground, salão de festas, espaço gourmet, espaço fitness, espaço Zene academia ao ar livre.

Cada pavimento possui 09 apartamentos, contendo 01, 02 ou 03 dormitórios, neste último caso sendo 01 suíte, 01 sala de estar/jantar, 01 cozinha/lavanderia e 01 banheiro.

A Figura 1 apresenta a perspectiva em maquete eletrônica 3D do conjunto habitacional.

Para a realização dos quantitativos em concreto armado convencional, foi selecionado uma edificação situada na cidade de Rio Fortuna/SC, contando com 01 (um) bloco de 10 pavimentos, sendo 07 pavimentos tipo, 02 pavimentos destinados a garagem e 01 pavimento com layout distinto. A edificação apresenta salão de festas, garagem privativa e 04 layouts de apartamentos, possuindo 02 ou 03 dormitórios, 01 sala, 01 cozinha, 01 ou 02 banheiros e sacada..

**Figura 1** – Perspectiva do conjunto habitacional.



Fonte: Da construtora (2018).

### **Estrutura em Concreto Armado Convencional**

Conforme mostrado na Figura 2, o projeto da edificação inicialmente foi concebido em concreto armado convencional, projetado e executado por uma empresa especializada em construção do referido sistema, atuante na área da construção civil a alguns anos. Para a execução da edificação, todos os processos foram moldados in loco, sendo executada primeiramente toda a estrutura (vigas, pilares e laje) para posteriormente iniciar o assentamento com blocos cerâmicos para vedação. A laje foi do tipo nervurada, por sua capacidade de suportar grandes vãos, diminuindo desta forma significativamente o número de vigas necessárias na edificação, e cobertura utilizando madeira tratada e telha de fibrocimento.

Com o auxílio de instrumentos de medição, as aferições foram realizadas in loco em 02 pavimentos iguais da referida obra, onde mediu-se a quantidade total de madeira utilizada para a execução de formas de pilares e vigas, totalizando um valor em metros cúbicos de madeira utilizada. Posteriormente determinou-se um parâmetro médio em metros cúbicos de madeira utilizada por metro quadrado de obra mensurada. Em seguida, foi realizado um levantamento de preços da madeira, tendo como base, empresas da região.

**Figura 2** - Processo de construção concreto armado convencional.



Fonte: Autores (2018).

### **Edificação em alvenaria estrutural**

O projeto do empreendimento é concebido em alvenaria estrutural, com blocos de concreto denominadas como alvenaria estrutural armada, utilizando laje painel treliçada em toda edificação em função de ser um processo com maior agilidade de montagem, podendo suportar grandes vãos, seguindo com cobertura com madeira tratada e telha de fibrocimento.

As etapas que se referem a infraestrutura da edificação e pavimento destinado a garagem, seguem o padrão convencional de construção. A construção em alvenaria estrutural se dá a partir do segundo pavimento, através da utilização de blocos de concreto da família 39, com fck de 8 MPa para os pavimentos 01, 02 e 03, fck de 6 MPa para os pavimentos 04, 05 e 06, e fck de 4 MPa para os pavimentos 08 e 09. Quanto aos pontos grauteados, são utilizadas barras de aço com 10 milímetros de diâmetro e concreto.

Para suportar a tipologia da edificação, neste pavimento, foram utilizadas vigas e pilares, em pontos estratégicos, sendo que o sistema em alvenaria estrutural não suporta balanço, necessitando neste caso de vigas para atender o layout da edificação. Quanto aos pilares, foi posicionado para suprir um pequeno vão entre dois cômodos.

Para o levantamento da madeira utilizada, as aferições foram feitas utilizando instrumentos de medição, realizadas in loco, em 02 pavimentos da edificação, obtendo-se então, um parâmetro médio em metros cúbicos de madeira consumida por metro quadrado de obra mensurada. A Figura 3 mostra a obra em alvenaria estrutural visitada.

**Figura 3** – Imagem processo de construção em alvenaria estrutural.



Fonte: Autores (2018).

### **Levantamento de Preço da Madeira**

Para realizar o levantamento de preços da madeira, foi realizado uma pesquisa de mercado em 03 empresas da região. Foram orçados os preços das madeiras de 20cm, 25cm e 30cm de largura com espessura de 02cm. Para obtenção do valor final, foi determinado um valor médio dos três fornecedores, chegando assim a um valor de R\$/m<sup>3</sup> 410,78.

O quantitativo foi dividido em 04 etapas, sendo elas: pilares, vigas, laje e pontos de graute. Ressaltando que foram analisados apenas os itens referentes a supra estrutura, onde foram desconsiderados itens como infraestrutura, cobertura, instalações, vedação e acabamentos.

Os fornecedores foram designados no presente trabalho, como sendo fornecedor A, fornecedor B e fornecedor C, como pode ser visto na Tabela 1.

**Tabela 1** – Preço da madeira por fornecedor.

Fornecedor	Preço Médio (R\$/m <sup>3</sup> )
A	406,67
B	405,00
C	420,67
<b>MÉDIA</b>	<b>410,78</b>

Fonte: Autores (2018).

## Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta os quantitativos medidos in loco em ambas as obras, onde os valores de consumo da madeira são fornecidos em metros quadrados e metros cúbicos. Comparando os dois sistemas, a diferença é de 16,05 m<sup>3</sup>, correspondente a 949,20% quanto a utilização de madeiras no sistema convencional comparado com a utilização de madeiras no sistema estrutural.

Observa-se que o sistema em concreto armado convencional apresenta maior valor de consumo de madeira em todas as etapas, exceto nos pontos de graute. O ponto de graute, é um item exclusivamente destinado a alvenaria estrutural, pois o método necessita em locais de amarração pontos de grauteamento.

**Tabela 2** – Quantitativos de madeiras medidos in loco.

Etapas	Concreto Armado Convencional		Alvenaria Estrutural	
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Pilares	268,07	5,89	1,14	0,02
Vigas	574,77	12,05	91,70	1,84
Graute	-	-	1,50	0,03
<b>Somatório</b>	<b>842,83</b>	<b>17,94</b>	<b>94,34</b>	<b>1,89</b>

Fonte: Autores (2018).

A Tabela 3 mostra os parâmetros de consumo e preço da madeira utilizada em metros cúbicos por metros quadrados de obra medida, em ambos os sistemas. Na estrutura de concreto convencional, o parâmetro encontrado em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> multiplicado pelo valor médio de custo de 1m<sup>3</sup> de madeira chega-se a um valor de 11,70 R\$/m<sup>2</sup> de obra construída, enquanto que na obra de alvenaria estrutural utilizando o mesmo critério, o valor encontrado foi de 0,64 R\$/m<sup>2</sup> de obra construída, apontando assim, uma diferença significativa de R\$/m<sup>2</sup> 11,06, o que corresponde a 1.828,13% quando comparado o valor por metro quadrado de obra construída entre o sistema convencional para o sistema de alvenaria estrutural.

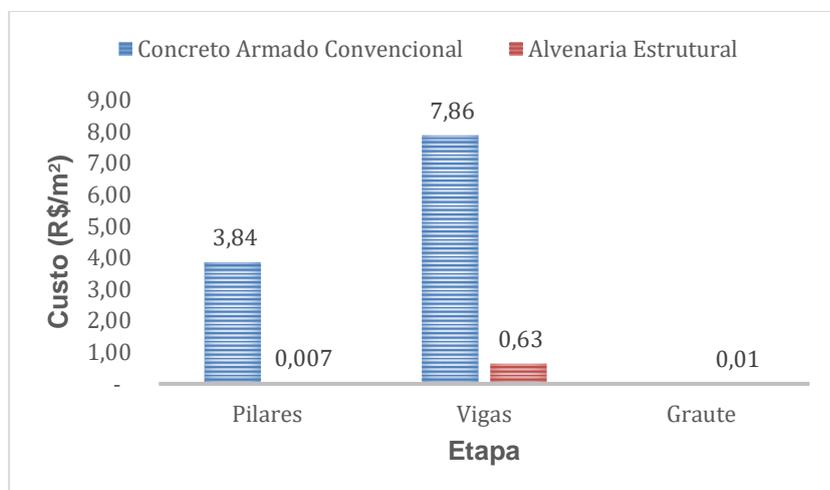
**Tabela 3** – Parâmetros de consumo e preço da madeira.

Etapas	Concreto Armado Convencional		Alvenaria Estrutural	
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	R\$/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	R\$/m <sup>2</sup>
Pilares	0,01	3,84	0,00002	0,007
Vigas	0,02	7,86	0,00153	0,63
Graute	-	-	0,00001	0,01
<b>Somatório</b>	<b>0,03</b>	<b>11,70</b>	<b>0,002</b>	<b>0,64</b>

Fonte: Autores (2018).

Na Figura 4 pode-se ver a diferença de custos por etapas dos sistemas estudados neste trabalho.

**Figura 4** – Diferença de custo por etapas dos sistemas estudados.



Fonte: Autores (2018).

Observa-se uma diferença significativa do custo de madeira utilizada nas obras de alvenaria estrutural e concreto armado convencional, onde esta diferença se dá em função de a alvenaria estrutural não necessitar do auxílio de fôrmas para sua modelagem, exceto em tipologias como o caso estudado, onde necessita-se utilizar vigas em balanço, diminuindo desta forma o tempo de execução da obra e a quantidade de insumo desperdiçado.

Com base na metodologia utilizada no presente estudo, com o intuito de analisar a viabilidade econômica da utilização da madeira em obras utilizando os métodos construtivos em alvenaria estrutural e concreto armado, foi possível observar uma grande diferença no consumo da madeira, conseqüentemente uma grande diferença de custo em ambas edificações, chegando a conclusão de que o sistema em alvenaria

estrutural é o sistema mais viável financeiramente e ecologicamente, quando comparado o custo da madeira, conforme considerações já descritas anteriormente.

Importante mencionar também que segundo Dossa, Montoya e Ludwig(2001), uma árvore de pinus produz em média  $0,050\text{m}^3$  de madeira em 10 anos, assim sendo, para o presente estudo, seriam necessários 359árvores para atender a necessidade de consumo da madeira para a estrutura do concreto armado convencional, enquanto que para o sistema de alvenaria estrutural, necessitaria de apenas 38 árvores. Logo, uma diferença de 321 árvores que serão reflorestadas e levarão 10 anos para florescerem.

### **Considerações Finais**

Com o grande número de empresas atuantes na construção civil e o atual cenário da econômica brasileira vivenciado atualmente, a busca por métodos alternativos, como a alvenaria estrutural que possui grande potencial para cumprir todas as exigências impostas por um mercado cada vez mais competitivo, tem crescido significativamente.

Como pode ser visto com este estudo, houve uma redução de R\$/m<sup>2</sup> 11,06 do custo da utilização da madeira utilizada comparado o sistema de alvenaria estrutural para o sistema de concreto convencional, resultado este que se dá pela grande necessidade da utilização da madeira para a modelagem do concreto armado no sistema construtivo convencional.

Vale ressaltar também que não foram analisados todos os itens necessários para execução da alvenaria estrutural, apenas comparado a utilização da madeira para o processo construtivo, assim como não foram previstos os valores de perdas e sobras decorrente da montagem das fôrmas. Interessante mencionar também que essa pesquisa se aplica apenas em edificações com a tipologia que foi apresentada. Não devem ser generalizadas devido à grande diversidade de projetos possíveis para os métodos estudados.

Juntamente com as inúmeras vantagens apresentadas neste estudo, juntamente com os resultados obtidos, é notável que em face da utilização da madeira para modelagem da estrutura, a alvenaria estrutural, método ainda pouco conhecido na região, pode ser considerado o método economicamente mais viável, assim como também o sistema mais sustentável.

## Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da construção industrializada**. Brasília, 2015. 206 p.
- CAMACHO J. S.; **Projeto de edifício de alvenaria estrutural**. Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, São Paulo, 2006. 48 p.
- DOSSA, D., MONTOYA, L. J., LUDWIG, M. **Um estudo de caso: Produção e mercado do Pinus**. Colombo – PR: EMBRAPA, 2001. 5 p.
- FILHA, C. M. et al. Construção civil no Brasil: Investimentos e desafios. In: TORRES, E.; PUGA, F.; MEIRELLES, B. (Org.). **Perspectivas do investimento 2010-2013**. Rio de Janeiro: BNDES, 2011 p. 301-352.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional Municipal no Brasil 2013-2014**. Belo Horizonte, 2016. 92 p. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em: 06 jun. 2018
- GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008. 200p
- GONÇALVES, D. T. R. **Planejamento da execução de estruturas em concreto armado para edifícios**: Estudo de caso em obra com restrições e limitações operacionais. 2009. 212 p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009
- HANSEN, S. **Gestão Socioambiental: Meio Ambiente na Construção Civil**. Florianópolis, SC. SENAI/SC, 2008
- HOFFMANN, L. G. et al. **Alvenaria estrutural**: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional. In: SIMPÓSIO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, 3, 2012, Maringá. **Anais eletrônicos...** Maringá: UEM, 2012. Disponível em: <<http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/viewFile/944/747>>
- JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 p. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2011
- LEITE. R.C.S. **Racionalização do processo construtivo em alvenaria estrutural com bloco de concreto**. 2012. 53 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia. 2012
- NEVES, S. A. **A qualificação da mão de obra para o aumento da produtividade em obras de construção civil**: responsabilidades compartilhadas. 2014. 126p.

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.2014

NUNES, C.C. JUNGES, E. **Comparação de custo entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT.**In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: UFC, 2008. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1545.pdf>

PASTRO, R.Z. **Alvenaria estrutural sistema construtivo.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade São Francisco. Itatiba. 2007

PEREIRA, J. C. dos S. **O uso de madeira na construção civil:** Estudo de caso no Bairro Cidade Nova em Governador Valadares-MG. 2013. 20p. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Governador Valadares. 2013

MAIA, A. L. et al. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil** - Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 44 p.

RAMOS, A. S. **Influência da dimensão modular da unidade de produtividade em alvenarias estruturais de blocos de concreto.** 2001. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis. 2001

ROMAN, H.R., MUTTI, C. N., ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural.** 1. Ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 1999, 83p

SILVA, E. L. da. MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005

WENDLER, A. **Curso sobre projeto de alvenaria estrutural em blocos vazados de concreto.** 1999. 92p. Apostila do curso de alvenaria estrutural da Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo.

## CAPÍTULO 06

### REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL PROVENIENTE DA FRESAGEM DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA PARA APLICAÇÃO EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

**Manuela Mateus De Bona Cargini**

**Roger Alberton**

**Israel Maccari Redivo**

**Júlio Preve Machado**

**Resumo:** A sobrecarga do modal rodoviário hoje no Brasil, aliado a falta de manutenção e planejamento, fazem com que as patologias em pavimentações asfálticas sejam cada vez mais frequentes. Para recuperação do pavimento onde se faz necessária a remoção da camada de revestimento, utiliza-se uma técnica chamada de fresagem. Esta técnica causa um grande volume de rejeitos nocivos para o meio ambiente e que ocupam grandes espaços em áreas de bota-fora. No presente artigo é descrita a realização dos ensaios de granulometria, expansão e índices de suporte Califórnia, necessários para comprovar a possibilidade de reutilização desse material em camadas de base ou sub-base em uma nova estrutura de pavimento asfáltico. Após tentativas com duas composições mesclando material fresado com material virgem e uma composição utilizando apenas os materiais convencionais, comprovou-se que é possível o seu reaproveitamento nas camadas citadas.

**Palavras-chave:** Pavimentação asfáltica. Fresagem. Reutilização.

#### **Introdução**

Um pavimento, além de garantir conforto e segurança ao usuário, tem a função de suportar as cargas oriundas do tráfego dos veículos, utilizando-se materiais e métodos que reduzam os custos e que tenham bom desempenho (BALBO, 2007).

Com relação a sua estrutura, os pavimentos podem ser classificados em rígidos, semirrígidos e flexíveis. Maia (2012) define pavimentos flexíveis como a estrutura constituída por camadas de materiais que sofrem poucas deformações perante as solicitações. Para DNIT (2006) nesse tipo de pavimento a carga recebida se distribui em parcelas proporcionais entre as camadas.

A estrutura do pavimento flexível é geralmente composta de revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito, sendo que as camadas de sub-base e

reforço do subleito são opcionais e utilizadas quando necessário, em função da resistência, das solicitações do tráfego da via e do custo.

Base e sub-base são camadas constituintes da estrutura do pavimento asfáltico, compostas por material granular de diâmetros variados, utilizados em diferentes composições a fim de atender as especificações requisitadas por normas. Segundo Balbo (2007), ambas podem ser compostas de solo estabilizado naturalmente ou quimicamente.

As especificações, critérios e métodos de ensaio, assim como diretrizes para elaboração dos projetos das rodovias brasileiras podem ser encontrados nos manuais e normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) ou Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina (Deinfra/SC), para os casos de rodovias sob jurisdição estadual.

Os principais ensaios que devem ser realizados para a caracterização dos solos são granulometria (DNER-ME 051/94), limites de plasticidade e liquidez, equivalente de areia (DNER-ME 054/97), compactação (DNIT 164/2013 – ME) e índice de suporte Califórnia – ISC (DNIT 172/2016 – ME). Segundo o DNIT (2006), as composições de solo para utilização nas camadas estruturais do pavimento devem ainda se enquadrar em faixas granulométricas pré-determinadas.

Os projetos rodoviários são elaborados para uma vida útil de 10 a 20 anos e nesse contexto é inevitável a manutenção e reconstrução das vias. A presença de patologias nos pavimentos, sendo provenientes de erros de projeto, execução, excesso de peso dos veículos, aumento do tráfego ou mesmo desgaste natural por fadiga resultam na necessidade de recuperação do mesmo.

Na execução da recuperação de pavimentos asfálticos, quando da necessidade de retirada do revestimento, realiza-se a fresagem, que consiste no corte do pavimento e a sua trituração, tornando-o um agregado de granulometria regular.

Segundo o manual de terminologias rodoviárias do DNIT (2007), a fresagem é definida como uma técnica de reciclagem de pavimentos utilizada para a remoção da camada asfáltica superficial. Consiste, então, na raspagem e retirada de uma antiga camada de pavimentação asfáltica através de uma fresadora, implemento equipado com um triturador, responsável por transformar a pavimentação em um material de granulometria regular, levando-a à um caminhão para o transporte final. Atualmente,

a fresagem de pavimentos asfálticos é constantemente aplicada no processo de manutenção e restauração de pavimentos deteriorados.

O resíduo proveniente da retirada de pavimentação asfáltica é considerado entulho da construção civil, devendo ser destinado para reciclagem, reutilização ou para aterros de resíduos da construção civil. O descarte desse tipo de resíduo se torna propício a ilegalidade devido à falta de áreas de destinação final licenciadas. A disposição inadequada de resíduos ocasiona impactos ambientais, como possível comprometimento do solo e corpos de água (BESEN et al., 2010 *apud* NAGALLI et al., 2016).

Novas técnicas estão possibilitando a reutilização do material fresado para a pavimentação, como a incorporação do mesmo na composição de bases ou sub-bases e também como agregado para a massa asfáltica. O que precisa ser estudado é se estes resíduos provenientes dos serviços de manutenção e restauração de pavimentos asfálticos podem ser reaproveitados para uso nas camadas estruturais do pavimento.

O objetivo do estudo é avaliar essa possibilidade de utilização de material fresado de pavimentos flexíveis nas camadas de base e sub-base. Os passos a serem seguidos para a realização do estudo são: coletar o material fresado para utilização no estudo, realizar a caracterização dos materiais utilizados no estudo através de ensaios: a estabilização granulométrica para determinar a dosagem da mistura e ensaios para determinar as propriedades mecânicas das misturas com utilização de material fresado e analisar os resultados encontrados verificando a possibilidade da aplicação das misturas nas camadas de base e sub-base da estrutura de um pavimento.

### **Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa é de natureza aplicada, tendo em vista que este tipo de pesquisa visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (GIL, 2002). Possui uma abordagem quantitativa, uma vez que utiliza de dados numéricos para se alcançar os objetivos.

Quanto aos procedimentos, classifica-se como uma pesquisa experimental, que possibilita “testar hipóteses que estabelecem relações de causa e efeito entre as variáveis” (GIL, 2002).

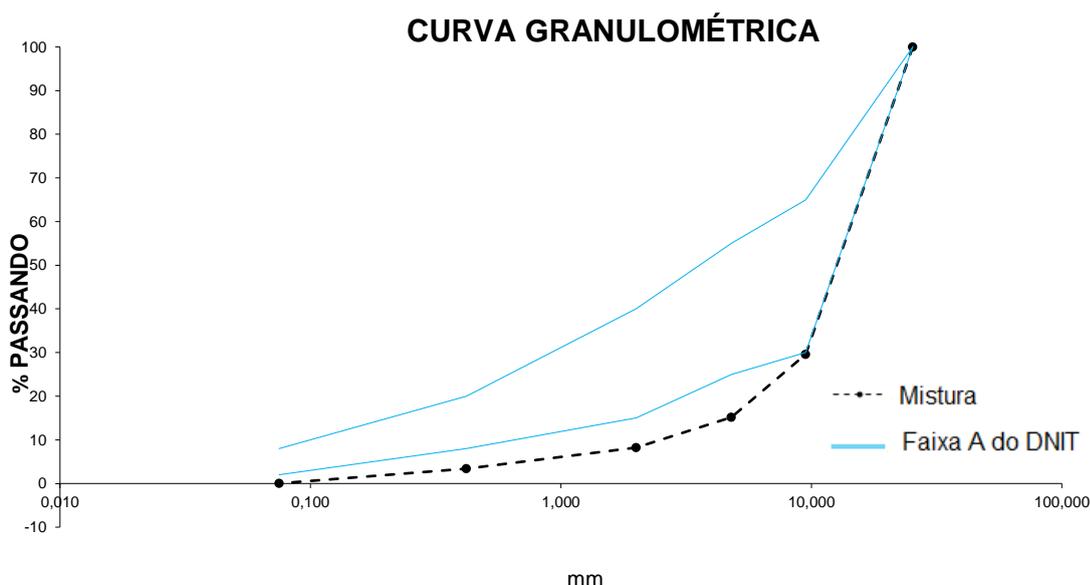
Todos os ensaios e parâmetros utilizados para desenvolvimento do presente estudo foram realizados em conformidade com as exigências do DNIT e Deinfra, utilizando suas respectivas normas e manuais.

A coleta de dados foi realizada em campo (extração de amostras) e em laboratório (realização dos testes). Primeiramente, foi realizada uma visita à obra localizada na Rua Silvio Burigo, bairro Oficinas em Tubarão – SC, onde ocorria a execução da fresagem de uma pavimentação antiga. Desta obra foi coletada uma amostra de aproximadamente 50kg de fresa de pavimentação, e em seguida transportada ao laboratório da empresa SETEP Construções SA, em Tubarão, onde, posteriormente, foram realizados os ensaios de caracterização do material.

Posteriormente, foram recolhidas as amostras do material virgem utilizado nas composições, sendo eles Brita 3/4”, Pedrisco e Pó de Pedra. Estas amostras foram levadas ao forno para retirada da umidade por aproximadamente 12 horas antes de ser dado início aos testes.

A primeira etapa dos ensaios consistiu na análise granulométrica do material fresado, Figura 1, onde constatou-se que a faixa granulométrica encontrada estava fora dos padrões admitidos pelo DNIT para as camadas granulares do pavimento. Os dados foram comparados com a faixa A do DNIT.

**Figura 1** – Curva granulométrica – Material fresado in natura.

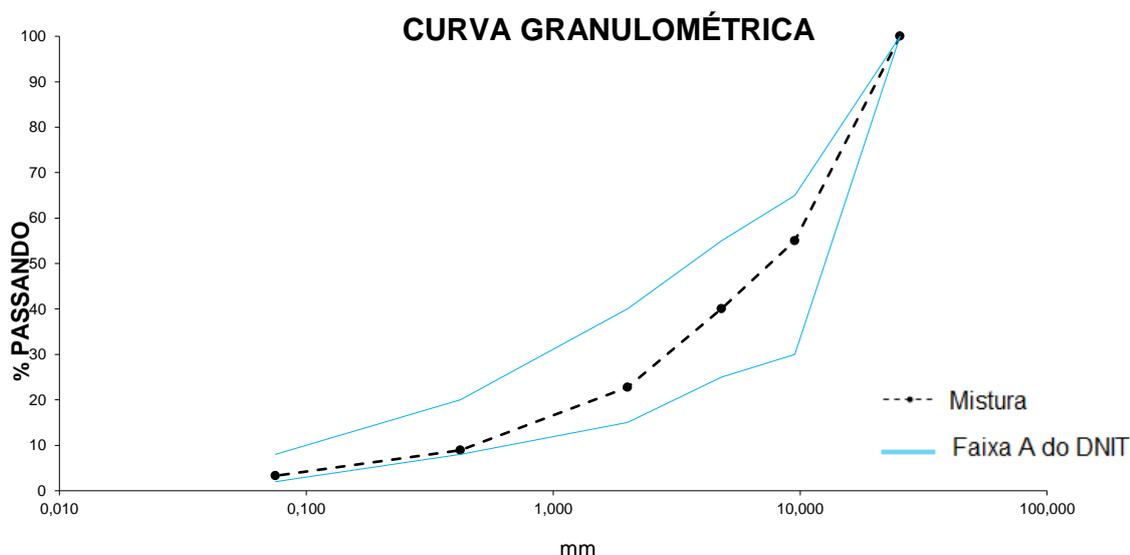


Fonte: Autores (2018).

A partir do resultado negativo em relação à análise granulométrica do material fresado puro, foram elaboradas através de tentativas, composições de material virgem (brita graduada) e material fresado. Com essas tentativas, foi encontrada apenas uma composição, composta de 25% de Brita 3/4", 8% de Pedrisco, 32% de Pó de Pedra e 35% de material fresado.

Pelo fato de ter apenas uma composição possível e a mesma utilizar apenas 35% de material fresado, foram realizados novos ensaios, selecionando o material fresado através da peneira de diâmetro 1". Analisando a curva granulométrica do material (Figura 2) e considerando que o percentual de grãos com diâmetros menores chegaram praticamente ao limite estabelecido pela faixa A do DNIT, adotou-se que o mesmo também não atendeu as especificações, sendo necessária a composição de mais uma mistura, formada por 37% de Brita 3/4", 8% de Pedrisco, 30% de Pó de Pedra e 25% de material fresado.

**Figura 2** – Curva granulométrica – Material fresado selecionado (Peneira 1").



Fonte: Autores (2018).

Efetuuou-se ainda uma terceira composição apenas com material virgem, sendo assim, desconsiderando a utilização de material fresado na mistura. Essa composição possuía 42% de Brita 3/4", 16% de Pedrisco e 42% de Pó de Pedra.

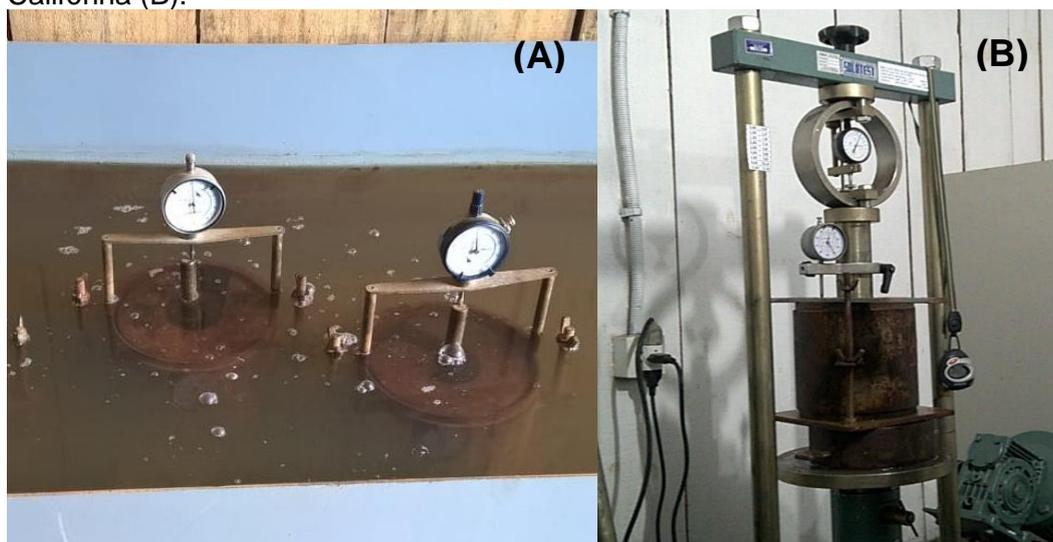
Definidas as composições, se deu início a criação de amostras do material para as fases seguintes de testes. Com porções de aproximadamente 2kg, foram

realizados novamente os ensaios de granulometria, para verificação de que as amostras estavam dentro da faixa granulométrica estabelecida.

Logo após, foi realizada a preparação das amostras para os ensaios de compactação e ISC, sendo que este último consiste na determinação da relação entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão num corpo-de-prova de solo, e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa brita padronizada.

As amostras foram moldadas e compactadas conforme especificações e após, levadas para o tanque (Figura 3A), deixando submersas em água por um determinado período para que fosse medida sua expansão e posteriormente foram colocadas na prensa, para obter o ISC. A Figura 3B apresenta a realização do ensaio de Índice de Suporte Califórnia através da prensa.

**Figura 3** – Ensaio de expansão – amostras submersas (A) e Ensaio Índice de Suporte Califórnia (B).



Fonte: Autores (2018).

Além dos ensaios citados, foi realizado o ensaio de equivalente de areia, utilizado no controle de finos de materiais granulares usados na pavimentação.

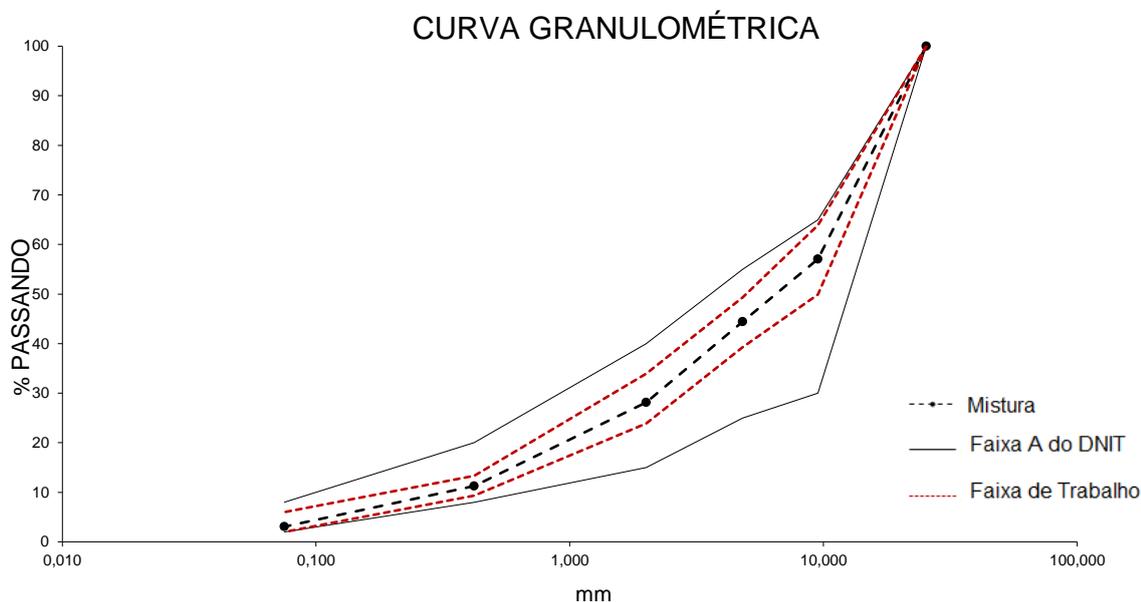
Com base nos resultados dos ensaios para as três composições em comparação com as características estabelecidos pelo DNIT para utilização dos materiais em camadas de base e sub-base, foi verificada a possibilidade de utilização dos materiais para as camadas citadas.

## Resultados e Discussão

Conforme descrito nos procedimentos metodológicos, não foi possível a utilização de 100% de material fresado nas camadas de base ou sub-base, em virtude da composição granulométrica do material não atender as faixas de trabalho estipuladas. E assim foram determinadas três composições para análise, utilizando-se 35%, 25% e 0% de material fresado.

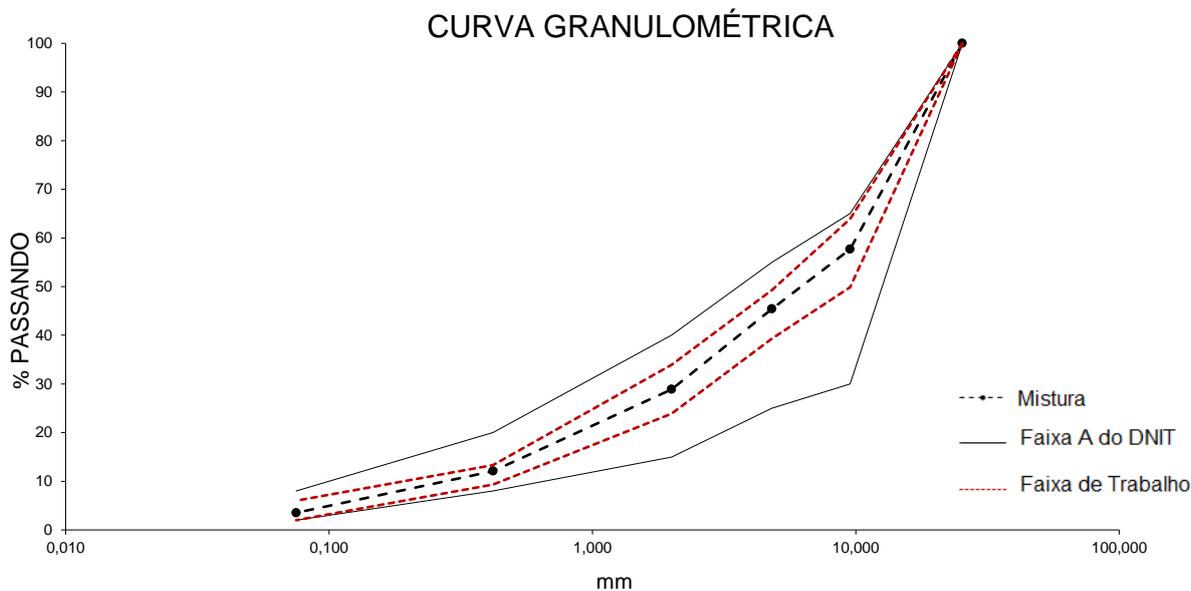
As curvas granulométricas das três composições podem ser visualizadas nas Figuras 4, 5 e 6, respectivamente, onde é possível observar que todos ficaram com a granulometria dentro da Faixa A do DNIT.

**Figura 4** – Curva granulométrica – Composição 1 utilizando material fresado in natura.



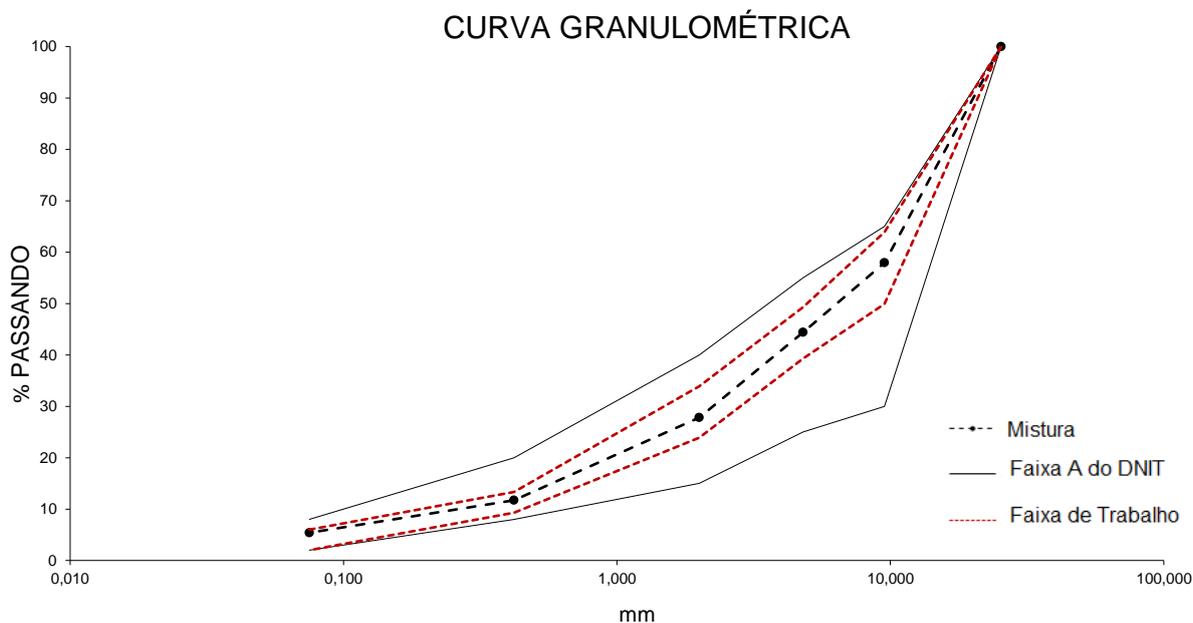
Fonte: Autores (2018).

**Figura 5** – Curva granulométrica – Composição 2 utilizando material fresado selecionado (Peneira 1”).



Fonte: Autores (2018).

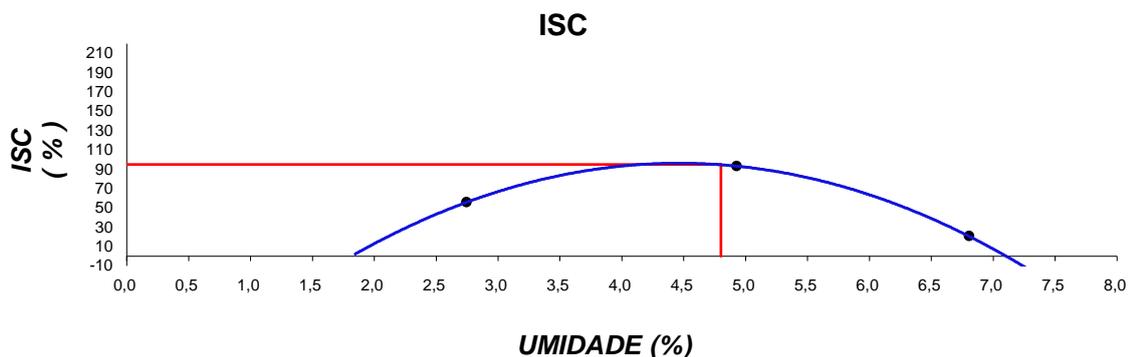
**Figura 6** – Curva granulométrica – Composição 3 sem utilização de material fresado.



Fonte: Autores (2018).

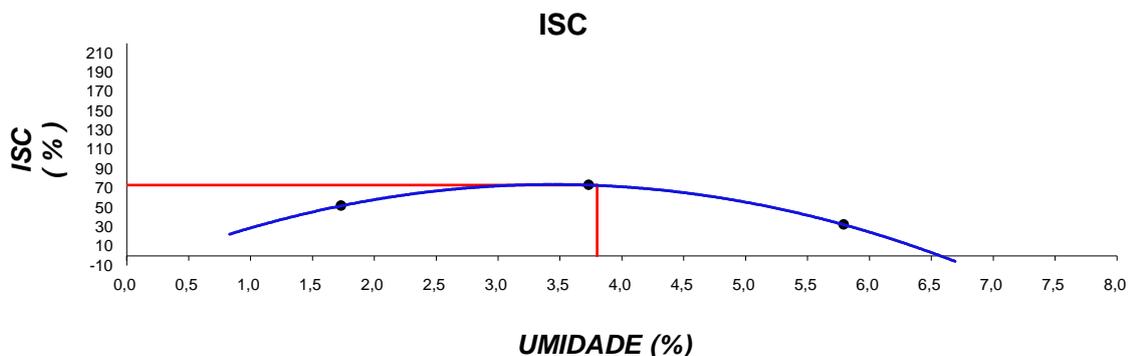
Seguindo as etapas do estudo, foram realizados os ensaios de Compactação, Índice de Suporte Califórnia e Expansão para as três hipóteses de mistura abordadas, cujos resultados são apresentados nas Figuras 7, 8 e 9 e na Tabela 1.

**Figura 7** – Índice de Suporte Califórnia (ISC) – Composição 1 utilizando material fresado in natura.



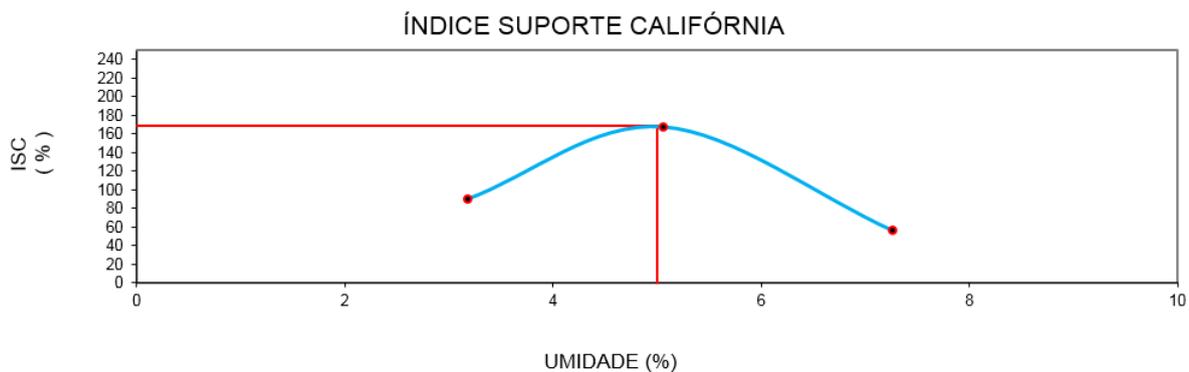
Fonte: Autores (2018).

**Figura 8** – Índice de Suporte Califórnia (ISC) – Composição 2 utilizando material fresado selecionado (Peneira 1<sup>ra</sup>).



Fonte: Autores (2018).

**Figura 9** – Índice de Suporte Califórnia (ISC) – Composição 3 sem utilização de material fresado.



Fonte: Autores (2018).

**Tabela 1** – Resultados dos Ensaios de Compactação, ISC e Expansão das misturas.

Misturas	Composição 1 35% fresado	Composição 2 25% fresado	Composição 3 Sem fresado
Umidade Ótima (%)	4,80	3,80	5,00
Densidade Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	2,112	2,143	2,108
ISC (%)	95,00	73,30	168,40
Expansão (%)	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autores (2018).

Segundo a especificação DNIT 139/2010 ES, para utilização em camadas de sub-base, o material precisa ter  $ISC \geq 20\%$  e expansão  $\leq 1\%$ . Já para as camadas de base, especificação DNIT 141/2010 ES, a composição do material precisa estar dentro de uma das faixas estipuladas em norma, o índice de suporte Califórnia deverá ser maior que 80% e expansão máxima de 0,5%. O critério de  $ISC \geq 60\%$  pode ser utilizado em locais de Número N  $\leq 5 \times 10^6$ , que está relacionado a carga imposta ao pavimento relativa ao tráfego. O equivalente de areia mínimo é de 30%.

De posse dos resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados para as três composições, analisou-se, com base nas especificações e normas vigentes do DNIT, a possibilidade de aplicação dessas composições em camadas de sub-base e base de pavimentos flexíveis quanto à granulometria, índice de suporte Califórnia e expansão.

As Tabelas 2 e 3 apresentam a comparação dos resultados obtidos nos ensaios com relação aos valores fixados pelo DNIT para aplicação em camadas de base e sub-base, respectivamente.

Levando-se em conta os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se concluir que as composições 1 e 3 ensaiadas podem ser aplicadas em camadas de base de pavimentos flexíveis. A composição 2 só poderá ser utilizada em camadas de base, se a rodovia onde será construído o pavimento possuir um tráfego que gere um Número N igual ou inferior a  $5 \times 10^6$ , já que o ISC encontrado é superior a 60%. Porém não poderá ser aplicada em rodovias com maior tráfego em virtude do ISC de 73,3% não atender ao critério de  $ISC > 80\%$ .

**Tabela 2** – Análise dos resultados para a camada de base.

Ensaio	Critérios DNIT	Composição 1 35% fresado		Composição 2 25% fresado		Composição 3 Sem fresado	
		Resultado	Análise	Resultado	Análise	Resultado	Análise
Granulometria	Faixas A a F	A	Atende	A	Atende	A	Atende
ISC (%)	> 80%	95,00	Atende	73,30	Não Atende	168,40	Atende
	> 60%		Atende		Atende		Atende
Expansão (%)	< 0,5%	0,00	Atende	0,00	Atende	0,00	Atende

Fonte: Autores (2018).

Levando-se em conta os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se concluir que as composições ensaiadas podem ser aplicadas em camadas de sub-base de pavimentos flexíveis. As três composições apresentaram expansão igual a zero e capacidade de suporte (ISC) superior a mínima de 20%.

**Tabela 3** – Análise dos resultados para a camada de sub-base.

Ensaio	Critérios DNIT	Composição 1 35% fresado		Composição 2 25% fresado		Composição 3 Sem fresado	
		Resultado	Análise	Resultado	Análise	Resultado	Análise
ISC (%)	≥ 20%	95,00	Atende	73,30	Atende	168,40	Atende
Expansão (%)	≤ 1%	0,00	Atende	0,00	Atende	0,00	Atende

Fonte: Autores (2018).

Vale salientar que as especificações para camadas de sub-base não estabelecem uma faixa granulométrica determinada, apenas estipulam que a fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais, sendo este parâmetro atendido pelas composições estudadas.

O ensaio de equivalente de areia foi realizado para as composições 1 e 3, que atenderam a todos os critérios estipulados para qualquer rodovia. Os valores obtidos podem ser visualizados na Tabela 8.

O valor mínimo para o equivalente de areia previsto em norma é de 30%, logo, conforme especificado na Tabela 4, os valores de 72,72% e 60,88% para os materiais em estudo atendem a especificação, estando apto para a utilização na produção de base para a pavimentação.

**Tabela 4** – Resultados do ensaio Equivalente de Areia.

Misturas	Composição 1 35% fresado	Composição 3 Sem fresado
Equivalente de areia (%)	72,72	60,88

Fonte: Autores (2018).

### Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo avaliar se é possível reaproveitar o material proveniente da fresagem de pavimentação asfáltica para a produção de base ou sub base de novas estruturas de pavimentos.

Conforme os resultados obtidos, as composições analisadas apresentaram resultados satisfatórios com relação a granulometria, ISC e expansão. A primeira composição, utilizando o material fresado em estado natural, assim como a composição 3, composta apenas com material utilizado convencionalmente (sem reaproveitamento) foi aprovada para utilização em ambas camadas sugeridas, atingindo os valores mínimos estabelecidos em norma.

A segunda composição, utilizando 25% de material fresado selecionado (passante na 1”), não atingiu o valor de ISC mínimo para rodovias com tráfego pesado, e por isso foi aprovada apenas para utilização em camadas de sub-base. Ainda assim, com restrições, pode ser utilizada para camadas de base em rodovias de tráfego inferior.

Apesar de utilizar-se apenas 35% do volume total da composição de material reaproveitado, ou até 25%, como o caso da segunda composição, isso nos abre uma possibilidade de reaproveitamento de grandes quantidades de material, acarretando em economia de material virgem e reduzindo o volume de material fresado estocado em terrenos baldios e à beira de rodovias, reduzindo o impacto ambiental e provavelmente o custo final.

Observou-se com o estudo, que a capacidade de suporte da composição está diretamente ligada as características dos materiais e a distribuição granulométrica da mesma. Sendo uma das grandes dificuldades encontradas para reutilização do material fresado a determinação da composição de acordo com as faixas granulométricas estabelecidas em norma.

Vale salientar que no presente estudo não foram abordadas as características relativas aos limites de consistência e índice de grupo, caracterizando uma limitação da pesquisa.

Ainda é importante frisar que não se pode prestar informações com relação a viabilidade financeira do projeto, deixando aberta a possibilidade de um futuro estudo de caso, em uma obra específica, elaborando a comparação entre custos de logística e triagem do material fresado e a aquisição de todo o material extraído de pedreiras.

## Referências

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e execução**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 051/94 – Solos – análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **DNER-ME 054/97 – Equivalente de Areia**. Rio de Janeiro, 1997.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Terminologias Rodoviárias usualmente utilizadas**. Ministério dos Transportes, 2007. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviaras/terminologias-rodoviaras-versao-11.1.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. **DNIT 139/2010 – ES. Pavimentação – Sub-Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **DNIT 141/2010 – ES. Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **DNIT 164/2013 – ME. Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **DNIT 172/2016 – ME. Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio**. Brasília, 2016.

\_\_\_\_\_. **Manual de pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ, 719).

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

NAGALLI, André; SCHNEIDER, Emanuelle Dayane; SCHROH, Mariana Reinert. **Investigação do Potencial de Contaminação Ambiental Associado à Disposição em**

Solo de Resíduos Asfálticos. **Rev. ANAP Brasil**, Tupã, v. 9, n. 7, p. 25-34, out./dez. 2016. Disponível em: <[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap\\_brasil/article/view/1446](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1446)>. Acesso em: 13 mai. 2019.

MAIA, Iva Marlene Cardoso. **Caracterização de patologias em pavimentos rodoviários**. 2012. 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Vias de Comunicação) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Portugal, 2012.

## CAPÍTULO 07

### ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO ENTRE CONTRATAÇÃO PRÓPRIA E TERCEIRIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Cid Cardoso

Júlio Preve Machado

Claudio da Silva

João Paulo Mendes

**Resumo:** A construção civil é um dos setores que mais cresceram nos últimos anos, e exige uso constante de serviços de mão de obra, porém, devido à falta de capacitação desta, o crescimento acelerado fez com que sua contratação não fosse mais de forma direta, e por esse motivo, a construção civil passou a empregar a mão de obra terceirizada, para obter diminuição de custos e de responsabilidades, aumentando à competitividade do mercado fazendo com que as empresas passassem a buscar alternativas para minimizar gastos. O presente trabalho tem como objetivo avaliar qual dos dois tipos de contratação de mão de obra apresentara um menor custo de produção para uma obra em estudo. Com base nos resultados desta pesquisa, pode-se concluir que a contratação terceirizada de mão de obra para a obra em estudo, apresentou um menor custo de produção.

**Palavras-chave:** Contratação. Mão-de-obra. Terceirização.

#### Introdução

O crescimento da construção civil brasileira tem refletido avanços importantes, aumentando a participação de empresas formais no PIB. Em 2009, o PIB das empresas formais de Construção totalizou R\$ 93,2 bilhões, correspondendo a 63,5% do produto do setor em seu conjunto, representando um grande avanço comparado a 2003, ano em que as empresas formais correspondiam por apenas 43,8% do PIB (CASTELO et al., 2009).

O setor da construção civil já contribuiu com 18% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional (SOUZA, 2006). De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), existem aproximadamente 118.993 empresas de construção civil no país, que são responsáveis pela ocupação formal de 1.462.589 trabalhadores. O setor da construção civil é diversificado, constituído por empresas de diversos portes, desde micro até grandes empresas (BELING, 2006).

Após um crescimento expressivo da construção civil nos últimos anos, o setor encontra-se em meio a uma crise, assim como o restante do país, fazendo com que a mão de obra seja ainda mais imprescindível. Por isso, algumas empresas do mercado vêm optando pela contratação de empresas terceirizadas para o fornecimento de mão de obra, com o objetivo de se eximir de certas responsabilidades. Outras empresas optam por fidelizar sua mão de obra, promovendo contratações diretas, devido à necessidade de reduzir custos, tendo em vista os altos valores cobrados pelas empreiteiras (TEIXEIRA 2015).

Nos últimos 30 anos houve um significativo aumento da terceirização de mão de obra na construção civil, devido aos altos custos arcados pelas empresas construtoras com encargos sociais, exigências de benefícios exigidos pelos acordos sindicais, além da alta rotatividade da mão de obra, gerando custos com admissão e demissão dos operários. O trabalho misto também tem sido utilizado, onde operários contratados e terceirizados, formam a equipe de operários de um canteiro de obra, gerenciados por engenheiros e/ou arquitetos (ALONSO 2017).

Com base nas informações descritas acima, a presente pesquisa tem como objetivo principal realizar uma análise comparativa de custos de produção entre a utilização da mão de obra própria contratada e a mão de obra terceirizada para a construção de uma residência unifamiliar localizada no município de Orleans, SC.

### **A produtividade na indústria da construção civil**

A produtividade está ligada normalmente ao conceito de eficiência nos processos, ou seja, quanto mais eficiente for devido processo, mais produtivo será. Quando relacionado esse conceito a mão de obra da construção, a produtividade consiste na eficiência em transformação do esforço humano em serviços de construção (ALONSO 2017).

É inegável a importância da indústria da construção civil quando se atenta para algumas de suas características estruturais: ela atua de forma significativa no PIB de qualquer país, sendo de 3% a 5% nos países desenvolvidos, e de 5% a 10% nos em desenvolvimento, e, ainda, absorve um número elevado de mão-de-obra, independentemente do nível de desenvolvimento econômico (BARREIRO JÚNIOR, 2003 apud CARVALHO, 2003).

Enquanto que nos Estados Unidos a construção civil é responsável por aproximadamente 8% do PIB, no Brasil ela corresponde, segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – ASBEA (2000 apud CARVALHO, 2003), a cerca de 15% do PIB, representando investimentos anuais acima de R\$ 115 bilhões, além de gerar 13,5 milhões de empregos diretos, indiretos e induzidos. Em 2001 o Construbusiness, nome dado à cadeia produtiva do setor, representou 70% dos investimentos em capital fixo da economia brasileira (ASBEA, 2000; MDIC, 2002 apud CARVALHO, 2003).

A indústria da construção civil possui uma grande capacidade de aumentar o crescimento do produto interno bruto (PIB), de empregos e da renda no curto e médio prazo. Por isso, o aumento na produção da construção civil eleva a demanda pelos variados produtos e serviços utilizados nessa indústria de maneira indireta, envolvendo a fabricação de insumos e componentes, como por exemplo, cimento, vidro, madeira, esquadrias, laminado de aço e madeira. De acordo com o IBGE, em 2010, a construção civil empregava aproximadamente 2,5 milhões de pessoas no Brasil, que receberam neste mesmo ano R\$ 41,9 bilhões em salários e outras retiradas e mais R\$ 21,2 bilhões em pagamentos indiretos, totalizando R\$ 63,1 bilhões, o que corresponde a 30,7% de todos os gastos e custos do setor naquele ano (TAVES, 2014).

De acordo com Beling (2006), a construção civil apresenta uma produtividade que se diferencia dos demais setores, e a diversidade de serviços existentes durante o período de construção de uma determinada obra, é um dos motivos que torna a terceirização bastante atrativa.

### **Terceirização na construção civil**

A terceirização de serviços na construção civil tem origem nos Estados Unidos, e foi introduzida no Brasil nas décadas de 50 e 60 por multinacionais automobilísticas. Adquiriu maior expressão nos anos de 70 e 80, com a edição de normas de contratações de mão de obra por intermédio de terceiros no setor privado. Hoje em dia o termo terceirização está muito popular, estando vinculada a redução de custos, objetivando o aumento da competitividade, buscando flexibilidade e a redução de encargos sociais no qual corresponde um dos custos mais importantes (BELING, 2006).

Para Teixeira (2015), o termo terceirização está relacionado ao fornecimento de produtos e serviços, antes realizados pela própria empresa, por outra empresa ou entidade. Porém, deve-se ter atenção ao optar na utilização de mão de obra terceirizada, pois devido a pressa dos curtos prazos para a execução das obras, muitas vezes a contratante acaba deixando de lado toda a documentação necessária referente às regularidades fiscais e elaboração de contratos, o que pode ocasionar problemas no decorrer da obra ou até mesmo no futuro.

Atualmente a terceirização tem sido adotada constantemente na construção civil. Para que se possa entender a abrangência de conceitos no que se refere à terceirização, foram estudadas algumas definições básicas, utilizadas na construção civil, conforme Instrução Normativa (IN) nº 18 do Instituto Nacional da Seguridade Social – INSS:

- Construtora - pessoa jurídica, constituída do registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA, que tem execuções de obra sobre sua responsabilidade.
- Empreiteira – empresa a qual executa serviço de construção civil, mediante contrato feito com o dono da obra.
- Subempreiteira – empresa que executa obra ou serviço de construção civil, mediante contrato realizado com a empreiteira.
- Contrato de empreitada – Se refere ao contrato realizado pelo proprietário, incorporador ou dono da obra, com a empresa, para a realização de obra, podendo ser total ou parcial (INSS, 2002).

A contratação de terceirização surgiu como uma forma de amenizar problemas com a mão-de-obra, especialmente a especializada, e como uma forma de escapar das obrigações e custos com a Previdência Social, entre outros trâmites legais. Tisaka (2006) ressalta que, independentemente do tipo de empreitada, de mão de obra, deve ser realizado o orçamento com discriminação minuciosa dos serviços a serem feitos, quantificação de cada um desses, e definir os custos obtidos através da composição dos insumos e consumos, e mais os gastos com infraestrutura necessária para a execução dos serviços.

Hoje, na construção civil, a ordem é terceirizar, principalmente nas grandes construtoras. Só para se ter uma ideia, em algumas obras de grande porte, tem se caso que chega a 80% de mão de obra terceirizada, sendo comum ver apenas corpo

técnico contratados pela própria empresa, funcionário de uma hierarquia maior, ou seja funcionários de confiança, são esses que demandam tarefas no canteiro de obra, eles são superiores aos terceirizados, ou seja, recebem ordens. Algumas vantagens relacionadas ao processo de contratação de empreiteira e subempreiteira podem ser citadas:

- Melhora na flexibilidade na produção, como por exemplo, poder acompanhar e executar várias obras simultâneas, porque não existe a preocupação em distribuir os funcionários de uma obra para outra;
- Aumento da produtividade;
- Controle nos processos de produção;
- Transferência de riscos;
- Diminuição de preocupação administrativa;
- Redução de prazos, e conseqüentemente de custos;
- Facilidade no controle de custos;
- Melhora na qualidade dos serviços;
- Eliminação da manutenção de equipamentos (BELING, 2006).

Por não precisar realizar o gerenciamento da mão de obra, a empresa, poderá dar mais ênfase, na realização das vendas de imóveis, marketing, publicidade, e destacando o foco em aspectos e detalhes como qualidade do serviço, acompanhamento das inovações do mercado, e necessidades de clientes. Porém, a terceirização possui muitos aspectos negativos. As desvantagens em realizar serviços de terceirização são:

- Controle sobre operários: Torna-se mais difícil fazer com que os operários cumpram a política de qualidade adotada pela empresa;
- Confiança: Um funcionário contratado da empresa emite maior segurança, tanto nas atividades executadas, quanto no controle de quantidade de materiais utilizados, os quais algumas vezes são furtados;
- Riscos Trabalhistas: A empresa construtora torna-se co-responsável por ações trabalhistas movidas contra a empreiteira;
- Treinamento: muitas vezes não existe a preocupação técnica da mão de obra, o que poderá interferir na queda de produtividade (BELING, 2006).

É importante ressaltar, que se deve estar atento à legislação, pois mesmo não respondendo diretamente pelo funcionário da empreiteira, legalmente a contratante é

responsável pelas obrigações dos funcionários dos empreiteiros. Por isso, recomenda-se que as construtoras liberem o pagamento dos serviços apenas mediante a entrega da guia de recolhimento do FGTS e de informações à previdência social (TEIXEIRA, 2015).

A aprovação da Nova Lei da Terceirização transforma as relações de trabalho no Brasil. O projeto, que estava engavetado há quase duas décadas, faz parte dos planos do governo para modernizar as relações de trabalho e estimular a cadeia produtiva, permitindo que as prestadoras de serviços especializados tenham contratos mais adequados e com menos insegurança jurídica (HEBER DIONIZIO, 2016).

### **Comparação entre mão de obra própria e terceirizada**

É definida mão de obra própria, ou direta, a contratação de funcionários, pela própria construtora, montando equipes, com diversos cargos e atribuições, como pedreiros, serventes, carpinteiros, colocador de cerâmica, e demais profissionais do setor de construção civil, gerando um vínculo empregatício direto entre construtora e trabalhadores (TEIXEIRA 2015).

No ponto de vista teórico, terceirizar os serviços, seria viável somente para pequenos serviços em situações em que a construção não teria demanda suficiente para contratação dos funcionários, ou para um curto período de tempo, já que a contratação de uma empreiteira envolveria um custo adicional, incluindo o lucro para a mesma. Porém, na prática da construção civil, não é isso que acontece, a maioria das construtoras, contratam a terceirização de todos os serviços e cuidam da parte de gerenciamento da obra. A justificativa para isso se dá devido ao fato de essas microempresas conseguirem custos menores para a realização dos serviços, devido a algumas informalidades em suas atividades, assim, aumentando a produtividade (ALONSO 2017).

Quando a construtora escolhe a opção de contratar equipes próprias para execução de serviços, pagando as horas tarefas feitas, esta possui uma despesa a mais, devido à existência de encargos (ALONSO 2017).

Na Tabela 1, são exibidos os itens e as porcentagens que compõem os custos da mão de obra própria.

**Tabela 1** - Custo da mão de obra própria.

Custo da mão de obra própria	Porcentagem (%)
Salário	-
INSS	11,0
Seconci	1,0
FGTS	8,0
Repouso semanal remunerado	17,75
Feridos	4,0
Férias + 1/3	14,79
Auxílio enfermidade, acidentes de trabalho e faltas justificadas	1,98
13 salário	11,09
Licença paternidade	0,02
Aviso prévio	18,15
Indenização adicional	1,44
Vale refeição	25,3
Vale transporte	5,71
EPI's	2,51

Fonte: Autores (2017).

### **Procedimentos Metodológicos**

De acordo com Pereira (2010, p. 71), a pesquisa aplicada “ tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Segundo Santos e Filho (2012), a pesquisa aplicada, busca objetivos imediatistas, com solução de problemas dirigidos, para obter de imediato o retorno do recurso aplicado. Logo, esta pesquisa, pode ser classificada quanto à natureza como pesquisa aplicada.

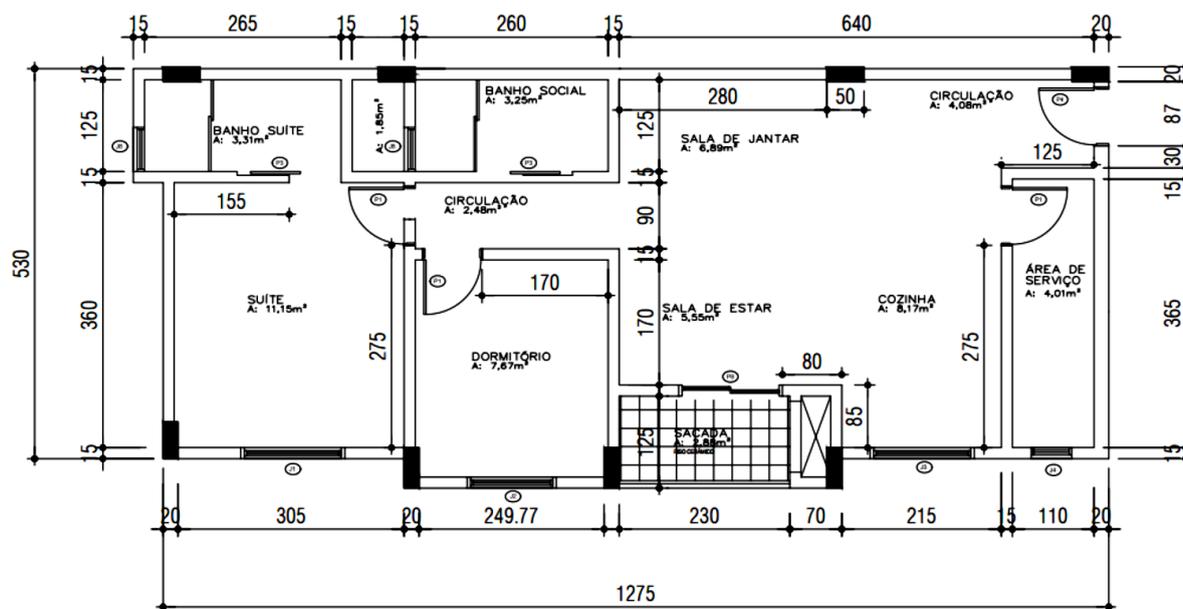
Quanto aos fins da pesquisa, esta pode ser classificada como explicativa. De acordo com Pereira (2010), a pesquisa explicativa proporciona maior familiaridade com o problema, com o objetivo de construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico, análise de exemplos que façam com que as pessoas tenham melhor compreensão. Este tipo de pesquisa assume em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

A pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de materiais já publicados, que podem ser livros, artigos e materiais publicados na internet. Já o estudo de caso, é quando envolve o estudo de um objeto, com objetivo de permitir um conhecimento amplo e detalhado (PEREIRA, 2010).

Neste sentido, quanto ao procedimento, esta pesquisa é classificada como bibliográfica e estudo de caso.

Para este estudo de caso, serão realizados orçamentos de mão de obra para a realização de atividades de construção civil de uma residência unifamiliar, de padrão popular, em alvenaria, com área total construída de 70 m<sup>2</sup>, conforme apresenta a Figura 1.

**Figura 1** - Planta baixa residência em estudo.



Fonte: Autores (2017).

Serão realizados orçamentos de mão de obra considerando terceirização e contratação própria direta. Para a realização dos orçamentos considerando terceirização, serão realizadas cotações de preços com duas construtoras que prestam serviços terceirizados, localizadas no município de Orleans, SC. Do ponto de vista contábil, ambas as empresas são consideradas EPP (Empresa de Pequeno Porte). Já o orçamento considerando mão de obra própria direta, será realizado com base na quantidade de horas de operários necessárias para a realização da obra em estudo, obtida com base nos dados de produtividade de uma terceira empresa, localizada também no município de Orleans, SC. Essa mesma empresa também fornecerá os valores referentes aos custos mensais de cada operário, considerando salário mais encargos sociais. Por último, será realizado uma estimativa de custo de mão de obra com base em indicadores do CUB (Custo Unitário Básico), calculado pelo Sinduscon (Sindicato da Indústria da Construção Civil) de Santa Catarina. Para a realização desta estimativa de custo, será adotado o padrão de construção do tipo

Residencial Unifamiliar de padrão baixo para 1 pavimento (R1-B), referente ao mês de abril de 2017, que corresponde a um valor de R\$ 763,90.

## Resultados e Discussão

Através do contato realizado com as duas empresas prestadoras de serviços terceirizados, obtiveram-se os custos totais de mão de obra, apresentados de forma parcial para cada etapa construtiva, conforme Tabelas 2 e 3. Foi exigido das empresas, que seus colaboradores estivessem devidamente registrados, com seus direitos totalmente pagos, e fornecimento de EPI's necessário, para podermos ter um critério mais justos entre a comparação da mão de obra direta, e a terceirização da mesma, foi solicitado para as empresas que elas distribuíssem e atribuíssem um peso em cada etapa, que no caso seria uma porcentagem do total global, ficando mais fácil a visualização.

**Tabela 2** - Orçamento construtora terceirizada 01.

Descrição da atividade	%	Valor (R\$)
Estrutural	22,00	10.441,20
Cobertura	11,00	5.220,60
Alvenaria	15,04	7.137,98
Reboco	14,34	6.805,77
Instalação elétrica	4,43	2.102,48
Forro	7,02	3.331,70
Assentamento de azulejo	3,50	1.611,10
Contrapiso	3,57	1.694,32
Assentamento de piso	7,15	3.393,40
Assentamento de alvenaria	6,74	3.198,80
Pintura	5,21	2.472,67
Total	100,00	47.460,00

Fonte: Autores (2017).

**Tabela 3** - Orçamento Construtora terceirizada 02.

Descrição da atividade	%	Valor (R\$)
Estrutural	21,93	8.634,93
Cobertura	10,97	4.319,43
Alvenaria	14,51	5.713,31
Reboco	14,67	5.776,32
Instalação elétrica	4,91	1.933,31
Forro	6,98	2.748,37
Assentamento de azulejo	3,62	1.425,38
Contrapiso	3,48	1.370,25
Assentamento de piso	7,18	2.872,13
Assentamento de alvenaria	6,88	2.709,00
Pintura	4,87	1.917,56
Total	100,00	39.375,00

Fonte: Autores (2017).

Analisando-se as Tabelas 2 e 3, percebe-se que a diferença entre o custo da construtora 1 para a construtora 2 foi 20%. Por se tratar da mesma obra, ambas adotaram a mesma lista de atividades. O custo por m<sup>2</sup> da construtora 1 foi de R\$ 678,00, já o custo por m<sup>2</sup> da construtora 2 foi de R\$ 562,50.

Com base nos dados de produtividade de uma terceira empresa de construção civil localizada em Orleans, SC, determinou-se uma equipe de operários, constituída por 1 mestre de obras, 1 pedreiro e 1 servente, necessária para a construção da obra em estudo, visando sua conclusão num prazo máximo de 5 meses. A Tabela 4 apresenta os custos mensais (salário mais encargos sociais) de cada operário e totais para os cinco meses de obra.

**Tabela 4** - Valores para contratação de mão de obra própria.

Item	Remuneração Mensal (R\$)	Encargos Sociais (R\$)	Total mensal (R\$)	Total obra (R\$)
Mestre de obra	2.500,00	2.036,05	4.536,05	22.680,25
Pedreiro	1.800,00	1.465,95	3.265,95	16.329,75
Servente	1.400,00	1.140,18	2.540,18	12.700,90
Alimentação	250,00	-	250,00	1.250,00
Combustível	720,00	-	720,00	3.600,00
Total			11.312,18	56.560,90

Fonte: Autores (2017).

Analisando a Tabela 4, onde constam valores referentes a contratação de mão de obra própria, percebe-se que o custo por m<sup>2</sup> da mão de obra em estudo é de R\$ 808,00.

Afim de termos mais dados comparativos sobre custos, e assim termos uma conclusão mais justa e coerente, utilizamos o sindicato da construção civil da grande Florianópolis (SINDUSCON), Com base nos dados do Sinduscon, utilizando como referência o padrão de construção R1-B de Abril de 2017, correspondente a um valor de mão de obra R\$ 763,90/m<sup>2</sup>, o total estimado de mão de obra para a construção em estudo é de R\$ 53.473,00, como mostra a Tabela 5.

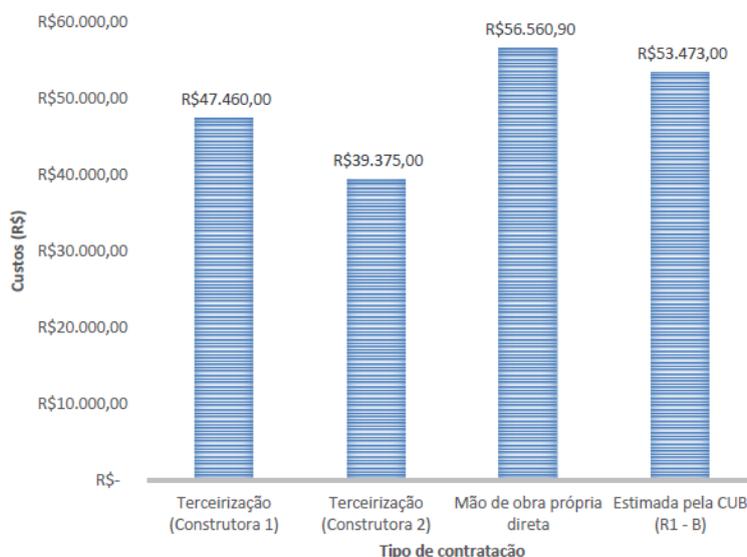
**Tabela 5** - Orçamento de acordo com Sinduscon.

Descrição da atividade	%	Valor (R\$)
Estrutural	21,93	11.726,63
Cobertura	10,97	5.865,99
Alvenaria	14,51	7.758,93
Reboco	14,67	7.844,49
Instalação elétrica	4,91	2.625,52
Forro	6,98	3.732,42
Assentamento de azulejo	3,62	1.935,72
Contrapiso	3,48	1.860,86
Assentamento de piso	7,18	3.839,36
Assentamento de alvenaria	6,88	3.678,94
Pintura	4,87	2.604,14
Total	100,00	53.473,00

Fonte: Autores (2017).

Os resultados obtidos dos custos de mão de obra dos tipos de contratação estudados, são apresentados em resumo na Figura 2.

**Figura 2** - Resumo dos custos de mão-de-obra.



Fonte: Autores (2017).

Analisando a Figura 2, percebe-se que os custos de mão de obra terceirizadas apresentaram os menores custos, sendo que o menor custo de mão de obra foi obtido pela construtora 2, representando cerca de 43% em relação ao custo de mão de obra com contratação própria direta. Esses se justificam pelo fato de que a empresa terceirizada trabalha com uma mesma equipe a mais de 17 anos, são empresas de pequeno porte, seus custos são otimizados, ou seja um funcionário realiza diversas atividades, como faz o estrutural, acabamento, e ainda faz a colocação das aberturas, cerâmica, levantamento de alvenaria, emboço, e claro sem contar com um aspecto que pesa muito, o bom entrosamento dos operários que refletem numa maior produtividade e, conseqüentemente, num menor custo de produção, vale lembrar que com a terceirização o produto final passa por uma baixa na sua qualidade final, pois empresas que terceirizam serviços de mão de obra, focam pela sua produtividade, isso é um diferencial, conseqüentemente sua qualidade final baixa, isso é inevitável, e bom ressaltar novamente que o estudo se refere a uma casa de padrão popular.

Outra causa também que os custos da mesma foram menores, as empresas no geral que prestam serviços de mão de obra (terceirização), na Construção civil, não possuem qualquer estrutura administrativa ou financeira para garantir o cumprimento dos direitos trabalhistas, até mesmo o mais básico deles, os salários. Estes, inclusive, são sempre menores do que aqueles pagos pelo tomador a seus empregados. E quando superior ao piso salarial da Categoria, em face da produtividade, que acaba implicando em excesso de Jornada, somente o piso salarial é anotado na carteira de trabalho, sobre o qual é recolhido os encargos sociais e pagos os demais direitos trabalhistas.

Já a empresa na qual foram obtidos os valores de mão de obra própria direta, está no mercado a 5 anos, apresentando um menor entrosamento de seus operários, impactando em maiores custos, não é que seria essa a causa pelo valor dos orçamentos terem valores menores que a contratação direta da mão de obra, mas pode ser umas das causas, isso é um dado que tem que ser levado em conta.

### **Considerações Finais**

O presente trabalho teve como objetivo comparar os custos de mão de obra, considerando contratos de terceirização versus contratação própria direta. Esta pesquisa contribuirá para a tomada de decisão dos empresários do setor da

construção civil do município de Orleans (SC) quando tiverem que optar por mão de obra do tipo própria ou terceirizada.

De acordo com os resultados desta pesquisa, pode-se concluir que a contratação da mão de obra terceirizada, para a obra em estudo, apresentou um menor custo de produção, comparado com a mão de obra própria direta e com estimativas feitas pelo CUB/SC.

Deve ser levado em consideração que com a terceirização, não podemos ter uma precarização das condições de trabalho, como jornadas de trabalho mais extensas, e não respeitando a lei em vigor, ou seja a CLT.

Deve-se destacar que, em função das dificuldades no levantamento dos custos totais da obra, o que levaria a necessidade da definição de estimativas de custos de manutenção, este estudo foi limitado apenas a realização de estudos envolvendo custos de produção. Outra limitação refere-se a região de estudo, limitada ao município de Orleans (SC) e a obra apresentada na Figura 1.

Como sugestão para futuras pesquisa, cita-se a realização de um estudo que envolva a análise das possíveis variações de prejuízos dos pós obra, com a mão de obra própria direta ou terceirizada. Além disso, outros estudos comparativos de custos com ambos os tipos de contratação, envolvendo custos indiretos administrativos, em outras localidades da região Sul catarinense, poderão ser realizados.

## Referências

ALONSO, Matheus Nascimento da Silva. **Análise comparativa entre mão de obra própria e terceirizada: estudo de caso em obra de edificações**. Graduação (Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017.

BELING, Adriana. **Implicações decorrentes da opção em contratar mão de obra terceirizada em uma empresa de construção civil**. 2006. 56p. Monografia (Bacharel em ciências contábeis) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CARVALHO, C. L. S. **Inovações tecnológicas, reciclagem e redução de custos na indústria da construção civil**. Projeto de Iniciação Científica – Universidade Estadual Paulista julio de mesquita filho, Araraquara, 2003.

CASTELO, Ana Maria et al. **A produtividade da construção civil brasileira**. GD7 Consultoria e Comunicação, 2009.

HEBER DIONIZIO. **Contabilidade online, artigo sobre nova lei trabalhista.** Curitiba, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DA SEGURIDADE SOCIAL. **IN 18: Procedimentos aplicáveis à obra de construção civil de responsabilidade de pessoa jurídica.** Brasília: INSS, 2002.

PEREIRA, José Matias. **Manual de metodologia da pesquisa científica.** 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

SANTOS, Joao Almeida; FILHO, Domingos Parra. **Metodologia científica.** 2. ed. São Paulo: CENGAGE Learning, 2012.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil.** Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

TEIXEIRA, Igor Ribeiro. **Vantagem econômica da utilização de mão de obra própria em detrimento da terceirização na construção civil.** MBA (Gestão de projetos em Engenharia e Arquitetura), Instituto de Pós-Graduação, IPOG, Manaus. 2015.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** 1. ed., São Paulo: Pini, 2006.

## CAPÍTULO 08

### ANÁLISE DO DESEMPENHO A ABRASÃO EM CONCRETO COM A UTILIZAÇÃO DO ALUMÍNIO EM PÓ

**Alberto Silva Santos**

**Alex Junior Wiemes**

**Ana Paula Cipriano**

**Douglas Nascimento Monteiro**

**Helliton Silva Machado**

**Daniel Magagnin**

**Glauceia Warmeling Duarte**

**João Paulo Mendes**

**Resumo:** O alumínio seguido do ferro é o metal mais utilizado atualmente, o que faz deste material um dos metais mais reciclados no mundo. O presente estudo objetiva analisar o desempenho da abrasão no concreto com a utilização do alumínio em pó. Com base na literatura, desenvolveram-se 03 formulações: Formulação Padrão, Formulação 01, Formulação 02 e Formulação 03, variando-se a porcentagem de alumínio em pó adicionado no concreto. Após algumas análises qualitativas e quantitativas, verificou-se um péssimo desempenho em alguns dos fatores mensurados. O principal fator que influenciou nos resultados obtidos foi a reação que ocorre entre o alumínio em pó junto ao hidróxido de cálcio presente no cimento, e mais a água, esses formaram espumas de gás hidrogênio que dobram o volume da mistura em bruto.

**Palavras-chave:** Abrasão. Alumínio em pó. Concreto. Hidrogênio.

#### **Introdução**

Estudos consideráveis vêm sendo desenvolvidos quanto a utilização de métodos que possam reduzir o consumo de cimento na produção de concretos e argamassas, desde formulações com percentuais diferenciados, até a utilização de aditivos que possam gerar melhores resultados na produção do concreto, viabilizando a redução do consumo do cimento.

Países como China, Japão, Estados Unidos e Rússia revelam que magnetizando a água de amassamento de concretos, previamente, poderá interagir na sistemática de hidratação dos componentes cimentícios. No Brasil as pesquisas

voltadas para o mesmo seguimento iniciaram em 2002, desenvolvidas pelo Departamento de Engenharia e Materiais de Construção (DEMC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (GUIMARÃES, 2006).

Com base no impacto ambiental causado por decorrência da produção de cimento, existe a necessidade dessa demanda de controle e planejamento. Levando em consideração essas informações, se desenvolve a justificativa para o desenvolvimento desse trabalho. A ideia foi substituir percentuais de cimento por alumínio em pó, subproduto desse resultado do processo de produção de esquadrias de alumínio.

Pretende-se que utilizando pó de alumínio no concreto, haja fixação do pó na porosidade existente no concreto, melhorando assim, a resistência a abrasão do concreto (PRETTO, 2007).

Do ponto de vista sustentável é uma ideia simples, onde se reduz a extração de matérias primas da natureza, substituindo-as, por um subproduto ou refugo de processos existentes em larga escala, amenizando desta forma, os impactos ambientais.

Quanto ao ponto de vista tecnológico, o presente projeto irá contribuir com a comunidade científica, para um melhor entendimento em relação ao desempenho, quando substitui-se em partes, o cimento do concreto por alumínio em pó, visando manter os padrões de qualidade referentes a abrasão.

### **Cimento Portland**

O cimento é um dos materiais de construção mais utilizados na construção civil, por conta da sua larga utilização em diversas fases da construção. A ASTM C 150 define o cimento Portland como um aglomerante hidráulico produzido pela moagem do clínquer, que consiste essencialmente de silicatos de cálcio hidráulicos, usualmente com uma ou mais formas de sulfato de cálcio como um produto de adição. O clínquer possui um diâmetro médio entre 5 a 25 mm.

Os silicatos de cálcio são os principais constituintes do cimento Portland, onde as matérias primas para a fabricação devem possuir cálcio e sílica em proporções adequadas de dosagem.

Os materiais que possuem carbonato de cálcio são encontrados naturalmente em pedra calcária, giz, mármore e conchas do mar, sendo a argila e a dolomita as principais impurezas.

### **Processo produtivo do cimento Portland**

O processo produtivo do cimento Portland se divide na produção do clínquer Portland e na produção de pozolana (argila ativada). As etapas do processo de produção do clínquer Portland são:

- O calcário é extraído, britado e secado até uma umidade residual máxima de 2%;
- São adicionados ao calcário a areia e materiais inertes, como por exemplo, carepa de laminação, onde esses materiais são analisados quimicamente e essa mistura proporcional é moída e se obtém a "farinha";
- A farinha passa por um processo de homogeneização com ar comprimido e logo em seguida é estocada em silos;
- A farinha homogeneizada é colocada em um forno rotativo a uma temperatura aproximada de 1.450°C, obtendo-se no final, o clínquer Portland.

A produção da pozolana se divide em colocar a argila in natura no forno rotativo a uma temperatura de 750°C, obtendo no final a argila calcinada (pozolana), onde transcorrido todo esse processo, o clínquer, a pozolana e o gesso são moídos em proporções adequadas de dosagem de material, obtendo-se no final, o cimento Portland.

### **Nomenclatura dos cimentos Portland**

As propriedades físico-químicas do cimento Portland tem evoluído constantemente, inclusive com o emprego de aditivos que melhoram as características do cimento. Hoje o cimento Portland é normalizado e existem 11 (onze) tipos no mercado, conforme apresenta a Figura 1.

Figura 1 - Tipos de Cimentos.

Nome técnico		Sigla	Classe	Identificação do tipo e classe
Cimento portland comum (NBR 5732)	Cimento portland comum	CP I	25	CP I-25
			32	CP I-32
			40	CP I-40
Cimento portland composto (NBR 11578)	Cimento portland composto com escória	CP I-S	25	CP I-S-25
			32	CP I-S-32
			40	CP I-S-40
Cimento portland composto (NBR 11578)	Cimento portland composto com escória	CP II-E	25	CP II-E-25
			32	CP II-E-32
			40	CP II-E-40
Cimento portland composto (NBR 11578)	Cimento portland composto com pozolana	CP II-Z	25	CP II-Z-25
			32	CP II-Z-32
			40	CP II-Z-40
Cimento portland composto (NBR 11578)	Cimento portland composto com filer	CP II-F	25	CP II-F-25
			32	CP II-F-32
			40	CP II-F-40
Cimento portland de alto-forno (NBR 5735)		CP III	25	CP III-25
			32	CP III-32
			40	CP III-40
Cimento portland pozolânico (NBR 5736)		CP IV	25	CP IV-25
			32	CP IV-32
Cimento portland de alta resistência inicial (NBR 5733)		CP V-ARI	-	CP V-ARI
Cimento portland resistente aos sulfatos (NBR 5737)		-	25 32 40	Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo RS. Exemplo: CP I-32RS, CP II-F-32RS, CP III-40RS etc.
Cimento portland de baixo calor de hidratação (NBR 13116)		-	25 32 40	Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo BC. Exemplo: CP I-32BC, CP II-F-32BC, CP III-40BC etc.
Cimento portland branco (NBR 12989)	Cimento portland branco estrutural	CPB	25	CPB-25
			32	CPB-32
			40	CPB-40
	Cimento portland branco não estrutural	CPB	-	CPB
Cimento para poços petrolíferos (NBR 9831)		CPP	G	CPP - classe G

Fonte: Ecivil (2011).

### O concreto com adição de alumínio

Atualmente seguido do ferro o alumínio é o metal mais utilizado no mundo. A utilização deste metal para a produção de embalagem para refrigerante e pelo preço do metal, faz deste material um dos metais mais reciclados no mundo.

Para a produção do concreto, necessita-se de um agregado miúdo apropriado e um agente expensor (pó de alumínio) para a geração de gás. O pó de alumínio reagindo com um aglomerante mineral (cimento Portland) irá gerar bolhas de gás que será encapsulado no interior do concreto, tornando-o mais leve.

A principal vantagem dos materiais feitos com esse tipo de concreto sobre os convencionais, segundo ISHIKAWA (2011), é a redução da quantidade de matéria-prima utilizada (areia, cimento e cal) em até 30%, diminuindo-se o gasto com o consumo de materiais de construção. Isso acontece porque o emprego do concreto possibilita uma redução do corpo estrutural do edifício, como vigas e pilares, o que também contribui para a diminuição do preço final da obra.

### **Concreto celular**

O Concreto celular, também conhecido como concreto celular autoclavado (CCA), é um material de construção leve, que oferece simultaneamente para a estrutura, isolamento térmico-acústico e resistência ao fogo. O CCA é produzido há mais de 70 anos, e oferece várias vantagens significativas sobre outros materiais de construção, sendo um dos mais importantes materiais com baixo impacto ambiental.

Ao contrário da maioria dos outros concretos em usos, para a sua aplicação não são utilizados agregados com tamanhos maiores que a areia. São utilizados como um agente de ligação a areia de sílica, cal, cimento e água. O alumínio em pó é utilizado a uma taxa de 0,05% à 0,08% em volume (conforme na densidade pré-determinada).

Quando o CCA é misturado e moldado em formas, várias reações químicas ocorrem e dão seu peso leve ao CCA (20% do peso do cimento) e propriedades térmicas. O pó de alumínio reage com o hidróxido de cálcio e a água de modo a formar hidrogênio. As espumas de gás hidrogênio dobram o volume na mistura em bruto (a criação de bolhas de gás até 3mm (1/8 polegada) em diâmetro). No final do processo de formação de espuma, o hidrogênio escapa para a atmosfera e é substituído pelo ar.

Quando as formas são removidos a partir do material, que é sólido, mas ainda macio, ele é, em seguida, cortado ambos em blocos ou painéis, e colocado em um autoclave de câmara por um período de 12 horas. Durante este processo de endurecimento da pressão de vapor, quando a temperatura atinge 190° C (374° F), e

a pressão atinge 8 a 12 bares, a areia de sílica reage com hidróxido de cálcio para formar cálcio sílica hidratado, o qual dá ao CCA sua alta resistência e outras propriedades únicas. Após o processo de autoclavagem, o material está pronto para uso imediato no local de construção. Dependendo de sua densidade, até 80% do volume de um bloco de CCA é ar. A baixa densidade do CCA também é responsável por sua baixa resistência à compressão estrutural. Ele pode transportar cargas de até 8 MPa (1160 PSI), aproximadamente 50% da resistência à compressão do concreto regular (SECCO et al., 2015).

### **Argamassa**

Na construção civil as argamassas têm várias finalidades, sendo empregadas durante a execução da edificação, desde a implantação no começo até a conclusão da obra. Deste modo, diversas definições podem ser-lhe atribuídas, a depender da finalidade que lhes for determinado. Oliveira (1959), definia argamassa como sendo “uma massa plástica, capaz de endurecimento posterior e resultante de uma mistura de ligante, areia e água”.

Na atualidade, podem-se encontrar conceitos mais completos e particulares, em função do tipo da argamassa. A ABNT / NBR 13.529 (1995), por exemplo, define a argamassa para revestimento como sendo “uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”; por outro lado, é definida argamassa colante como sendo uma “mistura constituída de aglomerante(s) hidráulico(s), agregados minerais e aditivo(s), que a torna possível, quando preparada em obra com adição especialmente de água, a formação de uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de peças cerâmicas e de pedras de revestimento. As argamassas para revestimento são constituídas em geral de cimento, cal, areia, água e eventualmente aditivos.

Pretti e Tristão (2013) consideram que a argamassa de revestimento tem a função de oferecer acabamento final em paredes e fachadas residenciais de edifícios comerciais e industriais. Os autores reforçam seu uso aplicado em superfícies de alvenaria, isoladamente ou sobre as camadas de chapisco e emboço.

Segundo os esclarecimentos prestados por Tozzi (2009), o revestimento definido como aquele destinado ao acabamento, cuja aplicação se dá sobre a

alvenaria, com o objetivo de agregar valor estético e de proteção à construção contra as ações externas. Segundo a NBR 13.529, Sistema de Revestimento, em termos gerais, apresenta-se como o conjunto “formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento e desempenho, previstos em projeto”.

### **Sustentabilidade**

O reaproveitamento de materiais que ainda possuem potencial de aplicabilidade são vistos como as soluções mais evidentes para a problemática dos resíduos sólidos como contribuição em direção ao desenvolvimento sustentável. Alvim (2006 apud Nunes et al. 2007) sugere que novos materiais devem ser estudados e inseridos na construção civil em condições ecologicamente sustentáveis.

Que a construção civil é uma das principais molas propulsoras da economia mundial, isso é inegável. Só para ter uma ideia de sua importância, no Brasil, ela é responsável por 63% da formação bruta de capital fixo e 15% do PIB. Além disso, movimenta por volta de 400 bilhões de reais por ano, sendo responsável por mais de 2.2 milhões de empregos diretos. Sem contar, ainda, a infinidade de empregos indiretos.

Apesar de sua indiscutível importância para o desenvolvimento do país, a construção civil é apontada como uma das indústrias que mais impactam o meio ambiente. Para se ter uma ideia, o setor consome 2/3 da madeira natural e cerca de 50% dos recursos naturais do planeta, sendo grande parte de recursos não renováveis. Além da extração, o processo produtivo também é bastante nocivo. A fabricação de cimento, por exemplo, é responsável por 8% do total de emissões de GHG. Fora a quantidade de material desperdiçado e os resíduos gerados ao final de uma obra.

Falando especificamente do Brasil, uma das maiores dificuldades para implementação da sustentabilidade no setor da construção civil, diz respeito à falta de iniciativas públicas de infraestrutura, o que acaba elevando, e muito, o custo de uma obra sustentável. Como exemplo mais óbvio, há o fato de termos perfeitas condições climáticas para a utilização de energias limpas, como a solar e eólica, mas concentrarmos o investimento em outros tipos, como a termoeletrica e até mesmo a nuclear.

## Abrasão profunda

Para produtos não esmaltados existe uma classificação de 5 categorias para o ensaio de abrasão profunda de acordo com a NR 13.818-E.

As placas não esmaltadas são, quase sempre, utilizadas em alto tráfego e, por esse motivo, o ensaio de abrasão ultrapassa o limite superficial. Neste caso, a resistência ao desgaste é inversamente proporcional a taxa de absorção de água, onde menor absorção indica maior resistência a abrasão profunda. O volume retirado da peça durante o ensaio de abrasão profunda em mm<sup>3</sup> permite classificar a resistência à abrasão profunda, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Resistência à abrasão profunda para produtos não esmaltados (mm<sup>3</sup>).

Produtos Extrudados		Produtos Prensados	
AI	Menor ou igual a 275	Bla	Menor ou igual a 175
		BIIb	Menor ou igual a 175
Alla	Menor ou igual a 393	BIIa	Menor ou igual a 345
Allb	Menor ou igual a 649	BIIIb	Menor ou igual a 540
AIII	Menor ou igual a 2365	BIII	-

Fonte: NBR 13.818.

## Abrasão do concreto e ensaios de resistência

A abrasão segundo Bauer (2015), refere-se ao atrito seco, enrolamento, escorregamento ou fricção constante que causa a perda gradual e continuada da argamassa superficial e de agregados em uma área limitada. Assim, pode ser classificada em abrasão superficial e abrasão profunda.

Diferentes tipos de ensaios podem ser realizados para simular a abrasão, mas conforme Neville (2016) encontra-se dificuldade em garantir que os resultados reproduzam com exatidão a resistência comparativa a um determinado tipo de desgaste. Isso ocorre por conta da variação da deterioração que pode ser causada por diversas situações como a de atrito por arraste, raspagem ou impactos.

A ASTM C418-05 recomenda alguns procedimentos para determinação da resistência a abrasão:

- Jatos de areia: onde a perda do volume do concreto é uma base para a avaliação, mas não critério da resistência ao desgaste em diferentes condições;
- Disco giratório: onde é aplicado um movimento giratório de três superfícies planas em um percurso circular, com cada placa girando em torno de seu próprio eixo;

- Abrasão das esferas de aço: a carga é aplicada a uma extremidade rotatória que é afastada do corpo de prova por esferas de aço. É realizado com circulação de água para a remoção do material desgastado;
- Coroas de desbaste: utiliza uma furadeira de bancada modificada para aplicar uma carga a três conjuntos de sete coroas de desbaste rotativas que estão em contato com o corpo de prova.

Em todos os casos citados, a profundidade do desgaste é o que determina a resistência à abrasão.

### **Fatores que influenciam a resistência a abrasão**

O desgaste acentuado da superfície do concreto, com a formação de pó e o aparecimento de buracos pode gerar diversos problemas ao usuário final, que vão desde o desconforto estético até problemas de utilização, limpeza, higiene, entre outros.

Estes tipos de patologia podem ser originados por diversos fatores, tais como: dosagem inadequada do concreto, deficiência de cura, problemas executivos, utilização inadequada, entre outros. Quando o problema de abrasão é mais acentuado com o surgimento do agregado graúdo, desprendimento de concreto, é sinal que o piso tem um acentuado grau de desgaste que pode ter sido provocado por solicitação excessiva de pneus, rodas maciças, arraste de ferramentas ou equipamentos, impactos ou qualquer dispositivo capaz de provocar severos ataques por abrasão (SILVA, 2015).

A resistência superficial e dureza do concreto influenciam o desgaste por abrasão. A utilização de agregados graúdos mais resistentes e o aumento da resistência à compressão elevam a resistência à abrasão (ALMEIDA, 2000).

Sendo assim, a resistência à compressão tem correspondência com a resistência à abrasão, e a resistência mínima necessária depende do nível de abrasão esperada.

### **Procedimentos Metodológicos**

Para determinação das formulações, partiu-se de uma fórmula padrão, a qual corresponde ao traço de 1:4 (uma parte de cimento para quatro partes de areia), que também pode ser descrita como: 25% de cimento e 75% de areia.

De acordo com os dados levantados, levando em consideração as informações obtidas por meio das pesquisas elaboradas, desenvolveram-se as formulações conforme apresenta a Tabela 2.

**Tabela 2** - Formulações.

FORMULAÇÕES	FP (%)	F01 (%)	F02 (%)	F03 (%)
Agregado Miúdo	73,39	73,39	73,39	73,39
Água de Amassamento	8,26	9,17	8,62	8,26
Cimento	18,35	13,76	17,20	18,06
Pó de Alumínio	-	4,59	1,15	0,29
Total (g)	2.725,00	2.750,00	2.735,00	2.725,00

Fonte: Autores (2018).

Como observa-se na Tabela 2, foram desenvolvidas 03 formulações, sendo elas: F01, F02 e F03, e mais a formulação padrão (FP), com o traço 1:4.

Para possibilitar uma melhor análise estatística, para cada formulação desenvolvida foram produzidos 10 corpos de prova, com as seguintes dimensões: 100mm de largura, 100 mm de comprimento e 10 mm de profundidade (esta última medida refere-se a espessura do corpo de prova).

## Resultados e Discussão

O primeiro ensaio realizado foi o ensaio de abrasão superficial. Neste ensaio, cada amostra foi exposta a diferentes rotações, possibilitando assim, uma análise mais precisa. As formulações F01 e F02 obtiveram comportamento frágeis e não foi possível executar o ensaio nesses corpos de prova. Já as formulações FP e F03 foram possíveis de realizarem os ensaios.

A F02 é a formulação que apresenta maior quantidade de alumínio em pó, mantendo-se os corpos de prova inteiros até o momento da desmoldagem, porém já apresentavam sinais de fragilidade mecânica (Figura 2). Essa fragilidade tornou-se visível por conta da grande quantidade e dimensões dos poros, quando comparada com a FP.

**Figura 2** - Fórmula F02 abrasão superficial (100 giros).



Fonte: Autores (2018).

Como apresentado no primeiro teste de abrasão superficial com 100 giros, a formulação F02 não suportou o segundo teste com 150 giros, o que já era esperando por conta da fragilidade notada. Dessa forma evidencia a fragilidade da F02 em ambas as peças (Figura 3).

**Figura 3** - Fórmula F02 abrasão superficial (150 giros).



Fonte: Autores (2018).

A formulação F03, representada pela Figura 4, apresentou melhor resultado quanto a consistência da peça em relação as formulações F01 e F02, com base no percentual adicionado de alumínio. Suportando o primeiro teste de abrasão superficial com 100 giros.

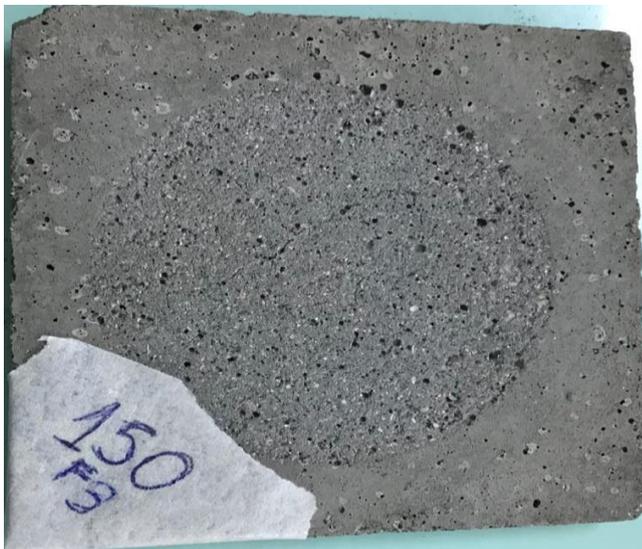
**Figura 4** - Fórmula F03 abrasão superficial (100 giros).



Fonte: Autores (2018).

A Figura 5 representa o segundo teste de abrasão superficial, onde a formulação F03 apresentou ótimo desempenho quando comparada com a formulação F02 e formulação F01. Já quando comparada com a formulação padrão FP, obteve resultado paralelo.

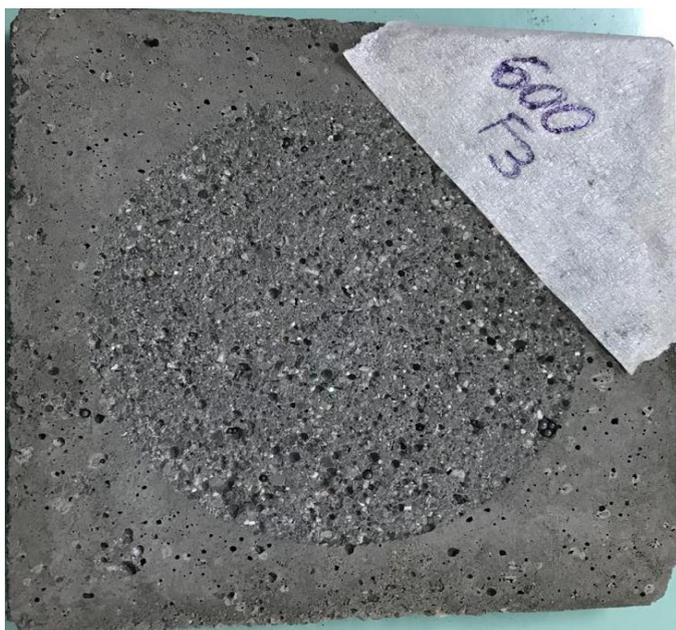
**Figura 5** - Fórmula F03 abrasão superficial (150 giros).



Fonte: Autores (2018).

Como apresentado nos outros ensaios, a formulação F03 apresentou ótimo desempenho, conforme visto na Figura 6.

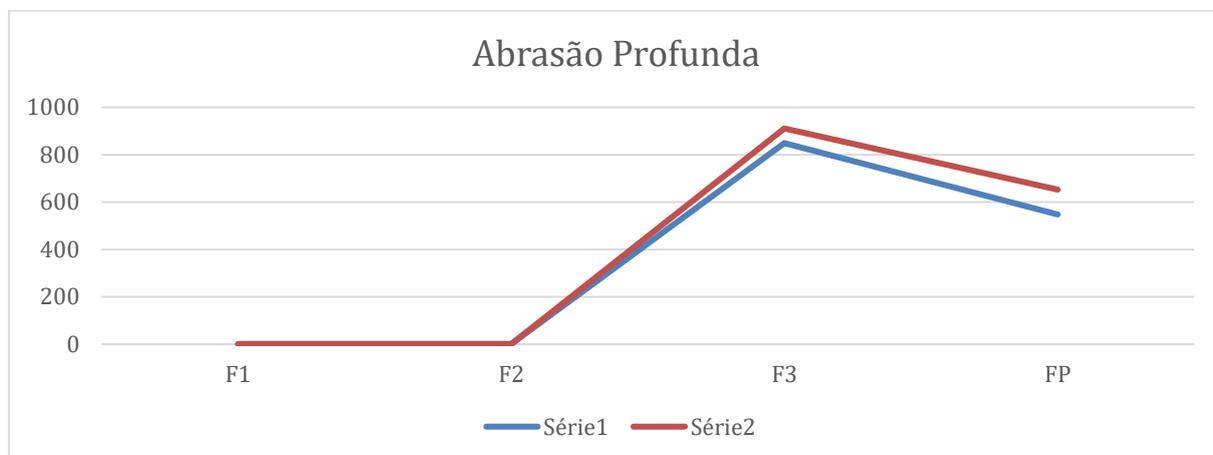
**Figura 6** - Fórmula F03 abrasão superficial (600 giros).



Fonte: Autores (2018).

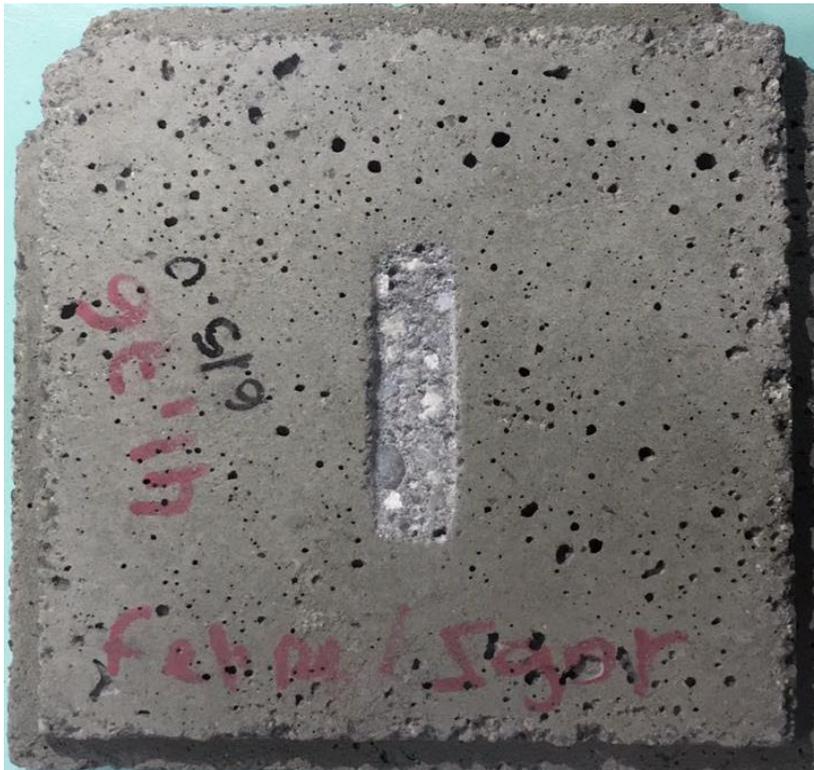
Com relação ao teste de abrasão profunda, não foi possível realizar o mesmo nas formulações F01 (Figura 7) e F02 (Figura 8). Já a formulação F03 (Figura 9), como já tinha apresentado bons resultados no teste de abrasão superficial com diferentes quantidades de giro, foi realizado em duas peças de cada amostra (F03 e FP). No gráfico 1 apresenta-se o comportamento da abrasão profunda, onde a formulação F03 demonstrou menor resistência em ambos os casos, quando comparado com a formulação padrão FP.

**Gráfico 1** - Abrasão profunda formulação F03 e formulação padrão FP.



Fonte: Autores (2018).

**Figura 7** - Formulação F01 abrasão profunda.



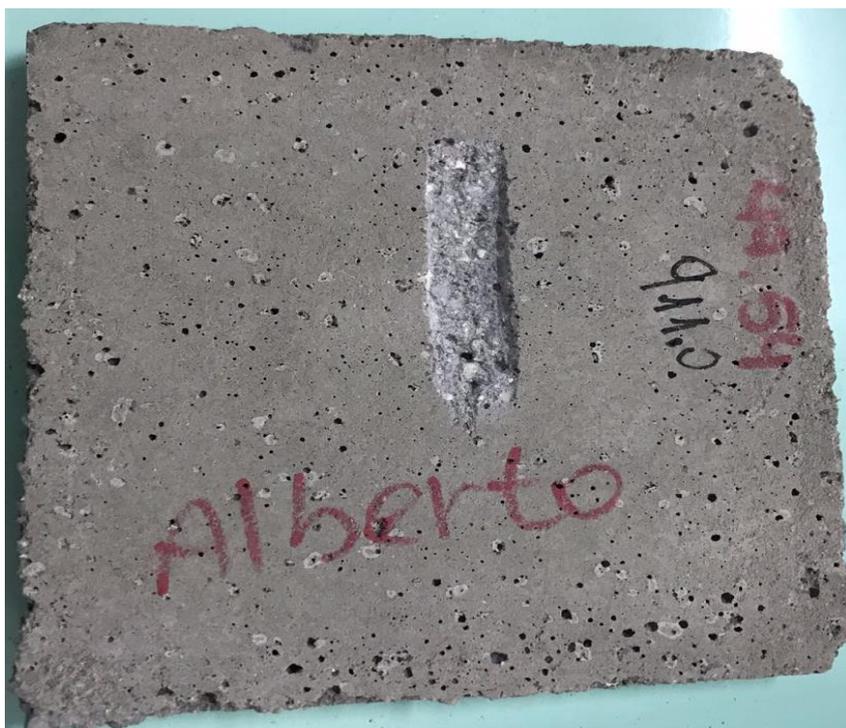
Fonte: Autores (2018).

**Figura 8** – Formulação F02 abrasão profunda.



Fonte: Autores (2018).

**Figura 9** - Fórmula F03 abrasão profunda



Fonte: Autores (2018).

### Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se ressaltar que existe uma forte liberação de energia na reação das formulações F01, F02 e F03. Esse fator foi perceptível por conta do aumento volumétrico das formulações com o adicional de alumínio em pó. Outro dado não demonstrado nem quantificado, porém notado no desenvolver das formulações, foi a liberação de energia térmica por conta da liberação de hidrogênio.

Em relação ao objetivo primário desse estudo, destaca-se a inviabilidade nas concentrações demonstradas para o aumento do desempenho a abrasão, porém, nota-se que em concentrações bem controladas o fator de expansão que é produto da reação alumínio em pó, cimento e água pode ser utilizado como fator de aumento do desempenho quanto a isolamento térmico e acústico, pois, quando é liberado hidrogênio o ar ocupado o espaço formando uma camada isolante.

### Referências

**ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.** Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas. Terminologia: NBR 13529/1995. Rio de Janeiro, 1995.

ALMEIDA, I. R. **Influência da resistência à abrasão do agregado graúdo na resistência à abrasão de concretos de alto desempenho.** Congresso Brasileiro do Concreto. Ceará. Fortaleza: IBRACON, 2000.

ALVIN, R. C. **Compósitos de cimento leve reforçados com fibras vegetais.** Universidade Federal de Santa Cruz. Iheus - BA, 2006.

ANTUNES, R. P. N. **Influência da reologia e da energia de impacto na resistência de revestimentos de argamassa.** Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

BAUER, R. J. F.; PAULON, V. A.; TOKUDOME, S.; SANTOS, F. B. Influência dos endurecedores de superfície sobre a resistência ao desgaste por abrasão. **REIBRAC-IBRACON**, 44, Belo Horizonte, 2002.

GOMES, Adailton de Oliveira. **Argamassas para Revestimentos em Edificações.** Salvador, 2002. II Seminário de Pesquisa e Pós-Graduação. Bahia, 2002.

GUIMARÃES, Cristiano Oliveira. **Avaliação do Uso da Água Magnetizada na Produção de Concretos em Centrais.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

MAGALHÃES, Orestes. **Construção empresarial sustentável: aplicação no setor bancário.** Agência verde - Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 5ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2016.

OLIVEIRA, Hildérico Pinheiro. **Uma Introdução para o emprego racional das argamassas nos edifícios.** Tese (Concurso a Catedral de Construções Cíveis e Arquitetura) - Escola Politécnica da Universidade da Bahia. Bahia, 1959.

PRETTO, Márcia Elisa Jacondino. **Influência da Rugosidade Gerada pelo Tratamento Superficial do Substrato de Concreto na Aderência do Revestimento de argamassa.** 2007. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SECCO, Marina Paula et al. Obtenção de bloco de concreto celular como tema gerador para ensino médio. **Revista de Engenharia Civil Imed**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p.35-43, 19 ago., 2015.

SILVA, Cristina Vitorino. **Estudo da influência das propriedades relacionadas à superfície e à matriz na resistência à abrasão de concretos para pisos.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

TOZZI, Adriana Regina; CURI, Carlos Eduardo; GALLEGGO, Rafael Fernando. **Sistemas construtivos nos empreendimentos imobiliários.** Curitiba: IESDE BRASIL, 2009.

## CAPÍTULO 09

### GESTÃO DA QUALIDADE: ANÁLISE DE CONSTRUTORAS COM O PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H)

**Cíntia Rodrigues**

**Marcia Lubave**

**Matheus Pereira**

**Moniky Soares**

**Samuel Marcolino**

**Tatiane Cardoso**

**Camila Lopes Eckert**

**Glauce Warmeling Duarte**

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo analisar a importância da implantação do PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat) nas empresas de construção civil tendo em vista que ele traz modernidade, promove a qualidade e produtividade, sendo, portanto, um instrumento indispensável para todas as empresas que pretendem competir no mercado de trabalho. A metodologia adotada foi do tipo comparativa, utilizou-se a pesquisa qualitativa entre duas empresas que adotaram o sistema PBQP-H. É notória a importância da utilização deste sistema de gestão da qualidade no mercado da construção civil, através da sua aplicação é possível ver resultados satisfatórios em todos os níveis e setores da empresa, entretanto, ainda há uma resistência por parte de algumas empresas em adotar novos métodos de gestão, sendo necessário uma mudança cultural na visão de alguns empreendedores da construção civil brasileira.

**Palavras-chave:** PBQP-H. Gestão da qualidade. ISO 9001.

#### **Introdução**

O contexto atual exige que as empresas se enquadrem num padrão de melhoria contínua, para que possam atender adequadamente as necessidades dos clientes, além de procurar sempre exceder suas expectativas (ALVES e SOARES, 2003).

Os consumidores estão cada vez mais exigentes no que diz respeito à qualidade de produtos e serviços consumidos, o que faz aumentar a competitividade

entre empresas do mesmo ramo, contribuindo para que estas dinamizem seus processos para buscar a máxima eficiência em seus processos, o que envolve, normalmente a diminuição de desperdícios, qualificação da mão de obra, redução dos tempos de espera e retrabalhos (SANTOS, 2003 apud ZANINI, 2011).

Os problemas nos processos produtivos são constantes e causam impactos significativos para as empresas, fazendo com que este fato se torne uma preocupação para muitas empresas, dentre elas as construtoras, que buscam solucionar esses problemas através da implantação de sistemas de gestão da qualidade (MOURA; PEREIRA, 2013). Segundo Santana (2006, p. 1):

Acompanhando a tendência mundial e com vistas a aumentar a sua competitividade, as empresas brasileiras vêm implantando os sistemas de gestão da qualidade, promovendo uma busca pela excelência no seu desempenho, de modo a satisfazer as necessidades dos clientes, elas buscam, dessa forma, assegurar uma maior produtividade através da prioridade atribuída à formalização dos processos da monitoração, avaliação e acompanhamento dos mesmos.

De acordo com Juran (1990), o conceito de qualidade significa adequação ao uso, ou seja, pode-se considerar que qualidade, é o nível de satisfação alcançado por um produto ou serviço, quando da sua utilização, em relação ao atendimento aos objetivos estabelecidos por quem os está utilizando.

A filosofia da gestão de qualidade diz que o propósito primordial de uma organização é permanecer no negócio, de modo que possa promover a estabilidade da comunidade, gerar produtos e serviços úteis aos clientes e proporcionar um ambiente para a satisfação e o crescimento dos membros da organização.

O autor Santana (2006, p. 7), afirma que “a gestão de qualidade está cada vez mais presente nas empresas construtoras. Observa-se, no entanto, que as características particulares desse tipo de empresas podem interferir na implementação do sistema.” Além disso, apesar do aumento da procura pela gestão da qualidade no setor de construções, a Indústria da Construção Civil brasileira, de forma similar ao que ainda acontece em vários outros países, é ainda muito conservadora e muito resistente a mudanças, por este motivo, estas mudanças podem ser mais lentas (BALDINI, 2015).

Garvin (1987), considerou a qualidade como uma construção multidimensional em termos de oito dimensões críticas, as quais devem ser levadas em consideração quando a qualidade do produto final está em jogo, e como no caso, relacionando a construção civil, os serviços envolvidos e o empreendimento finalizado.

Segundo a ISO 9000, os sistemas de gestão da qualidade podem ajudar as organizações a aumentar a satisfação do cliente, uma vez que os mesmos exigem produtos que satisfaçam suas necessidades e supram suas expectativas. Mas como estes requisitos tendem a mudar, as organizações são induzidas a melhorar continuamente seus produtos, então um sistema de gestão da qualidade requer uma análise dos requisitos determinados pelo cliente, a definição de processos que contribuem para a obtenção de um produto aceitável pelo cliente e favorável à manutenção do processo.

A melhoria dos processos se dá pela implantação de sistemas de qualidade, e no caso da construção civil, a ferramenta de destaque é o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), instituído em 18 de dezembro de 1998 pelo Ministério do Planejamento e Orçamento.

O PBQP-H, é um instrumento do Governo Federal que tem como objetivo “apoiar o esforço brasileiro de modernidade e promover a qualidade e produtividade do setor da construção habitacional, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos. Possibilita ainda organizar o setor da construção civil em torno da melhoria da qualidade e da modernização produtiva. Agregando esforços na busca de soluções com maior qualidade e menor custo para redução do déficit habitacional no país.” (BRASIL, 1998).

A certificação de empresas no âmbito do PBQP-H, segundo defendem Albuquerque Neto e Cardoso (1998), é uma forma de racionalização da produção, e mostra uma série de resultados positivos, pois ao certificar-se a empresa mostra ao mercado que ela possui compromisso e responsabilidade com os padrões da qualidade e que está apta ao desenvolvimento contínuo, redução de desperdício. Além disso, com a otimização das operações, a construtora melhora a qualidade dos seus produtos e serviços, diminuindo gastos desnecessários e reclamações de clientes, melhoria na qualidade da obra, aumento da produtividade e diminuição do desperdício de materiais, aumento na receita, etc. Ainda, a empresa certificada conta com alguns benefícios, como a possibilidade de financiamentos para algumas linhas

de crédito em órgãos públicos como a Caixa Econômica Federal e algumas instituições privadas, benefícios junto ao BNDES, melhor reputação frente ao mercado, entre outras.

Uma organização que se certifique de acordo com um referencial reconhecido e que previna e minimize os riscos e impactos associados às suas atividades, vai oferecer uma maior confiança, e uma melhoria de imagem, tanto para os seus investidores quanto para os seus clientes (MELO; VASCONCELOS, 2011).

Neste sentido, este artigo apresenta uma análise sobre os benefícios e dificuldades encontradas com a implantação do PBQP-H em duas construtoras de diferente porte.

### **Metodologia**

Neste trabalho foi utilizado o método comparativo, constituindo-se de uma pesquisa qualitativa com base em um questionário aberto feito com as empresas do ramo de construção civil que já possuem o certificado do PBQP-H ou estão processo de certificação. O método comparativo, segundo Gil (2008, p.16) é a investigação a qual busca-se ressaltar as diferenças e similaridades entre as partes investigadas. É um método muito utilizado pois possibilita a avaliação de diferenças e padrões que há entre os analisados.

A escolha da pesquisa qualitativa permite explorar as informações com mais profundidade de detalhes, considerando a particularidade de cada empresa entrevistada, dando maior liberdade de respostas para as perguntas abordadas. Já o uso do questionário aberto ocorreu, pois, o mesmo permitiu os entrevistados fornecer as respostas com riqueza em detalhes.

Foram entrevistadas duas empresas em fases diferentes do processo de controle e gestão da qualidade. A empresa “A” ainda está em processo de implantação, enquanto a empresa “B” já possui o certificado PBQP-H.

As questões aplicadas através do questionário tinham como foco a gestão de qualidade utilizada pelas empresas, sendo que primeiramente observamos a quanto tempo de mercado as empresas têm, o número de colaboradores, os serviços desenvolvidos, como é feito o controle da qualidade e os métodos usados para isso, além de suas certificações, os benefícios gerados por ela bem como os erros encontrados e o que está sendo feito para se manter sob controle tais erros. Além

disso, foi questionado com é o relacionamento da empresa com o cliente, tanto antes como depois da realização do serviço.

A partir do questionário aplicado à duas empresas do ramo da construção civil, pôde-se obter resultados relacionados a gestão de qualidade de ambas. E com isso, identificar as principais falhas, soluções e melhorias.

Além do questionário aplicado, o trabalho foi baseado em artigos científicos correlacionados com a gestão de qualidade e o PBQP-H, possuindo assim, uma base teórica além das questões aplicadas com os entrevistados.

## **Resultados e Discussão**

Com base nas informações fornecidas pelas empresas, é possível afirmar que os benefícios da implantação da certificação são percebidos tanto durante o processo de certificação quanto após a obtenção do certificado. Os benefícios citados pela empresa A foram a clareza nos processos produtivos para os colaboradores, o que contribuiu para a redução do desperdício de materiais, a padronização dos serviços elevou a qualidade do produto final e a evolução dos demais setores da empresa uma vez que é seguida a filosofia de melhoria contínua proposta pelo PBQP-H. A empresa B afirmou que é notória a quantidade de benefícios obtidos com o programa, evidenciou a questão da clareza, o que favorece a organização dos processos, bem como, a melhoria da qualidade de seus processos através da qualificação dos recursos humanos.

Depexe e Paladini (2014) abordam os benefícios em categorias: na categoria operacional, é observada a maior organização interna e padronização dos processos, corroborando para a redução de desperdício; na categoria financeira/administrativa é notada a melhoria no gerenciamento da empresa e a facilidade de obter financiamento; na categoria “clientes”, percebeu-se o aumento da satisfação tendo em vista a redução do número de reclamações e solicitação para assistência técnica; na categoria funcionários, contatou-se a melhoria da comunicação interna e aumento da qualificação dos trabalhadores, devido a conscientização para a qualidade. Além disso, foi possível perceber a melhoria da imagem da empresa perante a sociedade devido ao uso do selo PBQP-H como instrumento de marketing.

No tocante ao relacionamento dos funcionários das grandes empresas, é possível observar que a implementação do PBQP-H proporcionou um clima favorável

devido à capacitação dos mesmos, contribuindo para redução da rotatividade. Os fatores que levaram as grandes empresas a conquistarem este clima favorável serviram também para levar empresas pequenas a este mesmo status. Ao diminuir a rotatividade, as empresas alcançam maior sucesso com o sistema de gestão da qualidade em relação às que não investem neste quesito (JANUZZI; VERCESI, 2010).

De acordo com as pesquisas de Splendor (2018), após a implantação do PBQP-H a empresa conquistou melhorias significativas quanto à qualidade e aos processos, obteve valorização da sua imagem perante o mercado, mantendo-se competitiva nele, além de garantir ao cliente qualidade e eficiência do produto ou serviço uma vez que ele passou por um sistema de controle e padronização. Afirma-se que o programa de qualidade visa a melhoria contínua para a satisfação do cliente.

Sabe-se que algumas construtoras aderiram ao PBQP-H por ser uma exigência da Caixa Econômica Federal, seu cliente. Entretanto, após constatar os benefícios obtidos, afirmaram que implantariam novamente o programa. Desta forma, as empresas podem perceber a melhoria nas vendas dos imóveis (ALVES, 2013)

Além dos benefícios reconhecidos pelas empresas contatadas, identificou-se problemas que ocorrem ou já ocorreram na empresa. Na empresa A, houve uma falha no processo de impermeabilização, porém, esta falha já foi resolvida e eliminada. Apesar de sua extrema importância, diversas vezes esta etapa é eliminada do processo “por contenção de custos e desinformação, resultando no aparecimento de patologias de impermeabilização. Os custos do reparo dessas patologias podem ser até quinze vezes maiores do que se fosse executado no andamento da obra” (RIGHI, 2009).

No mesmo sentido, a empresa B, constata como principal problema a compatibilização de projetos, assunto este, discutido pela empresa, que para os próximos empreendimentos, implantará esta etapa antes da execução dos projetos. Segundo Novaes (2001, p. 4), a ausência de sistematização dessas informações, dificulta o respeito às particularidades do mesmo, pelo conjunto dos projetos, tendo por consequência, restrições no detalhamento dos projetos do produto e dos projetos para produção.

Assim, para localizar e resolver os problemas encontrados pelas empresas A e B, pode-se sugerir o uso de ferramentas de qualidade. A ferramenta indicada seria o método 5W2H. Além da identificação do problema, é possível maximizar a

produtividade da empresa, este método “consiste em uma série de perguntas direcionadas ao processo produtivo e permite identificar as rotinas mais importantes, detectando seus problemas e apontando soluções” (LISBÔA; GODOY, 2012). Desta forma, a ferramenta permite a análise possível do processo produtivo, dividindo-o em partes diferentes, apresentando assim, os procedimentos em cada fase da obra, identificando os problemas e assim, apresentando soluções. Esta ferramenta pode ser utilizada tanto para resolução dos problemas encontrados nas duas empresas, como também para melhoria contínua dos processos, o que é um dos pré-requisitos das normas adotadas neste setor.

Com o intuito de conhecer o relacionamento cliente (empresa), observou-se que as empresas A e B possuem um setor de pós vendas, responsáveis por realizar pesquisas de satisfação, vistorias antes da entrega do imóvel em que são elencados vários itens a serem analisados pelo corpo técnico da construtora e posterior aprovação pelos compradores do imóvel. Garantindo assim, a qualidade e satisfação completa do cliente. Como forma de controle e gerenciamento dos resultados obtidos nesta etapa do processo, as empresas poderiam utilizar como ferramenta da qualidade a folha de verificação, que auxiliaria no checklist que deve ser feito na hora da entrega, além de facilitar a quantificação dos dados.

### **Considerações Finais**

O presente artigo teve ênfase nos benefícios oriundos da implementação do PBQP-H.

A pesquisa trouxe a visão das empresas A e B durante e após a implementação do PBQP-H. Através de um questionário apontando os benefícios da padronização da execução, de forma que diminuíram desperdícios de material, aumentaram a qualidade, análise dos serviços e do seu processo de execução. Desta forma, propicia um ambiente limpo e organizado, aumenta a segurança no ambiente, busca a melhoria contínua. Apontando a gestão estratégica como uma ferramenta essencial para a qualidade de seus produtos e a satisfação dos seus clientes.

Através da pesquisa realizada pôde-se concluir os benefícios da implantação do PBQP-H. Estes contribuem significativamente no orçamento, evitando gastos desnecessários no processo de produção.

Recomenda-se a futuros estudos, considerar as tendências, os processos e as tecnologias. De modo que, a empresa esteja adepta a aceitar mudanças necessárias para manter-se atualizada no mercado e com a satisfação de seus clientes. Além disso, fazer uso de ferramentas de qualidade, que auxiliam na melhoria e controle dos processos e produtos da empresa.

O processo de melhoria contínua, trata-se da evolução constante do método construtivo e administrativo. De maneira que a empresa obtenha benefícios notórios, propiciando um ambiente agradável, produtivo e seguro aos colaboradores e satisfação do cliente em relação ao produto final relacionando a suas necessidades, segurança e bem estar.

## Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário; Rio de Janeiro, 2000.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR ISO 9001** Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos; Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <http://www.abnt.org.br>. Acesso em 08 abr. 2019.

ALBUQUERQUE NETO, E. T. D.; CARDOSO, F. F. **Certificação de sistemas da qualidade e sua influência nas novas formas de racionalização da produção na construção de edificações no Brasil**. Congresso Latino-Americano–Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 1998.

ALVES, M. S.; SOARES, C. A. P. **Gestão da qualidade em organizações construtoras: procedimentos para análise crítica do sistema**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Minas Gerais, 2003. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003\\_tr0201\\_0424.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0201_0424.pdf)>. Acesso em: 18 mar 2019. Acesso em: 8 abr. 2019.

ALVES, C. **Avaliação do programa brasileiro de qualidade e produtividade habitacional (PBQP-H) nas empresas de construção civil de Criciúma, SC**. Monografia (Bacharel em Administração). Universidade Do Extremo Sul Catarinense – UNESC, 2013.

BALDINI, R. R. A Importância da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade na construção civil. **Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia**, 10, v. 01, 2015.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998**. Brasília. Disponível em: <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/download.php?doc=a23f4ef2-7204-4ddc-a85d-8edc35a074b1&ext=.pdf&cd=258>>. Acesso em: mar 2019.

DEPEXE, M.D.; PALADINI, E.P. Benefícios da implantação e certificação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras. **Revista Gestão Industrial** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa, Paraná, 2014.

GARVIN. **Considered quality as a multi-dimensional construct in terms of eight critical dimensions: performance, features, reliability, conformance, durability, serviceability, aesthetics, and perceived quality.** Apud Lakhali, 1987.

JANUZZI, U. A.; VERCESI, C. Sistema de gestão da qualidade na construção civil: um estudo a partir da experiência do PBQP-H junto às empresas construtoras da cidade de Londrina. **Revista Gestão Industrial** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa – Paraná, 2010.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos.** 2. ed. São Paulo, Pioneira, 1993.

LAKHALI, Lassaad. **Impact of quality on competitive advantage and organizational performance,** 2009.

LISBÔA, M.G.P; GODOY, L.P. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering,** 2012.

MELO, M. B. F. V.; VASCONCELOS, D. S.C. **O sinergismo entre a gestão da saúde e segurança ocupacional e a gestão ambiental em empresas construtoras certificadas pelo PBQP-H na Paraíba.** Dissertação (Pós-graduação), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011.

MOURA, R. C. A.; PEREIRA, C. M. **Qualidade na construção civil: um estudo de caso em duas empresas da construção civil em Aracaju.** Monografia, Universidade Tiradentes. Sergipe, 2013.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios.** In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. 2001. Disponível em: <[http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/ACOES\\_PARA\\_CONTROLE\\_E\\_GARANTIA\\_DA\\_QUALIDADE.pdf](http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/ACOES_PARA_CONTROLE_E_GARANTIA_DA_QUALIDADE.pdf)>. Acesso em: 09 abr 2019.

OLIVEIRA, L. A., BORGES, C. A. M., MELHADO, S. B. **Sistemas de gestão integrados: análise em uma empresa-construtora.** Departamento de Construção Civil-PCC, 2006.

SANTANA, A. B. **Proposta de avaliação dos sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SPLENDOR, L. A. **O programa brasileiro de qualidade e produtividade no habitat (PBQP-H): um estudo de caso numa construtora do Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2012.

ZANINI, F. **Proposta de um modelo de implementação de PBQP-H em construtoras de pequeno porte: um estudo de caso em uma construtora de Curitiba.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Produção Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

## CAPÍTULO 10

### DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NAS EDIFICAÇÕES

**Evelyn Schug**

**Júlio Preve Machado**

**Josué Alberton**

**Júnior Serafim Corrêa**

**João Paulo Mendes**

**Dimas Ailton Rocha**

**Daniel Magagnin**

**Camila Lopes Eckert**

**Resumo:** As alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente geradas por ações humanas tem afetado a segurança e saúde das pessoas e a qualidade dos recursos ambientais. Neste sentido, a adoção de práticas sustentáveis por parte da sociedade se torna fundamental. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo identificar as dificuldades das empresas de construção civil da região da Encosta da Serra Geral (SC) a fim de que tais informações sirvam para o desenvolvimento regional. Para a realização da pesquisa, foi construído um questionário utilizando a ferramenta do *Google docs*, onde o mesmo por meio de e-mails e contato telefônico, foi enviado as empresas entrevistadas. Os resultados desta pesquisa mostram que os custos e a demanda por lucratividade ainda impactam negativamente nas ações das empresas, embora que todas as entrevistadas entendam a importância ambiental nas práticas sustentáveis na conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Construção civil. Impacto ambiental. Sustentabilidade.

#### **Introdução**

O impacto ambiental é toda ação humana que provoca alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, afetando a segurança, saúde e bem-estar das pessoas, ações sociais e econômicas, a biota, condições ambientais sanitárias e estéticas, além da qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986). Como consequência do impacto ambiental, o entorno é prejudicado, formando a poluição no ar, água e solo (SÁNCHEZ, 2008).

Como consequências do impacto ambiental pode-se citar as alterações climáticas, extinção de espécies e habitats, aumento do nível do mar,

desaparecimento de rios, poluição do ar, além da diminuição da qualidade de vida (BRITO, 2018).

Analisando o cenário econômico do Brasil percebe-se a importância do setor da construção civil que já chegou a contribuir com 7,5% do PIB nacional (IBGE, 2015). Esse setor é responsável por gerar degradação ambiental e poluição, já que se apropria de recursos naturais, ocupando e transformando a paisagem, pelo descarte de bens naturais ou manufaturados (SAKR et al., 2010).

Num mercado de trabalho cada vez mais competitivo, onde as regulamentações ambientais estão cada vez mais crescendo, a construção civil é solicitada ao acompanhamento dessas demandas para que o desenvolvimento gerado não seja prejudicado pelo impacto ambiental criado (SAKR et al., 2010).

Neste sentido, a busca por práticas sustentáveis na construção civil se torna essencial, envolvendo o equilíbrio de três dimensões: econômica, social e ambiental. (ARAÚJO, 2009). Tais práticas não são necessariamente desenvolvidas em pequenas e médias empresas do setor (VECHI; GALLARDO; TEIXEIRA, 2016). Neste sentido, identificar as justificativas por parte das empresas, é essencial para a mudança de postura por parte das empresas.

O objetivo geral desse artigo é identificar as principais dificuldades encontradas pelas construtoras da região das Encostas da Serra Geral para implantação e utilização de práticas sustentáveis durante a execução das obras civis. Inicialmente deve-se listar as empresas que atuam na construção civil na região da Encosta da Serra Geral, produzir um questionário que permita levantar questões relacionadas às práticas sustentáveis na construção civil e aplicar o questionário as empresas da região.

### **O impacto ambiental gerado pelo homem sobre a natureza**

A produção de bens de consumo como produtos, serviços, além de obras de infraestrutura impõem, atualmente, complexas situações de risco à saúde humana e aos ecossistemas. As evidências desses impactos ambientais são insuficientes para desacelerar a ideologia de desenvolvimento do Brasil focada em projetos de empreendimentos como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) que objetiva dispor infraestrutura a toda a sociedade, por meio de facilidades de

financiamento na implantação de usinas hidrelétricas, termelétricas, petroquímicas etc. (RIGOTTO, 2009).

Segundo Brito (2018) dentre as formas de afetação dos impactos ambientais no planeta, pode-se citar a poluição urbana do ar externo e em ambientes fechados. Fenômenos como a chuva ácida representam impactos regionais. Já situações como o efeito estufa, desmatamento, degradação costeira e marítima, são exemplos de impactos globais.

O consumo de recursos da natureza para a produção de bens sociais faz do homem um grande gerador de impactos ambientais. O tamanho desse impacto depende do produto e método de produção desenvolvido pelas empresas. Dentre as ações humanas causadoras de impacto ambiental pode-se destacar as atividades de agricultura intensiva, construção de barragens, construção de estradas, construção de pontes, economia desenfreada, desmatamento desordenado, exploração de minas, entre outros (FREITAS, 2014).

Estudos mostram que o modo de vida das comunidades de hoje acontece de forma desorganizada, comprometendo a biodiversidade e seus recursos como solo, água e ar. Como consequência disso, situações de insegurança alimentar são geradas, associadas a desnutrição, o que eleva as taxas de mortalidade infantil e a desagregação familiar (RIGOTTO, 2009).

### **Atividades industriais frente aos impactos ambientais**

As indústrias de transformação são instituições portadoras de ações que geram impactos ambientais a muito tempo discutido sobre a busca de soluções. Falando das atividades de mineração, extrai-se recursos minerais que não são renováveis. São substâncias que passam por processos químicos nocivos para a natureza. Falando da agricultura, embora seja uma atividade essencial para a vida humana, também representa uma atividade causadora de impactos, já que para que se tenha terra fértil, indispensável para o plantio, precisa-se do desmatamento de áreas de florestamento (BRITO, 2018).

Quando aos processos de energia elétrica, a queima do carvão em usinas termelétricas, gera impactos ambientais pela emissão na atmosfera de gases poluentes como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). Tais gases são prejudiciais à saúde humana além de contribuir para a formação das chuvas ácidas,

o que compromete a qualidade do solo e água, afetando na biodiversidade (ANEEL, 2019).

Em função dos prejuízos ambientais gerados pelas indústrias, iniciou-se a partir da década de 90, estudos sistemáticos e resultados mensuráveis sobre o reaproveitamento de lixos, redução de resíduos e de energia na indústria da construção (TAVARES, 2007; AGOPYAN et al., 1998).

O Brasil buscou na industrialização uma maneira de viabilizar o desenvolvimento econômico, como forma de substituir as importações e otimizar prejuízos ambientais. Porém, não houve critérios ambientais para minimizar os problemas das futuras gerações, com a exploração de matéria prima abusiva para a produção de bens (OLIVEIRA, 2006).

Na construção civil, alternativas de valorização de resíduos também foram buscadas como o uso de agregados reciclados dos processos de construção, demolição e de pré-fabricados. Porém, esses agregados reciclados apresentam características inferiores aos agregados naturais, o que afetam as propriedades das argamassas e dos concretos, contribuindo para uma menor qualidade dos produtos (BUTTLER, 2007).

### **O setor da construção civil como gerador de impactos ambientais**

O setor da construção civil é composto por inúmeros processos geradores de resíduos causadores de prejuízos ambientais. Atividades como a prática de quebrar blocos cerâmicos ou de concreto após o levantamento das paredes para a passagens de tubulações, consumo excessivo de materiais causados pela incompatibilização de projetos, são exemplos de práticas produtivas ineficientes desenvolvidas pelo setor (ROTH; GARCIAS, 2009).

Os Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) tem uma representatividade que pode chegar a até 70% do total dos resíduos sólidos urbanos (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

Segundo estudo realizado por Da Silva, Santos e de Araújo (2017), analisando um edifício residencial de alto padrão com 16 pavimentos tipo e uma área total construída de 13.194,09 m<sup>2</sup>, as atividades de limpeza de terreno, fundações/infraestrutura, superestrutura/alvenaria, instalações e

revestimentos/acabamentos podem gerar até 2.845 m<sup>3</sup> de resíduos, representando um valor médio de 3.101,1 toneladas.

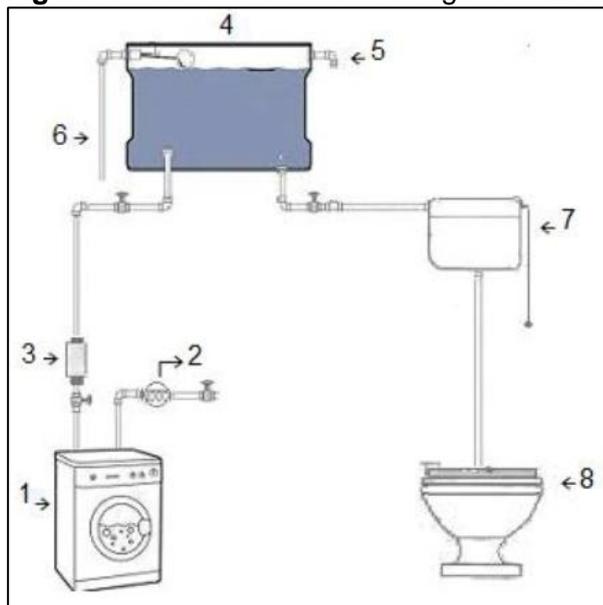
Os Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) geram impactos ainda maiores em consequência do incorreto gerenciamento de resíduos realizado nas obras, pelas diferentes estruturas de apoio e operários presentes no canteiro. Tais resíduos interagindo com o ambiente, trazem riscos à saúde da população local, demandando ações de controle. Tais ações demandam planejamento integrado que envolve a caracterização de todos os resíduos gerados, formas de segregação, acondicionamento, coleta e disposição final (FOGLI, 2016).

### **Casos de práticas sustentáveis na construção civil**

As telhas ecológicas de resíduos de PET apresentam baixa porosidade, evitando o acúmulo de umidade e mofo, assim não tendo necessidade de limpeza constante, maior durabilidade e o diferencial ambiental. Um modelo de telha ecológica foi desenvolvido a partir de resíduos de PET e gesso da construção. Foram feitos vários testes diferentes como definição da telha, determinação da umidade e suas características. Esse modelo é ecológico por ser de material reciclado, traz conforto térmico e possui uma maior durabilidade (TESKE; GONÇALVES; NAGALLI, 2015).

Cuba e Manzano (2014) desenvolveram uma pesquisa que tinha como objetivo verificar se a água cinza que saia da máquina de lavar seria suficiente para suprir a demanda de água utilizada nas descargas de uma residência. Neste sentido, os autores desenvolveram um sistema de instalações composto por uma máquina de lavar roupas, um reservatório, duas descargas d'água, sendo um deles alimentado por caixa de descarga externa sem engate e uma válvula do tipo hidra, conforme pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1** - Sistema de reuso de águas cinzas.



Fonte: Cuba e Manzano (2014).

Como resultados da pesquisa de Cuba e Manzano (2014) pode-se dizer que o sistema de reuso não apresentou nenhum problema quanto a quantidade de água utilizada da máquina de lavar para abastecer os sanitários. Economicamente isso rendeu 17% do consumo de água, é viável para diminuir a pressão sobre os recursos hídricos.

Os autores Cintra, Paiva e Baldo (2014) estudaram composições de argamassas cimentícias com aplicação de borracha reciclável coletada de restos de pneus e vermiculita. Foram calculadas as densidades, a trabalhabilidade, a retenção de água, além das resistências à compressão e aderência à tração. Os resultados desta pesquisa mostraram um aumento de 40% nas resistências mecânicas com a adição dos resíduos, mostrando que os mesmos poderão ser valorizados como subprodutos.

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) consiste num conjunto de ações, planos, organização, o controle e a minimização dos impactos ambientais causados pelos processos produtivos (NETTO; GOIS; LUCION, 2016).

Segundo Vechia, Gallardo e Teixeira (2016) as pequenas e médias empresas (PMEs) são prestadoras de serviços para a construção civil, responsáveis pela realização de parte das atividades principais numa edificação. Os PMEs colaboram para o desenvolvimento da técnica SGA com intuito de garantir a certificação. O Sistema de Gestão Ambiental auxilia na identificação dos aspectos ambientais e

impactos decorrentes na construção civil, servindo como orientação para reduzir os impactos ambientais ocasionados pela empresa.

Energia eólica é uma fonte fundamental de energia com baixo impacto ecológico, a procura da energia eólica vem aumentando a cada ano. Há muitos investidores utilizando turbinas eólicas para geração de energia nas empresas ou nas próprias residências. (LIBRELOTTO; FERROLI et al 2012 apud ERIKSSON; BERNHOFF; LEIJON et al., 2008).

Segundo Arrigone e Mutti (2012) o aproveitamento da energia eólica ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação, com a função das turbinas eólicas. No Brasil existe um grande potencial de energia eólicas devido aos ventos do Nordeste. Na busca por uma eficiência energética, é importante destacar o aproveitamento de luz natural para geração de energia por meio de um tubo de luz que coleta a radiação solar e transporta essa radiação para um difusor que re-irradia a luz no ambiente desejado. Além de ser econômica, traz benefícios como aumento da produtividade sem causar danos ao meio ambiente.

Nos últimos anos a água está sendo utilizada em excesso devido ao aumento da industrialização, assim poluindo os rios e lençol freático, tornando mais difícil a conservação dos recursos naturais. O reaproveitamento da água da chuva é essencial para o desenvolvimento sustentável, preservando o ecossistema sem prejudicar futuras gerações. Esse método funciona com a água sendo captada do telhado, indo para um reservatório. Ela passa por um filtro para remoção das impurezas como folhas, areia etc. Após esse procedimento a água é distribuída para fins de limpeza de pisos e calçadas, irrigação de plantas, não podendo ser usada para consumo humano. (LIBRILOTTO, 2012).

Segundo Marinowski e Ghisi (2017, p. 16) o estudo da viabilidade de implantar um sistema de aproveitamento de água da chuva é importante para que haja as melhores escolhas em relação aos materiais componentes dos sistemas, visando à sustentabilidade nas edificações.

### **Procedimentos Metodológicos**

Este estudo que propõe identificar dificuldades na implantação de práticas sustentáveis pode ser considerada como exploratória já que objetiva um contato mais

próximo com o determinado problema, buscando dar subsídios para a solução do mesmo (GIL, 2007).

Quanto a abordagem do problema, esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa e quantitativa já que, respectivamente, determina situações de um público alvo e envolverá coleta e tratamento de dados dos mesmos (BEUREN et al., 2014).

Também será considerada pesquisa de campo pelo fato de que se busca informações específicas de um determinado espaço, o que representa situações empíricas a serem estudadas, a partir de conceitos teóricos que dão fundamentos a dados de investigação (MINAYO, 1994).

A classificação dos objetivos gerais é descritiva, pois apresenta as características das empresas para identificação da amostra coletada na pesquisa (GIL, 2008).

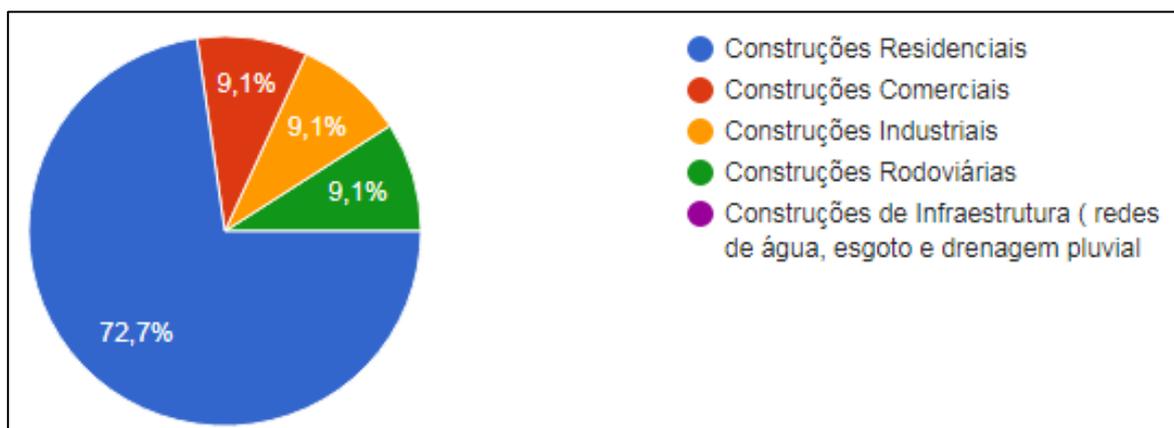
Essa pesquisa foi aplicada aos municípios de catarinenses de Braço do Norte, São Ludgero, Rio Fortuna, Urussanga, Orleans e Lauro Muller.

Foi utilizado um formulário criado por meio do *Google docs*, onde este foi aplicado a 40 empresas da construção civil, por meio de ligações telefônicas e e-mail.

## Resultados e discussões

A Figura 2 apresenta os percentuais que representam a área de atuação das empresas entrevistadas.

**Figura 2** - Áreas de atuação das empresas.



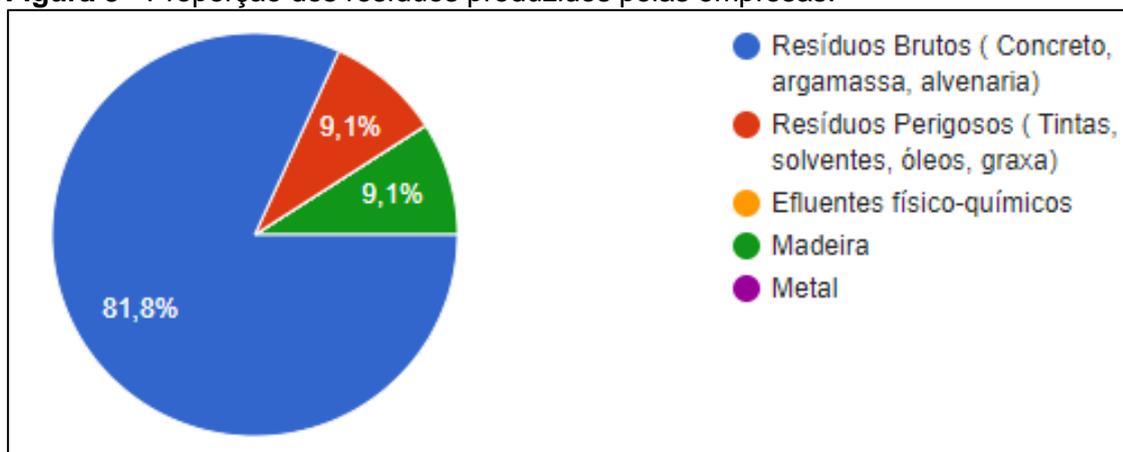
Fonte: Autores (2019).

Analisando a Figura 2 pode-se perceber que a grande maioria das empresas entrevistadas (72,7%) atuam em construções residenciais. Das empresas entrevistadas,

36,4% estão localizadas no município de Braço do Norte (SC). As empresas que estão localizadas no município de Orleans representam 27,3% do total das empresas entrevistadas, assim como as empresas de São Ludgero (27,3%). Quanto ao tempo de atuação das empresas, a maioria das entrevistadas atuam de 1 a 5 anos (36,4%).

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos quanto aos maiores resíduos produzidos nas obras das empresas estudadas.

**Figura 3** - Proporção dos resíduos produzidos pelas empresas.



Fonte: Autores (2019).

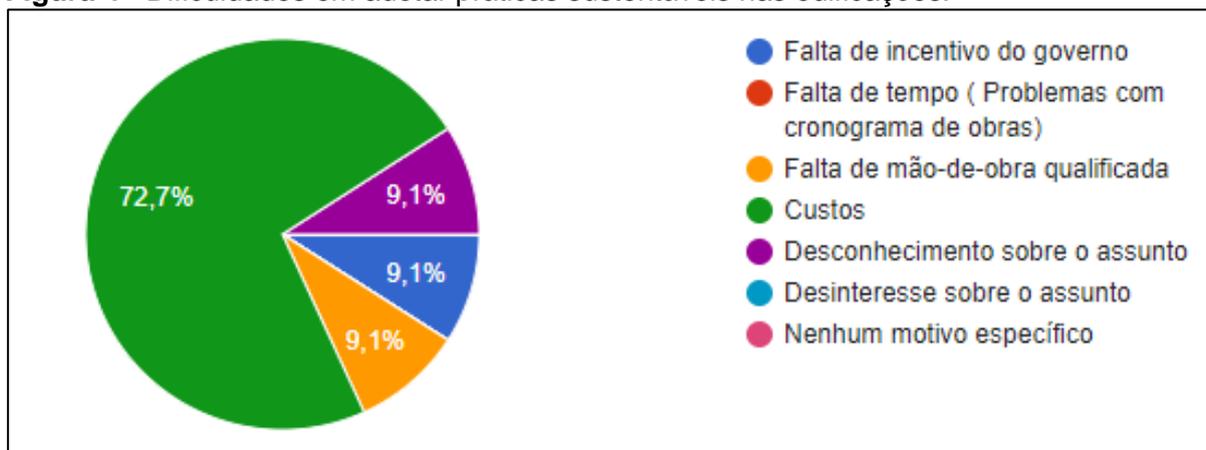
Analisando-se a Figura 3 nota-se que os resíduos brutos de concreto, argamassa e alvenaria são os mais gerados pelas construções segundo as entrevistas (81,8%).

Todas as empresas pesquisadas consideram importante ter práticas sustentáveis (100%), apesar dificuldades encontradas. A maioria das empresas (81,8%) investem em alguma prática sustentável, mas 18,2% não investem por falta de conhecimento ou interesse.

Das empresas entrevistadas, 54,5% afirmam que alguns de seus clientes já exigiram projetos com conceitos sustentáveis, sendo que 90,9% das empresas afirmam desejar/prender investir em práticas sustentáveis.

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos sobre os fatores que dificultam ou impedem a adoção de algum tipo de prática sustentável nos empreendimentos.

**Figura 4** - Dificuldades em adotar práticas sustentáveis nas edificações.



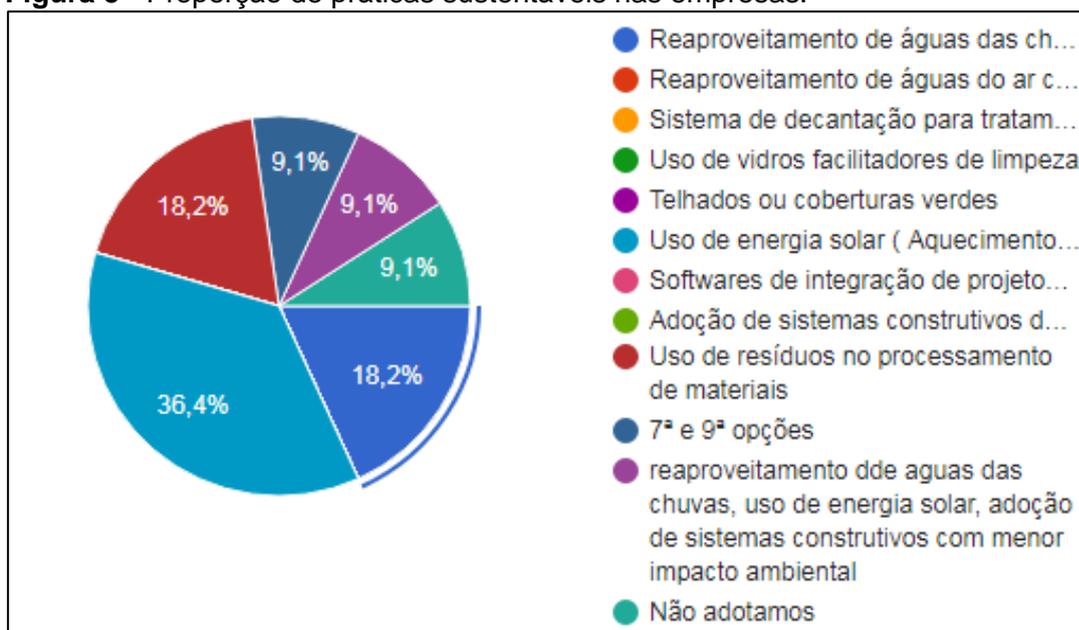
Fonte: Autores (2019).

Analisando a Figura 4 pode-se perceber que 72,7% das empresas entrevistadas justificam que os custos representam o fator que impede as mesmas em investir em práticas sustentáveis. As dificuldades como falta de incentivo do governo, desconhecimento sobre o assunto e falta de mão-de-obra qualificada somam 27,3%.

As empresas que afirmam inserir as práticas sustentáveis desde o início do projeto, representam 81,8%.

A Figura 5 apresenta os resultados coletados da pesquisa sobre alguns tipos de práticas sustentáveis utilizadas pelas empresas.

**Figura 5** - Proporção de práticas sustentáveis nas empresas.

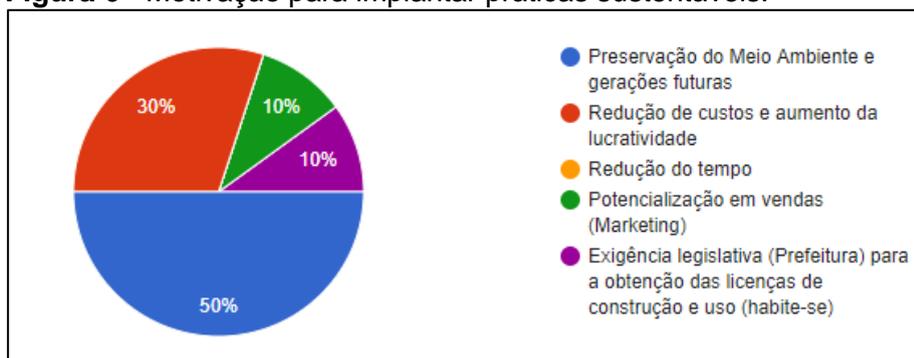


Fonte: Autores (2019).

Conforme Figura 5, a prática sustentável mais utilizada pelas empresas é o uso de energia solar (36,4%). O reaproveitamento de águas das chuvas são práticas adotadas por 18,2% das empresas bem como o uso de resíduos no processamento de materiais.

A Figura 6 apresenta a motivação das empresas na implantação de práticas sustentáveis.

**Figura 6** - Motivação para implantar práticas sustentáveis.



Fonte: Autores (2019).

De acordo com a Figura 06, 50% das empresas entrevistadas investem em práticas sustentáveis com intuito de preservar o Meio Ambiente, sendo outras 30% das empresas visam, primeiramente, a redução de custos. O restante das empresas (10%) cita aplicar práticas sustentáveis visando a potencialização em vendas (Marketing) e exigências legislativas para obtenção de licenças. As empresas que possuem certificação ambiental (Selo verde e/ou ISO 14001) representam 27,3%.

### Considerações finais

Diante do impacto ambiental existente nos dias de hoje, que tem alterado as propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente e afetando a segurança, saúde e bem-estar das pessoas, surge a necessidade da implantação de práticas sustentáveis por toda a sociedade. Porém, falando das empresas de construção civil, práticas como essas precisam ser expandidas e neste processo, conhecer o que dificulta a expansão dessas práticas se torna essencial.

Os resultados desta pesquisa mostram que a maior parte das empresas entrevistadas atuam em construções residenciais tendo os restos de concreto, argamassa e alvenaria como maior resíduo gerado. Embora todas as empresas

acreditem ser importante a aplicação de práticas sustentáveis, uma parcela dos entrevistados ainda não investe nessas ações. A pesquisa revelou que o fator custo é o fator de maior escolha por parte das empresas entrevistadas para justificar as dificuldades na aplicação de práticas sustentáveis. Isso justifica o porquê de 30% das entrevistadas citar redução de custos como motivação para a implantação de tais ações, embora 50% justificam como maior motivação a preservação ambiental.

A pesquisa ainda mostrou que das práticas normalmente adotadas pelas construtoras, o uso de energias solar, o reaproveitamento de águas das chuvas e o reaproveitamento de resíduos são ações mais praticadas.

Apesar da motivação identificada de grande parte das empresas na preservação ambiental, pode-se dizer que o fator custo poderá influenciar na expansão dessas ações. Neste sentido, atrativos governamentais como redução de taxas e impostos e gratificações, além de um maior domínio tecnológico dos métodos implicando na redução de custos, poderão contribuir para uma sociedade mais sustentável.

Dentre as dificuldades encontradas nesta pesquisa, a que merece destaque foi a pequena quantidade de empresas dispostas a responder o questionário e contribuir para a pesquisa.

Como sugestão para futuras pesquisas, pode-se citar estudos voltados para viabilidade econômica na implantação de sistemas como energia solar, reaproveitamento de águas pluviais e reaproveitamento de resíduos, que, este último, também demanda maiores estudos de experimentação técnica.

## Referências

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Carvão mineral [caderno 8]**. Brasília: ANEEL, s.d.

BEUREN, Ilse Maria (org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 3.ed. 9. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.

BRASIL. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, seção, pt.1, p. 1, 23 jan. 1986.

BRITO, Raquel. **Impactos ambientais: o que é e suas principais causas**. Abril, 2018.

DA SILVA, Welighda Christia; SANTOS, Gilmar Oliveira; DE ARAÚJO, Weliton Eduardo Lima. Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 286-301, set. 2017.

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa Sustentável para destinação de resíduos classe A: avaliação da reciclagem em canteiros de obras. **Revista Ambiente Construído**, v.10, n.3, p.23-40, 2010.

FREITAS, Leonardo F. **Principais impactos ambientais gerados pelo homem**. [S.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <<https://www.fragmaq.com.br/blog/sao-principais-impactos-ambientais-causados-homem/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

FOGLI, Fernando Sérgio. **Planos de gerenciamento da construção civil e atenuação de impactos ambientais em canteiros de obra**. 2016. p. 56. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas S.A. São Paulo. Brasil, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Contas nacionais trimestrais**: indicadores de volume e valores correntes. 2015. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Nacionais/Contas\\_Nacionais\\_Trimestrais/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/2015/pib-vol-val\\_201504caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2015/pib-vol-val_201504caderno.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2017.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria método e criatividade**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

SAKR, D.A., SHERIF, A., EL-HAGGAR, S.M. Environmental management systems awareness: an investigation of top 50 constructors in Egypt”. **Journal of cleaner production**, v. 18, n. 3, pp. 210-218, 2010.

RIGOTTO, Maria Raquel. Inserção da saúde nos estudos de impacto ambiental: o caso de uma termelétrica a carvão mineral no Ceará. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Fortaleza, v. 14, n. 6, p. 2049-2059, jul. 2009.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção Civil e a Degradação Ambiental. **Revista desenvolvimento em questão**. v. 7, n. 13, p. 111-128, jun. 2009;

VECHI, Nivea Regina Gallo; GALLARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo; TEIXEIRA, Cláudia Echevengá. Aspectos ambientais do setor da construção civil: Roteiro para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços. **Sistemas & Gestão**, Niterói (RJ), v. 11, n. 1, p. 17-30, mar. 2016.

## CAPÍTULO 11

### ENTRAVES DO SISTEMA BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*) NOS ESCRITÓRIOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

**Caroline Schlickmann**  
**Débora Mazon Pedro**  
**Júlio Preve Machado**  
**Vinícius Heitor Sardá**  
**Claudio da Silva**  
**João Paulo Mendes**  
**Camila Lopes Eckert**  
**Josué Alberton**

**Resumo:** A desintegração de projetos existentes na construção civil tem gerado prejuízos de materiais e produtividade para as construtoras. Neste sentido, o uso da plataforma BIM surge no mercado como proposta para a redução desses impactos. Por isso, este trabalho apresentou os entraves na implantação do sistema BIM por parte das empresas na região da Encosta da Serra Geral. Por meio da aplicação de um questionário, foi possível conhecer os principais problemas e necessidades, que impedem o setor de aplicar tal sistema. Tendo como pontos de análise os escritórios de arquitetura e engenharia, além de empresas da construção civil, os resultados da pesquisa mostram que há vantagens na aplicação do sistema BIM, porém a falta de tempo por parte das construtoras para implantar o sistema apresenta ser o principal motivo para a não utilização do sistema BIM.

**Palavras-chave:** Implantação BIM. Desintegração de projetos. Construção civil.

#### **Introdução**

A construção civil é conhecida como um dos setores que possuem maiores desperdícios. As perdas representam o resultado de um processo de má qualidade, que tem como consequência tanto à elevação dos custos da construção quanto à redução da qualidade do produto final (FORMOSO et al, 2007).

O cenário da construção civil, de acordo com Santo (2008), é altamente competitivo e desafiador, sem espaços para falhas de orçamentos em empresas. Nesse sentido, ressalta-se que o desperdício neste ramo pode ser justificado pela falta de ajustes as novas tecnologias construtivas e de projeto (BAZZO, 2008).

Para Rodriguez (2005), o superdimensionamento dos sistemas, paralisações e retrabalhos por falhas entre projetos, informações insuficientes ou incorretas, empregos de materiais não padronizados e maiores usos de mão de obra, são fatores ligados ao custo do desperdício originado pela falta de racionalização e coordenação do projeto. Os investimentos feitos no Brasil em serviços de correção se aproximam em 40% dos custos de execução do componente degradado (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

A fim de melhorar a interoperabilidade de informações nos projetos, surge o sistema BIM. O uso do BIM, além de verificar interferências nos projetos, realiza quantitativos de materiais automáticos, planos de cortes e a visualização tridimensional, apenas alterando um modelo. No sistema convencional, os projetos arquitetônicos são posteriormente utilizados para a elaboração da Hidráulica e Elétrica, além do administrativo que controla cronograma, compras e orçamentos. Neste sentido, o BIM surge como solução de integração, fazendo com que os projetos fiquem integrados entre si (CAMPESTRINI, 2015).

De acordo com Cavalcanti (2016), o sistema BIM pode ser definido como: representação digital do processo construtivo. Alves (2014), destaca que o mesmo melhora a interpretação de projetos, reduz erros, acelera a produtividade e, inclusive, é capaz de integrar os custos da obra.

Diante deste contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar os entraves para a implantação do sistema BIM nos escritórios de Engenharia e Arquitetura e das construtoras da região da Encosta da Serra Geral. De maneira geral, alguns autores já apontaram algumas dificuldades relacionados ao tema. Alves (2014), por exemplo, salienta que uma das principais dificuldades está relacionada ao aumento de gastos que as empresas teriam. Segundo o autor, os custos estariam relacionados a aquisição de softwares, especialização de funcionários e uma estrutura de hardware potente.

Hilgenberg et al. (2012) destacam que, como a transição entre os sistemas já utilizados para o sistema BIM ocorrerá de forma gradativa, outra grande barreira para a implantação deste último é a dificuldade de interoperabilidade com outros softwares já existentes no ramo. Para identificar os entraves, será formulado um questionário (via plataforma *Google Docs*), que será enviada via e-mail as empresas estudadas.

## **Histórico dos Projetos de Engenharia Civil**

A partir da década de 1960 o desenvolvimento e a expansão dos softwares permitiram que os projetos de Engenharia Civil antes feitos de forma inteiramente manual, passassem a ser desenvolvidos num computador, garantindo, assim, melhor qualidade e eficiência. O surgimento dessas tecnologias permitiu um enorme avanço, desde a elaboração do projeto até a execução da obra (COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015).

Criado em 1982, o AutoCAD foi o software mais inovador que despontou no setor de projetos de Engenharia Civil desde então. O mesmo surgiu como tecnologia de ligação entre o departamento de projetos e o de produção. Na época do seu surgimento, o software representou um aumento na produtividade das empresas, já que os projetos passaram a ser feitos em tempo mais curto e com melhorias, devido à redução de erros dimensionais, maior padronização de detalhes e clareza no projeto como um todo (COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015).

Com a evolução dos softwares de modelagem em três dimensões, o sistema BIM vem ganhando espaço entre os projetistas. Esse sistema consiste na modelagem de edificações por meio de um modelo digital integrado de informações, incluindo plantas e geometrias, materiais e componentes, quantitativos de custo, além de outros dados necessários para a execução e acompanhamento de um projeto. A modelagem neste sistema pode incluir todo o ciclo de vida de uma construção, desde a concepção de projetos, até a execução de empreendimentos (CAVALCANTI, 2016).

## **Relações entre falhas de projeto e surgimento de patologias na construção civil**

Mesmo com os avanços tecnológicos das últimas décadas, pesquisas têm apontado que metade dos casos de patologias construtivas por erros de projeto e planejamento das edificações (FIGUEIREDO, 2006 *apud* MIOTTO, 2010).

Durante a fase de projeto, alguns fatores interferem na qualidade do produto final, como a compatibilização de projetos. É fundamental que os serviços de compatibilização de projetos e de seus detalhes construtivos não sejam deixados para serem resolvidos durante a construção, o que acaba exigindo a adoção de soluções paliativas ou meramente reativas (OLIVEIRA, 2013).

O projeto é a base para execução. Por isso os mesmos são essenciais já que por meio destes, as decisões a serem tomadas nas obras serão interpretadas, resultando nos custos de produção (OLIVEIRA, 2013).

Helene (2007) *apud* Miotto (2010) destaca que 44% das patologias na construção têm origem nas fases de planejamento e projeto. Segundo o autor, as falhas de planejamento e projetos são, em geral, mais graves que as falhas da qualidade dos materiais e de má execução. Por isso, recomenda-se dedicar mais tempo em fazer projetos mais detalhados e completos.

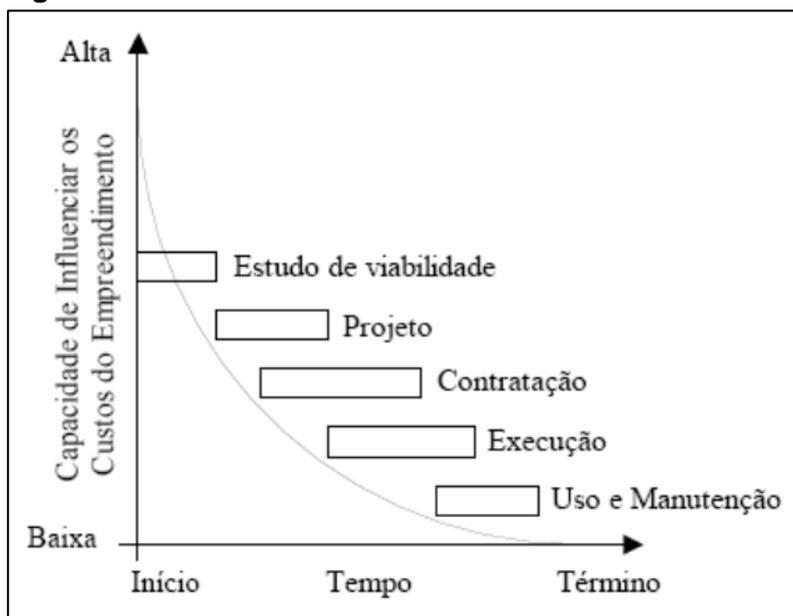
### **Impactos da incompatibilidade de projetos nos custos, desempenho técnico e produtividade na construção civil**

Dentre todas as etapas que envolvem o processo construtivo, a concepção de projetos é conhecida como uma fase crítica. A etapa de concepção é responsável por uma pequena parcela do custo do produto final (cerca de 3 a 5%). Porém, é apontada como uma das principais causas de falhas nas edificações em uso. É nesta etapa que são definidos cerca de 70 a 80% do custo total da edificação (SANTOS, 2014).

Segundo Picchi (1993) *apud* Santos (2014) o projeto, e conseqüentemente a compatibilização do mesmo, exerce uma considerável influência sobre os custos da edificação, devido à grande possibilidade de alternativas existentes nesta fase, na qual poucas despesas foram realizadas. Verifica-se que com a evolução do empreendimento, as possibilidades de influência no custo final do empreendimento diminuem consideravelmente.

As decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são importantes pois, conforme mostrado pela Figura 1, pode-se atribuir a elas a principal participação na redução dos custos de falhas do edifício.

**Figura 1** – Influência de cada fase da obra em seu custo final.



Fonte: CII (1987), *apud* Santos (2014).

Além dos custos, a incompatibilização dos projetos afeta também o desempenho técnico e a produtividade das edificações. Segundo Novaes (1998) *apud* Santos (2014), uma das origens dos principais problemas relacionados às patologias é a falta de integração entre diferentes projetos.

Nascimento e Formoso (1998) *apud* Santos (2014), fizeram um levantamento dos retrabalhos acontecidos durante algumas entrevistas com construtores e chegaram à conclusão de que uma das principais origens desse problema era também a incompatibilidade entre os projetos.

### Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa pode ser classificada como exploratório, pois segundo Gil (2007), as pesquisas exploratórias apresentam contato mais próximo com o relacionado problema, construindo ideias para resolver problemas.

Quanto a abordagem do problema, essa pesquisa pode ser classificada como qualitativa, já que determina as preferências do público alvo. Pode ser considerada também quantitativa já que busca levantar dados que resultam em indicadores numéricos específicos (RICHARDSON, 2014).

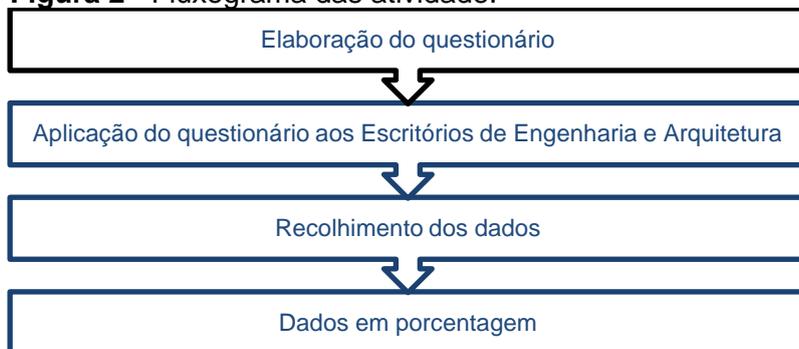
Minayo (1994) relata que a pesquisa de campo corresponde a idéia do pesquisador quanto ao espaço, o que representa uma realidade empírica das concepções teóricas que dão fundamento ao objeto de investigação.

A fase inicial do trabalho constituiu-se em uma pesquisa bibliográfica acerca da incompatibilidade dos projetos, resultando em perdas e retrabalhos. Na sequência, foram pesquisados todos os escritórios de Engenharia e Arquitetura da região, a fim de obter os e-mails para que o questionário pudesse ser encaminhado.

Já na segunda fase do trabalho, através da plataforma *Google Docs*, um questionário foi elaborado. O mesmo era composto de 14 perguntas das quais abrangiam assuntos relacionados à área de atuação da Empresa, o tempo de atuação no mercado de trabalho, as dificuldades relacionadas a desintegração de projetos, e perguntas relacionadas ao sistema BIM. Respectivamente, as perguntas eram: a) “Localidade”; b) “Qual a área de atuação da Empresa”; c) “Tempo de atuação da empresa”; d) “Número de funcionários na empresa”; e) “Em algum momento já encontrou alguma dificuldade de obra relacionada a desintegração de projetos?”; f) “Você tem conhecimento do sistema BIM?” g) “Você utiliza ou já utilizou o sistema BIM?”; h) Qual o principal motivo pode ser apontado para a não utilização do sistema BIM em sua empresa?; i) Sua empresa pretende implantar futuramente o sistema?; j) “Qual o software do sistema BIM sua empresa utiliza?”; k) “Qual a principal vantagem poderia ser destacada com o uso do sistema BIM em comparação aos métodos tradicionais?”; l) “No início de implantação do sistema BIM, qual a principal dificuldade encontrada?”; m) “Sua empresa sofreu mudanças relevantes com a implantação do sistema?”; n) “Sua empresa já vivenciou algum projeto ou prestação de serviço específico na qual fosse exigido o uso do sistema BIM?”

Por fim, o questionário foi encaminhado à 55 empresas, entre escritórios de Engenharia e Arquitetura e construtoras. Foram coletas 11 respostas. O fluxograma das atividades realizadas é apresentado a seguir na Figura 2.

**Figura 2** - Fluxograma das atividade.



Fonte: Autores (2018).

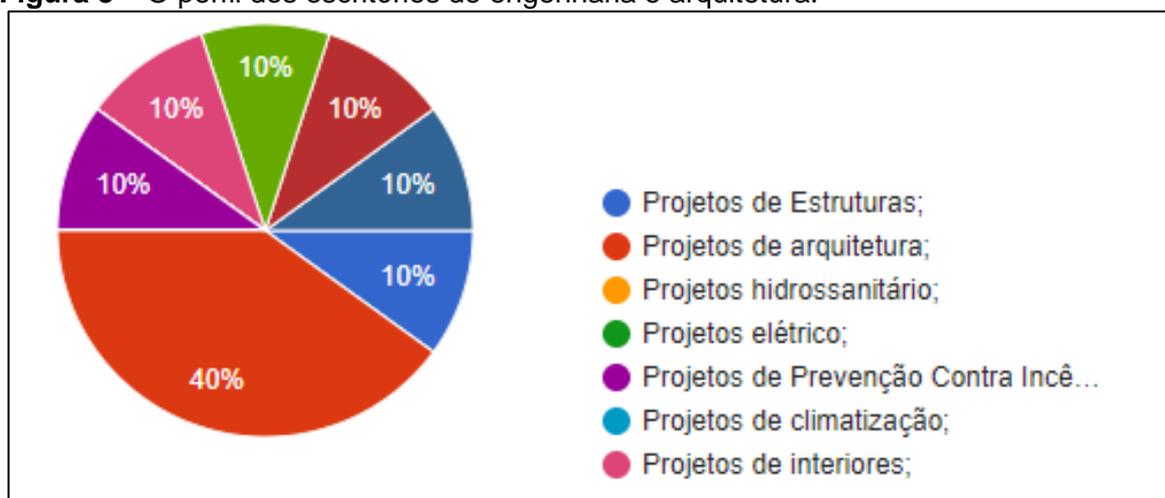
## Resultados e discussões

Considerando a forma como o questionário foi elaborado, é possível identificar a real situação dos escritórios de engenharia e arquitetura da região. Analisou-se as respostas obtidas para cada questão a fim de avaliar a conjuntura atual do mercado de trabalho para as empresas do ramo da construção civil.

Por meio da realização dos questionários foram obtidos os resultados apresentados através dos dados a seguir.

A Figura 3 apresenta o perfil dos escritórios de Engenharia e Arquitetura que foram entrevistados. Percebe-se que dos 10 entrevistados, a área predominante foi a de arquitetura com 40%. O restante atuam nas diversas áreas com a mesma proporção, entre eles (projetos de estruturas, preventivo contra incêndio e pânico, elétrico, telecomunicações e projetos de interiores).

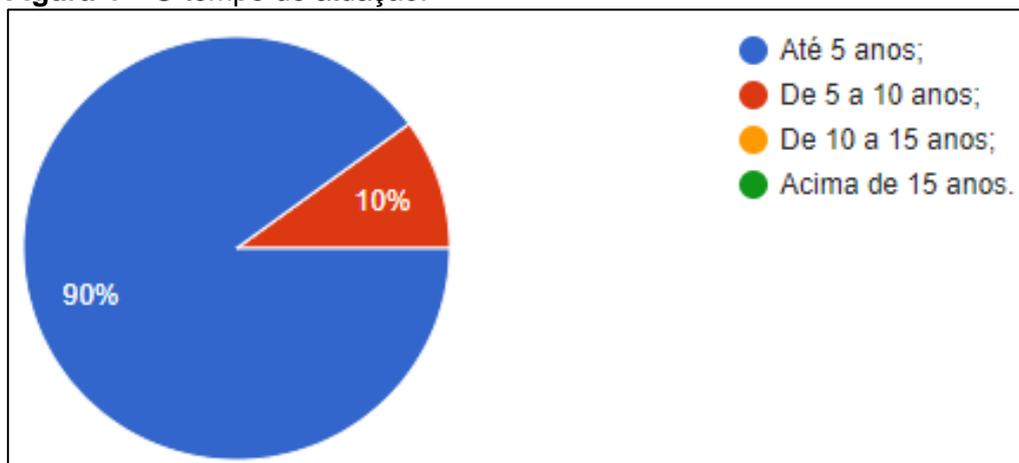
**Figura 3** – O perfil dos escritórios de engenharia e arquitetura.



Fonte: Autores (2018).

A Figura 4 apresenta o tempo de atuação das empresas. Pode-se perceber que em relação ao tempo de atuação das empresas 90% atuam há até 5 anos. O restante dos entrevistados atuam há até 10 anos.

**Figura 4** – O tempo de atuação.

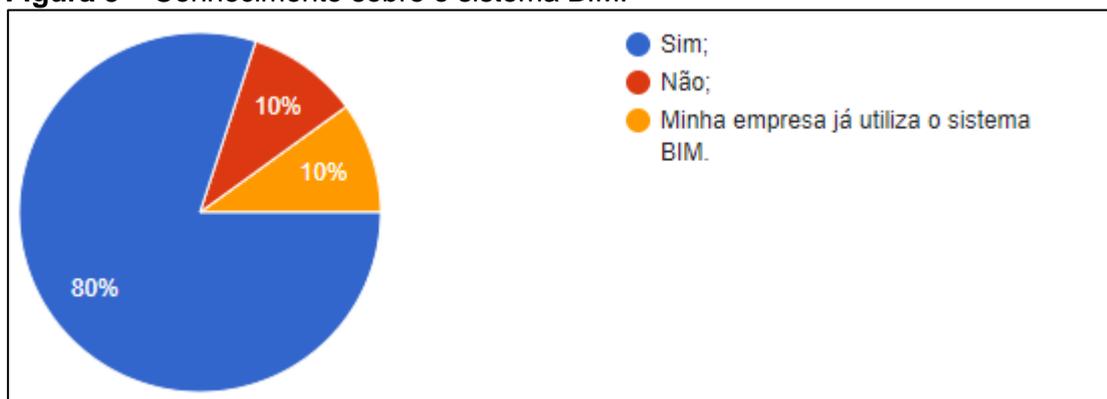


Fonte: Autores (2018).

Das empresas que participaram da pesquisa, todas responderam já ter encontrado em algum momento do seu período de atuação, algum problema relacionada a desintegração de projetos.

A Figura 5 apresenta o percentual das empresas quanto ao conhecimento do BIM. Pode-se perceber que 80% dos entrevistados possuem conhecimento do BIM, 10% não tem nenhum conhecimento do sistema e os 10% restantes já utiliza o sistema BIM na empresa em que trabalha.

**Figura 5** – Conhecimento sobre o sistema BIM.



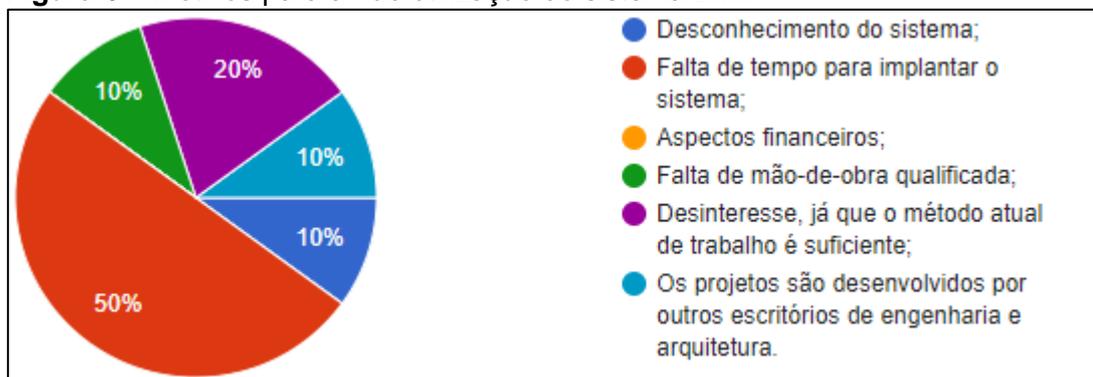
Fonte: Autores (2018).

### **Motivos para a não utilização do sistema BIM**

A Figura 6 apresenta os motivos identificados pelas empresa pela não utilização do sistema BIM. Pode-se perceber que, dos principais motivos para a não utilização do sistema em sua empresa, 50% está relacionado à falta de tempo para

implantação do mesmo, 20% não tem interesse pois o método de trabalho atual já é suficiente para executar as atividades desenvolvidas. Do restante dos entrevistados, 10% não tem conhecimento no sistema.

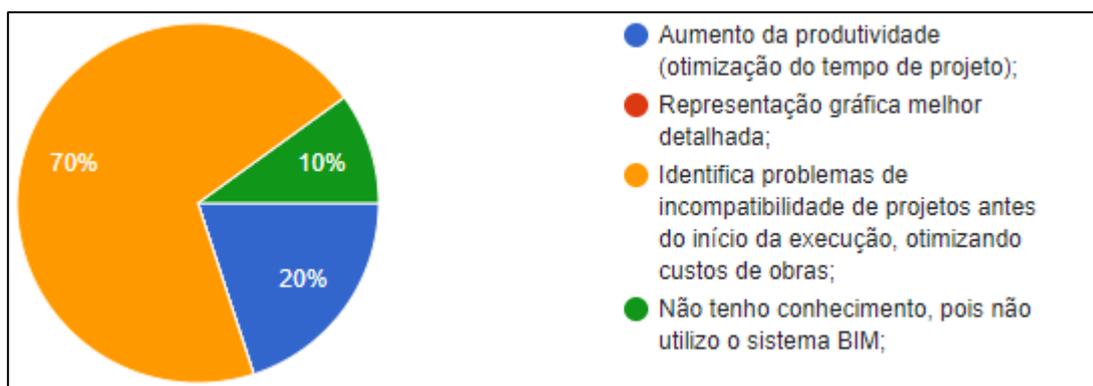
**Figura 6** – Motivos para a não utilização do sistema BIM.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 7, que apresenta as vantagens no uso do sistema BIM por parte das empresas entrevistadas, pode-se perceber que, das vantagens destacadas comparando-se o sistema BIM com o método tradicional, 70% das empresas entrevistadas cita a vantagem relacionada a identificação de problemas de incompatibilidade de projetos antes do início da execução, otimizando custos de obras, 20% dizem ter aumento da produtividade minimizando o tempo de projeto e 10% não tem conhecimento pois nunca utilizou o sistema BIM.

**Figura 7** – Vantagens do sistema BIM.

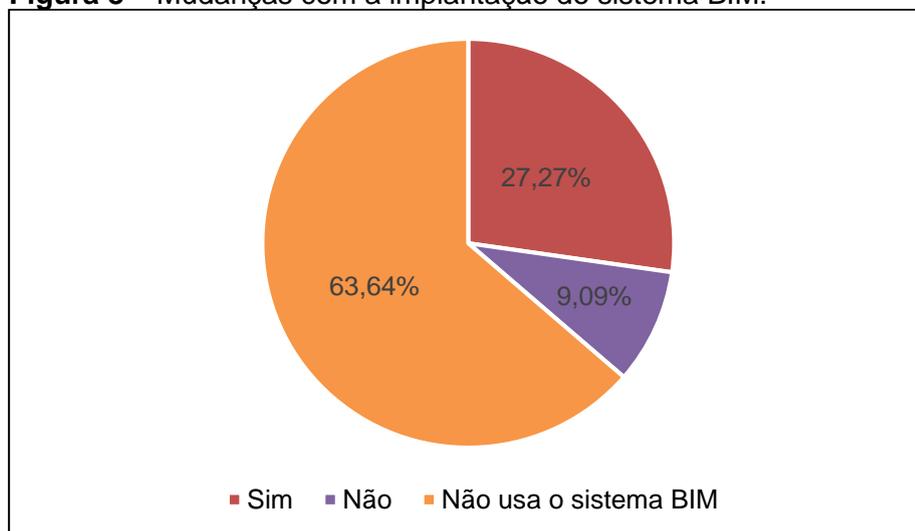


Fonte: Autores (2018).

A Figura 8 apresenta a realidade vivida pelas empresas em termos de mudança na sua rotina em termos de implantação do sistema. Analisando a Figura 8, pode-se perceber que 30% das empresas entrevistadas citaram que a implantação do sistema

BIM trouxe mudanças significativas nas suas rotinas. Para 10% das empresas entrevistadas, tal implantação não gerou mudanças significativas. Os 70% restantes, não tem o sistema BIM implantado em sua empresa.

**Figura 8** – Mudanças com a implantação do sistema BIM.



Fonte: Autores (2018).

### Considerações finais

Inicialmente, o objetivo do trabalho era identificar os entraves para a implantação do sistema BIM nos escritórios de Engenharia e Arquitetura na região da Encosta da Serra Geral. Visando de alcançar este objetivo, contextualizou-se para o leitor a posição atual dos escritórios dessa região. Desta forma, viu-se que a maior parte dos que participaram da pesquisa são escritórios que tem como foco projetos arquitetônicos.

Tais empresas relataram ter sofrido problemas com a falta de integração de projetos. No entanto somente 10% dessas empresas utilizam o sistema BIM. O motivo principal para a não implantação deste sistema é a falta de tempo relatada pelas empresas. A resposta “falta de tempo” vem ao encontro do fato de que a implantação do sistema demanda mudanças significativas na rotina das empresas, o que talvez represente o maior desafio a ser vencido para a mudança de cultura e obtenção dos benefícios com o sistema BIM, já que 70% das empresas que já possuem o sistema BIM implantado, relataram uma melhora na compatibilidade dos projetos e, conseqüentemente, ganhos em lucratividade e produtividade.

Como sugestão para futuras pesquisas, pode-se colocar trabalhos voltados para ações que busquem de fato mostrar os reais resultados de otimização financeira com a implantação e uso do sistema BIM.

## Referências

ALVES, Cristiano Clay Guiot da Costa. **Plataforma bim na construção civil: vantagens e desvantagens na implantação**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Católica de Brasília, 2014.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência tecnologia e sociedade** e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: EdUFSC, 2008.

CAVALCANTI, Mariah Nabuco de Araujo. **A utilização do sistema bim no planejamento de custos da construção civil**. 2016. 145 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017840.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2018.

COSTA, Giovani Cecatto Lopes Ribeiro da; FIGUEIREDO, Sílvia Haueisen; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. Estudo comparativo da tecnologia cad com a tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, Ouro Preto, v. 34, n. 2, p.11-18, 2015.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook. A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley and Sons, 2008.

FORMOSO, C. T. et al. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. *Téchne*. São Paulo, n.23, p.30-33, jul - ago 1996.  
GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HILGENBERG, Fabíola Brenner et al. **Uso de bim pelos profissionais de arquitetura em curitiba**. *Gestão & Tecnologia de Projetos, Brasil*, v. 7, n. 1, p. 62-72, junho 2012. ISSN 1981-1543. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51020>>. Acesso em: 31 julho 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v1i1.196>.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria método e criatividade**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. 80 p.

MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de pato branco-PR**. 2010. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção de Obras Públicas, Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. 2013. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Técnico-científica**, Curitiba, n. 1, p.1-18, 2013;

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

RODRIGUEZ, M.A.R. Coordenação Técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações. Florianópolis: Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SANTO, Leonardo Sérgio do Espírito. **Diagnóstico quanto a gestão à gestão do consumo de materiais nos canteiros de obras**. 2008. 2015 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

SANTOS, Guilherme Souza. Como a compatibilização de projetos pode diminuir custos, gastos e retrabalhos na Construção Civil. **Revista Especialize On-line Ipog**, Florianópolis, v. 01, n. 009, p.1-23, abr. 2014.

SOUZA, UbiraciEspinelli Lemes de. **Redução do desperdício de materiais através do controle do consumo em obra**. 1997. 8 f. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

## CAPÍTULO 12

### ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UM NÚCLEO DE AVIÁRIOS

**Maiara Mazon Betta Bittencourt**

**Berto Varmeling**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**João Paulo Mendes**

**Anderson Volpato Alves**

**Daniel Magagnin**

**Reginaldo Tassi**

**Resumo:** O estudo teve por objetivo analisar a viabilidade de um sistema fotovoltaico como alternativa para redução de custo em um núcleo de aviários. Deste modo foi realizado um orçamento como uma empresa prestadora de serviços de energia solar fotovoltaica. O método utilizado para a elaboração do presente artigo, foi o estudo de caso, onde foram levantados todos os dados necessários, referente ao custo para implementação do sistema. Para a análise da viabilidade econômica foi analisado o *payback*, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno. Os resultados revelaram que o projeto da implantação do sistema proposto como alternativa para redução de custo é viável para o período analisado, considerando os dados projetados. Conclui-se que, além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômica financeira, a energia solar uma das mais importantes dentre as fontes de energia renováveis, gerará benefícios inestimáveis ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Energia Fotovoltaica. Viabilidade de investimento. Redução de custos.

#### **Introdução**

A avicultura de corte brasileira ocupa hoje, a primeira e terceira posição mundial em exportações e produção de carne de frango, atendendo mais de 150 países devido à qualidade e segurança alimentar da carne brasileira e à eficiência de produção. De acordo com a Embrapa (2017), o setor contribui com cerca de 9% das exportações do país, gera mais de cinco milhões de empregos diretos e indiretos. Dentre os estados brasileiros, a região sul se destaca no setor. O Paraná possui a maior participação nas exportações, perfazendo um total de 32,21 %, seguido de Santa Catarina com 24,45

%, e Rio Grande do Sul que participa com 18,35 % das exportações de carne de frango do país.

As instalações produtivas estão constantemente automatizando os processos, o que demanda cada dia mais energia elétrica nas propriedades produtoras de aves e com os recentes aumentos no preço da energia elétrica, seus custos tornaram-se representativos na atividade.

O cenário atual de elevação contínua no custo da energia elétrica, pode ser a mola propulsora para o desenvolvimento da tecnologia e implantação de centrais geradoras de eletricidade na propriedade o que poderá reduzir os custos de produção. Tendo em vista o grande custo com energia elétrica na produção de frangos de corte, meios alternativos devem ser analisados para a redução do referido custo. Nesse sentido, questiona-se: É viável economicamente a implantação de um sistema fotovoltaico em um núcleo de aviários? E qual o prazo de retorno deste investimento?

No intuito de propor uma solução para baixar o custo de produção de frangos de corte o referido trabalho tem como objetivo realizar uma análise econômico financeira da implementação de um sistema fotovoltaico.

Para que os objetivos específicos sejam atingidos, o estudo foi dividido em partes nas quais foram apresentadas a contextualização do tema, fundamentação teórica com levantamento de custos energéticos do núcleo de aviários, os resultados que descrevem sobre os custos, equipamentos, entre outras informações para instalação de um sistema fotovoltaico. Já nas conclusões foram descritos sobre a viabilidade ou não da implantação do sistema bem como os desafios a este modelo.

Desta maneira entende-se que o trabalho proposto se manifesta relevante, contribuindo para a redução da dilapidação dos recursos naturais, uma vez que, pretende-se elaborar um modelo alternativo mais eficiente caso se comprove a viabilidade econômica. Mostra-se também importante para a Autores, pois possibilita a articulação entre a teoria acadêmica e a prática profissional.

### **Evolução dos sistemas de produção**

Segundo Hobold & Cony (2006), até a década de 1950, a criação de frangos de corte era realizada no Brasil em propriedades sem qualquer tecnologia específica para abrigar as aves e, somente, com a Introdução da avicultura industrial que essa situação foi alterada substancialmente.

Na moderna criação de frangos de corte, as atividades, que antes eram realizadas de forma independente no interior de propriedades rurais, passaram a se conjugar ao capital industrial. De acordo com Gonzáles (2016) essa nova dinâmica de mercado impôs aos produtores rurais padrões e ritmos de transformações tecnológicas compatíveis com o desenvolvimento de seu processo produtivo.

Garcia (2004, p. 8) opina que “o uso da tecnologia vêm permitindo maior controle sobre a produção de frangos, por meio do monitoramento de dados relacionados ao consumo de ração, água, qualidade de ambiência, peso das aves e às taxas de mortalidade”. Já Gonzáles (2016) explica que este monitoramento tecnológico permite ao avicultor identificar processos que precisam sofrer melhorias, contribuindo deste modo para a redução dos custos de produção.

A acelerada na evolução da produção de frango de corte no Brasil segundo Gonzáles (2016) deve-se à reestruturação industrial. Entende-se por reestruturação as evoluções tecnológicas do setor, os avanços nas áreas de genética no manejo, nutrição e sanidade e a adoção de equipamentos modernos e, principalmente, a implantação do sistema de parceria avícola nos estados produtores, parceria essa que auxilia a oferta responder de forma muito mais organizada e eficiente o aumento desenfreado da demanda, e manter mesmo com uma grande procura um bom desempenho.

### **Sistema solar fotovoltaico**

Verma, Midtgard e Satre (2011), consideram que entre as fontes de em energias renováveis, a energia solar fotovoltaica se destaca em alguns quesitos. É uma das mais abundantes em todo planeta e inesgotável. Logo é uma das alternativas mais valiosas para compor uma nova matriz energética mundial, tanto que já é utilizada e consolidada em diversos países. Segundo Brito *et al.* (2011) a projeção para a energia solar fotovoltaica se tornar a fonte de energia renovável mais importante e significativa do planeta é o ano de 2040.

Energia fotovoltaica é a energia elétrica produzida a partir de luz solar e pode ser produzida mesmo em dias nublados ou chuvosos. Quanto maior for a radiação solar, maior será a quantidade de eletricidade produzida. Oliveira (2007) relata que esse processo de conversão da energia solar utiliza células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor). Quando a luz solar

incide sobre uma célula fotovoltaica, os elétrons do material semicondutor são postos em movimento, desta forma gerando eletricidade.

### **Análise de *Payback***

Uma das formas de se avaliar um investimento é com o uso do indicador *payback*. De acordo Brigham *et al.* (2001), o mesmo demonstra o tempo de retorno de um investimento, sendo almejados pelos gestores os projetos com menor tempo de retorno, ou seja, os que proporcionam a mais rápida recuperação de capital. Portanto, o *payback* é uma técnica que identifica o número de períodos ou de tempo que o investidor precisa para recuperar o investimento realizado. Um investimento significa uma saída imediata de dinheiro em prol de benefício futuro, recuperando a saída do caixa, posteriormente, o mesmo calculará quanto tempo que irá demorar para retornar a empresa.

Para Gonçalves (2006, p. 274), o mesmo tem como foco “determinar qual o tempo que se gasta para recuperar o investimento de determinado projeto, explicando qual será a capacidade de pagamento do projeto, em quanto tempo ele se pagará.” Souza e Clemente (2007, p. 81) definem esse termo como “[...] o número de períodos necessários para o fluxo de benefícios supere o capital investido.”

### **Valor presente líquido (VPL)**

Para Dornelas (2005) a análise do VPL compara o valor presente dos futuros fluxos de caixa com o capital inicial investido. “É considerado uma técnica sofisticada de análise de investimentos, pelo fato de considerar o valor do dinheiro ao longo do tempo” (DOLABELA, 2006 p. 227).

De acordo com Dornelas (2005) para mensurar o VPL de um projeto, é preciso estimar o valor futuro do fluxo de caixa, baseado nos valores atuais do projeto, deduzindo o valor inicial do investimento. Para isso, deve-se descontar o valor futuro do fluxo de caixa após aplicação de impostos para o valor presente, posteriormente subtrai-se pelo investimento inicial. Dornelas (2005 p. 172) afirma que “se o VPL for positivo, o projeto é viável, pois, o valor presente dos futuros fluxos de caixa é maior que o investimento inicial. Caso contrário o projeto deve ser rejeitado”.

### **Taxa interna de retorno (TIR)**

De acordo com Brito (2006) a empresa ao elaborar um planejamento necessita avaliar diversos índices, para que por meio deles possa chegar em uma decisão coerente sobre seus investimentos, um índice muito utilizado para as análises é a TIR, a mesma analisa em percentuais o retorno do investimento.

Pode-se dizer que a taxa interna de retorno é o valor do investimento e o seu futuro retorno financeiro. Brito (2006, p. 51) salienta que “investimentos iguais à taxa interna de retorno são o melhor indicador do projeto.” [...] “ela deve ser maior do que o custo de oportunidade do capital.” Para o projeto ser aceito, a TIR (taxa interna de retorno) deverá ser superior ao custo de capital, o que significa que os recursos utilizados renderão mais que os gastos inicialmente investidos pela empresa.

Segundo Gonçalves (2006, p. 276) “é o percentual de retorno obtido sobre o saldo investido e ainda não recuperado em um projeto de investimento”. Desta forma Brito (2006, p. 50) conceitua “a taxa interna de retorno é calculada sobre um fluxo de caixa de dez anos, período considerado como vida útil da maioria dos projetos em todo o mundo.”

### **Projeção de fluxo de caixa**

Conforme Di Agustini, (1999, p. 53) “o instrumento básico de gestão do capital de giro na tesouraria de uma empresa é o fluxo de caixa, que representa a diferença, em regime de caixa, entre as saídas e entradas”. Sendo assim, pode-se dizer que na demonstração em questão será analisado detalhadamente as receitas assim como os desembolsos. Na formulação de Zdanowicz (1988, p. 21) sustenta-se que “o fluxo de caixa é o instrumento que permite ao administrador financeiro: planejar, organizar, coordenar, dirigir e controlar os recursos financeiros de sua empresa para um determinado período”.

A finalidade do fluxo de caixa realizado, segundo Gonçalves (2006, p. 258) “é mostrar como se comportam as entradas e as saídas de recursos financeiros da empresa em determinado período”.

O quesito fundamental do fluxo de caixa projetado para Gonçalves (2006, p. 258) “é informar como se comportará o fluxo de entradas e saídas de recursos financeiros em determinado período, podendo ser projetado para curto ou longo

prazo.” Assim, visa coletar informações para verificar se a empresa terá recursos necessários para executar seus projetos.

### **Procedimentos Metodológicos**

O artigo centralizou sua pesquisa em uma proposta de implementação de um sistema fotovoltaico, para a possível redução de custo com energia elétrica. O estudo foi desenvolvido em um núcleo de aviários integrado ao grupo JBS, localizado no município de Lauro Müller/ SC.

No que se refere à classificação da pesquisa, quanto a sua natureza, é de caráter aplicado, que segundo Creswell (2010), visa à geração de conhecimento para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, uma vez que o objetivo do presente estudo é analisar a viabilidade econômica de implantação do sistema fotovoltaico, objetivando uma aplicação prática que é a geração de energia elétrica.

De acordo com Gil (2002), as pesquisas são classificadas com base nos seus objetivos gerais, subdividindo-se em quatro grandes grupos principais: exploratórias, descritivas, explicativas e metodológica.

Os objetivos desta pesquisa se encaixam na metodologia exploratória, que conforme Gil (2002), tem por principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Para o levantamento das informações utilizadas neste trabalho foi realizado um estudo de caso, que segundo Lakatos e Marconi (2003), é caracterizado pelo estudo profundo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamento considerados. Já Yin (2005), define o estudo de caso um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência.

Quanto à abordagem, a pesquisa é considerada qualitativa-quantitativa. Qualitativa devido ao fato de relacionar os benefícios oferecidos pela empresa com a instalação do sistema, com a necessidade do integrado. Quantitativa, pois expõe os resultados da análise realizada em números por meio de Tabelas e Gráficos. Segundo Creswell (2010), “método qualitativo emprega métodos de coleta, onde primeiramente é feito a pesquisa e armazenamento de informações, e em seguida, realiza-se a

análise e interpretação dos dados coletados”. Já os autores Bogdan e Biklen (2003) afirmam que o método quantitativo é aquele que considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

O núcleo de aviários em que foi realizada a pesquisa está localizado no município de Lauro Müller em um bairro do interior, chamado Rio Capivaras Alto.

Desde que iniciou no setor avícola em 2001, a empresa integrada trabalha no sistema de integração, com a empresa JBS, unidade de Forquilha/SC.

A empresa integrada tem uma capacidade de lotação em suas instalações de cem mil frangos por lote em uma área de 7.500m<sup>2</sup> e uma produtividade de 13,7 frangos por m<sup>2</sup>. Os lotes variam de acordo com a necessidade do mercado externo, podendo ser lotes entre 40 a 42 dias. Entre um lote é outro ocorre um intervalo de 18 dias para limpeza e higienização do local.

Em um ano o integrado realiza seis ciclos, totalizando uma quantidade de seiscentos mil frangos alojados, produzindo aproximadamente novecentos e sessenta toneladas de carne ao ano. A empresa dispõe de um Quadro de seis funcionários, esse rol de funcionários é taxativo, pois há uma exigência da empresa em ter um funcionário para cada dezessete mil frangos.

Para a análise de viabilidade de implantação do sistema fotovoltaico na propriedade foram levantados os custos de produção, haja vista documentos internos disponibilizados pela empresa integrada. A coleta de dados foi realizada entre os meses de junho a outubro de 2018.

## Resultados e Discussão

### *Custo da empresa integrada*

**Os custos de produção da empresa são separados em custos fixos e custos variáveis, sendo que os custos fixos são: mão de obra, carregamento das aves, energia elétrica, aquecimento (lenha, pellet e cavaco), seguro das instalações. Já os custos variáveis são: conservação e reparos de benfeitorias, conservação e reparos de equipamentos e investimento. O integrado tem um custo para a produção de frangos de média R\$ 0,446 por frango, de acordo com as Tabelas 1 e 2.**

**Tabela 1** - Custos fixos de produção de frangos de corte.

Itens de custo	Custo por lote (R\$)	Custo por ave (R\$)
Energia Elétrica	10.800,00	0,108
Mão de Obra	10.400,00	0,104
Carregamento	6.000,00	0,06
Aquecimento	5.900,00	0,059
Seguro	1.200,00	0,012
Total	34.300,00	0,343

Fonte: Autores (2018).

A empresa tem um custo fixo de R\$ 0,343 por frango, sendo que o maior custo é com energia elétrica.

**Tabela 2** - Custos Variáveis produção de frangos de corte.

Itens de custo	Custo por lote (R\$)	Custo por ave (R\$)
Investimentos	3.500,00	0,035
Conservação e reparos de benfeitorias	2.000,00	0,02
Conservação e reparos de equipamentos	1.800,00	0,018
Total	7.300,00	0,073

Fonte: Autores (2018).

Em torno R\$ 0,073 por aves de custos variáveis são gastos por lote, tendo em vista que no cenário atual o valor pago pela empresa integradora quase se equipara ao valor dos custos fixos e variáveis, podendo variar R\$ 0,50 a R\$ 1,15 por frango. Esse valor depende única e exclusivamente da qualidade de frango que o produtor entrega a empresa integradora.

A avicultura moderna dispõe de um alto padrão de qualidade, qualidade está devido as novas tecnologias disponíveis no mercado. O integrado se vê induzido pela empresa integradora a acompanhar essa evolução, tendo que investir constantemente em tecnologia, sendo que o integrado que não investe em tecnologias para a melhoria do processo, corre um grande risco de ser afastado pela empresa integradora, que dá prioridade a parceiros que investem e produzem um frango de melhor qualidade.

**Tabela 3** - Investimento total para implantação do projeto.

Materiais	Quantidade	Valor em R\$ (un.)	Valor total(R\$)
Painéis Solares	330	609,00	200.970,00
Inversores	5	26.000,00	130.000,00
Suporte de fixação dos painéis	330	220,00	72.600,00
Comissionamento e start-up	1	13.263,00	13.263,00
Interligação com a rede de energia	1	9.500,00	9.500,00
Painel de proteção e distribuição	1	9.200,00	9.200,00
Instalações elétricas das placas fotovoltaicas	1	25.000,00	25.000,00
Projeto Elétrico	1	20.000,00	20.000,00
<b>Total</b>	-	-	<b>480.533,00</b>

Fonte: Autores (2018).

Os painéis solares, descritos acima serão instalados diretamente no solo, com estrutura de suporte metálica com configuração padrão, atendendo às devidas normas de engenharia.

A energia atualmente consumida pela empresa integrada é fornecida pela cooperativa de eletrificação de Lauro Müller (COOPERMILA), que atende as comunidades do interior do município. Após analisar a fatura de energia elétrica identificou-se que o valor do kWh pago pela empresa é de R\$ 0,39483. As Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. (Celesc) e a cooperativa de energia elétrica local cobram pelo transporte da energia até o consumidor.

Esta cobrança é referente à utilização da rede da empresa para transportar a energia entre a geração e o consumidor final. Foi possível perceber, também, pela fatura, que o valor do kWh pago para o transporte da energia é de R\$ 0,0370, não tendo distinção de valores em horário de ponta e fora de ponta. Desta forma, tem-se um total de R\$ 0,43183 pago por kWh. Na Tabela 4 abaixo mostra a geração em kwh do primeiro ano de implantação do sistema.

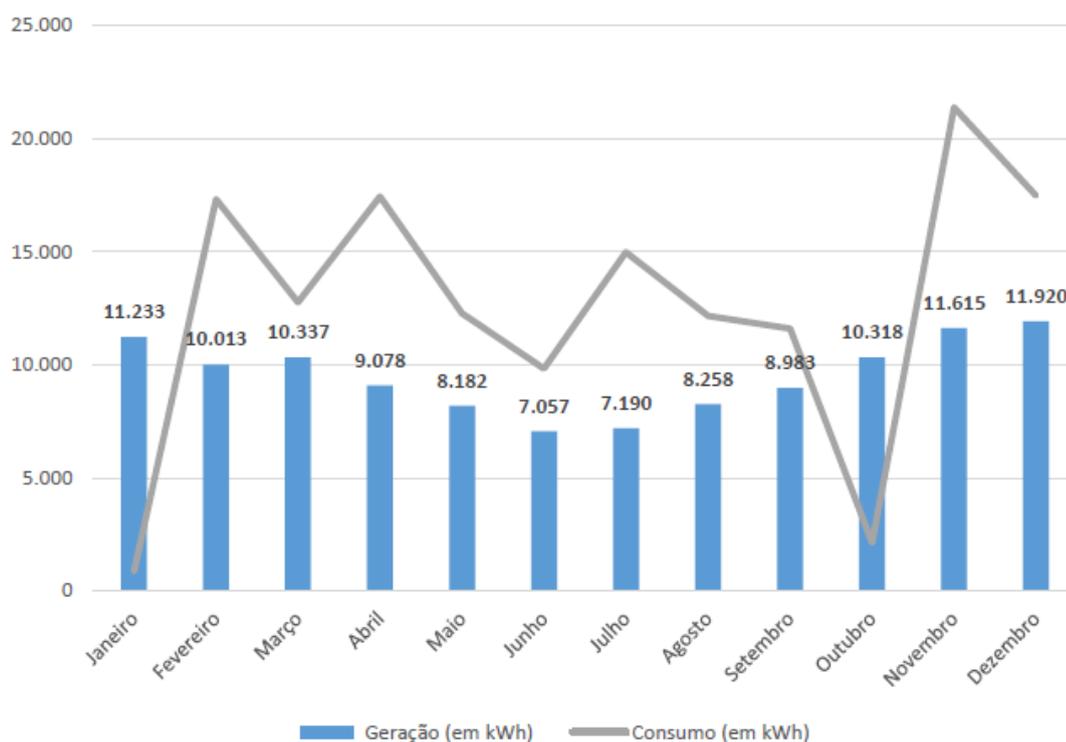
**Tabela 4** - Dados de geração do primeiro ano de implementação do sistema fotovoltaico.

Mês	Geração (em kWh)	Consumo (em kWh)
Janeiro	11.233	864
Fevereiro	10.013	17.322
Março	10.337	12.769
Abril	9.078	17.442
Mai	8.182	12.283
Junho	7.057	9.827
Julho	7.190	14.975
Agosto	8.258	12.156
Setembro	8.983	11.605
Outubro	10.318	2.137
Novembro	11.615	21.377
Dezembro	11.920	17.377
Geração Total	114.183	150.232

Fonte: Autores (2018).

Ao considerar o valor pago por kWh, será possível economizar mensalmente R\$ 4.108,90 e anualmente R\$ 49.307,44. O Gráfico 1 mostra a geração/ consumo em kWh do primeiro ano de implementação do referido sistema.

**Gráfico 1** - Dados de geração do primeiro ano com o sistema.



Fonte: Autores (2018).

No Gráfico acima pode-se observar que os meses que mais gera energia são os meses de novembro, dezembro e janeiro pois a radiação solar neste período é mais intensa, já os meses que apresentam menos incidência são junho e julho, apresentando uma menor geração de energia neste período.

### **Receitas Obtidas**

Para calcular a receita gerada com o custo evitado em energia elétrica foi utilizado como base o valor da tarifa praticada pela Cooperativa de Eletrificação Lauro Müller (COOPERMILA), referente à média do últimos doze meses/2017, relacionada com a capacidade instalada para geração contínua de energia, compreendendo um período de geração de 24 horas diárias, conforme especificado no Quadro 1.

**Quadro 1** - Custo evitado em energia elétrica.

Valor da Tarifa	Geração Diária		Geração Mensal		Geração Anual	
R\$	KW	R\$	KW	R\$	KW	R\$
0,43183	317,17	136,96	9515,25	4.108,97	114.183	49.307,44

Fonte: Autores (2018).

### **Análise de viabilidade econômica**

Para verificar a viabilidade, ou não, do projeto foi utilizado o método do valor presente líquido (VPL), pois este método considera o valor do dinheiro no tempo, para tanto foi considerado a obtenção de um financiamento junto ao Banco do Brasil, que consiste em uma linha de crédito por meio da DAP (Declaração de Aptidão ao Pronaf), denominado Pronaf Eco, que constitui uma linha de financiamento para investimentos da agroindústria em técnicas sustentáveis que minimizem o impacto das atividades rurais ao meio ambiente. Com uma taxa de juros no valor de 2,5% ao ano, dois anos de carência e oito anos para quitação, perfazendo um total de 10 anos analisados.

Para o cálculo do fluxo de caixa foram utilizados como receitas o custo evitado em energia elétrica, considerando o atual preço praticado pela cooperativa de eletrificação para a classe B2 convencional rural trifásico, projetando um reajuste anual de 10% correspondente ao aumento médio dos últimos anos. Para o cálculo do valor presente líquido foi considerado como taxa de oportunidade a real taxa de juros da economia brasileira que atualmente está em 6,5 % ao ano. Nesse cenário o VPL foi de R\$ 480.533,00 com uma taxa interna de retorno de 54,74% e o *payback* do investimento de 7 a 8 anos. Na Tabela 5, consta-se os dados utilizados para o cálculo

do Fluxo de caixa do investimento em 25 anos, considerando um reajuste de 10% ao ano no valor da tarifa, sendo para a alta tensão Grupo “A”.

**Tabela 5** - Fluxo de caixa dos investimentos.

Ano	Consumo (em kWh)	Produção do sistema fotovoltaico em (kWh)	Consumo sem sistema (em R\$)	Consumo Com sistema (em R\$)	Benefícios (em R\$)	Investimento (em R\$)	Fluxo de caixa Acumulado (em R\$)
1	150.232	114.183	71.936,00	17.261,00	49.207,00	480.333,00	-R\$ 10.179,00
2	150.232	113.384	78.124,00	19.162,00	53.128,00		-R\$ 15.249,00
3	150.232	112.590	84.323,00	21.127,00	57.009,00		-R\$ 15.250,00
4	150.232	111.802	90.858,00	23.242,00	61.071,00		-R\$ 10.003,00
5	150.232	111.019	97.666,00	25.492,00	65.265,00		R\$ 626,00
6	150.232	110.242	104.642,00	27854,00	69.520,00		R\$ 16.699,00
7	150.232	109.470	111.975,00	30.381,00	73.961,00		R\$ 38.401,00
8	150.232	108.704	119.816,00	33.120,00	78.682,00		R\$ 66.011,00
9	150.232	107.943	128.207,00	36.089,00	83.705,00		R\$ 99.832,00
10	150.232	107.188	137.190,00	39.307,00	89.052,00		R\$ 140.187,00
11	150.232	106.437	146.799,00	42.794,00	94.740,00		R\$ 234.928,00
12	150.232	105.692	157.085,00	46.571,00	100.793,00		R\$ 335.722,00
13	150.232	104.958	168.085,00	50.660,00	107.231,00		R\$ 442.953,00
14	150.232	104.218	179.858,00	55.088,00	114.082,00		R\$ 557.035,00
15	150.232	103.488	192.454,00	59.881,00	121.371,00		R\$ 678.407,00
16	150.232	102.764	205.933,00	65.067,00	129.126,00		R\$ 692.987,00
17	150.232	102.044	220.355,00	70.680,00	137.378,00		R\$ 830.365,00
18	150.232	101.330	235.790,00	76.751,00	146.160,00		R\$ 976.525,00
19	150.232	100.621	252.311,00	83.320,00	155.507,00		R\$1.132.492,00
20	150.232	99.916	269.997,00	90.427,00	165.459,00		R\$1.297.492,00
21	150.232	99.216	288.923,00	98.111,00	176.048,00		R\$1.473.541,27
22	150.232	98.522	309.176,00	106.417,00	187.317,00		R\$1.660.858,52
23	150.232	97.833	330.849,00	115.396,00	199.308,00		R\$1.860.160,00
24	150.232	97.148	354.041,00	125.099,00	212.069,00		RS2.072.236,62
25	150.232	96.468	378.858,00	135.583,00	225.648,00		R\$2.297.885,00

Fonte: Autores (2018).

### Considerações Finais

Haja vista o elevado custo com energia elétrica na propriedade estudada, dentre os meios alternativos observados para a redução deste custo, optou-se pela energia fotovoltaica. No entanto, questionou-se se a implantação de um sistema fotovoltaico em um núcleo de aviários é viável economicamente? E também qual o prazo de retorno de tal investimento?

Nesse viés o estudo objetivou analisar se o sistema fotovoltaico seria viável para implantação em uma propriedade rural do setor avícola de corte como alternativa para redução de custos.

Os resultados revelaram que o projeto da implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos é viável para o período analisado, considerando os dados projetados. A linha de crédito utilizada também contribuiu para tanto, tendo em vista que o valor de juros cobrados é muito inferior ao mercado, possibilitando um considerável retorno financeiro.

Conclui-se que, além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômico financeira para o integrado a energia solar, uma das mais importantes dentre as fontes de energias renováveis, irá gerar benefícios inestimáveis também ao meio ambiente.

Como sugestão para pesquisas futuras, aprimorar o projeto para instalação de uma central de energia solar fotovoltaica totalmente independente, tendo em vista que o presente projeto possui uma autonomia de 76%.

## Referências

BRIGHAM, Eugene F.; GAPENSKI, Luis C.; EHRHARDT, Michael C. **Administração Financeira: teoria e prática**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BRITO, M. A. G., et al. **Research on photovoltaics: review, trends and perspectives**. In: Brazilian Power Electronics Conference (COBEP). p. 531-537, 2011.

BRITO, Paulo. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma Introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa – Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 3 ed. Porto Alegre, 2010.

DI AGUSTINI, Carlos Alberto. **Capital de giro: análise das alternativas fontes de financiamento**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

DORNELAS, José C. A. **Empreendedorismo corporativo: como ser empreendedor, inovar e se diferenciar**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Qualidade de carnes**. [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso 10 agosto de 2018.

- GARCIA, L. A. F. **Economias de escala na produção de frangos de corte no Brasil.** (Tese de Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. Piracicaba. 2004.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONÇALVES, Ernesto Lima. **Gestão de indicadores: administrando moderna.** São Paulo: Saraiva, 2006.
- GONZÁLES, E. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11 2016, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AZEG/ABZ, 2016. p.310-313.
- HOBOLD, G. F.; CONY, A. V. **Evolução tecnológica na criação de frangos.** In: OLIVO, R. (Org.). O Mundo do Frango: Cadeia Produtiva da Carne de Frango. 1 ed. Criciúma: Varela, 2006. p. 61-68.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Gestão de custos: aplicações operacionais e estratégicas: exercícios resolvidos e propostos com utilização do excel.** São Paulo: Atlas, 2007.
- VERMA, D.; MIDTGARD, O.-M.; SATRE, T. O. **Review of photovoltaic status in a European (EU) perspective.** In: 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC). p. 3292-3297, 2011.
- YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e método.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZDANOWICZ, José Eduardo. **Fluxo de caixa: uma decisão de planejamento e controle financeiros.** D. C. Luzzatto Ed., 1988.

## CAPÍTULO 13

### ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DE APARAS RECUPERADAS NA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DE FILMES TÉCNICO

**Julio Cesar Marcon**

**Alessandro Cruzetta**

**Berto Warmelin**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**Resumo:** A reutilização de rejeitos de um processo, viabiliza em muitas vezes o desenvolvimento econômico de uma empresa, pois elimina custos e aprimora o processo em muitas vezes. Com o objetivo de apresentar um estudo para um destino mais viável para aparas de processo de uma empresa de filmes técnicos flexíveis, o presente trabalho apresenta através de seu contexto uma análise dos custos de dois possíveis e mais prováveis destinos para a reutilização das aparas. Em ambos os cenários há a possibilidade de obter resultados bons, porém isto irá depender certamente das variáveis em que são submetidos. Neste trabalho será possível observar que a venda de aparas poderá trazer resultados benéficos a empresa, através da apresentação de um estudo onde é possível avaliar dois possíveis cenários e a viabilidade econômica que cada um deles traz.

**Palavras-chave:** Aparas. Custos. Filmes Técnicos.

#### **Introdução**

O consumo do plástico está cada vez mais presente em nosso cotidiano. Nos últimos 50 anos a indústria do plástico vem crescendo continuamente, onde a produção que era no ano 1950 de 1,5 milhões de toneladas, em 2012 estava se aproximando as 288 milhões de toneladas. Em 2010 a China se tornava a maior produtora de plástico do mundo, e em 2012 produzia em torno de 69 milhões de toneladas. No Brasil a produção de plásticos cresceu em torno de 33% de 2000 a 2009, apesar disto, o Brasil representa menos de 2% da produção mundial com aproximadamente 6 milhões de toneladas fabricadas no ano de 2012. No Brasil, assim como Europa e Estados Unidos, os plásticos mais consumidos são os polietilenos, seguidos de polipropilenos e do PVC (BRASKEM,2018).

A empresa objeto deste estudo, está localizada no sul catarinense, produz filmes técnicos em polipropileno e polietileno destinados a empresas de embalagens

plásticas. Estas embalagens necessitam de um alto índice de qualidade e para isso é necessário utilizar de técnicas e processos que garantam um produto adequado. Porém estas técnicas, muitas das vezes, envolvem o uso de matérias primas com valor de aquisição elevado, desta forma aumentando o custo do produto final. Conforme Padoveze (2003), o preço de venda é ditado por variáveis que normalmente não são de domínios da empresa, excluindo algumas situações (produtos raros, demanda maior que a possibilidade de produção, monopólios e etc.), porém os custos são de domínio interno, podendo fazer a gestão dos mesmos, visando a sua redução, e maximização das receitas.

Diante deste cenário o presente trabalho se propõe a apresentar um estudo de viabilidade econômica para reutilização no mesmo processo produtivo, das aparas geradas na fabricação de filmes plásticos técnicos. Para tanto, foi analisada a viabilidade econômica de dois cenários diferentes, apresentadas possíveis melhorias no processo e a definido o ponto ótimo entre os cenários existentes.

### **Procedimentos metodológicos**

O presente trabalho tem a natureza de sua pesquisa classificada como aplicada pois gera conhecimentos para a aplicação de resolução de um problema específico, ou seja, oferece oportunidades para a redução de custos em um processo produtivo (MORESI, 2003).

Neste artigo foi realizado um estudo de caso com coleta de dados reais. Um estudo de caso é caracterizado pela análise exaustiva de um ou mais objetos, permitindo a aquisição de conhecimento através da consideração dos fatores envolvidos (GIL, 2002). Além disto, um estudo de caso estimula novas descobertas e da ênfase na totalidade e simplicidade de procedimentos (RAUEN, 1999).

O estudo de caso no presente trabalho se desenvolveu voltado para atividades produtivas na empresa ABC, sendo esta uma empresa produtora de filmes flexíveis destinados a embalagens plásticas. Neste estudo foi realizada a coleta de dados de custos de matérias primas e processos. Além disto, realizou-se um estudo sobre viabilidade econômica para destinação das aparas geradas no processo. Para isto demonstrou-se dois cenários, um oferecendo as aparas para a venda direta a terceiros e outro fazendo com que as aparas sejam reutilizadas no próprio processo.

A apuração de custos com formulação e processo faz com que a abordagem desta pesquisa seja classificada como quantitativa, neste tipo de abordagem a pesquisa é considerada importante devido a contribuição fornecida para o desenvolvimento da mesma. Neste tipo de abordagem os fatos são mensuráveis e isto é de extrema importância para a realização da pesquisa e levantamento dos dados (MARTINS, 2012).

Para a determinação dos custos da formulação com a dosagem das aparas recuperadas do processo utilizou-se da soma do custo da formulação desconsiderando os percentuais de aparas e aditivos à porcentagem dos custos que as aparas teriam no processo também somado ao custo do aditivo dosado em levando em consideração sua porcentagem e por fim somado ao percentual do custo da quantia de aparas geradas no processo, para isto desenvolveu-se a seguinte fórmula:

$$CFR = ((CF \times (1 - ARF - AD)) + ((VMA + CR) \times ARF) + (AD \times CA) + ((CF - VMA) \times AGP)$$

CFR = Custo da formulação com as aparas recuperadas (R\$);

CF = Custo da formulação (R\$);

ARF= Aparas recuperadas dosadas na Formulação (%);

AD= Aditivo antioxidante dosado na formulação (%);

VMA= Valor de mercado das aparas (R\$);

CR = Custo de Recuperação das aparas (R\$);

AGP= Aparas geradas no processo (%);

CA= Custo do aditivo antioxidante (R\$).

Já para a determinação dos custos com a venda das aparas, utilizou-se da soma entre o custo da formulação virgem, ou seja, sem a adição de aparas somado ao custo gerado com a desvalorização da perda após a venda das aparas em comparação ao custo da formulação

$$CFV = ((CF - VMA) \times AGP) + CF$$

CFV = Custo da formulação com a venda de aparas (R\$)

CF = Custo da formulação (R\$);

VMA= Valor de mercado das aparas (R\$)

AGP= Aparas geradas no processo (%)

Em menção aos objetivos destes trabalhos, podemos caracteriza-lo como explicativos, pois tem como finalidade oferecer uma melhor percepção ao leitor e interpretação da viabilidade econômica para o melhor destino possível para as aparas. Isto porque objetivos classificados como explicativos visam esclarecer fatores que de alguma forma contribuem para a ocorrência de determinado fator (MORESI, 2003).

## Resultados

O processo estudado é referente a produção de filmes lisos e transparentes exclusivamente em formulação de polipropileno produzidos em uma coextrusora plana com capacidade produtiva de aproximadamente 1.300 kg/h. Nesta extrusora destina-se a produção basicamente em bobinas “mães” ou “jumbos”, estas são conhecidas desta forma pois são normalmente grandes e darão origem a novas bobinas com dimensões menores, ou seja, após a extrusão estas bobinas são encaminhadas a um setor de acabamento onde neste processo são refiledas e cortadas em bobinas menores conforme necessidade e desejo do cliente. As aparas de ambos os processos são geradas pela má qualidade do produto e pelo refile do segundo processo, que descarta as laterais das bobinas com objetivo de alinhar e retirar imperfeições. Estes dois setores são responsáveis por gerar aproximadamente quatro por cento do total produzido de aparas.

O produto de teste em questão trata-se de um filme de polipropileno coextrudado em cinco camadas. Entre as matérias primas utilizadas temos copolímeros e homopolímeros junto a alguns aditivos como deslizante, antibloqueio e antioxidante. Este último se faz necessário somente quando utilizado aparas recuperadas. O aditivo antioxidante tem a função de melhorar propriedades degenerativas do filme, para quando que as aparas forem recuperadas terem uma melhor qualidade e não interfiram nas propriedades do filme quando reutilizadas. As proporções para a utilização do antioxidante foram seguidas de acordo com

orientação do fabricante deste aditivo, indicando a utilização de 1% na estrutura total do filme.

Quando mencionado o termo qualidade, é importante salientar que testes foram realizados pelo corpo técnico da empresa definindo e padronizando os percentuais de aparas ao qual o processo é capaz de absorver, desta forma o presente trabalho não levou em consideração variações na qualidade do produto, e sim analisou apenas os impactos gerado pela utilização das aparas ou pela venda das mesmas.

Para a obtenção de uma análise quantitativa relacionada ao destino mais viável a ser adotado para as aparas de processo, foram necessários primeiramente obter valores relacionados ao custo da formulação, onde estes custos são apresentados no Quadro 1. (REVER NUMERAÇÃO).

**Quadro 1** - Custo da formulação sem aparas recuperadas.

Tipo de Matéria Prima	% Utilizada	R\$/Kg	Custo/kg
MP A	5,60%	R\$ 7,50	R\$ 0,420
MP B	7,77%	R\$ 6,87	R\$ 0,534
Deslizante	0,28%	R\$ 9,60	R\$ 0,027
Antibloqueio	0,35%	R\$ 13,23	R\$ 0,046
MP C	21,60%	R\$ 6,69	R\$ 1,446
MP D	64,40%	R\$ 6,69	R\$ 4,312
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>		<b>R\$ 6,7860</b>

Fonte: Autores (2018).

O valor total de R\$ 6,786 a cada quilo apresentado no Quadro 1 foi adotado como padrão base para este estudo. Todos os cálculos realizados levaram em conta este valor, sendo que neste valor está sendo desprezado as perdas com aparas, além deste também mantivemos os valores de aparas reutilizadas como 4%. Segundo dados históricos gerados pelo processo produtivo interno da empresa objeto deste estudo, pode-se utilizar até 4,64% de aparas a mistura, sem que ocorra a geração de impurezas no filme, mantendo a qualidade do mesmo dentro dos padrões considerados como aceitáveis pela empresa.

De acordo com histórico do processo, é gerado em torno de 4% de aparas nos setores de extrusão e acabamento. Neste quadro também é possível visualizar os custos de cada matéria prima de acordo com a formulação utilizada.

No primeiro cenário efetuamos o levantamento relacionado ao desempenho dos custos disponibilizando as aparas para a venda. No Quadro 02 observamos os valores a serem obtidos com a venda das aparas, considerando um valor médio de 3,50 R\$/Kg e variando tal valor em faixas de R\$ 0,50 para cima e para baixo. Isso possibilita a avaliação do impacto da variação destes valores no custo da mistura utilizada na produção dos filmes. A formulação padrão utilizada apresenta um custo de R\$ 6,79 sem a utilização de aditivos e aparas recuperadas. Outro valor encontrado no Quadro 2 é a desvalorização da formulação com a venda das aparas, ou seja, trata-se da diferença entre o custo da formulação e o preço de venda das aparas.

O custo total apresentado é a soma entre o custo da formulação e a desvalorização com a venda das aparas. Este resultado representará no custo total da formulação com a geração de aparas, portanto quanto maior o valor das aparas no mercado, menor será o custo da total, em outras palavras, isto acontece pois elevando o valor de venda das aparas o impacto com a perda de valor do custo da formulação é menor.

**Quadro 2** - Custos de aparas quando há a venda para terceiros.

Valor Das Aparas para venda	Custo de matérias primas	Desvalorização do produto com a perda	Aparas geradas no processo	Custo total
R\$ 3,50	R\$ 6,79	R\$ 0,13	4%	R\$ 6,92
R\$ 4,00		R\$ 0,11		R\$ 6,90
R\$ 4,50		R\$ 0,09		R\$ 6,88
R\$ 5,00		R\$ 0,07		R\$ 6,86
R\$ 5,50		R\$ 0,05		R\$ 6,84

Fonte: Autores (2018).

No Exemplo 01, é apresentado a o cálculo utilizando valores de venda de aparas em torno de R\$ 3,5.

$$CFV = ((CF - VMA) \times AGP) + CF$$

$$CFV = ((6,79 - 3,5) \times 4\%) + 6,79$$

$$CFV = 0,1316 + 6,79$$

$$CFV = R\$ 6,92$$

O valor pelo qual as aparas são vendidas ao mercado, impactam significativamente o custo final da mistura podendo oscilar, dentro da faixa analisada, de 6,92 até 6,84 Reais. Uma diferença de 8 centavos de Real por quilo. Para commodities como o plástico, este número é significativo, dado o volume consumido desta matéria prima.

Em um segundo cenário, destinamos todas as aparas do processo para a reutilização, para isto se fez necessário a utilização de um aditivo para melhoria da qualidade do filme e garantia de que as aparas reutilizadas no processo não afetariam a qualidade do produto acabado, gerando impurezas de forma que desqualifiquem o filme para a venda. Neste teste, foram destinadas 4% de aparas, que se trata da quantidade aproximada de aparas geradas em todo o processo, como mencionado anteriormente, sabe-se que o valor máximo absorvido pelo processo é de 4,64% de aparas, de acordo com as proporções estipuladas pela empresa, portanto, todas as aparas do processo poderão ser reutilizadas.

O Quadro 3 foi montado observando os valores de venda de aparas conforme o preço de mercado, neste caso somou-se o custo do reprocessamento ao preço das aparas para obtermos o custo das aparas recuperadas portanto, por meio deste mensura-se o valor ao qual as aparas que voltarão ao processo. Nas colunas seguintes observa-se os valores de aparas gerada no processo e os valores de aparas reutilizadas, que neste caso considera-se 4 % para ambos, simulando que toda a apara gerada será integralmente consumida novamente. Também fica expresso neste quadro o custo do aditivo a ser utilizado para a recuperação das aparas, o consumo sugerido pelo fabricante do mesmo e em seguida os resultados obtidos, conforme descrito na metodologia.

Para essa situação a formulação utilizada se manterá sempre a mesma, além disto, é importante ressaltar que caso haja oscilação do valor de venda do mercado tanto para mais quanto para menos a diferença gerada pela desvalorização da apara vendida é absorvida pelo custo da mistura, portanto, sempre que for mantido a mesma proporção de aparas geradas no processo quanto as aparas reutilizadas no processo, o custo será constante. Para cálculo do custo das formulações com as aparas recuperadas utilizou-se da seguinte fórmula, já descrita no capítulo da metodologia.

**Quadro 3** - Custo de formulação reutilizando as aparas.

Valor da venda R\$	Custo do processo de recuperar R\$	Custo Total da apara R\$	% de aparas na Fórmula	% de Aparas geradas	Custo do aditivo R\$	% de aditivo	Custo da formulação com as aparas Recuperadas R\$	Custo de matérias primas R\$
3,50	0,92	4,42	4	4	18,60	1	6,94	6,79
4,00		4,92						
4,50		5,42						
5,00		5,92						
5,50		6,42						

Fonte: Autores (2018).

No Exemplo 02, é apresentada a fórmula composta com valores de venda para as aparas em R\$ 3,50.

$$CFR = ((CF \times (1 - ARF - AD)) + ((VMA + CR) \times ARF) + (AD \times CA) + ((CF - VMA) \times AGP))$$

$$CFR = ((6,79 \times (1 - 4\% - 1\%)) + ((3,50 + 0,92) \times 4\%) + (1\% \times 18,67) + ((6,79 - 3,5) \times 4\%))$$

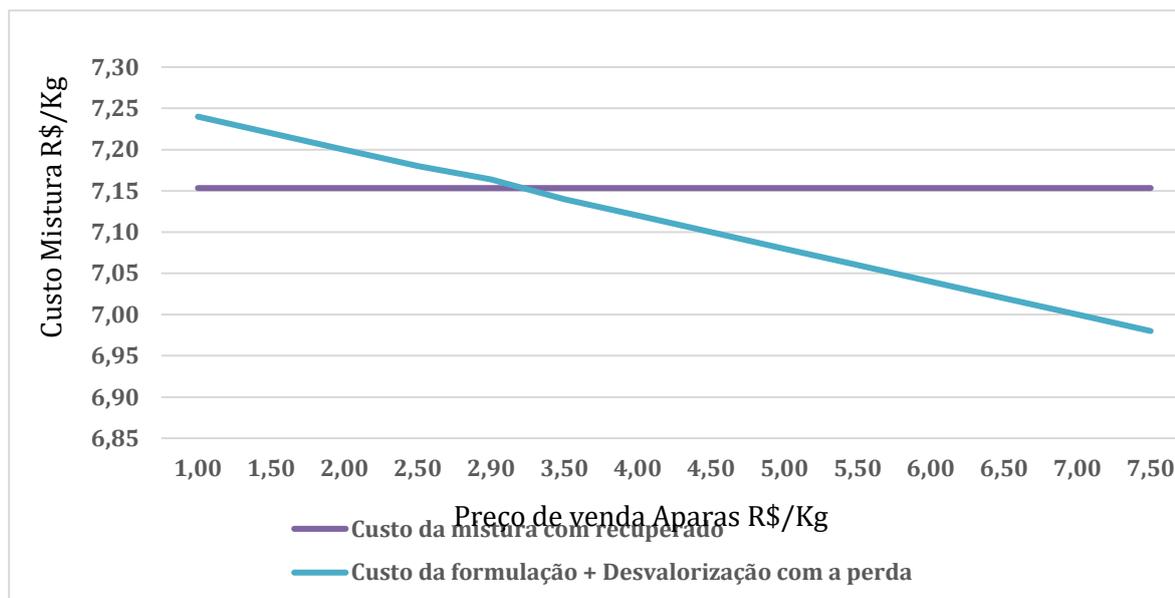
$$CFR = (6,45 + 0,18 + 0,18 + 0,13)$$

$$CFR = R\$ 6,94$$

Como observou-se, sabe-se que haverá situações diferentes de acordo com o valor de venda do mercado. Supondo que os valores para a reutilização das aparas e geração das mesmas se mantiverem constantes quando os custos de um dos destinos das aparas apresentarem os valores mais baixos será o destino mais viável para as aparas.

Para melhor entendimento, a seguir apresentaremos um comparativo entre as duas situações, consolidando os dados obtidos no gráfico a seguir. Portando na Figura 1 está expresso ambos os resultados para os possíveis destinos das aparas, simulando os valores de aparas e reutilização sendo estes mantidos em 4%.

**Figura 1** - Comparativo entre os Venda de aparas x Reutilização no processo.



Fonte: Autores (2018).

Desta forma, pode-se observar na Figura 01 que o ponto de intersecção entre as duas retas representa o ponto de equilíbrio entre as duas situações, portanto, com um valor para a venda das aparas acima de aproximadamente de R\$ 2,90 por cada quilo de aparas, torna-se viável a venda para terceiros. Lembrando que os valores utilizados são para um momento atual e que possíveis variações nos custos das matérias primas ou custos do processo poderá haver mudanças nestes resultados.

Além de todo o contexto dos custos, é importante ressaltar que um trabalho de desenvolvimento de reaproveitamento de rejeitos de qualquer processo, se torna uma técnica sustentável, pois acaba eliminando a possibilidade destes rejeitos gerarem impactos ambientais, apesar de todas as aparas do processo terem um destino correto, sendo tanto para a venda para terceiros quanto para a reutilização, a certeza e a compreensão de que estas possuem um destino que reduzirá os impactos ao meio ambiente nos traz a tranquilidade de poder gerá-las.

## Conclusão

Para a busca de novas soluções se faz necessário a busca por oportunidades de melhorias. No presente trabalho observou-se duas possibilidades de destinação para aparas do processo.

Dentre os resultados obtidos há a possibilidade de adotar tanto a venda de aparas para terceiros quanto a reutilização das aparas no processo, isto dependerá do valor de mercado das aparas. Neste estudo comprovou-se que com valores a partir de R\$ 2,90 no momento atual do mercado, é viável que seja efetuada a venda de aparas para terceiros. Em uma outra situação, caso haja um aumento da matéria prima haverá variações nos custos do processo e o ponto de equilíbrio será deslocado, com tendência para a recuperação de aparas ao invés de vendê-las.

Como sugestão para trabalhos futuros, há a possibilidade de variar as porcentagens de antioxidante na formulação, deste modo reduzindo o custo com a aquisição do mesmo e tornando mais atrativo a recuperação das aparas.

## Referências

- BRASKEM. **Boletim técnico: glossário de termos aplicados a polímeros.** Adaptado e resumido de Agnelli, J. A. M. (2000). Verbetes em polímeros. Disponível em: [http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm\\_tecnico/Glossario\\_de\\_termos\\_aplicados\\_a\\_polimeros.pdf](http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm_tecnico/Glossario_de_termos_aplicados_a_polimeros.pdf). Acesso em: 16 de ago.2018.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. Ed. – São Paulo: Atlas, 2002.
- GOULART JÚNIOR, R. **Custeio e precificação no ciclo de vida das empresas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2000.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos.** 10. ed. São Paulo: atlas, 2010.
- MORESI, Eduardo; **Metodologia da Pesquisa.** Brasília: Universidade Católica de Brasília – UCB, 2003.
- PADOVEZE, Clóvis Luis. **Controladoria estratégica e operacional.** São Paulo: Thompson, 2003.
- RAUEN, F. J. **Elemento de iniciação à pesquisa: incluindo orientação para referenciação de documentos eletrônicos.** 1 ed. Rio do Sul: Nova Era, 1999.
- SANTOS, Wildison.; MÓL, Gerson. de S. **Química cidadã: química orgânica, eletroquímica, radioatividade, energia nuclear e a ética da vida** - 1. Ed. V.3. São Paulo: Nova Geração, 2010.

## CAPÍTULO 14

### GESTÃO DE ESTOQUE BASEADA NA CURVA ABC: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO EM MOTORES ELÉTRICOS

**Cleber Zomer**

**Alessandro Cruzetta**

**Berto Warmeling**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**Claiton Uliano**

**Fabiana Magagnin**

**João Paulo Mendes**

**Resumo:** Um bom gerenciamento de estoque passa pela escolha de um método adequado de controle do estoque. Neste contexto o objetivo principal deste estudo foi propor a implantação do controle e gerenciamento de estoques baseado na curva ABC, em uma empresa prestadora de serviços de manutenção em motores elétricos no sul do estado de Santa Catarina. O estudo baseou-se em uma pesquisa aplicada com abordagem quali-quantitativa. Os resultados obtidos indicam que a empresa não utilizava nenhum controle de estoque e não tinham ciência de níveis de estoque que o setor utilizava. Por fim, utilizaram-se algumas ferramentas para gestão de estoque, com lote econômico de compra, estoque de segurança e ponto de ressuprimento. Com a classificação ABC, notou-se que 13,56% do estoque representa 77,90% do valor total investido, onde a aplicação de uma gestão de estoque efetiva destaca-se como fundamental importância à empresa objeto deste estudo.

**Palavras-chave:** Controle de estoque, Políticas de compras, Classificação ABC.

#### **Introdução**

Atualmente, existe uma crescente competitividade que vem levando as empresas adotarem estratégias para adaptação e mudanças. Vários aspectos devem ser considerados para atender seus clientes imediatamente, com a quantidade exata, gerando vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes. Isso cada vez mais vem exigindo que as empresas busquem o aperfeiçoamento da gestão de estoques (MARTINS; ALT, 2000).

Com um bom controle de estoques, por exemplo, é possível que a empresa consiga gerenciar melhor seus produtos, planejando melhor a compra dos insumos

que serão usados para a fabricação de seus produtos, resultando na redução de gastos desnecessários para seus estoques (DIAS, 1995).

A gestão de estoques está ligada diretamente ao planejamento do controle de estoques de produtos, o que influencia na lucratividade da empresa e de como compete no mercado (CHING, 1999). O estoque das empresas compõe parte significativa nos investimentos em capital na cadeia de suprimento (BALLOU, 2006). Uma boa gestão de estoques pode gerar um aumento significativo na margem de lucro da empresa (ROSA; MAYERLEB; GONÇALVES, 2010).

Um grande número de empresas vem mantendo um nível de estoque muito alto de matéria prima, por não haver um gerenciamento adequado de materiais (BERTAGLIA, 2009).

Neste sentido surge a dúvida: O que pode ser realizado para a gestão de estoques a fim de garantir que estes níveis sejam compatíveis com a necessidade da empresa?

Tendo conhecimento da importância desta prática, o presente estudo tem como objetivo geral propor a implantação do controle e gerenciamento de estoques baseado na curva ABC, em uma empresa prestadora de serviços de manutenção em motores elétricos no sul do estado de Santa Catarina. Adotam-se como objetivos específicos: identificar o número de itens em estoque; elaborar a Curva ABC dos itens em estoque; e, propor políticas de gerenciamento dos itens em estoque com base na respectiva classificação na Curva ABC.

## **Estoques**

São constituídos estoques a partir da necessidade dos setores de produção e vendas de uma determinada empresa, pois vem crescendo conforme a agilidade que vem desenvolvendo suas atividades e operações (FERNANDES, 1987).

Existem várias razões para a existência dos estoques nas operações logísticas que favorecem tanto na escala econômica quanto no transporte, cujo intuito é reduzir as dúvidas quanto ao ponto de suprimento que resultará em uma produção mais regular, reduzindo falhas de estoques e perdas (ROSA; MAYERLEB; GONÇALVES, 2010).

Segundo Ludícibus et al (2002, p. 101), “os estoques representam um dos ativos mais importantes do capital circulante e da posição financeira da maioria das

companhias industriais e comerciais”. Os estoques são bens que ficam armazenados por um período, com quantidade indeterminada, que representam tanto matérias-primas para produção quanto produtos acabados prontos para venda (MOREIRA (1998).

Os estoques funcionam como uma garantia de entrada e saída, tanto na comercialização quanto na produção, pois eles diminuem os possíveis erros de planejamento e oscilação inesperadas de oferta e procura. Em qualquer etapa do processo, os estoques desempenham um papel muito importante para o setor operacional da empresa.

### **Classificação da Curva ABC**

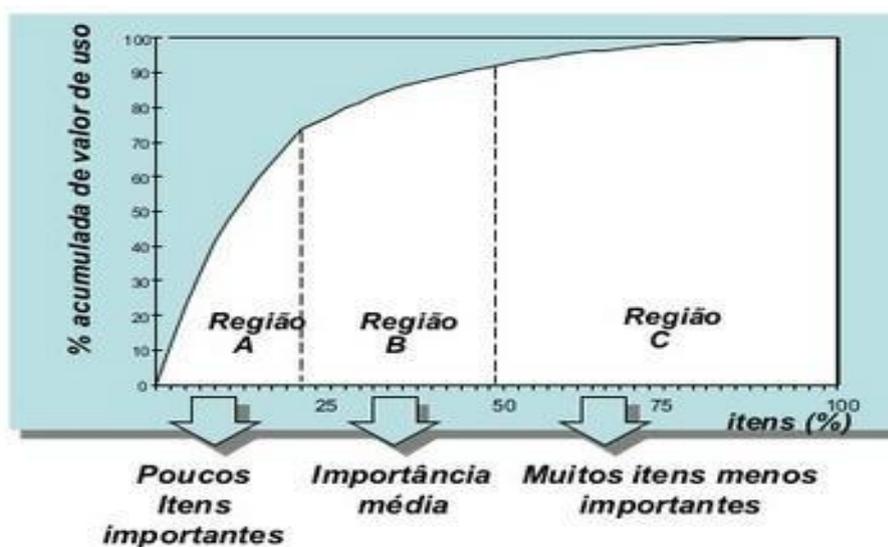
A classificação ABC é um método utilizado para agrupar os itens de acordo com o número limitado de categorias, sendo gerenciado com diferentes níveis de disponibilidade de estoque. Isto é demonstrado para a empresa que nem todos os itens têm a mesma importância para ela, visando à relação sobre vendas, fatia do mercado e margem de lucro (BALLOU, 2006). A classificação ABC é uma das ferramentas mais utilizadas para se avaliar os estoques (MARTINS; ALT, 2000). É uma ferramenta muito importante para os gestores, pois permite identificar os itens que justifiquem uma atenção mais focada e um tratamento mais adequado (DIAS, 1993).

A curva ABC de acordo com Chiavanato (2005) também é conhecida como curva de Pareto e é baseada na ideia de que o maior investimento está concentrado num menor número de itens estocados. Sabendo que qualquer estoque que houver mais de um item nele, alguns serão mais importantes para a empresa que para outros. Neste caso, alguns itens podem ser usados com mais frequência que outros de modo que sua falta poderá afetar o consumidor final. E outros podem ter um valor consideravelmente caro podendo levar a ter um estoque muito caro.

Arnold (1999) cita como princípio ABC, que é fundamentado na observação de um número de itens que influencia nos resultados alcançados em qualquer situação. Este tema foi abordado pela primeira vez por Vilfredo Pareto que é conhecida até hoje como lei de Pareto. Na figura 1 está representada a análise da curva ABC, existe uma relação entre a porcentagem de itens e a porcentagem de utilização anual em valor monetário e segue um modelo em que:

- a) cerca de 20% dos itens correspondem a aproximadamente 80% da utilização em valores monetários;
- b) cerca de 30% dos itens correspondem a aproximadamente 15% da utilização em valores monetários;
- c) cerca de 50% dos itens correspondem a aproximadamente 5% da utilização em valores monetários (ARNOLD, 1999, p. 284).

Figura 1 - Curva ABC.



Fonte: Correa; Gianesi; Caon (2011, p. 69).

Para Carvalho (2002), a curva ABC é um método que classifica o estoque em três grupos: A, B e C. Será levado em consideração um grau de importância para todo o processo produtivo, que se classificará como A, os de máxima importância para o processo produtivo; B, como de média importância; e C os de menor importância. Com estes estudos voltados para a classificação ABC, será possível ver onde estão acumulados os produtos que são mais importantes, requerendo um maior cuidado na hora da compra para que não exista a compra indevida de materiais.

### Procedimentos Metodológicos

Uma pesquisa é definida como um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo trazer respostas aos problemas propostos. Uma pesquisa é usada para obter respostas para perguntas que não têm informações suficientes. A pesquisa é desenvolvida por meio de métodos científicos e também de conhecimentos disponíveis que são englobados ao longo de um processo e envolvem várias fases (GIL, 2007).

O estudo tem como sua natureza uma pesquisa aplicada cujo objetivo é de levantar conhecimento para aplicação em uma determinada prática para gerar uma solução de um problema específico (MORESI, 2003).

O estudo foi baseado no levantamento de dados que foi relacionado ao número de item do estoque e o seu valor agregado, demonstrando quais são os produtos mais importantes para a empresa. Para tanto, foi empregada abordagem quantitativa, que para Reis (2008) caracteriza-se pelo uso da quantificação na captação e no tratamento de dados por meio de métodos estatísticos. Também tem o intuito de ter uma segurança na hora de obter os resultados, evitando erros de análises e interpretações dos dados e, conseqüentemente, garantido a tradução corretas dos números, informações e dados coletados.

Para a coleta de dados, o colaborador da empresa estava ligado direto ao setor estudado, onde ele conhecerá como o estoque se comporta no decorrente do período e caracterizado acontecimentos esporádicos do setor. Gody (1995) define como estudo qualitativo aquele que tem como ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental. Para esta abordagem, valoriza-se o contato direto e constante com o pesquisador com a situação e o ambiente que está sendo estudado, pois este fenômeno pode ser mais observado e entendido no contexto em que ocorre.

Em relação aos objetivos, a pesquisa tem o caráter descritivo, pois determina um fenômeno que pode estabelecer uma correlação entre variáveis e definir sua natureza (TRIVIÑOS, 1987).

Em relação à obtenção dos dados, a pesquisa se caracteriza como documental porque é capaz demonstrar ao pesquisador uma quantidade e qualidade ideal para que possa evitar perdas de tempo ou insatisfação. Ainda, caracterizam várias pesquisas cujos dados são obtidos por meio das pessoas envolvidas no processo (GIL, 2002).

O objeto de estudo deste trabalho é o setor de rebobinagem em uma empresa prestadora de serviços de manutenção de motores elétricos na região sul do estado de Santa Catarina, onde foram levantados os dados sobre a movimentação do estoque referente ao período de janeiro a junho de 2018.

Para o estudo, foram analisados quais itens que constam no setor e, em seguida, coletados os dados de pedidos de compra para o intervalo de seis meses. Estes dados foram classificados na curva ABC para identificar os itens com maior

importância. Para os itens classificados como categoria A, foram aplicados os cálculos para lote econômico de compra, estoque de segurança e ponto de ressuprimento, pois estes são os mais importantes para a produção. Para a categoria B, foi utilizado o cálculo para estoque de segurança, pois estes materiais são de média importância, mas requerem também uma atenção especial. Para a categoria C, foi utilizado também o cálculo de estoque de segurança para alguns itens, pois alguns têm uma rotatividade frequente, mas seu valor de aquisição é baixo, sendo classificado ainda como classe C. Assim, os demais itens geralmente são pedidos só sobre encomenda.

### **Resultados e Discussão**

A pesquisa teve como objetivo principal identificar os produtos que constavam no setor de rebobinagem em um período de seis meses, para que possa dar uma atenção especial às matérias-primas que lá constavam. Com o emprego da curva ABC, deu-se a classificação dos itens, demonstrando qual o grau de importância para a empresa e também demonstrando quais os itens que têm maior valor agregado.

O estudo contemplou 59 diferentes itens que compunham o estoque do setor. Foram analisados os custos e as quantidades para se ter um conhecimento mais específico dos custos que o setor estava utilizando. Neste setor, há um pequeno estoque que ficava separado do almoxarifado central onde era controlado pelos colaboradores que ali trabalhavam. A forma de pedido de matéria-prima era feita só quando o item estava em falta para o setor, ocasionando um pequeno atraso na produção.

O problema ocorre quando o material necessário para a produção fica em falta, ocasionando um pequeno atraso no processo. Também se percebe que alguns itens ficam no estoque por muito tempo, sem ser usado na produção, gerando um estoque desnecessário, com o intuito de minimizar este problema será levantado uma proposta de gestão de estoque que melhor retrata o cenário da empresa.

Como primeira etapa, foi realizado o levantamento dos itens em estoque do setor, sendo que no setor os itens não possuíam código de uso para eles. Então, no momento em que estavam sendo coletados os dados, foram listados os itens conforme sua localização. Para não incluir sua descrição na Tabela, foi estabelecido um número conforme a coleta dos dados e, após isto, classificado conforme a curva ABC que está demonstrada na Tabela 1.

**Tabela 1 - Classificação na curva ABC.**

Item	Unidade	Demanda	Valor total	Participação	Acumulado	Classificação
1	Kg	415,80	17671,50	22,91%	22,91%	A
2	Kg	256,20	10888,50	14,11%	37,02%	A
3	Kg	196,80	8364,00	10,84%	47,86%	A
4	Kg	172,20	7361,55	9,54%	57,40%	A
5	Kg	118,20	5053,05	6,55%	63,95%	A
6	Kg	112,20	4796,55	6,22%	70,17%	A
7	Kg	82,80	3539,70	4,59%	74,76%	A
8	Kg	55,80	2427,30	3,15%	77,90%	A
13	Kg	16,80	2182,32	2,83%	80,73%	B
16	Kg	14,40	1905,12	2,47%	83,20%	B
9	Kg	43,20	1879,20	2,44%	85,64%	B
14	Kg	7,80	930,54	1,21%	86,84%	B
10	Kg	20,40	887,40	1,15%	88,00%	B
21	Pç	30,00	849,90	1,10%	89,10%	B
12	Kg	18,60	809,10	1,05%	90,15%	B
30	Pç	48,00	645,60	0,84%	90,98%	B
11	Kg	13,20	574,20	0,74%	91,73%	B
18	Kg	10,20	443,70	0,58%	92,30%	B
25	M	49,20	388,68	0,50%	92,81%	B
26	M	91,20	355,68	0,46%	93,27%	B
24	Kg	7,20	326,16	0,42%	93,69%	B
19	Kg	10,80	322,92	0,42%	94,11%	B
31	M	56,40	298,92	0,39%	94,50%	B
32	M	122,40	293,76	0,38%	94,88%	B
33	M	137,40	288,54	0,37%	95,25%	C
34	M	136,80	287,28	0,37%	95,62%	C
35	M	158,40	285,12	0,37%	95,99%	C
36	M	100,20	270,54	0,35%	96,34%	C
37	M	61,80	265,74	0,34%	96,69%	C
38	M	109,80	263,52	0,34%	97,03%	C
39	M	202,20	242,64	0,32%	97,34%	C
40	M	170,40	238,56	0,31%	97,65%	C
42	M	133,80	200,70	0,26%	97,91%	C
47	M	52,20	168,61	0,22%	98,13%	C
43	Kg	1,80	149,58	0,19%	98,32%	C
53	Pç	12,00	135,00	0,18%	98,50%	C
28	Pç	12,00	127,92	0,17%	98,67%	C
54	Pç	6,00	125,40	0,16%	98,83%	C
46	M	76,20	121,92	0,16%	98,99%	C
15	Kg	2,40	104,40	0,14%	99,12%	C
56	Kg	1,20	99,72	0,13%	99,25%	C
49	M	132,00	92,40	0,12%	99,37%	C
57	Pç	24,00	91,20	0,12%	99,49%	C
45	Pç	42,00	67,20	0,09%	99,58%	C
50	M	47,40	63,99	0,08%	99,66%	C
51	M	82,80	63,76	0,08%	99,74%	C
55	M	132,00	59,40	0,08%	99,82%	C
52	M	47,40	49,77	0,07%	99,88%	C
48	M	49,20	48,22	0,06%	99,95%	C
59	Pç	12,00	42,36	0,06%	100,00%	C
17	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
20	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
22	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
23	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
27	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
29	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
41	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
44	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
58	Ka	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
<b>Total</b>			<b>77.148,83</b>			

Fonte: Autores (2018).

A partir dos dados levantados pela classificação ABC, foi ordenado a classificação em classes que estão representadas conforme impacto no orçamento e será encontrado a porcentagem que cada uma representa no investimento total do estoque, onde estão demonstrados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Resumo da classificação ABC.

Classe	Número de produtos	% de produtos	Demanda acumulada	% do valor total
A	8	13,56%	R\$ 60.102,15	77,90%
B	16	27,12%	R\$ 13.093,20	16,97%
C	35	59,32%	R\$ 3.953,48	5,12%
Total	59	100,00%	R\$ 77.148,83	100,00%

Fonte: Autores (2018).

A partir da classificação da curva ABC, observou-se que 8 produtos compõem a classe A e que estas correspondem a cerca de 77,90% do valor total investido em aquisições no período (R\$ 60.102,15). Já na classe B, encontram-se 27,12% dos itens adquiridos, envolvendo 16 produtos que representam, monetariamente, 16,97% do valor total (R\$ 13.093,20). Nos itens da classe C, por sua vez, foram alocados 35 produtos, cujo percentual é de 59,32% dos itens adquiridos, mas que representam apenas 5,12% do valor total (R\$ 3.953,48).

A classe A, representa os itens com maior valor, onde se encontram os itens com mais usabilidade. Estes itens requerem uma atenção maior para que não haja atrasos e para que não ocorra paralização da produção. Faz-se necessário que a compra de matéria-prima da classe A seja realizada de forma mais adequada, visando ao custo relacionado à aquisição destes itens diminua, assim gerando um maior lucro à empresa.

A fim de diminuir os custos, com aquisição de matéria-prima para a produção, e obter melhorias nos níveis de serviço da organização, recomenda-se adotar estas práticas para otimizar os lucros e reduzir os custos, visto assim com o cálculo do lote econômico de compra (LEC) a empresa pedirá a quantidade ideal do item a ser adquirido, ocasionado um equilíbrio econômico dos custos. Outra proposta também é definir o estoque de segurança (ES), pois um nível de estoque fica disponível para um eventual atraso no prazo de entrega do fornecedor ou até por um aumento inesperado no consumo de matéria-prima, como também determinar o nível para o ponto de

ressuprimento (PR), que é muito importante, pois vai garantir que o processo produtivo não ocorra uma falta de continuidade da produção. É o tempo ideal para que possa emitir um pedido de compra sem causar danos a produção. Os valores dos cálculos estão demonstrados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Classificação da classe A.**

Item	Unidade	Demanda	Valor total	Participação	Acumulado	Classificação	LEC	ES	PR
1	Kg	415,80	17671,50	22,91%	22,91%	A	31,85	7,15	10,30
2	Kg	256,20	10888,50	14,11%	37,02%	A	25,00	5,94	7,88
3	Kg	196,80	8364,00	10,84%	47,86%	A	21,91	5,49	6,98
4	Kg	172,20	7361,55	9,54%	57,40%	A	20,50	5,30	6,61
6	Kg	118,20	5053,05	6,55%	63,95%	A	16,98	4,90	5,79
5	Kg	112,20	4796,55	6,22%	70,17%	A	16,55	4,85	5,70
7	Kg	82,80	3539,70	4,59%	74,76%	A	14,21	4,63	5,25
8	Kg	55,80	2427,30	3,15%	77,90%	A	11,67	4,42	4,85

Fonte: Autores (2018).

Como por exemplo, pode-se definir para a classificação A o cálculo de lote econômico de compra (LEC), estoque de segurança (ES) e ponto de ressuprimento (PR) onde será usado respectivamente as equações (1), (2), (3) que têm como critérios empregados: a empresa trabalha 22 dias por mês com um valor para tirar pedido de R\$4,88, demanda média de produção semestral é de 415,80 quilos (item 1), custo de armazenamento de R\$ 2,00, tempo de ressuprimento 1 dia e atraso no prazo de entrega se ocorrer é de 1 dia, onde estão demonstrados nos cálculos apresentados nas equações 1, 2 e 3 para o item número 1 da classe A.

$$LEC = \frac{\sqrt{2 \times B \times C}}{I} = \frac{\sqrt{2 \times 4,88 \times 415,80}}{2} = 31,85 \text{ Kg} \quad \text{Equação 1}$$

$$ES = (c \times a_{pe}) + ac (pe + a_{pe}) = (3,15 \times 1) + 2(1+1) = 7,15 \text{ Kg} \quad \text{Equação 2}$$

$$PR = D \times T + ES = 3,15 \times 1 + 7,15 = 10,30 \text{ Kg} \quad \text{Equação 3}$$

Para os demais itens, segue a mesma linha de cálculo para o lote econômico de compra, estoque de segurança e ponto de ressuprimento. Para classe B, foi aplicado somente o cálculo para o estoque de segurança (ES) referente à equação (2), pois estes itens são de média importância, mas também requerem uma atenção especial para que não venha faltar matéria-prima para a produção operar.

Para classe C, foi utilizado o cálculo de estoque de segurança referente à equação (2), apenas para alguns itens, porque estes itens são usados frequentemente, mas por ter um custo baixo estão enquadrados na classe C. Os demais itens desta categoria são usados geralmente só sobre pedido. Os valores resultantes do cálculo de estoque de segurança estão demonstrados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Classificação categoria B e C.

Item	Unidade	Demanda	Valor total	Participação	Acumulado	Classificação	ES
13	Kg	16,80	2182,32	2,83%	80,73%	B	1,13
16	Kg	14,40	1905,12	2,47%	83,20%	B	1,11
9	Kg	43,20	1879,20	2,44%	85,64%	B	1,33
14	Kg	7,80	930,54	1,21%	86,84%	B	1,06
10	Kg	20,40	887,40	1,15%	88,00%	B	1,15
21	Pç	30,00	849,90	1,10%	89,10%	B	1,00
12	Kg	18,60	809,10	1,05%	90,15%	B	2,14
30	Pç	48,00	645,60	0,84%	90,98%	B	1,00
11	Kg	13,20	574,20	0,74%	91,73%	B	1,33
18	Kg	10,20	443,70	0,58%	92,30%	B	1,02
25	M	49,20	388,68	0,50%	92,81%	B	4,37
26	M	91,20	355,68	0,46%	93,27%	B	4,69
24	Kg	7,20	326,16	0,42%	93,69%	B	0,45
19	Kg	10,80	322,92	0,42%	94,11%	B	1,08
31	M	56,40	298,92	0,39%	94,50%	B	4,43
32	M	122,40	293,76	0,38%	94,88%	B	4,93
33	M	137,40	288,54	0,37%	95,25%	C	5,04
34	M	136,80	287,28	0,37%	95,62%	C	5,04
35	M	158,40	285,12	0,37%	95,99%	C	5,20
36	M	100,20	270,54	0,35%	96,34%	C	4,76
37	M	61,80	265,74	0,34%	96,69%	C	4,47
38	M	109,80	263,52	0,34%	97,03%	C	4,83
39	M	202,20	242,64	0,32%	97,34%	C	5,53
40	M	170,40	238,56	0,31%	97,65%	C	5,29
42	M	133,80	200,70	0,26%	97,91%	C	5,01
47	M	52,20	168,61	0,22%	98,13%	C	4,40
46	M	76,20	121,92	0,16%	98,99%	C	4,58
49	M	132,00	92,40	0,12%	99,37%	C	5,00
51	M	82,80	63,76	0,08%	99,74%	C	4,63

Fonte: Autores (2018).

No caso dos itens classificados como B e alguns itens da classe C, foi definido manter só o estoque de segurança porque eles têm um valor agregado baixo, mas

possuem uma rotatividade regular, sabendo que o fornecedor tem um prazo de entrega de 1 dia e, ou poderá atrasar até 1 dia, mostrou-se necessário manter um estoque de segurança para que não haja falta de matéria-prima no estoque. Quando o nível de estoque chegar no ponto limite do estoque de segurança, será emitida uma ordem de compra com uma quantidade de itens definida pelo coordenador da empresa. Como se pode definir por exemplo para o item 13 da Tabela 4 o cálculo de estoque de segurança (ES) deve ser realizado de acordo com a Equação 4.

$$ES = (c \times ape) + ac (pe + ape) = (0,13 \times 1) + 0,5(1+1) = 1,13 \text{ Kg} \quad (4)$$

Assim segue esta linha de cálculo para os demais itens da Tabela 4 definidos como estoque de segurança para o setor.

### **Inventário para controle de estoque**

O inventário de estoque é um processo trabalhoso que visa corrigir falhas no estoque, pois precisam ser adotadas boas práticas para facilitar a contagem dos produtos e melhorar a gestão do mesmo. O inventário será realizado para todos os itens estudados, independentemente de sua classe da classificação ABC será realizada a contagem de todos os produtos que lá constam no estoque.

Primeiramente, os itens devem estar todos identificados por um código e bem organizados, pois isto reduzirá o tempo para contagem do estoque. A seguir serão listadas algumas etapas para que o inventário de estoque ocorra corretamente, aplicando a contagem em todos os itens do estoque, o inventário será realizado uma vez a cada seis meses para todos os itens que constam no setor;

1. Serão definidos dois colaboradores para realizar a contagem, simultaneamente e separados, para após a contagem confrontar as informações;
2. A contagem será feita por meio de um relatório de estoque emitido antes do início da contagem;
3. Executar a contagem;
4. Confrontar os resultados obtidos pelos dois colaboradores e verificar se os itens estão com a mesma quantidade, se não estiverem de acordo, os dois irão até o item com divergência e realizarão uma nova contagem só com o mesmo; e
5. Após obter as informações corretas realizar o acerto de estoque.

Seguindo estas etapas, o estoque ficará em uma proporção correta e seu nível de erro será muito baixo, ocasionando um fluxo de estoque correto para a produção e minimizando os desperdícios de itens indevidos no estoque. Em resumo, as principais características referentes ao tratamento dos dados em referência à classificação ABC trazem como diferença entre as classes as seguintes informações ilustradas no Quadro 1.

**Quadro 1** - Resumo das principais diferenças aplicadas a cada classe da curva ABC.

Classe	Princípios para adequação em cada classe	PR	ES	LEC	Inventário	Quantidade a ser comprada	Quando Comprar	Quem pode comprar
A	Para esta classe serão tratados como os mais importantes para o setor, aqui é onde está o maior nível de capital aplicado, por este motivo será mantido o melhor controle de estoque.	Sim	Sim	Sim	Periódico a cada seis meses.	Definida a partir do (LEC)	Assim que chegar no nível (PR)	Setor de compras
B	Na classe B foi empregado só o cálculo de estoque de segurança porque são itens que tem uma rotatividade regular e tem um valor unitário baixo, por isto optou-se por manter só este estoque.	Não	Sim	Não	Periódico a cada seis meses.	Definido pelo coordenador da empresa	Assim que chegar no nível (ES)	Setor de compras orientado pelo coordenador da empresa
Parte dos itens C	Parte da classe C foi empregado só o cálculo de estoque de segurança porque são itens que tem uma rotatividade regular e tem um valor unitário baixo, por isto optou-se por manter só este estoque.	Não	Sim	Não	Periódico a cada seis meses.	Definido pelo coordenador da empresa	Assim que chegar no nível (ES)	Setor de compras orientado pelo coordenador da empresa
Demais itens C	Nesta classe são itens usados só sob encomenda.	Não	Não	Não	Periódico a cada seis meses.	Definido pelo coordenador da empresa	Assim que o produto chegar na produção	Setor de compras orientado pelo coordenador da empresa

Fonte: Autores (2018).

Após o seguimento de todos estes passos a empresa obterá um ótimo controle de estoque do setor, reduzindo quantidades e custos, também dimensionado melhor a compra de matéria-prima e realização dos inventários.

## Considerações Finais

O gerenciamento do estoque é um papel essencial para a organização e controle de recursos adequados dentro das organizações. Manter um estoque alto e mal administrado pode gerar altos custos para o capital da empresa e pode influenciar no preço final dos produtos.

Para tornar uma empresa competitiva no mundo globalizado, exige-se uma grande atenção nos recursos materiais, sendo necessário manter um nível de estoque adequado para a empresa.

Ao analisar a relação de produtos do setor da empresa, após a classificação ABC, pode-se notar que 13,56% dos produtos são mais importantes para o estoque do setor e necessitam de atenção maior, porque representam 77,90% do valor total dos produtos utilizados pelo setor.

A Classificação ABC serviu para identificar quais os itens que requerem maior atenção e identificam quais produtos apresentam um valor maior sobre o estoque, influenciando no faturamento da empresa.

Desta forma, com os números encontrados, pode-se aplicar técnicas para o controle de estoque, sendo aplicado para classe A o cálculo para lote econômico de compra, estoque de segurança e ponto de ressuprimento, pois a empresa não utilizava nenhum controle de estoque. Aplicando-se esta metodologia, o nível de estoque diminuiu e a produção teve um nível regular sem ocasionar atrasos por falta de matéria-prima.

Já para a classe B e alguns itens da classe C, optou-se por realizar só o cálculo de estoque de segurança, pois estes itens têm baixo valor agregado, mas apresentam rotatividade frequente, sendo que este nível já é suficiente para emitir um pedido de compra sem faltar produtos para a produção.

Entende-se que os objetivos desta pesquisa foram alcançados, pois é muito importante realizar a classificação ABC para conhecer a influência dos custos e a quantidade necessária para o estoque do setor na empresa.

Enfim, a análise ABC realizada para gestão de estoque é uma ferramenta muito importante, pois ela distingue todos os itens que o setor utiliza e direciona o melhor método de gestão a ser utilizado pela empresa.

## Referências

- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma Introdução.** São Paulo: Atlas, 1999.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimento / logística empresarial.** 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CARVALHO, José Mexia Crespo de - **Logística.** 3 ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002
- CHING, Hong Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada.** Supply Chain. São Paulo: Atlas, 1999.
- CORREA, Henrique Luiz, GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira, CAON, Mauro. **Planejamento, Programação e Controle da Produção.** 5ª ed. São Paulo: editora Atlas, 2011.
- DIAS, Marco A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- DIAS, Marco A. P. **Administração de materiais: edição compacta.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- FERNANDES, José Carlos F. **Administração de materiais: uma abordagem básica.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1987.
- GIL, Antonio Calos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6ª ed São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar um projeto de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2000.
- MOREIRA, Daniel A. **Administração da produção e operações.** 3ª ed. São Paulo: Pioneira, 1998.
- MORESI, E. (Organizador). **Metodologia de Pesquisa,** Universidade Católica de Brasília, 2003.
- REIS, L. G. **Produção de monografia: da teoria à prática.** 2. Ed. Brasília: Senac-DF, 2008.
- ROSA, Hobed; MAYERLEB, Sérgio F.; GONÇALVES, Mirian B. **Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação.** Produção, São Paulo, v. 20, n. 4. 2010.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

## CAPÍTULO 15

### PROPOSTA DE MELHORIA DE *LAYOUT* VISANDO A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO NA LINHA DE MONTAGEM DE CHASSI DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Odirlei de Oliveira

Lucas Crotti Zanini

Mario Sérgio Rosso Bortolatto

Berto Warmeling

Candice Stecert da Silva

Henrique Demarco

Daniel Magagnin

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo principal propor estudo de um novo *layout* que possibilite maior produtividade no setor de montagem de chassis de uma empresa de implementos rodoviários, utilizando procedimentos e ferramentas do *Lean Manufacturing*. A justificativa se deve ao fato da necessidade de aumento de produção restringida pela baixa eficiência do setor. Um novo *layout* foi elaborado e depois comparado com o *layout* atual. Os resultados estimados apresentam principalmente redução na movimentação de materiais de 64,02 metros por produto entre um *layout* e outro, o que pode gerar uma economia diária que varia entre 81,28 min à 162,56 min, dependendo do número de ponte rolante. Também ocorre a eliminação do tempo médio de espera de 141,44 min por dia. Em consequência disso, esses valores podem gerar um aumento da produtividade dos atuais 8 pares de vigas para 14,34 pares diários.

**Palavras-chave:** *Layout*. Viga de Chassi. Implementos Rodoviários.

#### Introdução

No ramo de implementos rodoviários a competitividade vem aumentando cada vez mais devido à enorme oferta no mercado, pois segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários - ANFIR (2014), *apud* Luciano (2014), existem cerca de 1300 empresas fabricantes de implementos rodoviários no Brasil. Como agravante dessa situação, tem a crise econômica vivida pelo país nos últimos anos. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a produção industrial neste primeiro semestre de 2017 apresentou taxa positiva, porém está ainda 18,5% abaixo do patamar recorde de produção registrada em 2013. Nos últimos doze

meses, a indústria acumulou recuo de 2,4%. No ramo de implementos rodoviários não é diferente, pois segundo Alcides Braga, presidente da ANFIR em entrevista a revista *Pé na Estrada* (2017) a indústria de implementos rodoviários teve queda de 187% nas vendas entre 2013 a 2016.

Apesar deste cenário de retração, o fundo monetário internacional – FMI, em reportagem ao site Portal Brasil (2017), afirma que haverá uma recuperação da economia ainda neste ano, com controle da inflação e recuperação do crédito com a redução de juros, o que sinaliza que a indústria deve se preparar para receber um aumento do volume de produção, caso as projeções se confirmem. Corrobora com essa informação as projeções da ANFIR (2017), que projetam crescimento para o setor de implementos em torno de 10% comparado a 2016.

Dentre inúmeras possibilidades de melhorar o sistema produtivo o *layout* tem relevante importância em relação à produção. A importância do estudo do problema de *layout* segundo Neumann e Scalice (2015) sob a ótica econômica é que um layout eficiente em uma indústria pode obter considerável redução nos custos de produção e ainda os autores dizem que o layout de qualquer organização deve estar em constante reorganização para se manterem eficientes e competitivas no mercado, devido principalmente a evolução tecnológica que produz novas máquinas e equipamentos, tornando modelos e métodos obsoletos.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo geral propor um novo *layout* que possibilite maior produtividade no setor de montagem de chassis de uma empresa de implementos rodoviários, localizada no sul do estado de SC, conforme procedimentos e ferramentas do *lean Manufacturing*. Para isso foram definidos como objetivos específicos: identificar o *layout* previamente existente; realizar o mapeamento do fluxo de valor e propor um *layout* adequado para o setor estudado na empresa de implementos rodoviários.

### **Layout**

A utilização do espaço destinado à produção iniciou-se de forma intuitiva, mas com o surgimento de novos sistemas produtivos e aumento de demanda puxada pelo consumo as empresas precisam de respostas rápidas para supri-las. Segundo Neumann e Scalice (2015), a partir de metade do século XX o *layout* passou a ter um papel de fundamental importância no processo produtivo; o *layout* tem papel

importante no processo de uma empresa, pois, se bem planejado e executado, permitirá um caminho correto entre a primeira e a última operação, reduzindo, desta forma, a circulação e mercadorias. Quanto maior a movimentação do produto, maior será o seu custo operacional. Assim, a movimentação desnecessária não agrega valor ao produto e sim um custo, configurando um desperdício. Uma das principais restrições do setor de vigas é movimentação.

O estudo do *layout* busca a combinação ótima das instalações necessárias para produção, proporcionando a fabricação de produtos com a melhor utilização do espaço disponível, resultando em um processo mais efetivo, através da menor distância, no menor tempo possível. Para Slack *et al* (2002), o arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina a sua “forma” e aparência. É aquilo que a maioria de nós notaria em primeiro lugar quando entrasse pela primeira vez em uma unidade produtiva.

### **Tipos clássicos de *layout***

Uma das maneiras de melhorar a produtividade é adequar o *layout* às necessidades dos sistemas produtivos e para isso se faz necessário a definição dos tipos de *layout*. Segundo autores como Neumann e Scalice (2015), Slack *et al* (2006) e Martins e Laugeni (2005), os tipos básicos de *layout* definem o sistema de organização da produção e são usualmente classificados em quatro tipos principais, descritos no Quadro 1.

**Quadro 1** - Tipos clássicos de *layouts*.

Tipos de <i>Layouts</i>	Definição
<i>Layout</i> Posicional	O <i>layout</i> posicional, também denominado de <i>layout</i> fixo ou <i>project shop</i> , é utilizado quando o produto a ser produzido tem dimensões muito grandes e não pode ser facilmente deslocado. Nestes casos o produto é fabricado ou montado num local fixo e os recursos materiais e ou humanos deslocam-se a volta do produto. Neste tipo de <i>layout</i> são os equipamentos, matéria-prima e mão de obra que se movem até o produto (SLACK <i>et al</i> , 2006).
<i>Layout</i> por Produto	<i>Layout</i> por produto, também denominado de <i>layout</i> de linha ou <i>flow shop</i> , é usado quando um produto ou um conjunto de produtos muito semelhantes são fabricados em grandes volumes. No <i>layout</i> por produto as máquinas ou estações de trabalho são organizadas na forma de linhas de fabricação ou montagem de acordo com as sequencias de operações do produto. Trata-se de um <i>layout</i> orientado para o produto com o especial propósito de agrupar as máquinas em um fluxo linear (MARTINS, LAUGENI 2005).
<i>Layout</i> por Processos	É quando todas as operações semelhantes ou máquinas do mesmo tipo são agrupadas no mesmo local. Também é conhecido como <i>layout</i> funcional e suas principais características são que máquinas e equipamentos ficam fixos e o produto que se movimenta; máquinas e equipamentos são agrupados por função (montagem, soldagem, etc.) e é adequado em sistemas de produção intermitentes (lotes). Para Martins e Laugeni (2005) esse tipo de <i>Layout</i> se adequa a produtos diversificados e é flexível quanto as variações do mercado e quantidades de material por lotes.
<i>Layout</i> Celular	<i>Layout</i> celular é a divisão do sistema produtivo em células. Tem objetivo de reunir em famílias as peças que apresentem características de processo de produção semelhantes. Black (1998) e Slack <i>et al</i> (2002) <i>apud</i> Neumann e Scalice (2015) definem <i>layout</i> celular como um tipo de <i>layout</i> com o objetivo de montar mini fábricas para diferentes famílias de produtos. O <i>layout</i> celular destaca-se por ser flexível quanto ao tamanho de lotes por produto, que permite um nível de qualidade e de produtividade alto. O transporte de materiais e estoque tende a serem pequenos e a responsabilidade sobre o produto fabricado é maior do que em linhas de produção.

Autores (2017).

### **Lean manufacturing**

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão em que inúmeras empresas usam como modelo a seguir em seus processos com objetivo de transformar realidades gerenciais e potencializar resultados com melhor aproveitamento do potencial humano, (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2017).

*Lean Manufacturing* ou sistema Toyota de produção - STP foi desenvolvida por Taiichi Ohno, um executivo do grupo Toyota no período de recuperação do Japão após a segunda guerra mundial.

Após a segunda guerra os japoneses perceberam que precisavam superar a produção de seu grande concorrente, os americanos. O fato de a produção americana ser tão maior que a dos japoneses fez com que estudassem as linhas de produção para achar os possíveis erros, então se chegou à conclusão que a diferença de produtividade só poderia ser explicada pela existência de perdas no sistema de produção. A partir daí, o que se viu foi a estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação de perdas (OHNO, 2008).

Diante disso o Sistema Toyota de Produção ou *Lean Manufacturing* traduzido como manufatura enxuta ou manufatura esbelta, foi desenvolvido como uma filosofia de gestão focada na redução dos sete desperdícios (Superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos). Eliminando esses desperdícios, a qualidade melhora e o tempo e custo de produção diminuem (*LEAN INSTITUTE BRASIL*). Slack *et al* (2009), comenta a respeito do conceito de melhoria contínua que é atender a demanda na hora certa, sem defeitos e com perfeita qualidade.

As suas principais ferramentas segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), incluem processo contínuo de análise (*Kaizen*), produção “pull” (Sentido de *Kanban*), e elementos ou processos a prova de erros (*Poka-Yoke*), entre outras.

Segundo Ohno (2008), a eliminação total dos desperdícios são a base do Sistema Toyota de Produção. Shingo (1996), afirma que o principal objetivo do STP é trazer resposta rápida as constantes flutuações de demanda do mercado através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade como flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação.

### **Procedimentos Metodológicos**

Esse artigo teve como objetivo principal propor um novo *layout* para o setor de vigas de implementos rodoviários, em uma empresa de implementos rodoviários localizada no Sul de SC. O foco do trabalho era melhorar o fluxo de valor e aperfeiçoar o processo com redução na movimentação e diminuição de horas ociosas entre outros. Para isso foi realizado uma pesquisa, que segundo Mattar (2005), é um processo de descoberta através da investigação científica. Gil (2002, p. 17) define pesquisa como: “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Existem várias formas de classificar as pesquisas. Com base em algumas literaturas como Mattar (2005), Gil (2002) e Yin (2010) as formas clássicas de classificação são: do ponto de vista da natureza; da forma de abordagem do problema; quanto aos fins, ou objetivos e quanto aos meios de investigação.

Desse modo, no que se refere a natureza, esse trabalho se configura como uma pesquisa aplicada, pois foi desenvolvida visando a realização de um levantamento teórico sobre o tema a partir da literatura existente para orientar as ações práticas e comparada, depois disso, com o método adotado pela empresa pesquisada. Para Gil (2002), a natureza da pesquisa aplicada gera conhecimentos para aplicação praticas dirigida a soluções de problemas específicos.

Do ponto de vista da abordagem do problema, este pode ser classificado como pesquisa quantitativa, pois segundo Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa possui resultados mensuráveis e recorrem à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis.

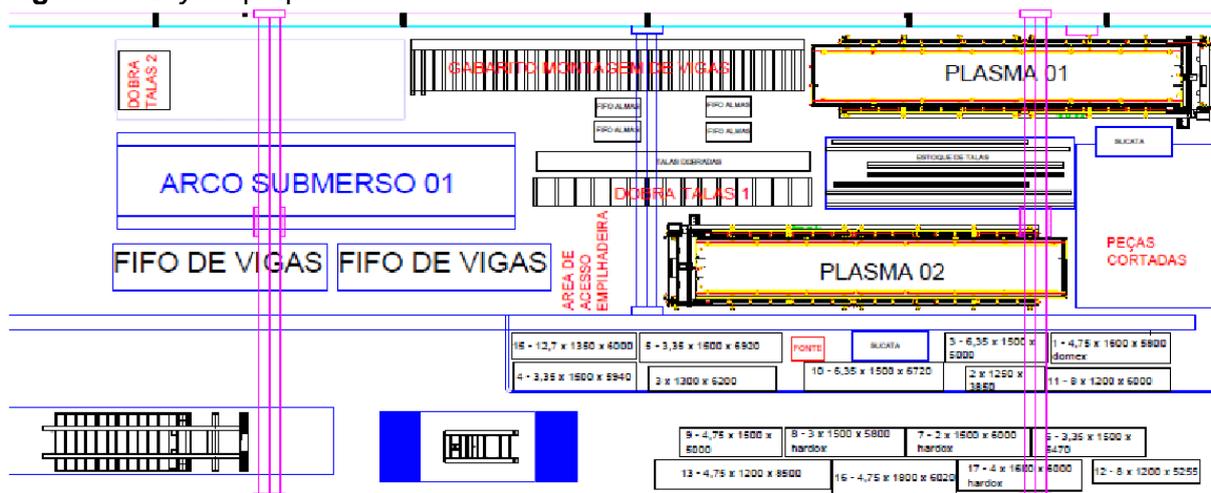
Quanto aos fins ou objetivos, essa pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. Exploratória, pois, de acordo com Gil (2002), teve o objetivo de trazer maior familiaridade com o problema, permitindo assim a formulação mais precisa sobre o objeto de estudo, criando novas hipóteses, além de ajudar na estruturação de novas pesquisas. Descritiva, devido ao fato da descrição das características dos fatores que compõe o setor estudado.

Por fim, quanto aos meios de investigações, esta pesquisa se caracterizou como um estudo de caso e uma pesquisa documental (GIL, 2002). Documental pelo fato da pesquisa utilizar dados de documentos internos da empresa, como é o caso do Quadro de Apontamento de Parada – QAP. Estudo de caso, pois consiste na coleta de informações durante um determinado tempo, com a finalidade de realizar um exame detalhado do ambiente e da situação no local em que ocorre o projeto (YIN, 2010).

## **Resultados e discussão**

Com base na filosofia *Lean* que prega a redução dos setes desperdícios e entre eles está a movimentação o autor apresenta uma nova proposta de *layout* onde o foco está na otimização do processo para o aumento da produtividade. A Figura 1 apresenta essa proposta:

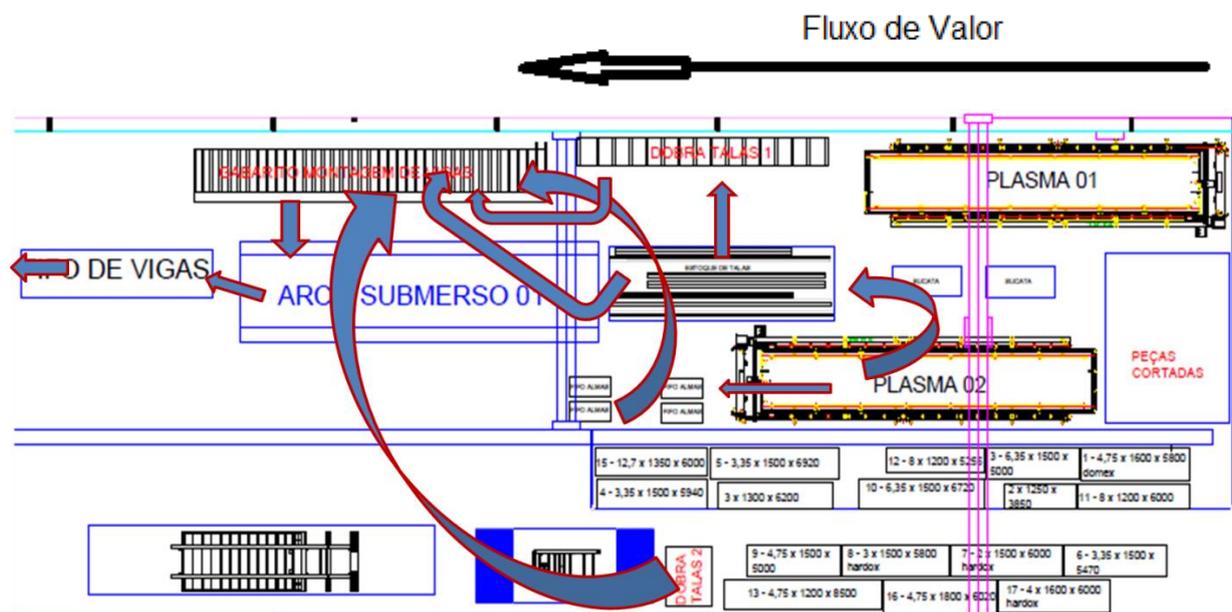
Figura 1 - Layout proposto.



Fonte: Autor (2017).

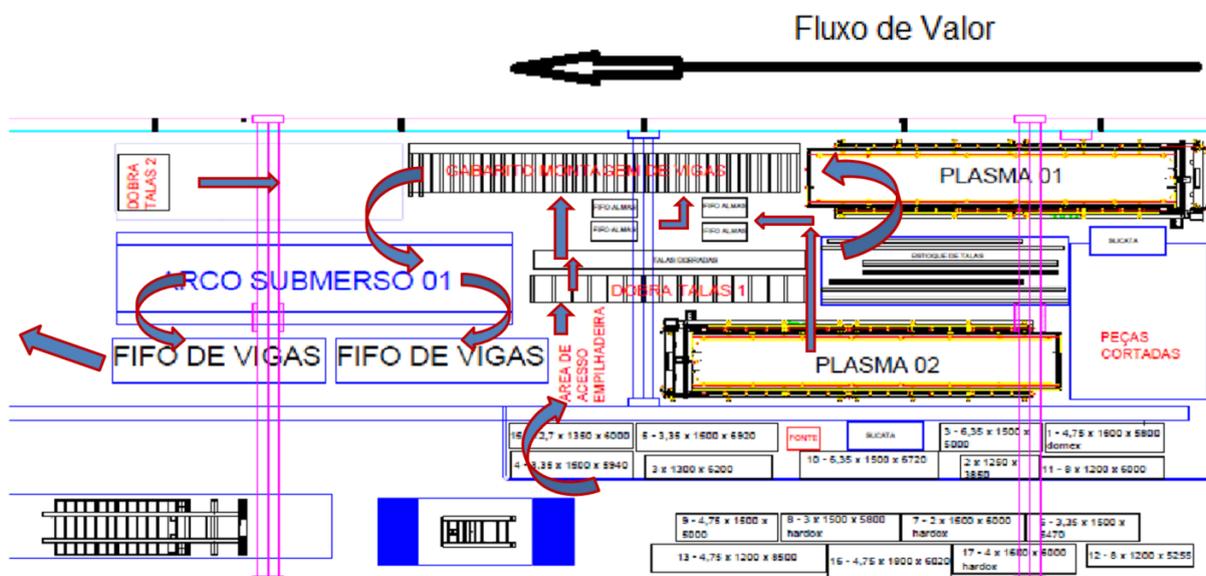
Para melhor entendimento do fluxo de materiais dos *Layouts* atual e proposto, foram inseridas setas indicativas, conforme apresentam as Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Layout atual com setas indicativas.



Fonte: Autor (2017).

Figura 3 - Layout proposto com setas indicativas.



Fonte: Autor (2017).

O fluxo de valor do processo de montagem e solda de vigas de chassis, bem como a movimentação entre os processos no setor estão relacionados abaixo nas condições atuais e o proposto. A movimentação foi mediada tomando por base os mesmos pontos de referência entre os dois *layouts* (Tabela 1).

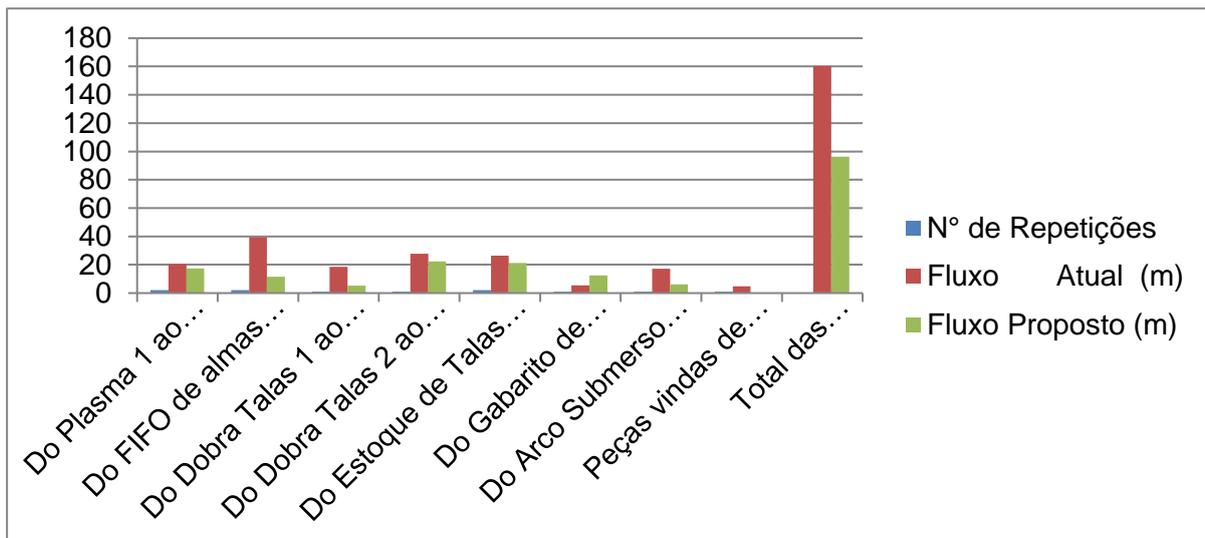
Tabela 1 - Movimentação entre processos: Atual X Proposto.

Movimentação	Nº de Repetições	Fluxo Atual (m)	Fluxo Proposto (m)
Do Plasma 1 ao FIFO de Almas	2	20,55	17,46
Do FIFO de almas ao Gabarito de Montagem	2	39,55	11,54
Do Dobra Talas 1 ao Gabarito de Montagem	1	18,52	5,13
Do Dobra Talas 2 ao Gabarito de Montagem	1	27,71	22,26
Do Estoque de Talas ao Gabarito de Montagem	2	26,53	21,2
Do Gabarito de Montagem ao Arco Submerso	1	5,4	12,5
Do Arco Submerso ao FIFO de Vigas Prontas	1	17,15	6,1
Peças vindas de outros Setores ao Setor de Vigas	1	4,8	0
Total das movimentações		160,21	96,19
Diferença (m)			64,02

Fonte: Autor (2017).

A Figura 4 apresenta um gráfico comparativo entre *Layouts*.

Figura 4 - Gráfico de Barras comparativo.



Fonte: Autores (2017).

A velocidade de movimentação é a mesma que a velocidade da ponte rolante e esta foi calculada medindo o curso lateral total (24,9 m) e o tempo que a ponte levou para percorrer este trajeto (120 s), logo temos de acordo com a Equação 1:

$$Vm = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{24,9}{120} = 0,21 \text{ m/s} \quad \text{Eq. (1)}$$

Com esses dados obtidos é possível fazer uma relação de tempo entre a movimentação do *Layout* Atual e o Proposto. Onde a diferença de espaço percorrido entre um e outro é de 64,02m, numa velocidade de 0,21m/s. Isso equivale a uma economia de 304,86 segundos ou 5,08 minutos.

Todo esse levantamento de movimentação equivale a um pino, todavia segundo dados do setor de Engenharia de Processos a produção diária atualmente está em oito pinos/dia, ou seja, o *Layout* Proposto pode economizar cerca de dezesseis vezes o valor calculado, ou seja, 81,28 minutos por turno.

Agora se considerarmos o trabalho com a proposta de mais uma ponte rolante essa economia de tempo passaria para 162,56 minutos, isso porque somente é possível considerar essa hipótese no *layout* proposto visto que o *layout* atual não comporta mais uma ponte.

Além dessa redução na distância entre etapas do processo e conseqüentemente de tempo, realizou-se um processo de cronometragem dos

tempos parados por falta de ponte rolante. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos no processo do gabarito de montagem:

**Tabela 2** - Tempo parado de espera pela ponte rolante.

Data da coleta	Tempo de espera (min)	Somatória (min)
08/08/2017	9,28 + 18,12 + 26,35 + 28,29 + 23,57 + 17,56	99,6
09/08/2017	18,26 + 19,49 + 4,28 + 29,49 + 6,13 + 20,51 + 4,47 + 12,05 + 65,00 + 16,17	195,85
16/10/2017	20,43+16,12+1,37+10,01+15,17+9,24+9,39+ 28,40+27,18+10,26	147,57
17/10/2017	12,58+7,50+17,25+7,7+24,36+15,17+18,38	102,94
18/10/2017	28,26+23,45+15,48+16,08+6,39+26,01+ 34,32+11,26	161,25
Total		707,21
Média		141,44

Fonte: Autores (2017).

Segundo observado em campo, as tomadas de tempos foram realizadas no gabarito de montagem devido ao fato desse processo dar ritmo ao setor, ou seja, notou-se a presença de um gargalo. Vale informar que foram medidas somente paradas por espera, desprezando neste caso outras paradas.

Com base em informações do setor de Engenharia de Processos, o tempo padrão de ciclo de uma viga é de 24 min. Somando o valor médio ocioso diário de 141,44 min com a economia de 162,56 min e dividindo por 24 min, podemos aumentar a produção em números de vigas. Com a Tabela 3 é possível mensurar esses dados:

**Tabela 3** - Demonstrativo de Possibilidade de aumento de produção.

Item	Melhoria Proposta	Tempo Economizado (min)	Tempo de ciclo (1 viga) (min)	Número de vigas acrescentadas (unidade)
I	Layout Proposto (1 ponte)	40,64	24,00	1,69
II	Layout Proposto (2 pontes)	81,28	24,00	6,77
III	Eliminação de tempo ocioso	141,44	24,00	5,90
	Somatória do item II e III	222,72	-	12,67

Fonte: Autores (2017).

A produção é medida em pares de vigas, ou seja, medida em número de pinos. A produção atual é de oito pinos por dia e com essas melhorias propostas é possível

acrescentar 12,67 vigas, ou melhor, 6.34 pinos/dia, o que eleva a produção diária de 8 para 14.34 pinos/dia. Esse aumento é possível, mesmo mantendo o quadro atual de colaboradores, sem adição de horas extras e sem abrir novo turno, além, do fato das principais mudanças serem apenas rearranjo dos equipamentos, máquinas e materiais, o que caracteriza este projeto como baixo investimento.

Esse aumento de produção seria o suficiente para a demanda projetada para o próximo ano que é 12 pinos/dia.

### Considerações Finais

A empresa estudada obrigou-se a tomar medidas drásticas para se adequar a crise econômica no Brasil. Para sobreviver em um mercado em recessão foram necessárias redução de custos e readequação dos processos para a demanda atual. Porém, esse cenário tende a mudar com uma recuperação da economia.

Diante disso, novamente a empresa necessita de mudanças em seus processos para absorver um possível aumento de demanda, mas, isso deve ser feito com cautela e com um bom planejamento para que não haja desperdícios de recursos. Neste contexto o *layout* industrial tem papel fundamental em um sistema de produção enxuta, visto que este influencia diretamente na forma como pessoas, materiais e produtos se movem dentro do processo.

O presente trabalho teve como proposta melhoria de *layout* visando a otimização do processo produtivo na linha de montagem de chassi de implementos rodoviários. Para isso foi feita uma pesquisa para identificar um rearranjo físico que fosse capaz de proporcionar um melhor fluxo de valor através de redução principalmente da movimentação e do tempo de espera dos trabalhadores e da ponte rolante. Depois disso, o autor elaborou uma proposta de *layout* que atende a esses requisitos com demonstrações de dados mensuráveis.

Os itens abaixo resumem as principais oportunidades de melhorias estimadas na implantação de mais uma ponte rolante e aplicação do *layout* proposto:

- ✓ Local apropriado e dentro do setor para o Dobra Talas 2, onde não há circulação de pessoas e materiais;
- ✓ Redução de horas paradas;
- ✓ Aumento da produção de 8 para 14,34 pinos/dia;
- ✓ Redução na movimentação do fluxo de materiais;

- ✓ Independência do setor quanto à movimentação de peças (sem pegar ponte emprestada e área de acesso da empilhadeira);
- ✓ Melhor utilização do espaço físico;
- ✓ Baixo custo diante do significativo aumento de produtividade;
- ✓ Equipamentos cuja movimentação teria alto custo foram conservados (Arco Submerso e Plasmas);
- ✓ Espaço reservado para possível aumento da mesa do Arco Submerso;
- ✓ Maior capacidade de armazenagem de Vigas prontas.

## Referências

ANFIR (Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários). **Anuário da indústria de implementos rodoviários**. 2014. *apud* LUCIANO, Vieira Eduardo. **Análise da aplicação do Kaizen no processo produtivo da planta industrial da Librelato S/A implementos Rodoviários de Içara 2**. 2014. 47f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção), Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.

\_\_\_\_\_. **Anuário da indústria de implementos rodoviários**. 2017.

PÉ NA ESTRADA. **Em três anos a indústria de implementos teve queda de 187% nas vendas**. [S.l.:s.n.] 2017. Disponível em < <http://www.penaestrada.com.br/em-tres-anos-industria-de-implementos-rodoviarios-teve-queda-de-187-nas-vendas/>>. Acesso em 29 jul.2017.

BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de produção e operações**. 8 ed. São Paulo: *Pearson Prentice Hall*, 2009.

IBGE (Instituto brasileiro de geografia e estatística). **Indústria avança 0,5% no primeiro semestre de 2017**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em < <http://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias.html>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

LEAN INSTITUTE BRASIL. [S.l.:s.n.] 2017. Disponível em < [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br)>. Acesso em 29 jul.2017.

MATTAR, João. **Metodologia científica na era da informática**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de fabrica e layout**. 1. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

OHNO., Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008

PORTAL BRASIL, **FMI projeta crescimento econômico para a economia em 2017 e 2018**. [S.l:s.n.], 2017. Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/04/fmi-projeta-crescimento-para-economia-em-2017-e-2018>>. Acesso em 6 ago. 2017.

SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas,1996.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

\_\_\_\_. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

\_\_\_\_. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## CAPÍTULO 16

### O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR COMO FERRAMENTA DE MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÃO

**Jadna Carvalho Santana**

**Berto Varmeling**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**Miriam Aparecida Silveira Mazzuco**

**Claiton Uliano**

**Henrique Demarco**

**Anderson Volpato Alves**

**Resumo:** O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta utilizada para melhorar o processo de finalização de um produto até a sua entrega para o cliente. Essa ferramenta tem a principal finalidade de reduzir ou eliminar os desperdícios advindos durante o processo de produção. O objetivo principal desta pesquisa é mapear o fluxo de valor da linha de produção de uma empresa de confecção na cidade de Braço do Norte/SC. Para tanto, realizou-se um estudo de caso na empresa em questão, com resultado em caráter documental, possibilitando acompanhar a confecção de 500 unidades. Os resultados demonstraram que a produção se mostra improdutiva em relação ao tempo gasto com o transporte, sendo que caso fosse realizado esse processo dentro da organização, haveria economia de um dia de produção.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta. Fluxo de Valor. Desperdícios.

#### **Introdução**

O mapeamento de fluxo de valor vai além de uma ferramenta qualificada para reduzir os quadros que identificam perdas, pois ele ajuda a visualizar redes de processos e a prever futuros fluxos de valores enxutos. O que se deve entender, é que esta ferramenta deve ser aplicada para que os desperdícios sejam eliminados, a fim de que o produto chegue até o cliente com o máximo de aproveitamento possível (MEIER, 2017).

Em uma atual gama de crescente desenvolvimento e globalização é necessário que as organizações se envolvam com processos que permitam estender seus pontos positivos, aumentando gradativamente seus lucros ao vender e produzir produtos de qualidade. Para isso, é essencial utilizar uma adequada gestão no processo de

produção, a fim de que possam ser utilizadas as ferramentas adequadas aos diferentes processos e condições.

É fato que o principal objetivo das empresas atualmente é buscar melhorias a cada processo para que o produto ou serviço oferecido agrade o cliente e mantenha-o satisfeito. A demanda de busca pela qualidade e preço baixo, faz com que haja necessidade em manter positivos os resultados financeiros das organizações. Este é um dos recursos que as organizações buscam para se manterem no mercado, haja vista que a concorrência está cada vez maior.

Os desperdícios podem ser entendidos como atividades que consomem recursos, mas não agregam valor ao produto final. São atividades que aos olhos do cliente, são desnecessárias. Portanto, é necessário eliminar estas atividades que não agregam valor e tentar reduzir outras que, mesmo que não agregam valores, mas, são necessárias para que o processo produtivo ocorra. Segundo Womack e Jones (2014), um poderoso antídoto do desperdício é o pensamento enxuto. O termo enxuto é usado no sentido de produzir mais com menos, ou seja, utilizar menos recursos, menos tempo, menos movimentação, menos defeitos e ao mesmo tempo agregar valor aos produtos.

Diante disso, surge o problema que esta pesquisa deseja contribuir para a solução, que é: analisar quais as atividades do processo produtivo de confecção que geram valor ao cliente final e quais variáveis envolvidas nesse processo, em uma empresa da região Sul de Santa Catarina.

Deste modo, tem-se como objetivo geral mapear os processos e identificar o fluxo de valor na linha de produção em uma empresa de confecção, localizada na região Sul de Santa Catarina. Quanto aos objetivos específicos, podem ser destacados: desenvolver um referencial teórico sobre o tema; descrever os processos de produção na confecção de roupas; analisar o fluxo de informações relativas ao processo produtivo; analisar o tempo (produtivos e improdutivos) incorrido nesse processo; registrar por meio de fluxograma o processo produtivo.

### **Produção Enxuta**

De acordo com Jones *et al* (2004), a expressão “produção enxuta” é utilizada porque o processo de produção utiliza menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa. Por exemplo, menos esforço dos profissionais na fábrica,

menos espaço para fabricação, menos investimento em ferramentas e assim por diante.

Segundo Graban (2013), cada produto desenvolvido em uma empresa, requer um bom planejamento nas áreas de custos e engenharia, com isso se definem os custos básicos para a produção e processo de transformação de insumos e matérias primas envolvidos na fabricação do produto. No entanto, essa definição inicial não é suficiente para garantir que o produto final saia dentro dos padrões exigidos, pois o que o mercado quer é um produto com baixo custo e ótima qualidade.

Conforme Jones *et al* (2004), a produção enxuta pode ser vista como uma combinação de vantagens da sua produção com a em massa de forma que sejam empregados maquinários flexíveis para produção de variados produtos. Além de trabalhadores multiquificados, semelhante à artesanal, entretanto, evitando altos custos que ela exigia e tornando capaz, a produção em grandes volumes com baixo custo, semelhante à em massa, porém evitando inflexibilidade inerente a esse sistema.

Womack e Jones (2004), explicam que a produção enxuta pode ser vista como o emprego de máquinas flexíveis para produzir produtos com alta variedade além de trabalhadores qualificados, tornando capaz a produção em grandes volumes com baixo custo.

### **Princípios da produção enxuta**

A produção enxuta, como visto no tópico anterior, visa a redução de desperdícios e a melhoria no processo produtivo. Ela possui cinco princípios que auxiliam na busca da identificação dos valores dos produtos e serviços com a finalidade de satisfazer os clientes.

Moura (2016) explica que existem cinco princípios relacionados ao pensamento enxuto, também conhecido como “*leanthinking*” criados por Womack e Jones (1996). Os autores o desenvolveram com a finalidade de melhor organizar e controlar o desenvolvimento dos produtos operações de produção, cadeia de fornecedores e relacionamento com clientes.

Segundo Womack e Jones (2004) o valor é definido pelo cliente, pois está diretamente relacionado como valor que o cliente pretende pagar por determinado produto. Ou seja, não é exatamente definido pela empresa, sendo que o cliente irá

pagar aquele valor pelo produto se lhe for adequado. Para o cliente o que gera o valor é a necessidade pela busca do produto, cabe à empresa determinar que necessidade é essa e satisfazer o cliente com um valor específico a ser pago por ele.

O fluxo de valor é a análise das atividades, sejam elas aquelas que são determinadas para que se alcance o resultado, ou seja o produto, e então a agregação do valor a ele (WOMACK; JONES, 2004).

A produção puxada se trata de produzir o que o cliente quer, exatamente no momento que ele quer, sem que existam paradas. Para produzir a demanda real, a mentalidade enxuta utiliza-se de métodos para que todos os processos sejam puxados por esta demanda (SILVEIRA, 2013).

Womack e Jones (2004) definem perfeição como o quinto e último conceito básico. A perfeição deve ser guia das ações de melhoria. É evidente que a perfeição como valor absoluto é uma expressão utópica e inatingível. Na mentalidade enxuta a perfeição tem caráter dinâmico. A cada estágio atingido, estabelece-se uma nova perfeição.

### **Planejamento e controle de produção**

O planejamento e controle da produção (PCP) é uma boa ferramenta para alcance de trabalho bem-sucedido, para que isso ocorra é importante planejar, programar e controlar tudo que está sendo produzido. O PCP é responsável pelas principais atividades da organização e o gerenciamento delas, visto que o mercado está cada vez mais exigente este setor tem papel fundamental para o melhor desempenho organizacional.

Para Tubino (2009), as atividades de controle de produção (PCP) estão atreladas a um conjunto de decisões de médio prazo, que tem por objetivo definir: quem, onde, quando e como produzir, as quantidades a serem produzidos, os momentos e as quantidades de compras e entregas. Algumas organizações mantêm um setor responsável pelo PCP, no qual as decisões tomadas por eles são realizadas antecipadamente evitando surpresas futuras.

Fernandes e Godinho (2010), mencionam que a previsão de demanda é atividade que gera dados fundamentais para as decisões e outras atividades do setor PCP. A estas outras atividades, pode-se destacar a coordenação de fluxo de material no sistema de produção mediante informações e decisões para que sejam executadas

as atividades.

Alguns fatores podem influenciar nas atividades do PCP, gerando impactos, podem estar relacionadas com o processo produtivo e o ambiente externo, como: *mix* de produtos, *layout* das instalações, tempo e fluxo de estoque, tipo de demanda e a estabilidade dela.

### **Mapeamento de fluxo de valor**

O mapeamento de fluxo de valor tem sua base na confecção de um mapa que mostra o processo produtivo em uma organização. São os conjuntos de passos que integram esse mapeamento que determinam como se obtém o produto final. Com ele é possível também determinar onde se encontram os desperdícios no meio do processo a fim de que possam ser reduzidos ou eliminados.

Silveira (2016), explica que o fluxo de valor é o conjunto dos passos para ter um produto ou um serviço, verificando desde a obtenção de matérias primas até o resultado final. O Mapeamento de Fluxo de Valor é a elaboração de um mapa desempenhando as informações para obtenção da produção, em início na cadeia de fornecedores, passa pela empresa e finaliza no cliente, percorrendo todo o caminho do processo de transformação da matéria prima. Através da análise do mapa do fluxo de valor é possível entender quais são as etapas agregam e retiram valor do produto, propor melhorias de processos e visualizar onde é possível aplicar ferramentas para redução de desperdícios e aumento de eficiência produtiva.

Quanto as vantagens da utilização dessa ferramenta, Shook (1999), aponta:

- a) Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais;
- b) Ajuda a identificar o desperdício e suas fontes;
- c) Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura;
- d) Facilita a tomada de decisões sobre o fluxo;
- e) Aproxima conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de ferramentas isoladas;
- f) Forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta;
- g) Apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- h) É uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

Moura (2016), explica que a identificação de desperdícios é um resultado

definitivo do mapeamento de fluxo de valor, e é através dele que se obtém o melhor método para descobrir tais desperdícios.

Mapear o fluxo de valor é importante para haver melhor comunicação e planejamento durante o processo de desenvolvimento de um produto. Essa ferramenta também ajuda no melhor entendimento do processo de fabricação de um produto, possibilitando processos de melhorias, quando são identificados falhas e desperdícios.

### Fluxograma vertical

O fluxograma vertical é formado por colunas verticais que contêm símbolos referentes a um processo, nesse fluxograma há descrições e informações referentes as operações.

Chiavenato (2007), menciona que o fluxograma vertical coloca ênfase na sequência de uma rotina ou um processo, possui uma utilidade enorme, ainda mais na área de planejamentos e métodos. Auxilia no procedimento que fixa uma sequência de operações.

Daychoum (2016), explica que o fluxograma vertical possui um início e um fim, e que alguns símbolos básicos são relacionados de acordo com cada utilidade, porém podem variar com a utilização de outros.

Quanto aos símbolos utilizados no fluxograma vertical, a figura 1 irá apresentar o que cada um deles significa.

**Figura 1** – Símbolos básicos utilizados no fluxograma vertical.

	Geralmente usa-se uma <b>ELIPSE</b> para indicar o início e o fim do fluxo.
	No <b>RETÂNGULO</b> normalmente são inseridas as ações.
	O <b>LOSANGO</b> usualmente representa questões alternativas.
	A <b>SETA</b> frequentemente é usada para indicar o sentido do fluxo.

Fonte: Daychoum (2016, p. 55).

Grabán (2013), afirma que o fluxograma vertical tem a vantagem de poder ser preenchido com rapidez, pois é um formulário padronizado, possui clareza na sua apresentação e facilidade de leitura.

A figura 2 demonstrará um exemplo de fluxograma vertical, essa ferramenta que contribui para melhoria no processo empresarial.

**Figura 2 – Fluxograma vertical.**

Ordem	Símbolos					Setor	Descrição dos passos
	○	⇌	□	△	▽		
1	○	⇌	□	△	▽		
2	○	⇌	□	△	▽		
3	○	⇌	□	△	▽		
4	○	⇌	□	△	▽		
5	○	⇌	□	△	▽		
6	○	⇌	□	△	▽		
7	○	⇌	□	△	▽		
8	○	⇌	□	△	▽		
9	○	⇌	□	△	▽		
10	○	⇌	□	△	▽		
11	○	⇌	□	△	▽		
12	○	⇌	□	△	▽		
13	○	⇌	□	△	▽		
14	○	⇌	□	△	▽		
15	○	⇌	□	△	▽		

Símbolos	● Análise ou operação ◻ Transporte ◻ Execução ou Inspeção ▲ Arquivo provisório ▼ Arquivo definitivo	Totais			
----------	---	--------	--	--	--

Rotina: Atual	<input type="checkbox"/>	Tipo de Rotina	
	Proposta	<input type="checkbox"/>	
Setor: _____			
Efetuado por: _____			
Data: _____			

Fonte: Daychoum (2016, p. 56).

Lima (2016), afirma que após o preenchimento de todos os campos é necessário que os símbolos sejam pintados correspondendo com à atividade descrita na coluna “descrição de passos” e ligar os símbolos com uma linha para identificar o fluxo de atividades.

Visto que o fluxograma vertical é uma ferramenta de grande utilidade, ela deve ser utilizada dentro de uma organização que queira manter um bom controle do fluxo de produção, descrevendo os processos e como está sendo executado.

### Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa de confecção, localizada em Braço do Norte. O acompanhamento dos setores foi realizado entres os meses de

setembro e outubro, dois meses.

Desta forma, no que se refere à classificação da pesquisa com relação aos procedimentos adotados na coleta das informações, a mesma é um estudo de caso e de caráter documental.

Para Yin (2015), o estudo de caso proporciona a condução da pesquisa de forma mais rigorosa, evitando confusões e sugerir conclusões após análise dos resultados. Mas, o autor ressalta que este método é caracterizado como sendo “difícil”, pois, leva o pesquisador a fazer análises minuciosas e detalhadas a fim de evitar confusões durante o desenvolvimento do estudo. A abordagem que ampara a pesquisa é a qualitativa e quantitativa.

De acordo com Drupet (2017), por meio da abordagem qualitativa é possível analisar suas particularidades, possibilitando que o pesquisador se relacione livremente com o ponto de vista relacionado com o objeto de estudo. Numa pesquisa qualitativa as respostas não são objetivas e o propósito não é contabilizar quantidades e resultados, mas sim conseguir compreender o comportamento de determinado grupo-alvo. Essa abordagem será utilizada no presente estudo ao passo que se identificam as informações necessárias da pesquisa em relação ao fluxo de produção, mapeando-o, para em seguida mensurá-la através da abordagem quantitativa.

Para Oliveira (2002), a pesquisa quantitativa informa todas as opiniões relatadas por entrevistas ou pesquisas que buscam demonstrar tanto em forma de dados quanto informações, utilizando técnicas estatísticas. Segundo o mesmo autor, esse método é bastante utilizado para pesquisa descritiva, pelo fato que demonstram variáveis e casualidades. Na pesquisa em questão, tratar-se-á em transformar os dados qualitativos em quantitativos, mensurando o tempo de produção da peça, e identificando se há desperdícios de produção.

A natureza aplicada está incorporada ao estudo, sendo que este tipo de natureza se refere a um método de aplicação na prática da ciência em estudo. Este método é utilizado para solucionar problemas do cotidiano (PALM et al, 2004). Neste estudo a solução se dirige à resolução de problemas de desperdícios que possam ser encontrados no decorrer do processo produtivo, em relação as viagens da empresa para os setores que terceirizam alguns processos.

Quanto aos objetivos, seguem o método de pesquisa descritiva, que segundo explica Gil (1999), é quando se buscam informações através de levantamentos

bibliográficos, analisando-os e identificando seus resultados.

A discussão de resultados foi possível com a disponibilidade de informações dadas pelos gestores da empresa em estudo, que se dispuseram em participar do desenvolvimento deste artigo. Foi necessário acompanhar o processo produtivo para identificar alguns pontos relevantes da pesquisa.

O acompanhamento realizado pela acadêmica se deu nos setores de: corte, centro de distribuição, costura, lavanderia, estamparia, bordado, acabamento e expedição. O número de peças acompanhadas nos setores, foi de 500 (quinhentas), as etapas de produção de cada um deles foi verificada de perto pela acadêmica que pôde analisar o tempo de produção produtivo e improdutivo das peças. O corte e a costura se dão em outro estabelecimento, para tanto foi necessário o deslocamento das 500 peças pelo transporte da empresa para as outras unidades, o que resulta em um tempo desperdiçado a ser mensurado, que segue como objetivo desta pesquisa e será melhor exemplificado no tópico a seguir.

## **Resultados e Discussão**

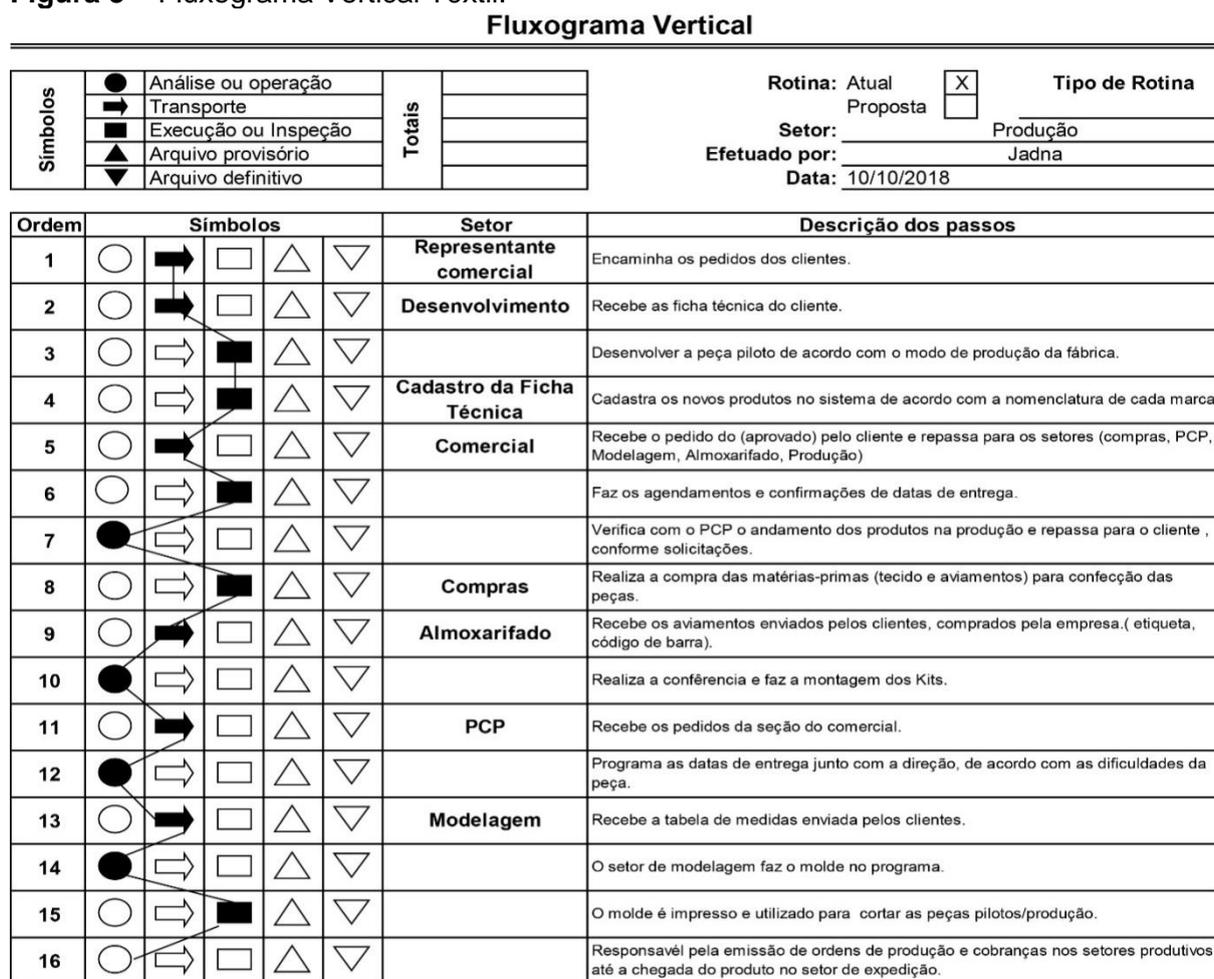
A empresa em estudo não possui um gerente de produção. As decisões relacionadas ao processo produtivo são realizadas por um gerente de qualidade em conjunto com a direção e o setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP). A produção consegue chegar a sua capacidade máxima, e garantir a qualidade no processo e a entrega no período determinado apesar do produto e seu fluxo de produção serem altamente complexo e com uma demanda de tempo de mais ou menos sessenta dias para produzir.

Na empresa os setores trabalham com células de produção dentro de sua própria finalidade de processo, este procedimento foi adotado através de um estudo realizado por uma consultoria e que trouxe como resultado uma maior produtividade. A infraestrutura em geral não comporta a todos os setups de produção, fazendo com que tenha sua estrutura tenham quatro andares com diferentes processos de produção, porém um dependente do outro. Outro fator relevante que a empresa trabalha, é com a forma de alocação das máquinas e equipamentos utilizados por seus colaboradores, garantindo uma melhor agilidade dos operadores e comodidade em sua área de trabalho.

### Fluxograma vertical têxtil

Após a ficha técnica estar pronta, é realizada a modelagem da peça, mandando-a para o setor comercial, em seguida o setor de compras faz os pedidos de materiais necessários para o desenvolvimento da peça, os materiais chegam ao setor de almoxarifado, onde são conferidos e enviados ao setor de engenharia de produção que é o responsável pela criação do produto. O setor de PCP determina de que forma se dará o processo de fabricação e procedimentos do produto, onde antes de iniciar o processo de fabricação o controle de qualidade avalia a peça para determinar se está apta para produção de grandes quantidades. Essa avaliação é importante para que sejam detectadas possíveis falhas e corrigidas antes de uma grande escala de produção, evitando desperdícios. Em resumo a figura 3 mostra o desenvolvimento das atividades.

Figura 3 – Fluxograma Vertical Têxtil.



17	○	→	□	△	▽	<b>Corte</b>	Recebe os moldes enviados pelo setor de modelagem.
18	○	→	■	△	▽		Com a ordem de produção e a peça piloto inicia o corte de tecido de cada parte da peça.
19	○	→	□	△	▽		Encaminha os lotes das peças para o centro de distribuição.
20	○	→	□	△	▽	<b>Centro de distribuição</b>	Recebe as peças fracionadas do corte.
21	●	→	□	△	▽		Verifica as quantidades e as identificações.
22	○	→	□	△	▽		Envia os lotes recebidos para o setor de costura.
23	○	→	□	△	▽	<b>Costura</b>	Recebe os lotes de peças.
24	○	→	■	△	▽		Com a ordem de produção e a peça piloto inicia a montagem da peça.
25	○	→	□	△	▽		Envia as peças costuradas a lavanderia.
26	○	→	□	△	▽	<b>Lavanderia</b>	Recebe as peças costuradas.
27	○	→	■	△	▽		Com a ordem de produção, a ficha técnica e a peça piloto, inicia o tingimento das peças.
28	○	→	□	△	▽		Encaminha as peças para a lavanderia
29	○	→	□	△	▽	<b>Estamparia</b>	Recebe as peças tingidas.
30	○	→	■	△	▽		Executa o processo de estamparia de modo seregráfico.
31	○	→	□	△	▽		Envia as peças para o setor de bordado
32	○	→	□	△	▽	<b>Bordado</b>	Recebe as peças da estamparia
33	○	→	■	△	▽		Borda as peças conforme a ficha técnica.
34	○	→	□	△	▽		Encaminha as peças para o acabamento
35	○	→	□	△	▽	<b>Acabamento</b>	Recebe as peças bordadas.
36	●	→	□	△	▽		Faz a inspeção e revisão das peças.
37	○	→	■	△	▽		Coloca os aviamentos.
38	○	→	□	△	▽		Encaminha as peças para a expedição.
39	●	→	□	△	▽	<b>Controle de Qualidade</b>	Verifica se a qualidade das peças está de acordo com as especificações do cliente.
40	○	→	□	△	▽	<b>Expedição</b>	Recebe as peças do setor de acabamento liberadas pelo controle de qualidade.
41	●	→	□	△	▽		Realiza a contagem das peças.
42	○	→	□	▲	▽		Armazena as peças de acordo com o pedido
43	●	→	□	△	▽		Libera via sistema o pedido para ser faturado.
44	○	→	□	△	▽		Envia as peças junto com a nota fiscal para o cliente.

Fonte: Base de dados da organização (2018).

Como visto, o fluxograma vertical possibilita o estudo detalhado de um processo empresarial.

A empresa em estudo utilizou-se o fluxograma vertical para demonstrar de forma visual os processos envolvidos como o controle de recebimento das mercadorias, conferência de nota fiscal, lançamento no sistema e pagamento de

boletos. Essa forma de procedimento possibilita envolvidos, as etapas e as sequências na quais estas ocorrem dentro da organização. Com base na fluxogramação de todo processo produtivo, que agregam valor ao produto e os processos improdutivos, esta não agrega valor ao produto.

### Produção produtiva e improdutiva

Para verificar o período de produção das 500 peças, ao qual a acadêmica acompanhou este estudo, foi realizada uma planilha com o tempo de produção delas nos setores, possibilitando acompanhá-las até finalizarem-se o processo. O período de acompanhamento, conforme já mencionado, foi nos meses de setembro e outubro, segue o Quadro 1.

**Quadro 1** - Acompanhamento da produção de 500 peças.

SETORES	TEMPO/MIN	OBSERVAÇÕES	ANÁLISE DE TEMPOS
CORTE 1ª UNIDADE	24	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
TRANSPORTE	15	Tempo de percurso de levar as peças cortadas para o centro de distribuição.	Sem agregação
CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO 3ª UNIDADE	50	Revisar e fazer a grade.	Agrega valor
TRANSPORTE CAMINHÃO	20	Tempo de percurso de levar as peças revisadas para o centro de distribuição.	Sem agregação
COSTURA 2ª UNIDADE	120	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
TRANSPORTE CAMINHÃO	20	Tempo de percurso de levar as peças costuradas para lavanderia.	Sem agregação
LAVANDERIA 3ª UNIDADE	240	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
TRANSPORTE ELEVADOR	5	Para transportar peças de um setor para outro.	Sem agregação
ESTAMPARIA 3ª UNIDADE	150	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
TRANSPORTE CAMINHÃO	270	Tempo de percurso de levar as peças para estamperia tercerizada.	Sem agregação
TRANSPORTE ELEVADOR	5	Para transportar peças de um setor para outro.	Sem agregação
BORDADO 3ª UNIDADE	180	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
TRANSPORTE ELEVADOR	5	Para transportar peças de um setor para outro.	Sem agregação
ACABAMENTO 3ª UNIDADE	210	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
EXPEDIÇÃO 3ª UNIDADE	25	Somente o tempo da produção.	Agrega valor
<b>TOTAL</b>	<b>1339</b>		
<b>CAMISETA UNITÁRIO</b>	<b>2,67</b>		
<b>SETORES PRODUTIVOS</b>	<b>999</b>		
<b>SETORES IMPRODUTIVOS</b>	<b>340</b>		

Fonte: Autores (2018).

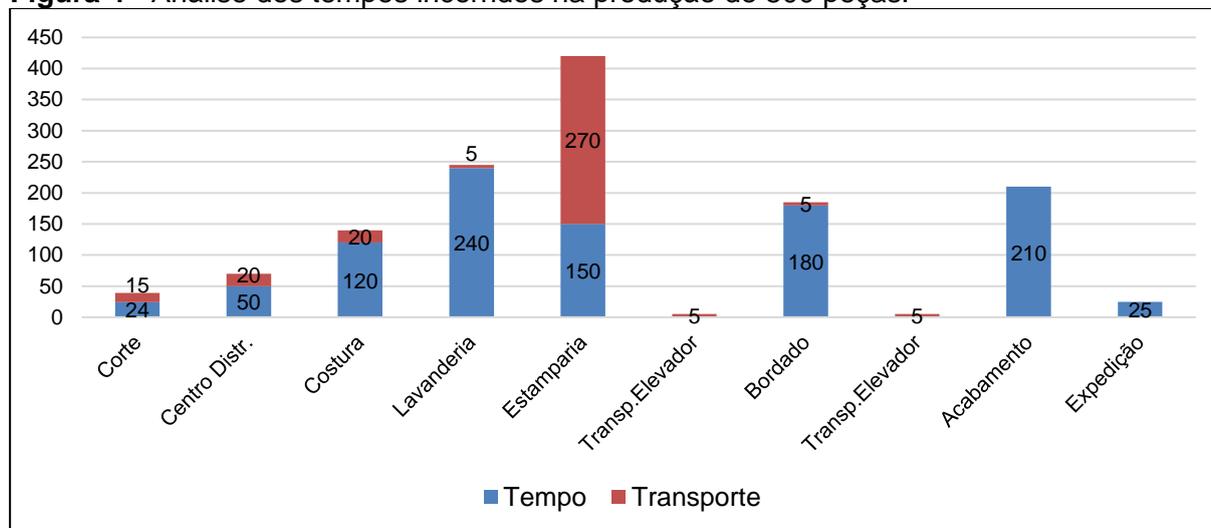
O quadro 1 apresenta o tempo necessário que foi utilizado para a fabricação das 500 peças, o tempo total para a produção resultou em 1339 minutos, esse total é aproximadamente três dias de serviço, trabalhados por um período de oito horas.

Verificou-se em relação ao tempo, que se agrega valor os setores de: corte,

centro de distribuição, costura, lavanderia, estamparia, bordado, acabamento e expedição. Esses setores resultaram em 999 minutos de valores, que resulta em média de dois dias trabalhados na empresa.

Quanto aos processos improdutivos, analisando a Figura 4, identificou-se como sendo o transporte, resultando em uma média de 340 minutos que não agregam valor ao produto final. Nesse sentido subentende-se que aproximadamente um dia de trabalho é necessário para suprir esse tempo relacionado a transporte.

**Figura 4** - Análise dos tempos incorridos na produção de 500 peças.



Fonte: Autores (2018).

Para facilitar a visualização dos tempos produtivos/improdutivos elaborou-se um gráfico com as etapas, onde os tempos produtivos são representados em azul e o transporte, atividade que não agrega valor ao produto, em vermelho.

### Considerações Finais

O mapeamento de fluxo de valor possibilita a demonstração de dos conjuntos daqueles passos que agregam valor necessário ao produto. Visto que a organização em estudo está bem preparada para esse método de atuação, pois cada passo realizado em seu processo de fabricação é dado cuidadosamente para que ao seguir a próxima etapa seja evitado quaisquer transtornos. O fluxo de informações é detalhado ao passo que todas as etapas puderam ser mensuradas e identificado das quinze etapas necessárias para fabricação do produto na confecção, oito delas agregam valor ao produto e sete não, o que chama atenção para a etapa de

transporte, que como visto, poderia reduzir essas perdas em um dia de trabalho caso todas as etapas do processo fossem realizadas em uma unidade apenas.

Este esclarecimento permitiu responder a problemática inicial da pesquisa que foi analisar as atividades que agregavam valor ao produto, por meio do mapeamento dos processos produtivos da análise detalhada destas atividades realizadas pela empresa.

Sugere-se para estudos futuros analisar a implantação das sugestões e quantificar os resultados. Pode-se também mapear o fluxo de valor das demais linhas de produção da empresa, ou ainda, fazer um mapa do fluxo de valor incorporando todos os processos anteriores à industrialização da matéria prima.

## Referências

DAYCHOUM, Merhi. **40 + 20 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2016. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=VIRYDwAAQBAJ&pg=PA55&dq=o+que+%C3%A9+fluxograma+vertical&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwiMrcPqjYLdAhXMHJAKHVpNA30Q6AEIODAD#v=onepage&q=o%20que%20%C3%A9%20fluxograma%20vertical&f=false>>. Acesso em: 17 de ago. 2018.

DRUPET, Leila. **O desafio da pesquisa qualitativa**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017.

FERNANDES, Flavio C. F.; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2010.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração: Teoria, Processo e Prática**. 4.ed. ver. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=0j1NJ69Zm0kC&pg=PA180&dq=o+que+%C3%A9+fluxograma+vertical&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwiMrcPqjYLdAhXMHJAKHVpNA30Q6AEIJzAA#v=onepage&q=o%20que%20%C3%A9%20fluxograma%20vertical&f=false>>. Acesso em: 15 de ago 2018.

GRABAN, Mark. **Hospitais Lean: Melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários**. 2.ed. Tradução de Raul Rübenich. Porto Alegre: Bookman, 2013. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=M2Y3AgAAQBAJ&pg=PA49&dq=desperd%C3%ADcio+de+tempo+de+espera&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwjdcD\\_jlHdAhWDFpAKHZSLDWMQ6AEIRjAF#v=onepage&q=desperd%C3%ADcio%20de%20tempo%20de%20espera&f=false](https://books.google.com.br/books?id=M2Y3AgAAQBAJ&pg=PA49&dq=desperd%C3%ADcio+de+tempo+de+espera&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwjdcD_jlHdAhWDFpAKHZSLDWMQ6AEIRjAF#v=onepage&q=desperd%C3%ADcio%20de%20tempo%20de%20espera&f=false)>. Acesso em: 15 de ago 2018.

JONES, D, T. et al. **A máquina que mudou o mundo**. 5.ed. Rio de Janeiro:

Campus. 2004.

LIMA, M. L. S. C. **A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs.** *Prod.*, São Paulo, v.13, n.2, pp.54-69, 2016.

MEIER, David. **O modelo Toyota - Manual de Aplicação:** Um guia prático para a implementação dos 4 Ps da Toyota. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2017. Disponível em:  
<<https://books.google.com.br/books?id=YY0IBwAAQBAJ&pg=PA58&dq=mapeamento+de+fluxo+de+valor&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiG3MCjkZ3cAhVmqlkKHcUFDi8Q6AEIPjAF#v=onepage&q=mapeamento%20de%20fluxo%20de%20valor&f=false>>. Acesso em: 20 de ago. 2018.

MOURA, R. A. **Redução do tempo de setup:** troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas. 1.ed. São Paulo: IMAN, 2016.

OLIVEIRA, E. S. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.16, n.3, p.344-356, 2002.

SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 1999.

SILVEIRA, Cristiano B. Muda, mura e muri: o modelo 3M do sistema Toyota de produção. **Citisystems**, abr., 2016. Disponível em:  
<<http://www.citisystems.com.br/muda-mura-muri/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SILVEIRA, Denise T. **A pesquisa científica:** Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas:** Elimine o desperdício e crie riquezas. 6.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso:** planejamentos e métodos. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## CAPÍTULO 17

### PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DOS INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA EMPRESA DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS DO SUL DE SANTA CATARINA

**Heloisa Böger Michels**

**Berto Varmeling**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**Miriam Aparecida Silveira Mazzuco**

**Alessandro Cruzetta**

**Daniel Magagnin**

**Fabiana Magagnin**

**Resumo:** Uma organização pode ser visualizada como um conjunto de atividades interdependentes que através de atividades, rotinas e processos para atender as demanda de seus clientes. Deste modo ferramentas para controle são essenciais, entre eles os indicadores, que dão a possibilidade de análise com maior rapidez, visto que as informações são traduzidas em números. O objetivo deste trabalho é propor a ampliação dos indicadores utilizados para a avaliação de fornecedores de uma empresa de plásticos flexíveis, com a finalidade de monitorar o desempenho real, e atribuir uma nota para os fornecedores, de acordo com os critérios estabelecidos pela mesma. O estudo, caracteriza-se como de natureza aplicada, utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa, sendo a forma de busca pelos dados definida como investigação documental e estudo de caso. Como resultado tem-se a observação das limitações do sistema de avaliação atual, apresentando-se uma proposta de novos indicadores para a avaliação, considerando os critérios avaliados como sendo importantes para a empresa, e que estão alinhados com a estratégia do setor de compras. A proposta de ampliação dos indicadores busca, melhorar o desempenho dos fornecedores, ampliar o conhecimento dos compradores, e difundir a estratégia do setor de compras.

**Palavras-chave:** Avaliação de fornecedores. Suprimentos. Indicadores.

#### **Introdução**

A logística é fundamental em uma organização para um bom gerenciamento de estoques, diminuição de custos, e para uma movimentação de matérias primas e produtos eficiente. O setor de suprimentos tem função estratégica, deixou de ser apenas o setor que é responsável pelas compras e armazenamento, assumindo a posição de responsável por buscar as melhores alternativas para compras,

armazenamento, movimentação de materiais, sempre alinhando o custo benefício em suas negociações, e sem deixar de atender as exigências internas e externas (CHING, 2006).

Uma cadeia de suprimentos permite integrar os fluxos de bens, serviços, finanças e informações melhorando os processos tradicionais, contribuindo com a redução de custos e estoques, além de fornecer um atendimento ao cliente de forma mais precisa, com qualidade e agilidade. A cadeia de suprimentos preocupa-se com o fluxo de materiais desde o fornecimento de matérias primas e itens indiretos a produção, até ao consumidor final, agregando valor à toda cadeia (BALLOU, 2006).

O desenvolvimento dos fornecedores, homologação de novos materiais, e aquisições de insumos e serviços são competências do setor de compras. As decisões de compras são influenciadas por outros setores, e também influenciam os demais, assim esse setor passou a ter uma função estratégica e permite criar boas relações para a empresa (BAILY *et al.*, 2000).

Assim, estabelecer metas e critérios pertinentes para a empresa com a finalidade de realizar uma avaliação de desempenho dos fornecedores, permite o monitoramento da qualidade do fornecimento com uma avaliação de desempenho real, considerando apenas os pontos importantes para a empresa. Essa prática permite eliminar fornecedores que não atendam a necessidade, também permite que fornecedores bons continuem a melhorar o seu atendimento a empresa (BOWERSOX *et al.*, 2014).

O método de avaliação de fornecedores utilizado atualmente na empresa, não se mostra como uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão do setor, o sistema foi desenvolvido para atender as exigências requisitadas pelas certificações da empresa. Deste modo, os indicadores utilizados pela empresa, não são suficientes para classificar um fornecedor como bom ou ruim, ocasionando a falta de monitoramento do desempenho real do fornecedor.

Diante deste cenário, este estudo buscou identificar quais critérios devem ser levados em consideração na avaliação de fornecedores. Assim estabeleceu-se como objetivo principal definir indicadores para a avaliação de fornecedores, apresentando alinhamento com a política de uma empresa de embalagens flexíveis. Sendo os objetivos específicos, descrever os indicadores utilizados atualmente pela organização, definir quais os indicadores a serem utilizados para a avaliação de

desempenho de fornecedores, e selecionar um conjunto de indicadores a serem utilizados pela empresa.

O tema em estudo, justifica-se devido a avaliação de fornecedores ser um procedimento de extrema importância no processo de aquisição de materiais, comum a grande maioria das organizações. A avaliação quando realizada utilizando critérios considerados relevantes para a empresa, permite maior assertividade no processo de compras, a prevenção de futuros problemas, e o reconhecimento dos fornecedores que estão alinhados com os objetivos da empresa.

### **Logística Empresarial**

A logística caracteriza-se como um processo de planejamento estratégico de compra, fluxo e estocagem de matérias primas, produtos acabados (ANDRADE, 2011 *apud* CHRISTOPHER, 2002). Ela compreende desde a fase de compra dos itens necessários até o atendimento ao consumidor final, concentrado as ações afim de garantir a sua satisfação e a minimização dos custos do sistema produtivo (ANDRADE, 2011).

A logística empresarial tem como função distribuir por meio de organizações e pessoas, os produtos e serviços requisitados pelos clientes em potencial, em um tempo pré-estabelecido, com menor custo, e com facilidade de venda (CHING, 2006), sendo a criação de valor para os clientes, fornecedores e todos os que possuam algum ganho com a empresa um dos objetivos desta área.

Os valores podem ser percebidos em relação ao tempo, ou seja, entrega na data desejada pelo cliente, e também pelo lugar, pois é onde será utilizado tal produto ou serviço (BALLOU, 2006). Nota-se que com a logística empresarial aliada com uma boa gestão, há uma melhoria na rentabilidade no processo de distribuição aos clientes, através de planejamento, organização, controle de movimentações e estoques, com o objetivo de melhorar o fluxo de produtos. Sendo assim, a logística é um fator determinante para o sucesso de uma empresa ou organização (CHING, 2006).

Ainda de acordo com o autor, há a possibilidade de redução de custos, com isso há maior competitividade com os concorrentes (CHING, 2006). Deste modo, as empresas que estão atentas a importância da logística possuem uma ferramenta que consegue medir com precisão os benefícios de um planejamento adequado na

distribuição de seus produtos, seja na relação consumidor e fornecedor, quanto no fluxo de produtos e armazenamento.

### ***Gestão da cadeia de suprimentos***

A cadeia de suprimentos pode ser entendida como sendo todo o conjunto de processos que envolvem movimentação, compras, controle de estoque e centros de produção, em diversos níveis, desde o tático até o operacional. Essas atividades se repetem ao longo da cadeia, à medida que os insumos são utilizados para a transformação do produto final. Todas as etapas da cadeia de suprimentos tem como objetivo principal a percepção de valor ao consumidor final (BALLOU, 2006).

A integração eficiente entre fornecedores, fabricantes, depósitos, transportadores e pontos comerciais, tem como objetivo que o processo de entrega ocorra nos prazos certos, nas quantidades corretas, com os menores custos e sem deixar de atender as exigências dos clientes (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Para que isso aconteça de maneira eficiente é necessário que toda a equipe tenha ciência do trabalho que está sendo executado. “O objetivo é que cada membro desempenhe as tarefas relacionadas à sua competência central, evitando-se desperdícios e funções duplicadas” (POIRIER, 2001, p.123).

O setor de compras tem uma crescente importância, seja pelos custos atribuídos a aquisição de matérias primas e contratação de serviços, a garantia de um fornecimento contínuo, minimização dos estoques, desenvolvimento de fornecedores, homologação de novos materiais, e a melhoria na qualidade, tudo isso pensando no menor custo total (BOWERSOX *et al.*, 2014). De acordo com Knudsen (2003), é o setor de compras que é responsável pela integração com os fornecedores e que pode contribuir para alcançar vantagens competitivas para a empresa.

A colaboração e parcerias entre as empresas é fundamental para a gestão da cadeia de suprimentos, conforme Bowersox *et al.* (2014), através dela impulsionamos o posicionamento estratégico, e temos uma melhoria na eficiência operacional de uma empresa. A colaboração se dá com os fornecedores estabelecendo parcerias e acordos comerciais, ou com clientes e representantes comerciais no setor de vendas.

### *Avaliação de fornecedores*

O setor de suprimentos preocupa-se com o processo de compras e recebimento dos materiais. Também são analisados os recursos financeiros, desenvolvimento de fornecedores, negociações de preços, transporte, armazenamento, além de ser necessário um controle de qualidade (BOWERSOX *et al.*, 2014). Ainda de acordo com o autor, inclui-se também na responsabilidade de suprimentos, garantir a programação e continuidade dos fornecimentos. Bem como, a homologação de novos materiais, desenvolvimento de novos fornecedores, levando em consideração o menor custo total. Sendo considerada assim, uma atividade estratégica, e um setor de apoio aos demais setores de uma empresa.

A avaliação de novos fornecedores e dos fornecedores atuais é um processo ininterrupto no setor de compras, pois de acordo com Baily *et al.* (2000, p. 191) “A maioria das organizações gasta 80% do orçamento anual com 20% de seus fornecedores e, provavelmente, na compra de 20% dos itens”. Esse fato justifica uma avaliação detalhada de cada fornecedor. Com a utilização de um sistema de avaliação de fornecedores, pode-se identificar problemas futuros com maior rapidez, através do monitoramento do desempenho dos fornecedores, conforme metas estabelecidas pela empresa (FRANÇOIS, 2004 *apud* CAVINATO; KAUFFMAN, 2000).

O desenvolvimento de fornecedores, permite criar boas relações com os mesmos, além de promover a melhoria contínua. A análise das capacidades e seleção de bons fornecedores, faz com que melhores resultados sejam alcançados (BOWERSOX *et al.*, 2014).

Fornecedores bem gerenciados e avaliados melhoram o seu desempenho, tem menor incidência de problemas com relação a entrega e defeitos, além de contribuírem com a redução de custos, também nota-se um melhor atendimento das especificações exigidas pela empresa (BAILY *et al.*, 2000).

A avaliação de fornecedores permite evidenciar os pontos fortes e fracos de cada fornecedor, com isso pode-se selecionar os fornecedores que melhor se enquadram na cultura organizacional e objetivos da empresa. Dificilmente um fornecedor em potencial tem atributos muito superiores aos de um fornecedor concorrente, dessa forma uma avaliação dos fornecedores auxilia na tomada de decisão (SLACK *et al.*, 2013).

A realização de auditorias nos fornecedores de acordo com Bowersox *et al.*

(2014) é uma forma de avaliar os fornecedores, e tem como objetivo medir o grau de adequação de um fornecedor para o atendimento da empresa, e possibilita um entendimento detalhado das operações e competências, afim de verificar se a empresa fornecedora terá capacidade de fornecer materiais de qualidade em tempo hábil. Além de, conhecer a cultura organizacional, e mapear as possíveis falhas que fornecimento que eventualmente poderão acontecer.

### *Crítérios de avaliação*

A garantia de qualidade no setor de compras, é permitida através da seleção de fornecedores capazes de atender a demanda. São utilizados critérios para a avaliação da capacidade do fornecedor, como o desempenho anterior de entrega, preço, nível de serviço, bem como a reputação do fornecedor no mercado. Além disso, podem ser feitas visitas e avaliações, solicitado o envio de certificações como as ISO e OHAS, e abertura de lote piloto para teste e avaliação de produtos (BAILY *et al.*, 2000).

Os critérios de desempenho tradicionais para a avaliação de fornecedores incluem a análise da qualidade do produto, *lead time* de entrega do pedido, custos e serviços relacionados a ordem de compra. Também são incluídas outras características de desempenho que são relevantes para a empresa. Com um conjunto de critérios de desempenho definidos, geralmente são atribuídas ponderações para cada critério, sendo definida uma classificação para cada um deles (BOWERSOX *et al.*, 2014).

Podem ser medidos através dos critérios de desempenho, a eficiência das funções relacionadas a qualidade, custos e organização, além da adequação as exigências da empresa, no caso de um aumento na demanda não prevista, bem como o nível de adaptação as oscilações do mercado (DORNIER *et al.*, 2000).

Segundo Slack *et al.* (2013) para dispor de uma avaliação coerente dos fornecedores, devemos avaliar a capacidade técnica, ou seja, o conhecimento do produto ou serviço afim de atender as necessidades, a capacidade de operação, para a garantia de um fornecimento contínuo, além da análise da capacidade financeira e gerencial.

Juran e Gryna (1992) citam que os indicadores de desempenho, devem promover melhorias nas tomadas de decisões relacionadas aos fornecedores, atender

outros objetivos estabelecidos. Conforme os autores, podem ser considerados como objetivos dos indicadores de desempenho, o fornecimento de avaliações de desempenho de fornecedores de forma mais objetiva, auxiliando assim no processo de tomada de decisão. Minimizando também, os riscos de falhas identificando áreas suscetíveis a problemas, estabelecendo assim uma relação de confiança entre o comprador e fornecedor.

Os conjuntos de critérios de desempenho podem ser utilizados para fornecer um *feedback* para os fornecedores, com isso os fornecedores tem uma oportunidade de melhorar o desempenho (BOWERSOX *et al.*, 2014). Ainda conforme o autor também pode-se classificar os fornecedores como aceitáveis, preferenciais ou em desenvolvimento. Fornecedores aceitáveis precisam melhorar o seu desempenho para conquistar a preferência, já os fornecedores preferenciais recebem maiores oportunidades, podendo conquistar novos contratos, além de participar do desenvolvimento de novos produtos. Logo, os fornecedores em desenvolvimento tem mais pontos negativos e precisam melhorar todo o seu desempenho, ou podem ser substituídos.

### **Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de embalagens flexíveis localizada no sul do Estado de Santa Catarina, durante o período de 02 de julho a 10 de outubro de 2018. Foi analisado o método de avaliação dos fornecedores, e identificados os problemas recorrentes da limitação dos indicadores de desempenho. Assim, foi proposto uma ampliação nos indicadores, analisando os critérios considerados importantes para a empresa, para que houvesse uma melhor classificação dos fornecedores. Os dados foram coletados através da análise de relatórios gerados pelo sistema de gestão da empresa, e dos procedimentos internos da empresa.

O presente trabalho, caracteriza-se por ser uma pesquisa de natureza aplicada, que segundo Moresi (2003, p.08) é aquela que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Em relação ao procedimento adotado na coleta dos dados pode-se classificar a pesquisa com um estudo de caso. Conforme Yin (2010 p.24) “o método de estudo de caso permite que os investigadores retenham as características

holísticas e significativas dos eventos da vida real”. Um estudo de caso de acordo com Moresi (2003, p.11) “Tem caráter de profundidade e detalhamento [...]” Ainda conforme o autor, pode-se classificar a pesquisa com sendo documental, pois “[...] é a realizada em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza, ou com pessoas [...].”

No que diz respeito aos objetivos da pesquisa, pode-se classificar a pesquisa como exploratória. Marconi e Lakatos (2009, p. 190), apontam como sendo um dos objetivos de uma pesquisa exploratória “aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa”.

No que se refere à forma de abordagem do problema, pode-se definir com uma pesquisa qualitativa e quantitativa. Conforme Moresi (2003, p.08), uma pesquisa quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”. Ainda de acordo com Moresi (2003, p.09), para uma pesquisa qualitativa “A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa.” Silva e Menezes (2000, p.20) citam que há “uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”.

Desta forma, pode-se definir como o meio de abordagem do problema de forma qualitativa, a escolha e definição dos indicadores que foram utilizados pela empresa. No que diz respeito a abordagem quantitativa, pode-se dizer que foi relacionado a nota de avaliação de desempenho dos fornecedores.

## **Resultados e Discussão**

Para a empresa estudada, os fornecedores são considerados parceiros estratégicos, sendo a seleção e contratação dos mesmos baseada na qualidade, confiabilidade, cumprimento de prazos, sempre observando os critérios técnicos e éticos para o melhor atendimento das necessidades da empresa.

No que diz respeito a avaliação de fornecedores, os critérios considerados para a avaliação de desempenho são o atendimento do prazo de entrega e a qualidade do produto. Sobre o atendimento do prazo de entrega, a Tabela 1 traz as notas atribuídas com relação ao atraso de uma ordem de compra.

**Tabela 1** – Atendimento do prazo de entrega.

Atraso (dias)	Nota
0 a 4	10
5 a 11	7,5
12 a 21	5
22 a 31	2,5
32	0

Autores (2018).

A qualidade dos materiais fornecidos pode ser medida através da emissão de reclamação de insumo não conformes (RINC), assim os materiais que apresentam não conformidades podem ser tratados, sendo solicitado para o fornecedor um plano de ação para evitar a ocorrência do mesmo problema. A Tabela 2 apresenta as notas atribuídas com relação as entregas e ocorrência de RINC.

**Tabela 2** – Qualidade do produto.

Ocorrência de RINC	Nota
Entrega sem RINC	10
Entrega com RINC respondida no prazo	5
Entrega com RINC sem resposta ou devolução	0

Autores (2018).

Para obter a nota de um fornecedor, o sistema da empresa calcula a média das notas de atendimento ao prazo de entrega e qualidade do produto. A nota de atendimento de entrega é formada pela equação 01.

Atendimento/entrega =  $((n^\circ \text{ de entregas com até 4 dias de atraso} \times 10) + (n^\circ \text{ de entregas com atraso de 5 a 11 dias} \times 7,5) + (n^\circ \text{ de entregas com atraso de 12 a 21 dias} \times 5,0) + (n^\circ \text{ de entregas com atraso de 22 a 31 dias} \times 2,5) + (n^\circ \text{ de entregas com mais de 32 dias} \times 0)) / n^\circ \text{ total de entregas.}$  Eq.01

Já nota relacionada a qualidade do produto é expressa pela equação 02.

Qualidade =  $((n^\circ \text{ de entregas s/ RINC} \times 10) + (n^\circ \text{ de entregas com RINC respondido} \times 5) + (n^\circ \text{ de entregas com RINC sem resposta} \times 0) + (n^\circ \text{ de entregas com devolução} \times 0)) / n^\circ \text{ total de entregas.}$  Eq.02

Por meio do cálculo das notas relacionadas a qualidade e atendimento do pedido, o sistema da empresa calcula a nota final do fornecedor, sendo formada pela soma das médias dos critérios, onde cada critério tem um peso de 50% na nota final.

Além disso, também são avaliados as documentações da empresa, conforme a criticidade do item comprado ou serviço prestado. Os itens considerados críticos, exigem a solicitação das documentações necessárias referente a sua aplicação no processo produtivo. Podem ser solicitados as certificações referente a ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000, OHSAS 18001, licenças e alvarás. Para os itens onde o se tenha a exigência de certificações, e eventualmente o fornecedor a não tenha, é enviado um formulário de avaliação de fornecedores para o preenchimento. Por meio do formulário são analisados o grau de adequação dos fornecedores com relação à qualidade, segurança alimentar, responsabilidade social, saúde e segurança ocupacional. Porém, para os itens não críticos não tem-se a exigência de documentações e certificações.

O sistema de avaliação de fornecedores utilizado na empresa, foi desenvolvido para atender aos requisitos das certificações que a empresa possui. Porém, a nota da avaliação dos fornecedores acaba não sendo utilizada no dia a dia do setor de compras, devido a sua limitação nos critérios usados, não sendo suficiente para classificar um fornecedor como bom ou ruim. Com isso, o monitoramento do desempenho e substituição dos fornecedores com histórico de problemas, se dá através da percepção e conhecimento do comprador responsável por determinada família de itens.

A empresa considera importante para a avaliação de seus fornecedores, além dos critérios já utilizados na avaliação de desempenho, os seguintes pontos: preço, prazo de pagamento, confiabilidade, tipo de frete, lead time de processamento do pedido e transporte. Porém, esses critérios não estão relacionados a nota de desempenho de um determinado fornecedor.

A ampliação dos indicadores para a avaliação dos fornecedores, utilizando critérios significativos para a empresa, permite mensurar o desempenho real dos fornecedores de acordo com os indicadores e critérios definidos pela empresa. A escolha do conjunto de indicadores para a avaliação dos fornecedores, deve estar alinhada com os objetivos da empresa.

Dessa forma, na ampliação dos indicadores para a avaliação de desempenho

dos fornecedores da empresa, podem ser incluídos os critérios mencionados acima, como sendo importantes para a empresa. Assim, pode-se considerar os seguintes novos indicadores para a avaliação dos fornecedores: tipo de frete, prazo de pagamento, lead time de transporte. Os novos indicadores a serem incluídos, estão alinhados conforme a política da empresa, e já são utilizados na tomada de decisão no setor de compras, porém não estão incluídos da avaliação dos fornecedores.

Seguindo a lógica do sistema de avaliação atual, e considerando os novos indicadores, pode-se dizer que em relação ao tipo de frete, nas negociações de compras o frete é um fator de grande importância, a empresa prioriza que os fretes sejam CIF (*Cost, insurance and freight*), ou seja, onde custo do frete é pago pela empresa fornecedora. Porém, devido a política interna de alguns fornecedores, o frete ocorre apenas de forma FOB (*Free on board*), onde a empresa compradora arca com os custos de transporte, ainda nessa modalidade de frete, pode-se ter a entrega do pedido em uma transportadora indicada, sendo o transporte até a transportadora de responsabilidade do fornecedor, ou então a coleta ocorre diretamente na empresa fornecedora, dessa forma, é necessária a solicitação de coleta diretamente com o comprador responsável e a transportadora, fato esse, que ocupa o tempo do comprador. Desse modo, pode-se atribuir segundo a Tabela 3, as seguintes notas em relação ao tipo de frete.

**Tabela 3** – Notas para tipos de frete.

Frete	Nota
CIF	10
FOB com entrega na transportada indicada	5
FOB com agendamento de coleta no fornecedor	0

Fonte: Autores (2018).

Utilizando o método para o cálculo da nota de um fornecedor, conforme os indicadores já utilizados, pode-se considerar a equação 03.

$$\text{Frete} = ((n^\circ \text{ de entregas CIF} \times 10) + (n^\circ \text{ de entregas FOB na transportadora indicada} \times 5) + (n^\circ \text{ de entregas FOB com agendamento} \times 0)) / n^\circ \text{ total de entregas.} \quad \text{Eq.03}$$

Ainda relacionado aos fretes, temos o critério de *lead time* de transporte, que mede o tempo em trânsito que um pedido fica. Considerando que para o transporte é necessário a emissão da nota fiscal, significa que o prazo de pagamento da fatura começa a contar a partir da emissão da nota fiscal. Esse fato, nos mostra que quanto mais tempo um pedido permanecer em trânsito, menos tempo para efetuar o pagamento a empresa terá sem a utilização do produto. A Tabela 4 apresenta as notas para os fornecedores com relação ao *lead time* de transporte.

**Tabela 4** – Notas para *lead time* de transporte.

<i>Lead time</i> de transporte (dias)	Nota
0 a 2	10
3 a 5	7,5
6 a 8	5
Acima de 9	0

Fonte: Autores (2018).

Pode-se considerar a equação 04 para o *lead time* de transporte.

*Lead time* de transporte = ((n° de entregas com 0 a 2 dias de transporte X 10) + (n° de entregas com 3 a 5 dias de transporte X 7,5) + (n° de entregas com 6 a 8 dias transporte X 5,0) + (n° de entregas acima de 9 dias de transporte dias X 0)) / n° total de entregas.

Eq.04

No que se refere ao prazo de pagamento, a empresa busca por prazos longos para os pagamentos devido a sua política interna. Com isso, o prazo de pagamento ideal buscado pela empresa é de 90 dias. No entanto, há fornecedores que não concedem pagamentos tão longos, ou então há aqueles possuem forma de pagamento parcelada, em duas ou mais vezes, para esses casos é feito uma média simples dos prazos de pagamento. A Tabela 5 expressa as notas de desempenho dos fornecedores de acordo com o prazo médio de pagamento concedido a empresa.

**Tabela 5** – Notas para prazo de pagamento.

Prazo de pagamento (dias)	Nota
Acima de 90	10
Entre 29 a 89	7,5
Menor ou igual 28	5
Depósito	0

Fonte: Autores (2018).

Assim, as notas relacionadas ao prazo de pagamento é dada equação 05.

Prazo de pagamento =  $((n^\circ \text{ de entregas com 90 dias de prazo} \times 10) + (n^\circ \text{ de entrega entre 29 a 89 dias de prazo} \times 7,5) + (n^\circ \text{ de entregas com prazo menor ou igual a 28 dias} \times 5,0) + (n^\circ \text{ de entregas com pagamento via depósito} \times 0)) / n^\circ \text{ total de entregas.}$

Eq.05

Desta forma, definidos os novos indicadores para a avaliação dos fornecedores da empresa, e as notas relacionadas a cada critério conforme o atendimento dos pedidos, pode-se calcular a nota final para cada fornecedor. Cada indicador possui um peso de 20% na nota final do fornecedor. Assim, a nova fórmula para a nota de avaliação do fornecedor, seria descrita conforme equação 06.

Nota final do fornecedor =  $\text{média das notas de qualidade} \times 20\% + \text{média das notas de atendimento} \times 20\% + \text{média das notas de frete} \times 20\% + \text{média das notas de } lead \text{ time} \times 20\% + \text{média das notas de prazo de pagamento} \times 20\%.$

Eq.06

Através das notas obtidas pela avaliação dos fornecedores, pode-se classificar os fornecedores, propor melhorias, e se necessário eliminar aqueles que apresentam um grande histórico de problemas. A Tabela 6 apresenta quais ações seriam tomadas para os fornecedores, de acordo com as notas finais obtidas.

**Tabela 6** – Ações com relação as notas finais de avaliação.

Nota final do fornecedor	Situação
10,0 à 8,0	<i>Feedback</i> positivo ao fornecedor
7,9 à 5,1	Realizar plano de melhoria no fornecimento
5,0 à 0	Plano de melhoria urgente e bloqueio da emissão de ordens de compra para o fornecedor

Fonte: Autores (2018).

A ampliação dos indicadores para a avaliação de desempenho dos fornecedores, permitirá conciliar os objetivos da empresa no sistema de avaliação dos seus fornecedores, com indicadores específicos mais relevantes para empresa. Possibilitando, uma avaliação onde se tenha a possibilidade de avaliar de modo preciso a performance dos fornecedores, reconhecendo aqueles que atendem com

excelência, e substituindo fornecedores com menor eficiência e que não suprem as atuais necessidades da empresa.

### **Considerações Finais**

O setor de compras é o responsável pela obtenção dos insumos e serviços necessários para o funcionamento da empresa. É o setor que garante a continuidade dos fornecimentos, auxilia na minimização de estoques através das programações de compras, sempre pensando no menor custo total. Desta forma o objetivo inicial do trabalho foi propor a ampliação dos indicadores para a avaliação dos fornecedores, visto a limitação dos indicadores utilizados, dificultando a classificação e o monitoramento do desempenho dos fornecedores.

Considerando-se os objetivos propostos neste, pode-se confirmar que a pesquisa alcançou os resultados planejados. Visto que, através do levantamento bibliográfico, pode-se perceber a necessidade de um sistema de avaliação de fornecedores que esteja alinhado com os objetivos da empresa, para que se tenha um melhor controle e classificação dos fornecedores.

O sistema atual da empresa possui uma limitação nos indicadores utilizados para a avaliação de seus fornecedores, não sendo possível classificar um fornecedor como bom ou ruim através do relatório de avaliação atual. A proposta apresentada, traz a ampliação dos indicadores utilizando critérios já considerados como sendo importantes para a empresa, porém não utilizados na formação da nota de avaliação dos fornecedores, com o objetivo de melhorar o conhecimento dos compradores em relação as condições comerciais dos fornecedores, além de melhorar o desempenho e eliminar fornecedores com histórico de problemas.

A proposta de ampliação dos indicadores para a avaliação dos fornecedores foi apresentada ao gerente de setor de compra. Foi notada a necessidade de melhoria na forma de avaliação, assim a proposta de melhoria no sistema de avaliação dos fornecedores se mostrou válida, porém a sua implantação depende principalmente da disponibilidade do setor de TI para ajustes no sistema e a coleta de dados para os relatórios de avaliação.

Para futuros estudos, podem ser aplicadas melhorias, como, desenvolver uma classificação dos fornecedores de acordo com os materiais fornecidos e ao risco que a falta destes impactaria na empresa. Após essa classificação, pode-se desenvolver

uma avaliação de desempenho para cada grupo de fornecedores, desta forma pode-se ter uma avaliação mais precisa dos fornecedores, considerando as particularidades de cada grupo de fornecedores.

## Referências

ANDRADE, Rafael Quintao de. Gestão de estoques: uma revisão teórica dos conceitos e características. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial, 2011, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_stp\\_135\\_857\\_19270.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_stp_135_857_19270.pdf)>. Acesso em: 04 jul.2018.

BAILY, Peter; FARMER, David; JESSOP, David; JONES, David. **Compras: Princípios e administração**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 471p.  
BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616p.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 445p.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada – Supply Chain**. 3. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2006. 238p.

DORNIER, Philippe – Pierre; ERNST, Ricardo; FENDER, Michael; KOUVELIS, Panos. **Logística e Operações Globais - Texto e Casos**. 1. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2000. 724p.

FRANÇOIS, Mirela Picciin. **Método para implantação de um sistema de indicadores para avaliação de fornecedores de uma indústria do Rio Grande do Sul**. 2014. 116 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

JURAN, Joseph Moses; GRAYNA, Frank M. **Controle da qualidade – Ciclo dos produtos: do projeto à produção**. 3. Ed. São Paulo: Makron Books., 1992. 234p.

KNUDSEN, Daniel. Aligning corporate strategy, procurement strategy and e-procurement tools. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, v. 33, n. 8, p. 720-734, 2003.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2009. 315p.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica De Brasília, 2003.

POIRIER, C. C. **Administración de cadenas de aprovisionamento**. Cómo construir una ventaja competitiva sostenida. México: Oxford University Press, 2001.

SILVA, Edna Lucia da, MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000, 118p.

SIMCHI-LEVI, David; KAMINSKY, Philip; SIMCHI-LEVI, Edith. **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 583p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Alan. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 567p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 320p.

## CAPÍTULO 18

### PROPOSTA DE MUDANÇA DE LAYOUT VISANDO A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DE REFORMA DE PNEUS NA REGIÃO SUL CATARINENSE

**Jonathan Ramos**

**Berto Varmeling**

**Mario Sérgio Rosso Bortolato**

**Miriam Aparecida Silveira Mazzuco**

**Alessandro Cruzetta**

**Daniel Magagnin**

**Fabiana Magagnin**

**Resumo:** Dentre os inúmeros problemas encontrados nas organizações pode-se citar a disposição de máquinas, equipamentos e também ao trânsito de pessoas no sistema produtivo. O presente trabalho tem como objetivo propor alterações no processo de recapagem que possibilite reduzir as perdas com movimentação desnecessária aumentando a produtividade. Foi realizada pesquisa bibliográfica, documental e de um estudo de caso. Observou-se que o local de armazenamento da matéria-prima estava em uma área distante da produção, exigindo uma movimentação desnecessária. Identificado na empresa linha cruzada no setor de vulcanização que estava causando atrasos no *setup* do equipamento. Já no armazenamento da matéria-prima, o novo modelo de *layout* proposto, primando por facilitar o de acesso, assim reduzindo o tempo na movimentação. Diante disso, o resultado do trabalho apresentou oportunidades de aperfeiçoamentos, onde a empresa pode fazer mudanças no arranjo físico e, com isso, acredita-se que a eficiência do sistema de produção seja otimizada.

**Palavras-chave:** Processos. Alterações. *Layout*.

#### **Introdução:**

O segmento de reforma de pneus teve um crescimento significativo nos últimos anos, pois devido à crise econômica. A procura por tal serviço se tornou maior pelo fato de que um pneu reformado custa em média 30% do valor de um pneu novo, tornando-se um produto interessante para os proprietários de veículos de transporte e de cargas. Fazer o uso da reforma pneus é uma grande alternativa para a redução dos custos na utilização de veículos de carga em geral. O processo de reforma é em si a reconstrução da banda de rodagem do pneu que é desgastada pelo uso contínuo (ABR, 2018).

A prática da reforma é utilizada no mundo todo e seu objetivo é a redução de custo por km rodado. Quando um pneu é reformado faz o uso de apenas 20% do material utilizado na fabricação de um pneu novo, proporcionando características e qualidade igual a um pneu novo. O Brasil está em segundo lugar no mercado na área de reforma de pneus em todo o mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos. Essa atividade movimenta em torno de R\$ 4 bilhões de reais por ano com a criação de novos empregos diretos e indiretos, cerca de 1.257 empresas geram serviços, totalizando cerca de 5.000 entre pequenas e grandes empresas (ABR, 2018).

Segundo Moreira e Bitencourt (2010), o serviço de reforma possui inúmeras vantagens para empresas que trabalham com frotas de veículos. Uma empresa do transporte de carga, por exemplo, tem um custo alto na manutenção dos pneus de sua frota. O processo de reforma de pneus pode diminuir esses custos, gerando redução dos preços dos produtos ou serviços prestados. Dentre tantas possíveis melhorias no processo produtivo, o *layout* desempenha um papel de extrema importância em questões de redução de desperdícios e problemas no processo.

A importância da análise do problema de *layout*, segundo Neumann e Scalice (2015), sob a ótica econômica, é que um *layout* eficiente no processo produtivo pode obter considerável redução nos custos de produção. Para se manterem eficientes e para que as empresas possam estar competitivas no mercado, os autores dizem que elas devem estar em constante reorganização, devido principalmente à tecnologia que o mercado oferece, produzindo novas máquinas e equipamentos, tornando modelos e métodos obsoletos.

Diante disto, pretende-se compreender e responder ao seguinte questionamento: como planejar as mudanças no arranjo físico que contribuam para maior eficiência do processo produtivo? Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de alteração do *layout* que oportunize possíveis melhorias na eficiência do macroprocesso, no setor de reforma de pneus de uma empresa de recapagem localizada no sul do estado de SC. Para isso, foram definidos como objetivos específicos: desenvolver referencial teórico sobre o tema; analisar a atual estrutura física da empresa; descrever o processo produtivo de reforma de pneus; elaborar uma proposta de alteração visando à otimização do setor estudado na empresa de recapagem de pneus.

O presente trabalho propõe ainda alterações no processo de recapagem que possibilite reduzir as perdas com movimentação e aumentar a produtividade.

### **Melhorias no processo produtivo**

A busca pelo aumento da eficiência em cada etapa do processo nas indústrias está se tornando a cada dia maior, fato que pode ser atribuído à busca por melhorias em toda a cadeia produtiva. O atual cenário faz com que o desenvolvimento de novos métodos e melhorias em processos se tornem fatores decisivos, bem como diferenciais para a estratégia de planejamento e ação de uma empresa. Womack *et al.* (1990) considera-se que desde Henry Ford e seu tão conhecido Modelo A, os fabricantes de automóveis começaram a enxergar a necessidade de se fazer melhorias, principalmente relacionadas à produtividade.

Por meio deste pensamento, a Toyota Motor Company, que até os anos 50 não tinha condições de competir com as grandes indústrias automobilísticas americanas, iniciou um grande trabalho de melhoria contínua de processo e aumento de eficiência em relação à produtividade de seus automóveis, trazendo à tona uma filosofia de trabalho inovadora baseada na eliminação consistente de desperdícios, o Lean Manufacturing (Produção Enxuta).

Em relação aos desperdícios, Nakagawa (1993) classifica-os como todas as formas de custo que de fato não adicionam nenhum valor ao produto. Como complemento, Bornia (1995) argumenta que além de não adicionar nenhum valor aos produtos, os desperdícios em relação ao trabalho são desnecessários, assim podendo ter uma redução do valor desses produtos.

Ao trabalhar-se sob os conceitos de mentalidade enxuta, na ótica de Womack e Jones (1990), desperdícios podem ser definidos como toda e qualquer atividade que absorve recursos e não gera nenhum valor. Dessa forma, o pensamento enxuto se mostra um poderoso método para eliminação de todos os tipos de desperdícios, pois ele consiste em estudar a fundo o processo produtivo, visando algumas alterações para produzir mais com menos recursos e, com isso, gerar impactos significantes ao cliente final, podendo entregar o que ele realmente busca, que é preço e qualidade no produto final ou serviço prestado.

Ao considerar os efeitos gerados pela aplicação correta do Lean Manufacturing, claramente pode-se perceber que os mesmos não são gerados apenas sobre o

processo produtivo, mas também acerca do planejamento, facilitando o papel dos tomadores de decisão, equipando-os com possibilidades e vantagens competitivas, ou seja, aumentando a competitividade da empresa. Slack *et al.* (2010) tratam essas vantagens competitivas como a possibilidade de “fazer melhor”, porém, para isso, é necessário que se tenha como objetivos de desempenho: fazer de maneira correta, com rapidez, de forma pontual, gerando menor custo e buscando a capacitação para que se possa realizar as tarefas.

Tendo em vista esses objetivos de desempenho, percebe-se a realidade o entendimento da metodologia do Sistema Toyota de Produção (TPS), que é formado sobre dois pilares, Just-in-Time e Jidoka. O TPS é mantido e melhorado por interações entre trabalho padronizado e kaizen, seguidos de PDCA ou método científico. O desenvolvimento do TPS é creditado a Taiichi Ohno, chefe de produção da Toyota no período posterior à Segunda Guerra Mundial. Sua aplicação é extremamente complexa, já que para o bom andamento das devidas alterações e implantação de conceitos depende-se muito da cultura das empresas e do capital humano e suas variações (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2018).

É necessário que se realizem treinamentos constantes para gerar possíveis resultados dentro de uma organização e, assim, facilitar essa aplicação, pois a utilização de tecnologias é essencial. Nesse sentido, a opção pela simulação por tais ferramentas pode auxiliar e trazer maiores níveis de confiabilidade às alterações necessárias. Portanto, este trabalho não visa atuar na parte técnica da produção estudada, mas sim na aplicação dos conceitos de gestão da produção.

### **Melhorias em *layout***

Segundo Neumann e Scalice (2015), a utilização dos espaços de trabalho iniciou-se de forma intuitiva, mas com o desenvolvimento de novos sistemas produtivos a partir da segunda metade do século XX. O mercado exigiu respostas rápidas nas últimas décadas, maior atenção passou a ser dada à distribuição e o arranjo físico dessas áreas e o *layout* assumiram um papel de fundamental importância no processo produtivo.

De acordo com Martins (2005), o *layout* de um sistema de produção é o produto principal da engenharia de produção. Está presente na modificação de prédios e máquinas, na relação com investimentos e gastos, na escolha de materiais de produto

e na produção feita pela previsão de demanda. Por isso é tão importante que se faça uma análise sobre o tipo de processo ou produto a ser produzido.

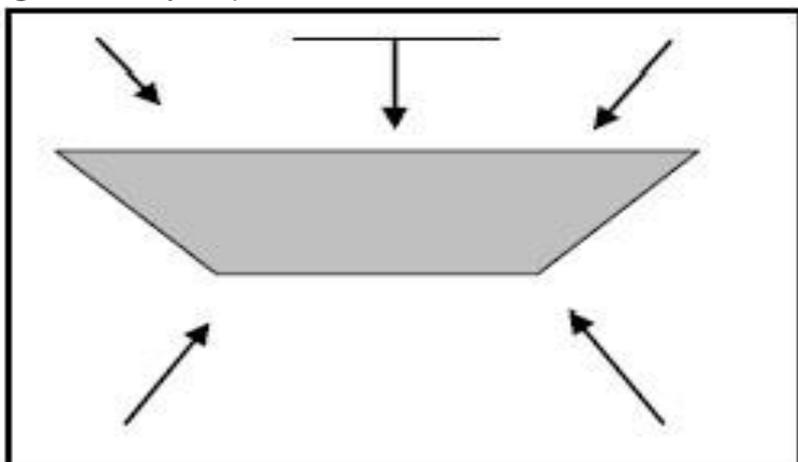
A importância da análise do problema de *layout*, segundo KRAJEWSKI (2009), sob a ótica econômica, é que um *layout* eficiente no processo produtivo pode obter considerável redução nos custos de produção. Para se manterem eficientes e para que as empresas possam estar competitivas no mercado, os autores dizem que elas devem estar em constante reorganização, devido, principalmente, à tecnologia que o mercado oferece, produzindo novas máquinas e equipamentos, tornando modelos e métodos obsoletos.

O *layout* de qualquer empresa, quer seja uma indústria ou prestadora de serviço, é o resultado final de uma análise e proposições de um *layout* relacionadas a cada produto. Nakagawa (1993), por exemplo, enfatiza que para se estabelecer um novo arranjo físico deve ser feito um estudo planejado do sistema de informações, fazendo melhorias com relação à distribuição de móveis, equipamentos e pessoas pelo espaço disponível da melhor forma possível, assim podendo influenciar na motivação e maior eficiência no trabalho. O autor também afirma que o espaço físico tem relação direta com a eficiência e eficácia em gestão de processos.

### **Layout posicional**

Neumann e Scalice (2015), denominam *layout* posicional como um tipo mais básico que é utilizado quando o produto a ser produzido é muito grande e sua locomoção é difícil. Nesse caso, para se realizar tal tarefa, o material ou produto fica fixo em uma determinada posição, para executar o serviço necessário, as máquinas é que se deslocam. Na Figura 1, o *layout* que está sendo utilizado é o posicional, que nesse caso são os equipamentos, matéria-prima e mão de obra que se movem até o produto.

Figura 1 - *Layout* posicional.



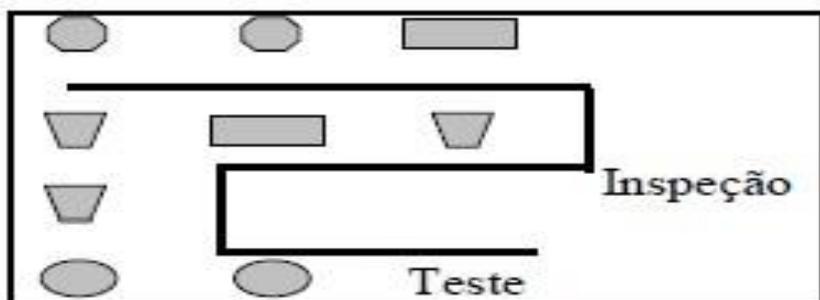
Fonte: Adaptado de Black (1998).

É recomendado para um produto único onde se observa uma dificuldade de movimentação dos recursos produtivos como a produção de navios, aviões, montagem de maquinários de grande porte, turbinas, pontes rolantes, grandes transformadores elétricos e outros produtos de grandes dimensões físicas.

### **Layout por produto**

O *layout* por produto, também denominado *layout* de linha, é usado para a fabricação de produtos com uma grande semelhança e em grandes volumes. De acordo com Neumann e Scalice (2015), nesse tipo de *layout*, as máquinas ou estações de trabalho são organizadas na forma de linha de produção, de acordo com a seqüências de operações do produto a ser produzido. Os *layouts* de linha são obtidos juntando as pessoas e equipamentos como na Figura 2, representa o trabalho que flui de modo contínuo, sendo que os operários e máquinas permanecem fixos nas posições pré-definidas.

Figura 2 - *Layout* por produto.



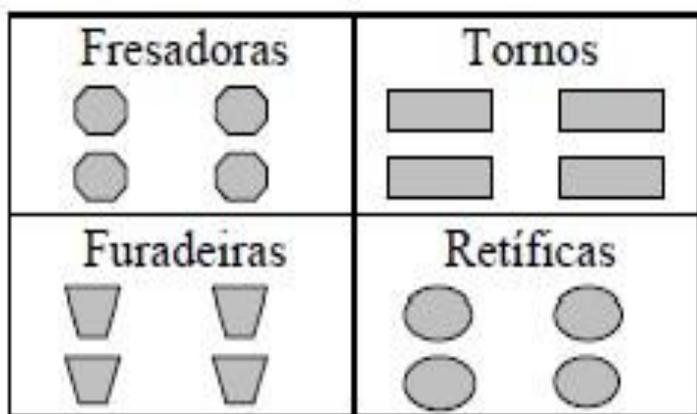
Fonte: Adaptado de Black (1998).

Nesse tipo de *layout* as estações de trabalho e máquinas são organizados na forma de linha, de acordo com as características do produto a ser produzido, as informações são claras e previsíveis gerando altas taxas de produção, menor tempo perdido em *setups*, transporte de matérias e baixo tempo de espera entre as operações.

### Layout por processos

O *layout* por processos, também conhecido como *layout* funcional, os processos e os equipamentos do mesmo tipo são gerados na mesma área, agrupando máquinas cuja função é a mesma, pois segundo Neumann e Scalice (2015), esse tipo de *layout* é flexível para atender às mudanças de mercado. Suas principais características são que máquinas e equipamentos ficam fixos e o produto que se movimenta, os equipamentos são agrupados por função (montagens, soldagem, usinagem etc.), a produção por lotes, utilizando esse tipo de *layout*. Conforme a Figura 3, alguns produtos acabam passando por alguns setores e não passando por outros, dependendo das necessidades.

Figura 3 - *Layout* por processo.



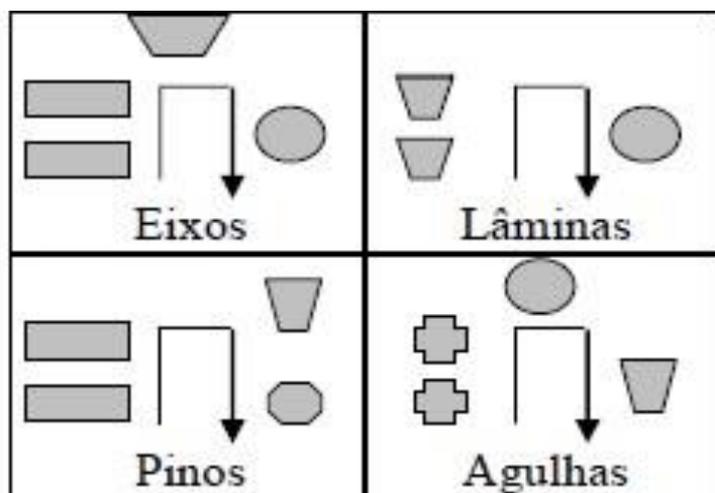
Fonte: Adaptado por Black (1998).

Esse tipo de *layout* é aplicável quando o volume de produção é baixo e existe uma grande diversificação de tipos de produto em linha. Black (1998) descreve que a característica principal do *layout* por processo é a produção de grande variedade de produtos, que resulta em pequenos lotes de produção, muitas vezes de qualidade menor do que esperada.

## Layout celular

*Layout* celular é a divisão do processo produtivo em células e tem o objetivo de reunir em famílias as peças que apresentem características semelhantes no processo de produção. Black (1998) e Slack *et al.* (2002) apud Neumann e Scalice (2015) definem *layout* celular como um tipo de *layout* com o objetivo de montar mini fábricas para diferentes famílias de produtos. Conforme a Figura 4, o *layout* celular destaca-se por ser flexível quanto ao tamanho de lotes por produto, podendo gerar mais produtividade e qualidade. A responsabilidade sobre o produto fabricado é maior do que em linhas de produção e o transporte de materiais e estoques diminui gerando maior satisfação no trabalho.

**Figura 4** - *Layout* celular.



Fonte: Adaptado por Black (1998).

O *layout* celular é empregado em uma grande gama de indústrias, incluindo empresas atacadistas, de autopeças, mobiliário, utensílios domésticos e bancos. Algumas vantagens do *layout* celular são: boa combinação de flexibilidade e integração, maior controle do sistema e confiabilidade de entregas, redução do inventário favorece trabalho em grupos que pode resultar em maior motivação.

## Procedimentos Metodológicos

Foi feita uma pesquisa, que de acordo com Gil (2010) é importante quando não se dispõe de informações suficientes para responder ao problema, permitindo assim

a formulação mais precisa sobre o objeto de estudo, podendo criar novas hipóteses, além de ajudar na estruturação de novas pesquisas.

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa de reforma de pneus localizada no Sul de SC no período março a novembro de 2018. Utilizou-se de documentos internos da organização como a planta da empresa e a quantidade de pneus produzidos, para subsídio deste estudo para maior conhecimento do processo atual.

Segundo Martins (2008), a pesquisa documental é de extrema importância em qualquer planejamento para coleta de dados e evidências. Um dos grandes desafios da pesquisa documental é o grau de confiança sobre a veracidade dos documentos. Dessa forma, foram feitas triangulações de dados e de resultados para o estudo ter mais confiabilidade.

Além da pesquisa documental, utilizou-se uma abordagem qualitativa, tendo como método de pesquisa o estudo de caso que, de acordo com Gil (2010) é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada e que consiste no estudo profundo com poucos objetivos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Segundo Costa (2006), esse estudo costuma ser utilizado para esclarecimento do campo da pesquisa. Seus resultados, de modo geral, são apresentados em aberto, na condição de hipóteses, não de conclusões.

No que se refere à natureza, o trabalho se configurou como uma pesquisa aplicada, pois foi desenvolvida visando à realização de um levantamento teórico sobre o tema a partir da literatura existente, para orientar as ações práticas, comparando o *layout* atual com o modelo proposto (Flick, 2009).

Para ter uma base de dados foram feitas algumas medições na área fabril, e algumas ferramentas de medições foram utilizadas para coleta de dados na área, tais como trena, cronometro e alguns *softwares* para desenhar a planta baixa e o arranjo físico da empresa como *Sketchup*, além do *Microsoft Office Word* e *Paint*.

## **Resultados e Discussão**

A pesquisa foi realizada em uma empresa reformadora de pneus, fundada em 2001 na região sul de SC. A empresa se mantém em constante atualização, sempre ligada ao que o mercado oferece de mais moderno no segmento de reforma. A empresa emprega cerca de 20 colaboradores, que estão alocados em uma área física

de 600 m<sup>2</sup>. O atual processo de produção, a capacidade das máquinas e equipamentos é de reformar cerca de 72 pneus por dia. A empresa opera em um turno de 9 horas, totalizando 45 horas semanais.

O processo de reforma tem uma sequência pré-definida, dessa forma o pneu passa por onze etapas.

### ***Etapas do processo de reforma de pneus***

Etapa 1, Limpeza: uma máquina desenvolvida para esta função faz a limpeza de todo o costado do pneu por meio de uma escova de aço giratória, removendo assim todos os possíveis contaminantes existentes na carcaça.

Etapa 2, Inspeção inicial: nessa etapa o profissional avalia as reais condições do pneu a ser reformado, definindo se está apto ou não a receber a recapagem. Aqui, todas as partes fundamentais do pneu são analisadas: a parte interna, o costado, o ombro, a banda de rodagem e o talão. Também, são verificados possíveis deslocamentos na carcaça, com o auxílio de uma ferramenta chave solvela. Caso o pneu não apresente condições ideais para reforma, o pneu deverá ser rejeitado e devidamente descartado.

Etapa 3, Raspagem: utilizando uma máquina lixadeira faz com que o restante da banda de rodagem seja desgastado. Neste processo, identifica-se o raio do pneu por meio do gabarito e a medida da carcaça. De posse destes dados, o raspador lança essas informações em uma ordem de produção, que acompanhará o pneu em todo processo.

Etapa 4, Escareação: tratam-se os pequenos cortes e furos encontrados na área do piso da carcaça. Caso o volume, o tamanho ou a profundidade dos cortes estejam acima dos limites pré-definidos, o pneu poderá ser recusado.

Etapa 5, Aplicação de cola: utilizando uma pistola, aplica-se uma camada de cola para dar maior adesão à carcaça.

Etapa 6, Preenchimento: uma borracha especial é aplicada em cada ponto escareado, a fim de tampar todas as imperfeições causadas pelo processo de escareação, deixando o pneu pronto para receber a nova banda de rodagem.

Etapa 7, Preparação da banda de rodagem: enquanto o pneu passa pelos processos anteriores, ocorre a preparação da banda de rodagem. Essa etapa começa assim que o funcionário recebe as informações do processo de raspagem por meio da

ordem de produção. A banda é cortada de acordo com as dimensões do pneu e recebe uma camada de borracha de ligação pré curada, que será a responsável pela adesão da banda junto à carcaça no processo de vulcanização.

Etapa 8, Aplicação da banda de rodagem: em seguida ao enchimento e com a banda preparada, vem a aplicação da banda de rodagem onde a nova banda é aplicada e o pneu recebe uma espécie de roletagem para remoção de qualquer ar e para melhor fixação da banda na carcaça.

Etapa 9, Montagem: com a nova banda aplicada é colocado no pneu um envelope externo e um interno *innerlop* de borracha que, em seguida, recebe uma sucção gerando uma pressão sobre o pneu.

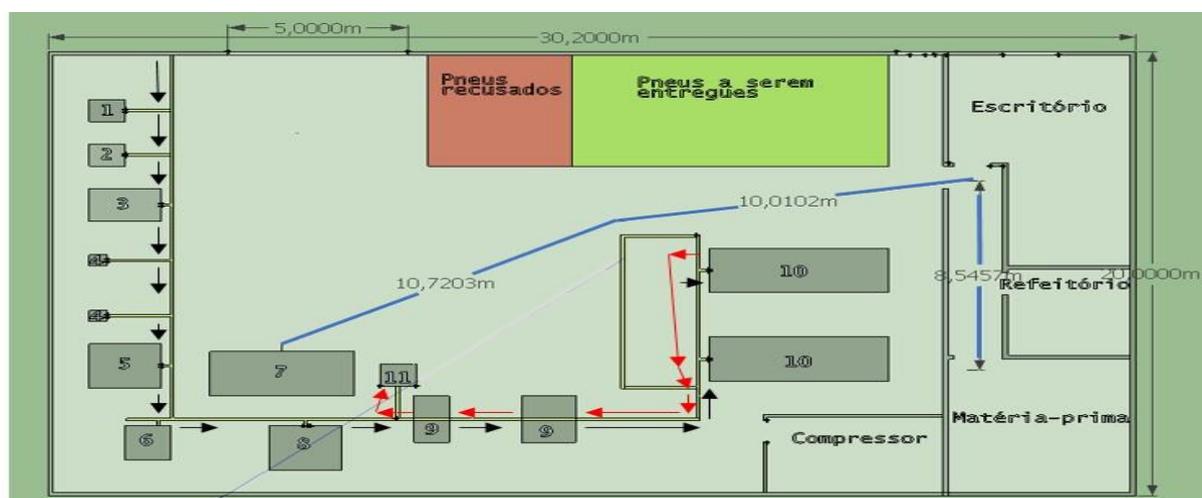
Etapa 10, Vulcanização: então o pneu chega à etapa de vulcanização, que será colocado em uma autoclave, equipamento que utiliza temperatura, pressão e tempo para vulcanizar a nova banda sobre a carcaça. Durante todo o processo, utilizam-se recursos eletrônicos para controlar o tempo, a temperatura e os níveis de pressão que serão aplicados ao pneu. Só assim é possível garantir a segurança e qualidade da reforma. O tempo de vulcanização é de 170 minutos.

Etapa 11, Inspeção final: após a vulcanização, o pneu passa novamente por uma avaliação, denominada de inspeção final, na qual será verificado se o pneu não possui nenhuma falha “deslocamentos” ou imperfeições que impossibilite o uso.

Dessa forma, o pneu pode ser entregue ao cliente com garantia e segurança

O *layout* atual do processo encontra-se de acordo com a Figura 5.

**Figura 5** - Layout atual da empresa.



Fonte: Autores (2018).

Com base na fundamentação teórica, foi possível observar que o *layout* que a empresa utiliza atualmente é classificado como *layout* por processo, pelas atividades da produção serem em linha e utilizar sistema de produção por lote. Devido ao alto grau de variedade (pneus), o serviço requer ajuste dos equipamentos, pois os operários e máquinas permanecem fixos. Dessa forma, os pneus passam por um sistema de monovia em cada setor para ser realizada a tarefa.

Foi observado em campo através de medições, que o *layout* da empresa encontra em estado de falta de organização. Na Figura 1, o processo é caracterizado por setas pretas e setas vermelhas, para visualizar melhor o fluxo. As setas pretas são o fluxo normal, já as setas vermelhas representam o retorno dos pneus na linha. Foi possível observar que esses retornos de pneus na linha podem estar causando atrasos no *setup* entre uma fornada e outra. No setor de montagem, trabalham dois colaboradores que desempenham a mesma função.

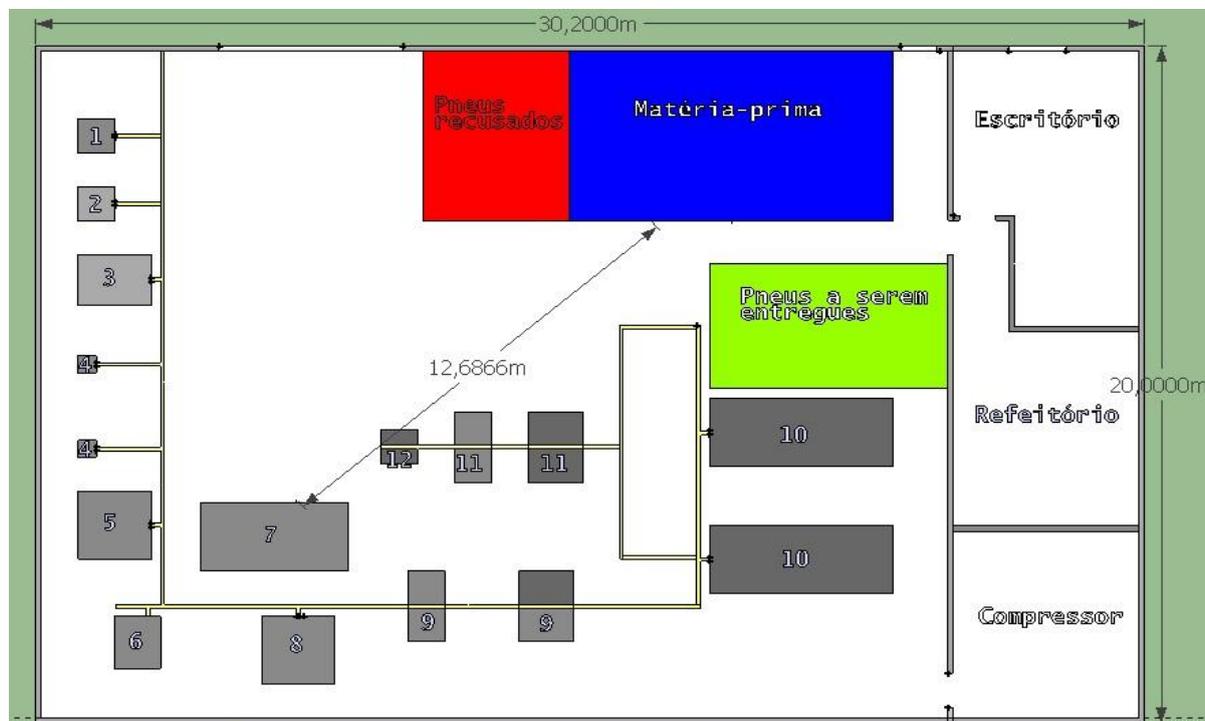
Quando o forno “autoclave” desliga, os pneus são encaminhados para serem desmontados. Os pneus acabam voltando para o setor de aplicação de banda devido haver uma única máquina envelopadora e uma única mesa para fazer a desmontagem dos pneus. Dessa maneira o colaborador do setor de aplicação de banda acaba ficando ocioso devido a não haver espaço na monovia para içar os pneus prontos. O tempo entre o *setup* é de aproximadamente 30 minutos, como a empresa reforma cerca de 72 pneus por dia o tempo que esse colaborador fica ocioso é entorno de 3 horas diárias.

Outra questão foi a localização da matéria-prima que está em uma área distante da produção. O colaborador que faz a preparação da banda de rodagem percorre uma grande distância até chegar ao depósito de matéria-prima. Esta distância é de aproximadamente de 30 metros, o que resulta em desperdício de tempo, uma vez que a empresa reforma cerca de 72 pneus por dia. Foram feitas algumas medições de tempo e calculado a velocidade média e a distância percorrida pelo funcionário para buscar a matéria-prima e voltar a o seu local de trabalho.

O tempo que o funcionário leva para buscar a matéria-prima e voltar é de aproximadamente 1 min. Sendo assim, resultando em uma perda de produção de aproximadamente 20 horas mensais. Esse colaborador recebe R\$ 12,50 por hora segundo a contabilidade da empresa, logo então temos R\$ 250,00 de perdas

diariamente. Por meio de todas essas informações, foi possível propor um novo modelo de *layout* para o processo de produção conforme a Figura 6.

**Figura 6** - Layout proposto.



Fonte: Autores (2018).

Conforme a Figura 6, esse novo modelo de *layout* proposto, foi reorganizado pensando em um espaço de acesso mais fácil, reduzindo o tempo gasto com a movimentação desnecessária o novo layout ficou organizado da seguinte forma: Etapa 1 Limpeza; Etapa 2 Exame inicial; Etapa 3 Raspagem; Etapa 4 Escareação; Etapa 5 Aplicação de cola; Etapa 6 Preenchimento; Etapa 7 Preparação de banda de rodagem; etapa 8 Aplicação de banda de rodagem; Etapa 9 Montagem; Etapa 10 Vulcanização;

Etapa 11 Desmontagem; Etapa 12 Exame final. Dessa forma, a distância que o funcionário percorrerá até a matéria-prima é menor, cerca de aproximadamente 12 metros, resultando em um ganho de 38 minutos por dia com a eliminação desse tempo perdido o nível de produção será superior ao atual.

A sequência do processo já é estabelecida. O pneu passa por todas as etapas e a questão da linha cruzada no setor de montagem/aplicação de banda foi tratada da seguinte forma: elaborou-se a alteração com a aquisição de uma máquina

(envelopadora) e uma mesa para uso da desmontagem de pneus. Deste modo, o uso de uma nova máquina vai evitar com que o produto precise retornar a etapa anterior.

O valor a aquisição desses dois equipamentos ficou em torno de R\$ 3.500,00 reais tendo uma redução de 3 h por dia no setor de aplicação de banda, o custo por hora desse colaborador é R\$ 12,50 como a empresa trabalha 60h mensais gera um total de R\$ 750,00 por mês de perda. Se a empresa optar por fazer a aquisição desses dois equipamentos o investimento será pago em 5 meses.

### **Considerações Finais**

A importância do *layout* para os processos de modo geral está se tornando cada vez mais necessária, fazendo com que as empresas procurem por melhorias e formas de redução de custo. Relacionado ao processo produtivo, tem maior impacto por repercutirem diretamente no desempenho da empresa.

Esta proposta de trabalho abordou alterações no *layout* produtivo de uma empresa de reforma de pneus na região sul SC. Para isso, foi feita uma pesquisa que foi capaz de identificar um novo modelo de *layout*, melhorando o fluxo, reduzindo o tempo de movimentação e a linha cruzada no processo.

Com objetivo de propor uma alteração do *layout*, melhorando a eficiência do macroprocesso, buscou-se satisfazer os objetivos específicos. Utilizou-se o estudo de caso, referencial bibliográfico, dando ênfase ao trabalho. Foram identificados alguns problemas e em seguida foi feita a análise e sugerida uma proposta de um novo modelo de *layout*, buscando otimizar o processo produtivo da empresa.

Deste modo, considera-se que o trabalho foi concluído com êxito, pois identificou falhas e apresentaram-se alterações, visando minimizar as distâncias entre as áreas, diminuindo as perdas com a movimentação desnecessária. Por fim, observou-se a importância com relação aos ganhos que um planejamento de um *layout* pode trazer à organização sem necessitar de altos investimentos financeiros.

Diante da complexidade do tema, o presente estudo teve como objetivo apenas conceder informações para sugerir alterações que possam se tornar melhorias. Tendo como base este estudo, é possível a realização de trabalhos futuros, fazendo uma análise mais aprofundada do estudo sobre o dimensionamento e a viabilidade financeira.

## Referências

- ABR – Associação Brasileira Do Segmento De Reforma Dos Pneus. Dados do Segmento. Disponível em: [www.abr.org.br/dados.html](http://www.abr.org.br/dados.html). Acesso 26 jul.2018;
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998;
- BORNIA, A. C.; **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. Florianópolis: UFSC, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC;
- COSTA, Arlindo. **Metodologia da pesquisa**. Mafra. 2006.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed,2009.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de produção e operações**. 8 ed. São Paulo: *Pearson Prentice Hall*, 2009.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. [S.l.:s.n.] 2018. Disponível em < [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br)>. Acesso em 10 jul.2018.
- MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de Caso: Uma estratégia de pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MARTINS GARCIA, Petrônio; LAUGENI PIETRO, Fernando. **Administração de produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MOREIRA, Sheron Pereira de Lima; BITENCOURT, Cleusa Marli Gollo: **Um estudo exploratório da cadeia produtiva de recapagem de pneus**. Vacaria. RS, 2010. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/872/337>. Acesso em: 26 jul.2018.
- NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de fabrica e layout**. 1. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- NAKAGAWA, M.; **Gestão estratégica de custos: conceitos, sistemas e implementação**. São Paulo: Atlas, 1993.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2010.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The machine that changed the world**. New York. Rawson Associates. 1990.

## CAPÍTULO 19

### PROPOSTA DE MUDANÇA DO LAYOUT EM UMA OFICINA AUTO ELÉTRICA: ESTUDO DE CASO COM BASE NA DEFICIÊNCIA DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

**Willian Camilo**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**Berto Warmeling**

**João Paulo Mendes**

**Claiton Uliano**

**Reginaldo Tassi**

**Henrique Demarco**

**Resumo:** Os métodos 5S e TPM são importantes ferramentas no processo organizacional de uma empresa. Dessa forma o objetivo do trabalho foi elaborar uma proposta de mudança na disposição de ferramentas e equipamentos em uma oficina auto elétrica, por meio dos métodos 5S e TPM. Para tanto, foi analisado o tempo padrão de determinados serviços e cronometrado o tempo perdido na realização dos serviços. Além disso, foi elaborada uma proposta de melhoria no layout baseando se nos conceitos 5S e TPM. Constatou-se uma perda significativa de tempo para execução dos serviços, devido à falta de ferramentas ou a má disposição das mesmas, por consequência houve uma perda financeira devido ao uso incorreto desse tempo. A partir dos resultados obtidos, foi constatado que os métodos 5S e TPM, quando implantados contribuem para uma melhor gestão da empresa, permitindo a elaboração de um novo layout.

**Palavras-chave:** Ferramentas. Layout. Tempo. TPM.

#### **Introdução:**

A economia do século XXI apresenta a livre concorrência entre empresas do mesmo segmento aumentando o nível de competição entre si. Para se destacarem entre as demais, segundo Filipe (2006) as empresas devem aperfeiçoar sua organização com foco na eliminação de desperdícios, buscando a melhoria contínua da produtividade e da eficiência, buscando novas soluções organizacionais.

Considerando a eficiência um fator de grande relevância na busca da otimização dos processos, podemos destacar que, conforme Mariano (2007, p. 1) “a

eficiência de um sistema pode ser definida como sendo a capacidade desse sistema disponível e de aproveitar, ao máximo, as condições disponíveis para obter o desempenho”. Em uma oficina auto elétrica, a eficiência da mão de obra, pode ser mensurada relacionando o tempo estimado e o tempo real da prestação de serviço. Nesse caso, quando o tempo real ultrapassa o tempo estimado, tem-se uma ineficiência, resultante principalmente do tempo gasto na procura de ferramentas e/ou equipamentos no ambiente de trabalho.

Perceber que a disposição e a quantidade das ferramentas e equipamentos não se encontram da forma mais adequada para a execução dos serviços, principalmente em uma oficina elétrica de automóveis que é extremamente dependente de tais materiais, é sem dúvida um fator de grande relevância para a melhoria do processo.

O tempo gasto na busca das ferramentas e equipamentos pode ser verificado com a utilização do método de cronoanálise, e possíveis melhoras podem ser analisadas com o estudo do layout do espaço e disposição de tais materiais.

A cronoanálise é o método utilizado para verificação do tempo que um operário gasta para executar uma operação através de cronometragem, levando em consideração suas necessidades pessoais, interrupções dos processos, entre outros. O resultado desta operação é denominado tempo padrão da tarefa analisada. Para uma possível melhoria no tempo padrão, deve se focar no estudo dos tempos e movimentos da atividade (ROCHA; NAVARRO, 2014). Resumidamente, ainda conforme os autores, estudo dos tempos é a análise do tempo gasto para executar uma tarefa, e estudo dos movimentos é a análise dos movimentos realizados para executar uma tarefa.

Já o *layout*, engloba o arranjo físico dos recursos de transformação, trata-se de analisar e alocar todos os componentes da instalação. Ele visa à melhoria das condições de operação em determinado setor, tornando o processo mais eficiente (SILVA et al., 2009).

Para aperfeiçoar o layout pode-se utilizar algumas ferramentas de gestão organizacional como 5S e TPM. Para Oliveira et al., (2015) *apud* Silva (1994), o 5S tem como intuito manter o local de trabalho limpo, organizado e promover a disciplina, tornando um ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo. O método também desperta o trabalho em equipe, motivando as pessoas através de ideias novas e

renovadoras. Em relação a TPM, Rosa e Morales (2006), explanam que TPM (Manutenção Produtiva Total) é um conjunto de atividades voltadas à manutenção de equipamentos, pretendendo atingir sua utilização máxima, mantendo os mesmos sempre à disposição para que sejam o mais eficiente possível.

A importância da proposta desse trabalho pode ser justificada com a afirmativa de Filipe (2006), que no contexto atual, de grande instabilidade e incerteza, para manterem-se no mercado, as empresas devem evoluir no sentido de crescimento do negócio, juntamente com a redução de custos. Por outro lado, os clientes estão cada vez mais exigentes em relação à qualidade dos serviços. Desta forma, é necessária a busca por novas ferramentas e estratégias que possibilitem a estadia no mercado.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de mudança na disposição de ferramentas e equipamentos em uma oficina auto elétrica.

Para tal, destacam-se como objetivos específicos: descrever sobre os métodos 5S e TPM que servirão como base para a elaboração do novo *layout* e auxiliam a gestão organizacional; identificar os tempos gastos na procura de ferramentas e equipamentos; elaborar uma proposta de reorganização da disposição e quantidade de ferramentas no ambiente da auto elétrica.

O estudo deverá ao final apresentar a auto elétrica, um ambiente de maior rapidez na execução dos serviços, com a possibilidade de torná-la mais eficaz. Garantindo assim, melhorias nos serviços prestados.

## **Meios de redução da ociosidade**

### **Ferramenta 5S**

A qualidade de um serviço é um fator de grande relevância para muitos clientes, com isso, as empresas buscam adequar sua gestão visando minimizar as falhas e erros relacionados a ferramentas e equipamentos. Essas falhas e erros são critérios utilizados pelos clientes como uma forma de análise para determinar se o serviço foi executado realmente com qualidade (BALSAN; FABBRIN; NETO, 2017).

Segundo Bayo-Moriones et al., (2010) *apud* Balsan, Fabbrin e Neto, (2017) a ferramenta 5S é uma alternativa que busca reduzir perdas, otimizar a produtividade e a qualidade através da manutenção e da ordem no local de trabalho, utilizando

critérios como valores de organização, limpeza, padronização e disciplina no local de trabalho.

São os cinco “S” Segundo Lapa (1998) *apud* Campos et al., (2006) podem ser definidos como:

1. SEIRI - Senso de utilização, organização, arrumação, seleção;
2. SEITON - Senso de ordenação, classificação, sistematização;
3. SEISO - Senso de limpeza, zelo, cuidado;
4. SEIKETSU - Senso de asseio, saúde, higiene, integridade; e,
5. SHITSUKE - Senso de autodisciplina, compromisso educação.

A metodologia 5S foi comprovada cientificamente como uma ferramenta que gera benefícios para a empresa. Além disso, é considerada por muitos gestores como uma forma de reorganização para que a mudança comece a ser inserida (OLIVEIRA et al., 2015).

### **TPM (Manutenção Produtiva Total)**

Segundo Takahashi e Osada (1993), *apud* Rosa; Morales, (2006) “TPM é um conjunto de atividades de gerenciamento voltadas para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima”.

A TPM tem como objetivo a eficácia da organização, onde se trata da manutenção com baixo grau de complexidade feita pelos funcionários que utilizam essas ferramentas equipamentos e máquinas. Com isso, serviços como ajustes, regulagem, limpeza, lubrificação, troca de lâmpadas, entre outros, podem ser executados em um tempo programado, maximizando a produtividade por manter as ferramentas de trabalho sempre em boas condições e à disposição (ALVES; OLIVEIRA, 2014).

### **Otimização do *layout***

Define-se *layout*, como sendo o arranjo físico das máquinas, equipamentos, ferramentas, área de circulação, localização dos setores e tudo o que ocupar espaço em uma empresa. Pode-se obter melhorias buscando aperfeiçoar o ambiente de trabalho maximizando o funcionamento dos processos (SILVA et al., 2009).

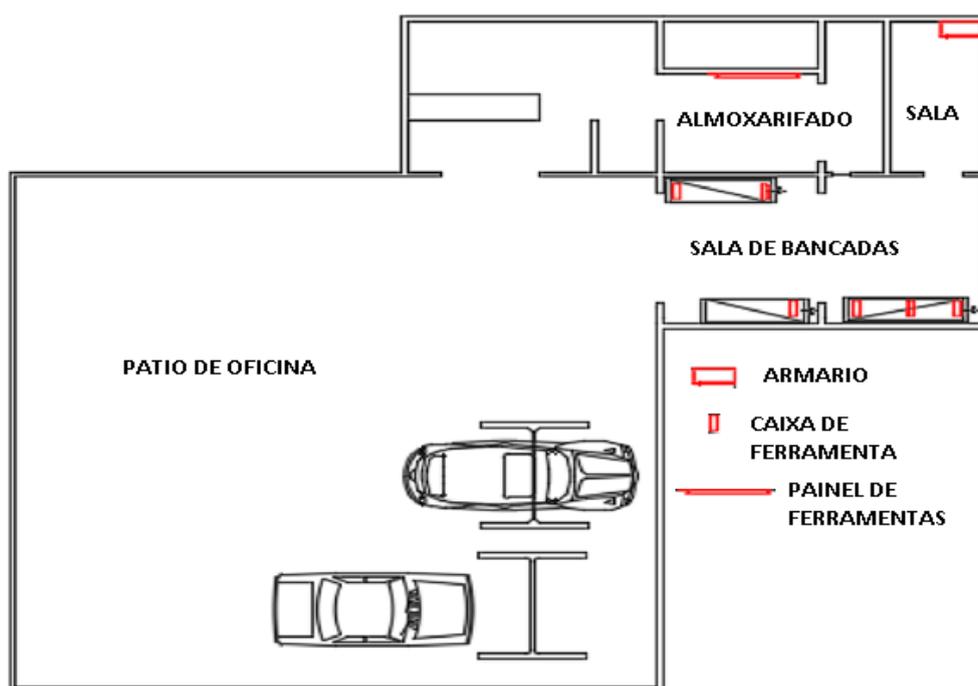
Portanto, o layout da organização, quando bem elaborado e executado, traz consigo uma série de benefícios que fazem com que a empresa trabalhe de forma organizada e produtiva (FREITAS; SILVA; CABRAL, 2016).

Diante disso, Silva et al., (2009) afirmam que o *layout* é uma ferramenta indispensável para a excelência dos produtos e serviços, pois permite eliminar as falhas e as desordens que se encontram no processo produtivo. Também torna a empresa mais competitiva no mercado por possibilitar a execução de um serviço mais ágil e de qualidade, permitindo atender uma quantidade maior de clientes, acompanhando o crescimento da demanda.

### Layout atual

No *layout* atual as ferramentas principais, que são consideradas as mais utilizadas no decorrer do dia, estão dispostas nas bancadas de manutenção em caixas de ferramentas, exigindo uma grande movimentação dos eletricitistas na hora de executar a manutenção nos veículos que se encontram no pátio da oficina, muitas vezes fazendo várias viagens entre o veículo e a caixa de ferramenta em busca da ferramenta adequada, pois à medida que se vai efetuando o serviço diversas ferramentas são solicitadas. A Figura 1 representa o layout encontrado.

Figura 1- Layout atual.



Fonte: Autores (2018).

Ainda no *layout* encontrado tem-se um painel de ferramentas específicas para determinados serviços, onde as mesmas são utilizadas esporadicamente. Localizam-se no almoxarifado e são disponibilizadas pelo auxiliar de almoxarifado. Desta forma, muitas vezes ocorre um tempo ocioso gerado pela indisponibilidade do funcionário do almoxarifado deixando o eletricitista parado devido à necessidade da ferramenta. Pode se observar também um armário onde se encontram ferramentas específicas para determinados veículos, como por exemplo, ferramentas de sincronismo de motores, estas estão acessíveis aos eletricitistas, porém são pouco usadas e se encontram em um local considerado ideal.

Complementando a descrição do *layout*, existe um grande problema em relação às ferramentas básicas. Para todos eletricitistas faltam algumas ferramentas, fazendo com que os mesmos tenham que pedir emprestado ou até mesmo pegando sem o consentimento dos demais eletricitistas. Muitas vezes essas ferramentas não voltam mais para o local de origem, gerando um grande tempo ocioso em busca das mesmas quando são necessitadas.

Outro problema encontrado foi a inutilização de algumas ferramentas por estarem danificadas, fazendo com que tenham que ser concertadas ou ajustadas durante a prestação de um serviço, assim, elevando o tempo de realização do serviço.

### **Cronoanálise**

Para SAEPRO (2014), a cronoanálise é uma ferramenta utilizada para avaliação e registro dos tempos gastos na área de produção da empresa, que visa identificar uma sequência lógica do fluxo operacional mais apropriado e eficiente ao trabalho. O mesmo diz que para a implantação da cronoanálise, deve se encontrar o tempo padrão.

A importância da cronoanálise para o setor produtivo refere-se à capacidade de definir o tempo padrão para realização de um determinado trabalho. Desta forma é possível organizar o processo produtivo, além de contribuir para a análise dos custos por minuto de cada atividade. O tempo padrão pode ser definido como sendo o tempo utilizado para executar uma tarefa levando em considerações as necessidades humanas e as paradas necessárias. Este tempo padrão, tem sua origem nos estudos dos tempos e métodos (VIANA JUNIOR; BONFIM; DUARTE, 2015).

Estudo dos tempos é um procedimento para a melhoria da produtividade quando estabelece um padrão de tempo para executar uma série de operações relacionadas aos movimentos. Já o estudo dos movimentos, é a análise dos movimentos executados para a realização de uma tarefa, visando sempre a melhoria dos mesmos executando-os o mínimo possível para diminuir o tempo de operação e ocorrer o menor desgaste possível do operador, porém deve se manter ou melhorar a qualidade do produto ou serviço prestado (VIEIRA et al., 2015).

Esta fundamentação serve como base para a elaboração da proposta de um *layout* com maior eficiência, que é o que se deseja com este estudo.

### Procedimentos Metodológicos

Este trabalho classifica-se como um estudo de caso, permitindo assim um conhecimento amplo e detalhado sobre o assunto (GOODE; HATT, 1973 *apud* ENEGEP-ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015) O mesmo foi realizado *in loco*, na oficina Auto Elétrica Baesso, apresenta a Figura 2, localizada na rodovia Genésio Mazon, Urussanga/SC. A empresa está no ramo automotivo há 31 anos, e seu quadro de funcionários conta com 11 colaboradores, sendo 6 eletricitas, 1 auxiliar geral, 1 atendente, 1 auxiliar de almoxarifado e 2 financeiros.

Suas atividades compreendem manutenção elétrica de veículos leves e pesados e, também, serviços de injeção eletrônica. A empresa possui vários prêmios locais referentes ao ramo no qual atua, sendo considerada uma referência na região.

**Figura 2** - Vista frontal da auto elétrica.



Fonte: Autores (2018).

Na empresa foram realizadas análises do tempo padrão de determinados serviços, e de forma minuciosa, cronometrado o tempo perdido na realização de um serviço, decorrente da falta ou má organização de ferramentas e equipamentos. Também foi observado o excesso de movimentação dos eletricitistas, gerando um grande tempo ocioso. Tais informações foram obtidas durante o período de 20 de agosto e 6 de setembro de 2018.

A cronometragem exige quatro etapas para que se tenha um resultado desejável, dentre elas estão: observação, coleta de dados, análise e proposta de melhoria (PRONACI, 2003). Para a coleta de dados, foi utilizado o cronômetro sexagesimal, com o intuito de medir as tarefas executadas e o tempo ocioso, além de uma ficha para coleta de dados pertinentes ao estudo. Foram medidos os tempos gastos em busca de ferramentas com um cronômetro, onde foi realizada a medição quando se iniciou a busca por ferramentas, e só parava quando a ferramenta estava no seu local de origem.

Desta forma, este trabalho pode se caracterizar quanto a sua natureza como um trabalho ora quantitativo, quando se relaciona com a análise dos tempos, e ora qualitativo, quando visa melhoria do processo através de propostas para otimização da prestação de serviço da auto elétrica. Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa explicativa ao revelar o porquê da dificuldade de se realizar um determinado serviço em seu tempo padrão.

Contudo, para elaboração da proposta de melhoria, foram utilizados o referencial bibliográfico abordado no contexto deste trabalho e o software AutoCAD, elaborando a proposta de mudança do layout da empresa. Complementando, foi elaborada uma apresentação do conceito 5S e TPM para os colaboradores da empresa para que possam entender e colaborar com a melhoria proposta.

## **Resultados e Discussão**

Com uma análise utilizando o método de cronoanálise notou-se que raramente o trabalho executado ocorria dentro do tempo padrão estipulado, devido principalmente à ausência de ferramentas adequadas ou por não estarem em seus devidos lugares, fazendo com que o técnico procure as ferramentas para a realização do serviço, gerando um grande tempo ocioso.

Em relação à ociosidade existente, foram realizadas novas cronometragens considerando somente o tempo perdido em busca de ferramentas, julgando esses tempos, os principais dados para análise. Foram realizadas em dias aleatórios, somente dias que apresentaram demanda de serviços em todo o decorrer do seu período. Tendo em vista que em alguns dias ocorrem ociosidade devida à baixa demanda. A Tabela 1 representa o total de minutos que um eletricitista utilizou em busca de ferramentas em um dia.

**Tabela 1** - Tempo gasto por eletricitista em busca de ferramentas.

Dia	1º	2º	3º	4º	5º
<b>Tempo/minutos</b>	17	12	26	19	22

Fonte: Autores (2018).

Percebeu-se que 1 técnico perde em média 19,2 minutos por dia. Levando em consideração que todos os 6 eletricitistas passam pelo mesmo problema, tem-se como resultado do levantamento de dados que, por dia são perdidas pouco menos que 2 horas de trabalho.

Desconsiderando todas as outras consequências geradas por este problema com ferramentas e relevando somente o custo da hora perdida, ou seja, não cobrada do cliente por ser considerado não produtivo, tem-se uma perda total significativa, conforme apresentado na Tabela 2, onde foi considerado 5,5 dias de trabalho por semana.

**Tabela 2** - Quantidade em R\$ perdido decorrente da ociosidade.

Informação	Dia	Semana	Mês	Ano
Período de trabalho	1	1	1	1
Total horas (hora)	1,92	10,56	46,08	552,96
Total R\$ (60/h)	115,20	633,60	2.764,80	33.177,60

Fonte: Autores (2018).

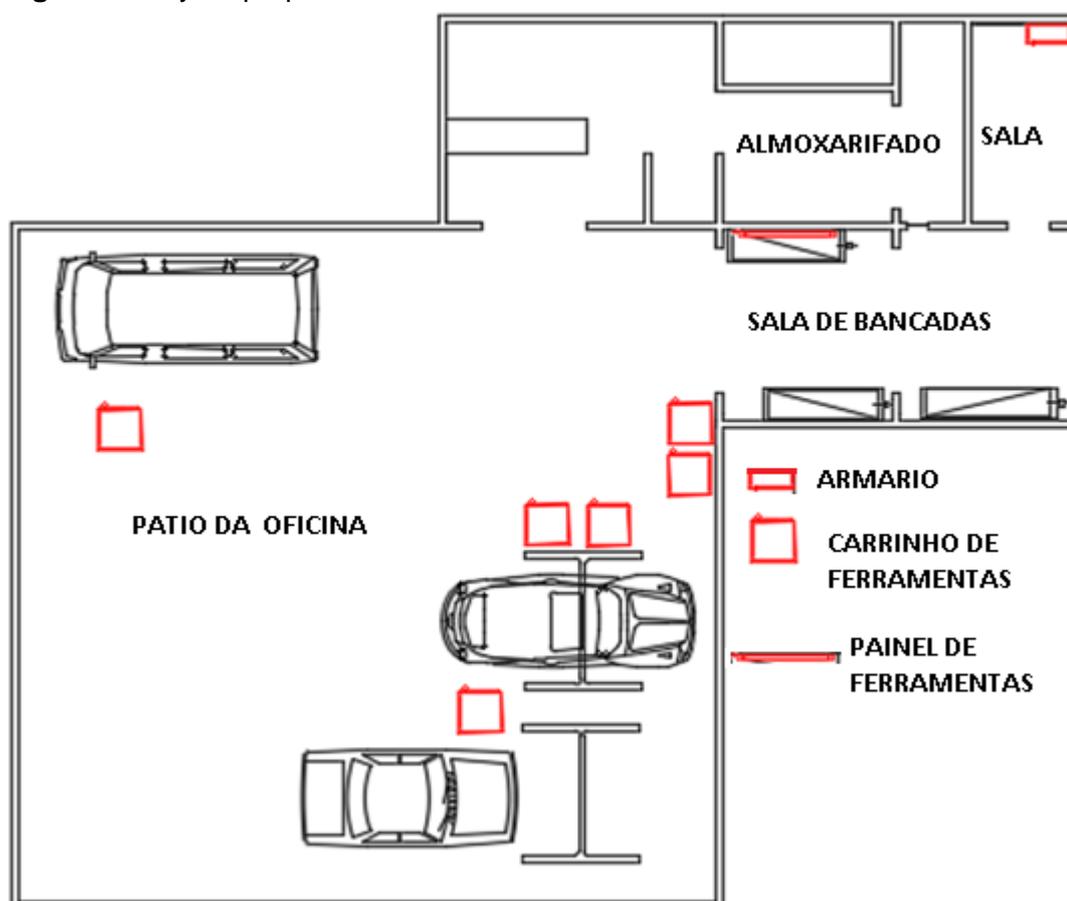
### Layout proposto

Devido aos resultados apresentados na Tabela 2, percebeu-se a necessidade de mudança no layout das ferramentas da oficina, e a aquisição de ferramentas faltantes para todos os eletricitistas com o intuito de reduzir ao máximo este tempo ocioso.

A proposta de um novo layout tem como base a mudança da posição de algumas ferramentas e a aquisição de novas ferramentas e equipamentos. A proposta foi elaborada considerando os conceitos do 5S, visando organização, arrumação, seleção, sistematização, ordenação, integridade, entre outros.

Para o novo *layout* as ferramentas básicas não se encontrariam mais em caixas de ferramentas nas bancadas, mas sim em carrinhos de ferramentas, fazendo com que ocorra uma grande redução de movimentação em busca de ferramenta devido à possibilidade de levar as ferramentas até o local onde está sendo realizado o serviço, demonstrado no layout proposto na Figura 3.

**Figura 3** - Layout proposto.



Fonte: Autores (2018).

O painel de ferramentas que se encontrava no almoxarifado passa para área de trabalho dos eletricitistas próximo a uma das bancadas, desta forma quando necessitadas não dependem mais da disponibilidade do auxiliar de almoxarifado, com

isto elimina-se o tempo perdido ocorrido pela indisponibilidade no setor de almoxarifado.

O armário com ferramentas específicas para determinados veículos permanece no mesmo local, considerado ideal.

Em relação às ferramentas faltantes, propõem-se a aquisição das que estão ausentes completando o kit básico de ferramentas. Além disso, seis carrinhos de ferramentas devem ser adquiridos para que se possa realizar o proposto.

### Investimentos

O investimento financeiro seria praticamente em seis carrinhos de ferramentas e ferramentas faltantes, representados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Investimento em carrinhos e ferramentas.

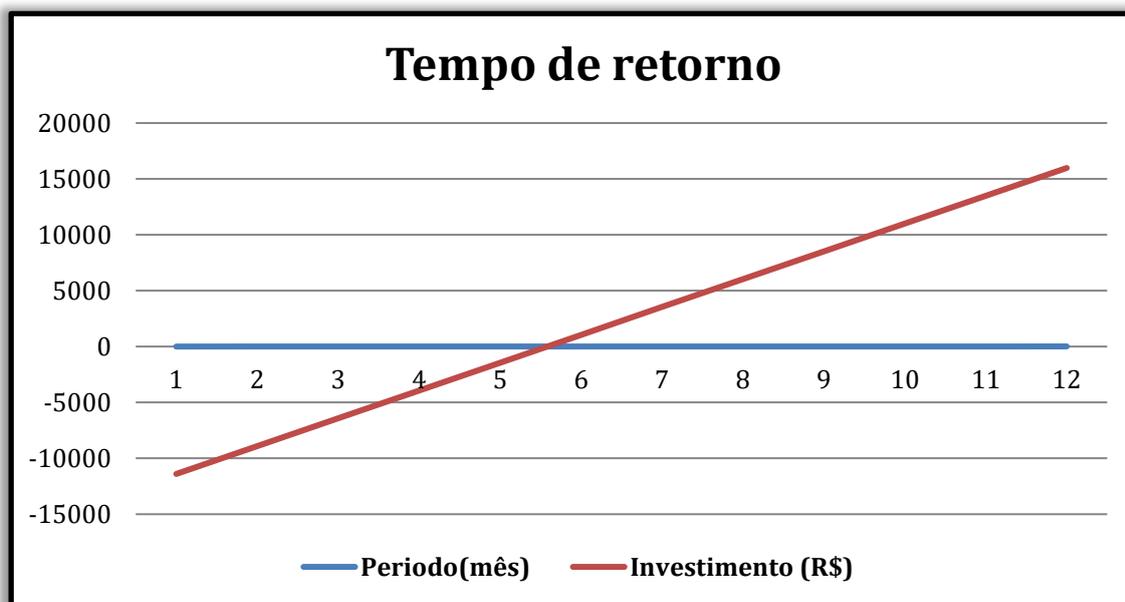
	Carrinho	Ferramentas	Total
Preço-R\$	1.500,00	400,00	1.900,00
Seis funcionários-R\$	9.000,00	2.400,00	11.400,00

Fonte: Autores (2018).

Considerando que a proposta diminua em 90% o tempo perdido, tem-se um ganho de R\$ 2488,32 por mês. Desta forma o retorno do investimento ocorrerá entre o quinto e sexto mês representado onde se pode observar no Gráfico 1.

Além do investimento financeiro, para complementa a mudança no *layout* propõe-se que no painel de ferramentas específicas, tenha cartões de identificação, onde cada cor corresponde a um electricista. O local da ferramenta retirada do painel deve ser ocupado com um cartão da cor que corresponda ao electricista que retirou a ferramenta, desta forma pode-se rastrear tal ferramenta com maior eficiência.

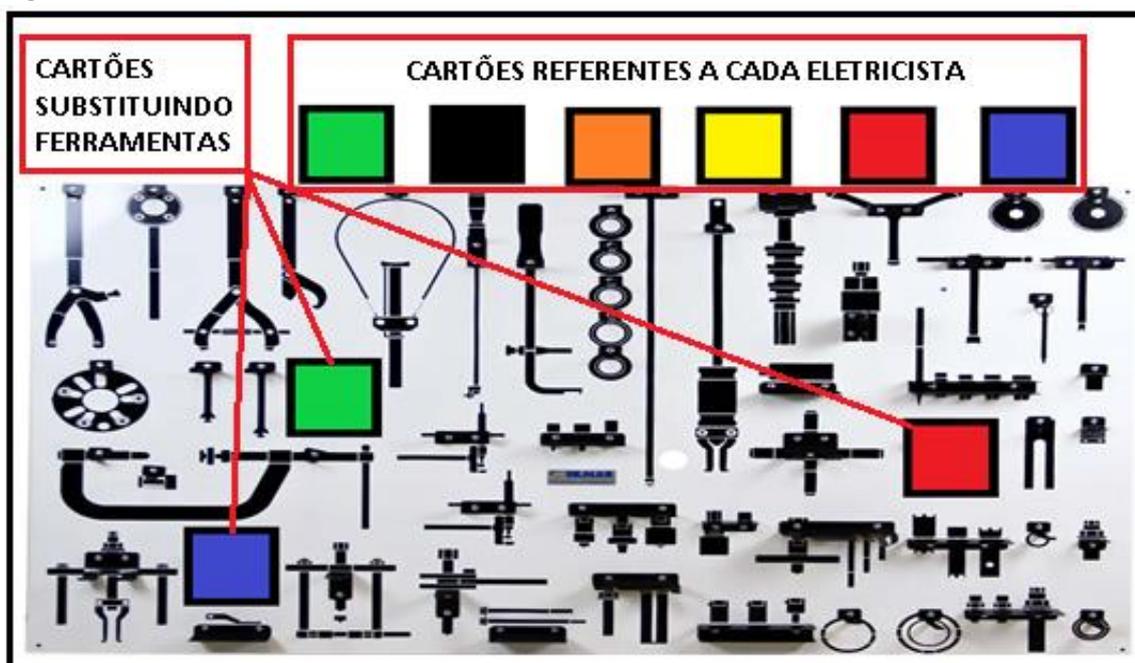
**Gráfico 1** - Tempo de retorno do investimento.



Fonte: Autores (2018).

A Figura 4 mostra o painel de ferramentas onde cada cor representa um eletricista.

**Figura 4** - Painel de ferramentas.



Fonte: Autores (2018).

Juntamente com a proposta de mudanças do *layout*, sugere-se a apresentação das ferramentas 5S e TPM aos eletricistas, com o intuito de conscientizá-los sobre os

benefícios que tais ferramentas podem trazer para a empresa e seus colaboradores. Esta apresentação será com auxílio de Power Point onde apresentará a definição de todos os 5Ss e o conceito TPM. Após isso, deve-se elaborar um cronograma relacionado às atividades do TPM, determinando horários para fazer a manutenção dos equipamentos e ferramentas, como a troca de refil do ferro de solda, limpeza das ferramentas manuais, lubrificação dos elevadores, entre outros. O mesmo deve ser realizado com as opiniões e concordância de todos.

### **Considerações Finais**

As oficinas de automóveis estão cada vez mais modernas e atualizadas, para se manter no mercado são necessárias mudanças organizacionais, buscando sempre melhoria contínua. Tais mudanças muitas vezes podem ser de baixo custo. Porém é necessário o comprometimento e vontade de mudança por parte das pessoas.

Os resultados das análises permitiram verificar que há uma perda de tempo diária de pouco menos que duas horas na execução dos serviços prestados, considerando a somatória do tempo perdido dos 6 eletricitas, devido à falta de ferramentas, à má disposição ou por estarem inutilizáveis.

Além disso, mostrou-se também uma perda financeira ocasionada pelo uso incorreto do tempo. Constatou-se uma perda em torno de R\$ 33.177,60 anuais, levando em consideração o tempo perdido por todos os eletricitas, ocasionado pela deficiência de ferramentas.

As ferramentas 5S e TPM mostraram-se adequadas para fornecer evidências suficientes que assegurem a organização necessária a auto elétrica, tornando de extrema importância a implantação dessas ferramentas no estabelecimento. O 5S mostrou-se útil na elaboração do novo *layout* e na inserção de cartões de identificação no painel de ferramentas, pois foram elaborados com base nos seus conceitos. Já o TPM possibilita a execução das manutenções preventivas dos equipamentos, deixando-os sempre utilizáveis e a disposição.

O presente estudo pode servir de base para outros setores de prestação de serviços, como ferramentaria, manutenção, *setup*, dentre outros que utilizam ferramentas e visam realizar o serviço no menor tempo possível.

## Referências

ALVES, Leandro Martins; OLIVEIRA, Francisco de Paula. Estudo de implantação do sistema tpm na indústria de alimento e seus ganhos. **Gestão e Conhecimento**, Poços de Caldas, v. 10, n. 8, p.1-23, dez. 2014.

CAMPOS, Renato. **A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2006.

ENEGEP - Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 35., 2015, Fortaleza. **Proposta de aplicação da metodologia 5s: um estudo de caso em uma empresa de manutenção de motocicletas no cariri paraibano**. Fortaleza: Enegep, 2015. 21 p. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 10 set. 2018.

FILIPE, Filipe Manuel Correia. **Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infraestruturas ferroviárias**. 2006.

MARIANO, Enzo B. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva. In: SIMPEP: **Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva**. São Paulo: Simpep, 2007.

PRONACI – Programa Nacional de Qualificação de Chefias Intermédias. **Métodos e tempos**. Ficha Técnica PRONACI. Associação Empresarial de Portugal, 2003.  
ROSA, Gerusa de Oliveira; MORALES, Daily. **Implantação do sistema de manutenção produtiva total na COCAMAR - Indústria de fios de seda: Um estudo de caso**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Paulo, Bauru, 2006.

SAEPRO - Simpósio acadêmico de engenharia de produção, 9., 2014, Viçosa. **A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá**. Viçosa: 2014, 2014. 8 p. Disponível em: <<http://www.saepr.ufrv.br/wp-content/uploads/2014.15.pdf?v=2>>. Acesso em: 8 ago. 2018.

SILVA, Carolina Miasso da et al. Aplicação do layout nas empresas. In: SPEPRO, 4., 2009, Lins. **Anais...** São Paulo: Spepro, 2009. p. 1 - 12. Disponível em: <<http://www.unisaesiano.edu.br>>. Acesso em: 25 out. 2018.

VIEIRA, Romero Rondinele dos Santos et al. Estudo de tempos e métodos no processo produtivo de uma panificadora localizada em Mossoró/RN. **Revista Eletrônica Gestão & Sociedade**, Mossoró, v. 9, n. 23, p.977-999, 14 maio 2015. Mensal. Disponível em: <<https://ges.emnuvens.com.br>>. Acesso em: 2 out. 2018.

## CAPÍTULO 20

QUANTIFICAÇÃO DE PERDAS EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE URNAS  
MORTUÁRIAS

Daniela Simiano

Alessandro Cruzetta

Berto Warmeling

Mario Sérgio Rosso Bortolatto

Anderson Volpato Alves

Reginaldo Tassi

Henrique Demarco

**Resumo:** O efetivo controle da geração de resíduos e controle dos desperdícios no processo produtivo são de grande importância para a redução dos custos e aumento da competitividade das organizações industriais. O presente estudo faz a análise do fluxo produtivo e perdas da matéria-prima madeira do tipo pinus *Elliotti*, no setor de usinagem de uma empresa fabricante de urnas mortuárias do Sul do estado de Santa Catarina. As informações foram obtidas pelo acompanhamento *in loco*, medições e análise de dados, tratados neste estudo de caso. Ao término do estudo, constatou-se enquanto a perda teórica é de  $0,01785\text{m}^3$ , a perda real é de  $0,01357\text{m}^3$  e essa diferença se dá pela otimização no decorrer do processo produtivo, que reduz  $0,00428\text{m}^3$  da quantidade de madeira beneficiada no processo e por consequência os resíduos gerados no processo produtivo, constatou-se também, que grande parte das perdas decorre dos defeitos da madeira e dos erros humanos.

**Palavras-chave:** Perdas no processamento. Processo produtivo. Usinagem de madeira.

**Introdução:**

Rodrigues (2012) ressalta que as perdas são inerentes ao processo produtivo, onde houver um processo, haverá perda, e quanto maior forem as perdas mais ineficiente será o sistema.

Para Brand et. al. (2004) a quantidade de resíduos gerados em uma indústria de base florestal é muito grande. O aumento do uso de madeira desdobrada nos dias atuais, faz com que se estudem formas mais otimizadas possíveis de uso.

O presente estudo é realizado em uma empresa fabricante de urnas mortuárias do sul do estado de Santa Catarina.

Neste contexto, busca-se resolver o problema do desconhecimento quantitativo das perdas de madeira no setor de usinagem, que podem gerar custos evitáveis ou até erros na formação do preço de venda de produtos.

O objetivo proposto neste estudo é a quantificação das perdas da matéria-prima madeira, do tipo pinus *Elliotti*, no processo produtivo de uma empresa fabricante de urnas mortuárias.

Justifica-se principalmente pela urgente necessidade da empresa em reduzir seus custos, tendo em vista que a mesma não possui nenhuma metodologia formal de gestão da produção para mapear de forma efetiva as perdas do processo produtivo.

De forma sucinta, o presente projeto possibilita a aplicação e aprofundamento dos conteúdos estudados no decorrer do curso, permitindo comprovar a eficácia dos métodos aplicados pela instituição de ensino no método ensino aprendizagem.

### **Características da matéria-prima**

De modo geral, a madeira pode ser descrita como um composto complexo formado por xilema, que possui células especializadas na sustentação e condução da seiva e sais minerais (FERNANDES, 2009).

O pinus *Elliotti* é nativo das florestas do Canadá, porém, cultivado no Brasil, principalmente no Sul, a mais de um século, com vasta utilização comercial e industrial, apresentando alta rentabilidade (MENDES, 2017).

Dados apontam que em 2012 Santa Catarina tinha uma área de 5,4 mil ha de plantações de pinus, sendo o segundo estado com maior área plantada, devido à grande concentração de indústrias do segmento de celulose e papel, painéis de madeira industrializada, siderurgia a carvão vegetal e madeira mecanicamente processada (ABRAF, 2013).

O pinus *Elliotti* é uma espécie que pode atingir até 30 metros de altura em sua fase adulta, entre 7 e 8 anos após o plantio, e uma densidade de 0,50 a 0,56 g/cm<sup>3</sup>, sendo usada em construções leves e pesadas, produção de compensados, laminados, produção de celulose, madeira serrada, laminada, estaqueamento marítimo, postes, pisos, lápis, marcenaria e carpintaria, molduras, pallets, painéis OSB, painéis de colagem lateral, lenha, carvão e arborização de parques e jardins (MENDES, 2017).

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT (2018), o pinus *Elliotti* possui boa trabalhabilidade, podendo ser facilmente desdobrada, lixada, aplainada, furada e colada. Alguns fatores como o teor de umidade, densidade e defeitos naturais, interferem diretamente no processamento da madeira.

No que diz respeito a umidade, a água pode estar presente na madeira preenchendo espaços entre ou dentro das células (água livre), aderida à parede da célula (água de adesão), ou compondo a estrutura química do tecido (água de constituição). O teor ideal de umidade é de cerca 17% a 18%, quando a madeira deixa de ter água livre e passa a ter apenas água de constituição e adesão (FILHO, 2004).

Os defeitos naturais da madeira podem ser variações na largura dos anéis de crescimento, nós, tecidos de cicatrização, defeitos na forma do tronco, defeitos de secagem, defeitos de processamento e a influência de agentes físicos e bióticos, entre outros (FILHO, 2004).

### **Perdas decorrentes do processamento de madeira**

Para Souza (2009) existem quatro fontes básicas para os defeitos no processo de usinagem da madeira, que são: variação nas propriedades da madeira, condições das máquinas, que corresponde a manutenção, balanceamento e alinhamento de cabeçotes, escolha e estado de conservação da ferramenta de corte e treinamento do operador.

Todo processo de transformação de madeira gera resíduo, e são diversos os fatores que influenciam na quantidade de resíduo gerado, como o tipo e superfície da madeira, afiação das ferramentas de fresamento e corte, teor de umidade, entre outros (LIMA; SILVA, 2005).

Os principais resíduos oriundos do processamento da madeira são as serragens, cepilho e lenha (STLADER, et. al. 2010).

A serragem é encontrada em todas as empresas que processam madeira, e são provenientes dos cortes com serras, o cepilho é gerado pelo processo de plaina, e a lenha abrange os resíduos maiores como aparas, refilos, roletes, entre outros. (LIMA; SILVA, 2005).

Lima e Silva (2005) destacam que como a madeira é um material orgânico, os resíduos oriundos de seu processamento são considerados de baixo nível poluidor, porém, a estocagem desses resíduos pode requerer grande espaço, e isso gera

problema para as empresas, pois queimar a céu aberto, ou em queimadores sem filtros resultara em gases potencialmente poluidores.

Ao longo do tempo, o conceito de desperdício foi sendo aprimorado e é preciso uma análise minuciosa do projeto para determinar as formas de gestão e seus objetivos, e partindo deste princípio, tudo que seja desviado à finalidade da empresa é considerado desperdício (ESTEVES; MORAIS, 2010).

Rodrigues (2012) descreve o desperdício de forma mais específica, como sendo resíduos, sucatas, retrabalhos, etapas não necessárias, estoques, movimentação e todos os outros fatores, ações e práticas que não agregam valor ao produto.

Vale ressaltar, que algumas perdas são inerentes ao processo produtivo, e não tem como ser sanadas, apenas minimizadas, como no caso da perda de material decorrente do corte e refilo do material, este tipo de perda denomina-se perda teórica, ou seja, o que já é de conhecimento do gestor que precisará ser descartado para fabricação do produto final.

### **Ficha técnica do produto**

A ficha técnica é uma lista de todos os materiais utilizados na fabricação ou montagem de um produto, sejam essas matérias-primas, produtos intermediários e componentes, identificando suas quantidades e os processos envolvidos na fabricação do produto (PEREIRA, 2017).

Segundo Barbosa (2018), a ficha técnica do produto é um instrumento muito importante para a gestão e controle de qualidade, e sua correta elaboração e cumprimento evitam retrabalhos, custos operacionais, possíveis devoluções por erros do produto e o custo do produto.

### **Procedimentos Metodológicos**

Para cumprir com os objetivos deste estudo, utilizou-se a abordagem quali-quantitativa que faz uso de recursos e técnicas estatísticas juntamente com a atribuição de significado aos dados, o que confere a maior credibilidade a pesquisa, tendo em vista que aproxima o pesquisador do objeto a ser estudado (FILLOS et. al., 2012; PASCHOARELLI; MEDOLA; BONFIM, 2015).

Foram feitos acompanhamentos e coleta de dados no processo, que possibilitaram descrever a multiplicidade de processos, entender e classificar suas particularidades caracterizando assim a abordagem qualitativa (RAUPP; BEUREN, 2018).

Para determinar a perda padrão dos perfis baseando-se no padrão teórico estabelecido pelos projetos dos perfis, comparando a perda teórica com a perda total de madeira, fez-se o uso da abordagem quantitativa. Esta nada mais é do que transformar as informações obtidas em números, a fim de analisá-los e compará-los, investigando o problema e produzindo soluções (BARROS; VASCONCELOS, 2016).

Quanto aos fins, constitui-se de cunho exploratório, buscando desenvolver uma visão geral sobre o tema proposto, incorporando conceitos fundamentais e buscando novas dimensões de entendimento acerca do processo produtivo estudado (RAUPP; BEUREN, 2018). Vale frisar que mesmo havendo conhecimento da realidade a ser abordada, é imprescindível uma análise imparcial pela ótica de um pesquisador, no intuito de descobrir as lacunas que dão origem ao estudo (GIL, 2008).

Quanto a estratégia de pesquisa, foi utilizado o estudo de caso que, retrata a realidade de forma completa, “ênfatizando a interpretação ou análise do objeto, no contexto em que se encontra”, estando inserido no cotidiano da empresa e da necessidade da vivência das rotinas (FILLOS et. al., 2012).

O objeto deste estudo é o setor de usinagem de uma empresa fabricante de urnas mortuárias do sul do estado de Santa Catarina, o qual compreende uma área de cerca de 2.225 m<sup>2</sup> de área construída, com um líder de setor e vinte colaboradores, que fazem o beneficiamento da madeira bruta em ataúdes.

A Figura 1 apresenta de forma simplificada os setores do processo produtivo da empresa.

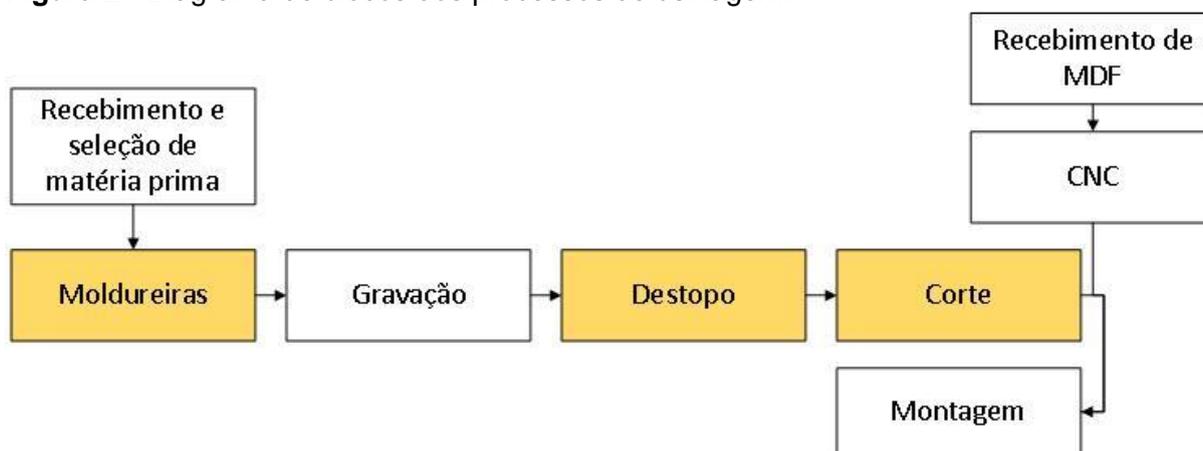
**Figura 1** - Diagrama de blocos do processo produtivo.



Fonte: Autores (2018).

O setor de usinagem, destacado na Figura 1, que é objeto deste estudo, se subdivide em 5 seções: moldureiras, gravação, destopo, corte e centros de usinagem CNC para MDF, conforme apresentado no fluxograma da Figura 2.

**Figura 2** - Diagrama de blocos dos processos de usinagem.



Fonte: Autores (2018).

Os setores estudados neste projeto são apenas os que usinam e beneficiam a matéria-prima: moldureiras, destopo e corte, destacados na Figura 1.

O beneficiamento realizado pela empresa resulta em 32 diferentes perfis, sendo 18 para caixas e 14 para as cimalthas. Após a montagem os mesmos recebem pintura, acessórios e forração transformando-se em aproximadamente 176 diferentes referências de urnas acabadas.

Para fins deste estudo, foram acompanhadas no processo, apenas, urnas da linha Simples, que compreendem 85% da produção mensal da empresa. O tamanho da amostra analisada foi de 100 unidades de urnas acabadas da Linha Simples.

O início deste estudo se deu no acompanhamento do processo realizado no setor de usinagem da empresa e documentação dos possíveis problemas a serem estudados. Após o conhecimento *in loco* de todas as etapas, foram buscados os dados disponíveis no sistema da fábrica, como o estoque atual da madeira, estoque de produto em processo, demanda da planta, máquinas e ferramentas utilizadas no processo.

A perda teórica foi calculada com base nas informações disponíveis na ficha técnica do produto, a qual apresentava as informações dos perfis brutos e seus respectivos cortes em cada etapa produtiva, sendo considerado apenas a diferença do volume de usinagem de uma etapa para outra.

Para determinar as quantidades reais de perda, foram utilizados os dados obtidos no acompanhamento do processo e calculada a diferença da quantidade de matéria-prima da entrada e da saída de cada processo, pela equação 1.

$$E - S = P \quad (1)$$

Onde: E = entrada de matéria-prima (m<sup>3</sup>); S = saída de matéria-prima (m<sup>3</sup>); P = perda de corrente do processo (m<sup>3</sup>).

Na primeira etapa, chamada de moldureira, a entrada de matéria-prima é dada pela cubagem do total de madeira bruta inserida no processo. Já para os processos subsequentes, destopo e corte, as entradas serão as saídas do processo anterior.

No que diz respeito as saídas, os processos resultam em madeiras de dois diferentes formatos, retangular e trapezoidal, para cada um, a expressão utilizada para calcular a cubagem é diferente.

As medidas obtidas pelo acompanhamento dos processos de refilo/aplainamento e destopagem resultam em madeiras de formatos retangulares, e sua cubagem é dada pela equação 2.

$$c * l * h = X m^3 \quad (2)$$

Onde: c = comprimento (m); l = largura (m); h = altura (m).

No processo de corte as peças passam da forma retangular para forma de trapézio, assim, a conversão das medidas de metro linear para metro cúbico são o resultado do produto da área do trapézio pela sua espessura, conforme equação 3.

$$\left( \frac{(B+b)*h}{2} \right) * e = X m^3 \quad (3)$$

Onde: B = base maior (m); b = base menor (m); h = altura (m); e = espessura (m)

Perdas são consideradas todo o volume de madeira que foi inserido no processo produtivo, mas que não resultou no produto acabado, seja por defeito, erro ou qualquer outro motivo.

Após a quantificação da perda real e da perda teórica, foi possível comparar suas quantidades, e identificar os principais motivos que levam as perdas de material.

O acompanhamento e coleta de dados do processo produtivo foram realizados no mês de setembro, com 19 dias uteis trabalhados.

## **Resultados e Discussão**

A atividade de usinagem da madeira se caracteriza basicamente pelos processos de aplainar, refilar, destopar e cortar.

A operação comum ao início do beneficiamento de todas as madeiras utilizadas no processo produtivo é realizada na máquina moldureira que tem como função aplainar e refilar, por meio de cabeçotes porta-ferramentas, com o objetivo de obter os perfis desejados no que diz respeito a largura e espessura das peças.

Ocorre variação do fluxo produtivo das peças para as caixas e para as cimalthas sendo que, enquanto as caixas são plainadas, refiledas, gravadas, destopadas e cortadas no tamanho e ângulo exato para cada urna, as cimalthas são plainadas e refiledas, destopadas e cortadas no tamanho e ângulo exatos antes de serem gravadas com massa de gesso.

As urnas da linha Simples são compostas por 6 peças de caixa e 6 peças de cimaltha, sendo duas laterais, dois cotovelos, cabeça e pé. As duas peças de lateral e cotovelo compõem um perfil cada, sendo que são de tamanhos iguais. A Tabela 1 apresenta a cubagem líquida dos perfis cortados das urnas Simples

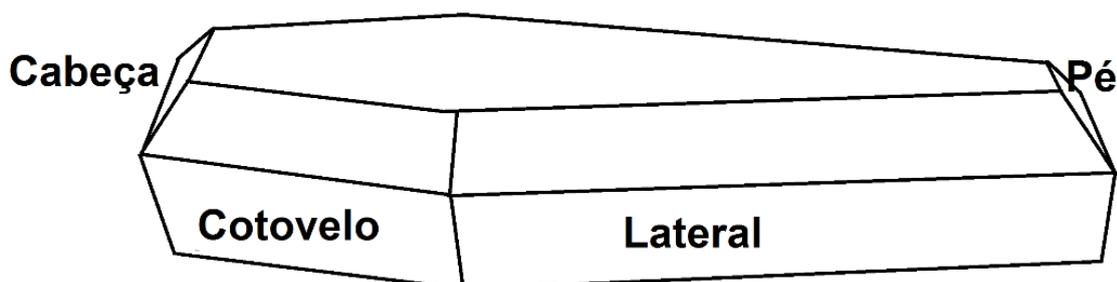
**Tabela 1** - Perfis e cubagem para linha Simples.

Perfil	Peça	Quantidade	Medida (m <sup>3</sup> )
Perfil CX 01	Lateral	2	0,01064
Perfil CX 02	Cotovelo	2	0,00493
Perfil CX 03	Cabeça	1	0,00146
Perfil CX 04	Pé	1	0,00117
Perfil CM 01	Lateral	2	0,00212
Perfil CM 02	Cotovelo	2	0,00097
Perfil CM 03	Cabeça	1	0,00026
Perfil CM 04	Pé	1	0,00020
Cubagem total por urna			0,02175

Fonte: Autores (2018).

A Figura 3 traz a representação de uma urna acabada, identificando os perfis descritos na Tabela 1.

**Figura 3** - Identificação dos perfis em uma urna.



Fonte: Autores (2018).

A empresa considera como perda teórica do processo produtivo a espessura de corte da serra e a diferença das medidas no beneficiamento da madeira, logo a perda teórica do processo produtivo por unidade fabricada na linha de urnas Simples é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2** - Perda teórica para linha Simples (m<sup>3</sup>).

Perfil	Madeira bruta	Madeira refilada	Madeira destopada	Madeira cortada	Madeira líquida	Perda total
Perfil CX 01	0,01621	0,00477	0,00049	0,00030	0,01064	0,00557
Perfil CX 02	0,01070	0,00259	0,00295	0,00023	0,00493	0,00577
Perfil CX 03	0,00331	0,00116	0,00050	0,00019	0,00146	0,00185
Perfil CX 04	0,00278	0,00102	0,00043	0,00016	0,00117	0,00161
Perfil CM 01	0,00300	0,00060	0,00014	0,00014	0,00212	0,00088
Perfil CM 02	0,00211	0,00079	0,00022	0,00014	0,00097	0,00114
Perfil CM 03	0,00081	0,00023	0,00022	0,00010	0,00026	0,00055
Perfil CM 04	0,00068	0,00018	0,00022	0,00009	0,00020	0,00048
Total (m <sup>3</sup> )	0,03960	0,01135	0,00517	0,00133	0,02175	0,01785
Total (%)	100,00%	28,65%	13,05%	3,37%	54,93%	45,07%

Fonte: Autores (2018).

Com base nas informações disponíveis na ficha técnica do produto, a perda teórica total para o processo de usinagem das urnas da Linha Simples é de 0,01785 m<sup>3</sup>, que corresponde a 45,07% da madeira bruta inserida no início do processo, desse total, 28,65% decorrem do processo de refilo, 13,05% do destopo e 3,37% do corte.

A perda real foi mensurada através do acompanhamento do processo produtivo de um lote de 100 urnas destinadas à montagem, a Tabela 3 apresenta as perdas reais referente ao processo produtivo da amostra apontada.

**Tabela 3** - Perda real para linha Simples (m<sup>3</sup>).

Perfil	Madeira bruta	Madeira refilada	Madeira destopada	Madeira cortada	Madeira líquida	Perda total
Perfil CX 01	0,01628	0,00471	0,00063	0,00030	0,01064	0,00564
Perfil CX 02	0,00814	0,00235	0,00063	0,00023	0,00493	0,00321
Perfil CX 03	0,00275	0,00080	0,00031	0,00019	0,00146	0,00130
Perfil CX 04	0,00220	0,00064	0,00024	0,00016	0,00117	0,00103
Perfil CM 01	0,00332	0,00091	0,00016	0,00014	0,00212	0,00120
Perfil CM 02	0,00163	0,00044	0,00008	0,00014	0,00097	0,00066
Perfil CM 03	0,00055	0,00015	0,00004	0,00010	0,00026	0,00029
Perfil CM 04	0,00044	0,00012	0,00003	0,00009	0,00020	0,00024
Total (m <sup>3</sup> )	0,03532	0,01012	0,00212	0,00133	0,02175	0,01357
Total (%)	100,00%	28,64%	6,01%	3,78%	61,59%	38,43%

Fonte: Autores (2018).

A perda real do processo produtivo é de 0,1357m<sup>3</sup> por unidade de urna, sendo 38,43% do total de madeira beneficiada, destes 28,64% decorrente do processo de refilo e aplainamento, 6,01% da destopagem e 3,78% do corte.

O cálculo da perda real do processo de usinagem englobou não só aquelas justificadas pelas especificações do projeto e beneficiamento de madeira, mas também, as perdas encontradas e geradas no decorrer do processo como defeitos de empeno e nós, de ineficiência e imperícia por parte dos colaboradores, resultando em cortes incorretos.

No decorrer do acompanhamento do processo, constatou-se que na etapa de destopo, o corte da madeira é realizado através de lotes de produção por peças, no caso da amostra acompanhada, foram cortadas primeiro as peças da lateral, seguidas das peças do cotovelo, cabeça e pé, o que resultou em uma redução de 0,004294m<sup>3</sup> de madeira, se comparado à quantidade requisitada na ficha técnica do produto.

A Tabela 4 apresenta o comparativo por unidade de urna, entre as perdas teórica e real apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

**Tabela 4** - Perda teórica x perda real.

	Perda teórica	Perda Real	Perda comparativo (%)
Entrada (m <sup>3</sup> )	0,03960	0,03532	-11%
Aproveitamento (m <sup>3</sup> )	0,02175	0,02175	0%
Perda (m <sup>3</sup> )	0,01785	0,01357	-24%

Fonte: Autores (2018).

Com base no comparativo da Tabela 4 percebe-se a redução da quantidade de madeira descrita na ficha técnica e a que realmente é usada para a produção da urna, a qual corresponde a uma redução média de 10% de madeira beneficiada, já no que diz respeito as perdas, a diferença é 24%.

### Considerações Finais

A perda de matéria-prima é característica intrínseca a qualquer processo produtivo, porém é imprescindível que estas perdas sejam conhecidas e que existam práticas a fim de diminuí-las ou eliminá-las, de modo que a eficiência do processo não seja prejudicada. Através deste estudo, buscou-se o conhecimento quantitativo das perdas de madeira do tipo pinus *Elliotti*, no processo produtivo do setor de usinagem de uma empresa fabricante de urnas mortuárias.

A empresa trabalha na produção de urnas mortuárias destinadas ao mercado interno e externo. A pesquisa buscou cobrir os processos de usinagem a fim de determinar a perda de matéria-prima do tipo pinus *Elliotti*.

Ao analisar os resultados obtidos, percebeu-se que a perda real é 24% menor que a perda teórica, sendo seus volumes, respectivamente, 0,01357m<sup>3</sup> e 0,01785m<sup>3</sup>.

Essa diferença ocorre, pois teoricamente a empresa considera que para produção de qualquer caixa ou cimalha são necessárias duas tábuas brutas de madeira, o que foi constatado como uma inverdade ao determinarmos a perda real, logo, é possível atestar, que ocorre uma otimização significativa do uso da madeira.

Vale ressaltar, que as imprecisões apresentadas na ficha técnica do produto geram inconsistências em todos os setores da empresa, como controle de estoque e gestão de suprimentos. As dificuldades encontradas para elaboração do estudo foram na coleta de dados, pela falta de registros históricos, controle de processos e gerenciamento de estoque de produtos em processo. Ainda, algumas especificações, não eram claramente conhecidas pelos operadores, sendo mais baseadas na

experiência do que na ficha técnica dos produtos. Porém, após as coletas de dados e conferência com os colaboradores e encarregados, foi possível a obtenção de dados reais e concretos, que contribuíram para a realização deste trabalho.

Destaca-se que os padrões estabelecidos para análise e quantificação das perdas para os modelos da linha de urnas Simples, aplica-se a qualquer outro perfil/modelo fabricado pela empresa, logo sugere-se a continuidade deste estudo, ampliando a gama de produtos quantificados a fim de otimizar a gestão das perdas e o controle eficiente do processo produtivo.

## Referências

BARBOSA, Shaiene. **A importância da ficha técnica de produto para o controle de qualidade**. 2018. Disponível em: <<https://www.paripassu.com.br/blog/ficha-tecnica-de-produto/>>. Acesso em: 03 out. 2018.

BARROS, Jaíne Medeiros. VASCONCELOS, Giancarlo Ribeiro. **Análise de perdas durante o processo produtivo: estudo de caso em uma linha de Fertilizantes**. 2016. Disponível em: <[http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/AN%C3%81LISE%20DE%20PERDAS%20DURANTE%20O%20PROCESSO%20PRODUTIVO\\_%20ESTUDO%20DE%20CASO%20EM%20UMA%20LINHA%20DE%20FERTILIZANTES.pdf](http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/AN%C3%81LISE%20DE%20PERDAS%20DURANTE%20O%20PROCESSO%20PRODUTIVO_%20ESTUDO%20DE%20CASO%20EM%20UMA%20LINHA%20DE%20FERTILIZANTES.pdf)>. Acesso em: 10/10/2018

FILLOS. Leoni Malinoski. *et al.* **Uma discussão sobre os aspectos metodológicos das investigações em modelagem matemática do XI EPREM**. In: IX ANPED Sul Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, n. 9, 2012, Caxias do Sul. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/456/533>>. Acesso em: 23 out. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: < <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.

PASCHOARELLI. Luiz Carlos, MEDOLA. Fausto Orsi, BONFIM. Gabriel Henrique Cruz. Características qualitativas, quantitativas e qualiquantitativas de abordagens científicas: estudos de caso na subárea do design ergonômico. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**. [S.l.]. v. 2, n. 1, p. 65-78, 2015.

PEREIRA. Ana Cristina Martins. **Oficina do CRCRJ: os Desafios do Bloco K no SPED Fiscal**. 2017. Disponível em: <[http://www.crc.org.br/\\_eventos/arquivos/2017/649.pdf](http://www.crc.org.br/_eventos/arquivos/2017/649.pdf)>. Acesso em: 03/10/2018.

RAUPP, Fabiano Maury. BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da pesquisa aplicável as ciencias sociais**. 2016.

## CAPÍTULO 21

SIMULAÇÃO EM GNU OCTAVE PARA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE  
SECAGEM DO ALGODÃO EM RAMA NO SECADOR A BANDEJA

Emerson Luciano  
Josué Alberton  
Júnior Serafim Corrêa  
Claiton Uliano  
Dimas Ailton Rocha  
Daniel Magagnin  
Solange Vandresen  
Júlio Preve Machado

**Resumo:** O processo de secagem de sólidos é comumente utilizado para secar grãos, madeira, cerâmica e outros materiais. A necessidade de otimização dos processos produtivos para reduzir custos de produção tem motivado engenheiros a simular condições de operação dos equipamentos antes da partida em plantas industriais. Por este motivo, o trabalho tem como objetivo geral simular em GNU Octave o tempo de secagem do algodão em rama no secador a bandeja e, objetivos específicos, realizar a simulação dos cálculos da velocidade de secagem; peso total de sólidos secos; tempo de secagem durante o período a taxa constante; tempo de secagem durante o período a taxa decrescente e do número de bandejas necessárias para realizar a secagem do produto agrícola. Na simulação foi utilizado o *software* livre para engenharia mEd:m-file editor para GNU Octave. Para que o GNU Octave possa executar o *script* foram fornecidas as variáveis de entrada, comandos e fórmulas. Os resultados da simulação da secagem do algodão em rama no secador a bandeja mostraram que a taxa de secagem foi 0,40186 kg/h.m<sup>2</sup>, o tempo de secagem durante o período a taxa constante de 10,4514 h, o tempo de secagem durante o período de taxa decrescente igual a 12,0085 h, obtendo-se, 22,4599 h como tempo total de secagem. Além disso, para secar 2,52 kg do produto agrícola foi necessário utilizar 1 bandeja nas dimensões (60 cm x 60 cm x 1 cm).

**Palavras-chave:** Algodão em rama. GNU Octave. Tempo de secagem. Secador a bandeja.

### Introdução

O processo de secagem de sólidos é comumente utilizado para secar grãos, madeira, leite, detergente, cerâmica e outros materiais. O uso do secador adequado em determinado processo produtivo, requer profundos conhecimentos nas áreas dos fluidos, da química e dos materiais (FOUST; WENZEL, 1982).

De acordo com Alonso e Park (2005), uma vez necessário o uso da secagem em alguma etapa de processamento, o trabalho do engenheiro se desdobra pois ele deverá comparar as vantagens e desvantagens tanto do ponto de vista técnico como econômico. Um método de seleção de secador foi estudado por Matasov, Menshutina e Kudra (1998), que apresentaram um sistema especializado para a escolha dos equipamentos. Outros autores como Van't Land (1984) e Kemp e Bahu (1995) mostram que a seleção do secador mais adequado ao processo pode ser obtida na literatura, com fornecedores, pela experiência do engenheiro ou por meio de estudos em laboratório.

No entanto, antes da seleção de um equipamento, quase sempre será necessário realizar a simulação do comportamento do secador nas condições específicas de processamento (ALONSO; PARK, 2005). Como exemplo, engenheiros que trabalham na área de secagem e armazenagem de grãos têm utilizado modelos matemáticos como uma ferramenta importante para simular o processo de secagem em secadores que operam em alta temperatura (QUEIROZ et al., 1999). Na literatura encontram-se vários métodos teóricos e empíricos para analisar a secagem de produtos (AFONSO JÚNIOR; CORRÊA, 1999; FERREIRA; PENA, 2010; FOUST; WENZEL, 1982; MARTINAZZO et al., 2007; RESENDE; FERREIRA; ALMEIDA, 2010).

Na secagem artificial, os processos podem ser realizados em silos secadores, secagem intermitente, secagem contínua e seca-aeração (OLIVEIRA et al., 2010). Um equipamento utilizado no processo de secagem de produtos agrícolas, como por exemplo, o algodão em rama é o secador a bandeja. Este equipamento corresponde a uma câmara onde o material a ser seco é colocado em bandejas ou tabuleiro. O secador a bandeja caracteriza-se como uma unidade de operação descontínua, usada para processos em pequena escala. O custo de energia é a parte principal do custo do processo de secagem (FOUST; WENZEL, 1982).

A secagem de produtos agrícolas é um processo que pode demorar desde algumas horas até vários dias, dependendo da técnica usada e dos seus parâmetros. Ao se investigar a melhoria de qualquer uma dessas técnicas, pode-se gastar tempo considerável, se elas forem repetidas fisicamente. Entretanto, a simulação matemática de secagem permite fazer a otimização desses processos em tempo

significativamente menor e de maneira econômica (DALPASQUALE; SPERANDIO, 2010).

Como informação complementar, a simulação pode ser realizada com baixo custo e alto nível, pois existem programas físico-matemáticos poderosos e de distribuição gratuita como o GNU Octave, que fornece recursos para a solução de experimentos numéricos (DOMINGUES; MENDES JÚNIOR, 2003; EATON, 2012). Neste trabalho, o GNU Octave foi selecionado pois além de ser um *software* livre para engenharia, apresenta plataforma de fácil entendimento.

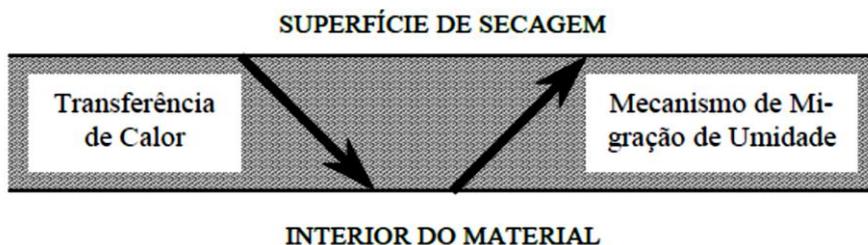
Dessa maneira, a constante necessidade de otimização dos processos produtivos para reduzir custos de produção tem motivado engenheiros na simulação das condições de funcionamento dos equipamentos antes da partida em plantas industriais. Por este motivo, o trabalho apresentou como objetivo geral simular em GNU Octave o tempo de secagem do algodão em rama no secador a bandeja e, objetivos específicos, realizar a simulação dos cálculos da velocidade de secagem; peso total de sólidos secos; tempo de secagem durante o período a taxa constante; tempo de secagem durante o período a taxa decrescente e do número de bandejas necessárias para realizar a secagem do produto agrícola.

## Secagem

De acordo com McCabe, Smith e Harriott (2005), secagem significa eliminar, por evaporação, umidade contida num material sólido, a fim de reduzir o conteúdo líquido residual, normalmente pela aplicação de calor. Para Puzzi (2010), secagem consiste no processo de transferência de calor e massa, geralmente conduzida por convecção forçada do ar aquecido (com auxílio de equipamento como, por exemplo, ventilador) que tem por finalidade reduzir o teor de umidade do produto até aos níveis desejados e adequados para as operações subsequentes.

O movimento de água do interior do material até à superfície é analisado pelos mecanismos de transferência de massa, que indicará a dificuldade de secagem nos materiais. Durante a secagem, para que haja a evaporação de água da superfície do material ao ambiente, a água deve ser transportada do interior do sólido até a superfície. O diagrama no interior do sólido está representado na Figura 1 (PARK et al., 2014).

**Figura 1** - Diagrama da migração de sólido no interior de um sólido.



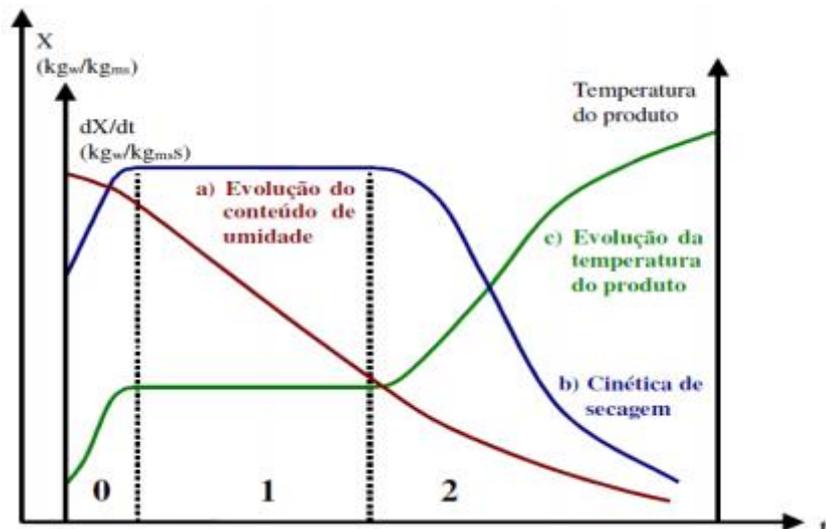
Fonte: Park et al. (2014).

A evolução das transferências de calor e de massa no decorrer do processo de secagem são representados por meio das curvas de secagem: a variação da umidade ao longo do tempo, a variação da velocidade de perda de água (taxa de secagem) com o tempo e, também, com o teor de umidade do material (DIAS, 2013).

Como pode ser observado na Figura 2, a curva (a) corresponde a redução do teor de água do produto durante a secagem, ou seja, é a curva obtida por meio da pesagem do produto durante a secagem numa determinada condição de secagem. A curva (b) corresponde a velocidade de secagem do produto, taxa de variação do conteúdo de umidade do produto por tempo. A curva (c) corresponde a variação da temperatura do produto durante a secagem e pode ser obtida medindo-se a temperatura do produto durante a secagem (PARK et al., 2014).

Além disso, na Figura 2 também podem ser verificados três períodos no processo de secagem.

**Figura 2** - Curva de secagem.



Fonte: Park et al. (2014).

O primeiro período é definido como o período de indução ou o período de entrar em regime operacional. Durante este período, ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e de pressão de vapor de água. Essas elevações vão até o momento em que o ponto de transferência de calor seja equivalente a transferência de massa. O segundo período caracteriza-se pela taxa constante de secagem. Neste período, a migração da água do interior até a superfície do produto é suficiente para acompanhar a perda por evaporação de água na superfície. A transferência de massa e de calor são equivalentes e, portanto, a velocidade de secagem a taxa de secagem, a temperatura do produto e à temperatura de bulbo úmido permanecem constante. No último período, a taxa de secagem é decrescente. Nesta etapa a transferência de massa ocorre de forma limitada, devido a pequena quantidade de água. Provocando uma redução progressivo da pressão parcial de vapor da água na superfície e, conseqüentemente, a velocidade de secagem também diminui, até que, ao final desse período, o produto está em equilíbrio com o ar (igualdade de pressões parciais de vapor) e a velocidade de secagem torna-se nula. Nesta etapa o teor de umidade equilíbrio, isto é, o menor teor de umidade atingível no processo de secagem (PARK et al., 2014).

As informações que as curvas de secagem podem fornecer estão relacionadas ao desenvolvimento do processo de secagem e ao dimensionamento do equipamento. O tempo de secagem referente a uma massa de produtos e o gasto energético, são algumas informações que se pode estimar através desses dados (VILELA; ARTUR, 2008).

### **Métodos de secagem**

Os métodos de secagem podem ser classificados em: natural ou artificial. A secagem natural consiste em expor a matéria-prima por longos períodos à radiação solar e sob condições climáticas de temperaturas relativamente altas, ventos com intensidade moderada e baixas umidades relativas (CORNEJO, 2003). Apesar de apresentar baixo custo, é um método lento e favorece a ocorrência de perdas de produto devido a contaminações de insetos e microrganismos, se cuidados especiais de manipulação e higiene não forem observados (PESKE; ROSENTHAL, 2012).

De acordo com Boemeke (2000), os métodos de secagem artificial são obtidos pela exposição da massa do material a um fluxo de ar aquecido (ou não), sendo

caracterizados, conforme o fluxo no secador, em estacionário, de fluxo contínuo e de fluxo intermitente. Ainda para Boemeke (2000, p. 34), a secagem pode ser:

“Método estacionário de secagem: consiste basicamente em se forçar o ar através de uma massa de material que permanece sem se movimentar. A secagem estacionária requer precauções especiais para o seu adequado desempenho, das quais vêm, a seguir, as mais importantes: Fluxo de ar, umidade relativa do ar, temperatura do ar de secagem.

Método de secagem contínuo: é realizada, em geral, nos secadores contínuos que são formados, fundamentalmente, por duas câmaras, uma de secagem e outra de resfriamento. O método contínuo consiste em fazer passar o material uma só vez pela câmara de secagem, de tal forma que entrem úmidas no topo e saiam secas na base do secador.

Método de secagem intermitente: o material é submetido à ação do ar aquecido na câmara de secagem a intervalos de tempo, permitindo a homogeneização da umidade e resfriamento quando o mesmo está passando pelas partes do sistema onde não recebem ar aquecido.

A intermitência permite que ocorra o transporte de água do interior para a superfície do material durante o período de equalização, diminuindo a sua concentração dentro do material”.

Para Lindemann e Schmidt (2010), a secagem artificial é o método de secagem mais recomendado, em função de não depender das condições climáticas do ambiente e permitir a secagem com rapidez e em grande escala. Este método permite o controle dos parâmetros fundamentais que garantem a eficiência do processo de secagem, que são a temperatura e a vazão do ar de secagem, e o tempo de exposição do material ao ar aquecido.

## **Secadores**

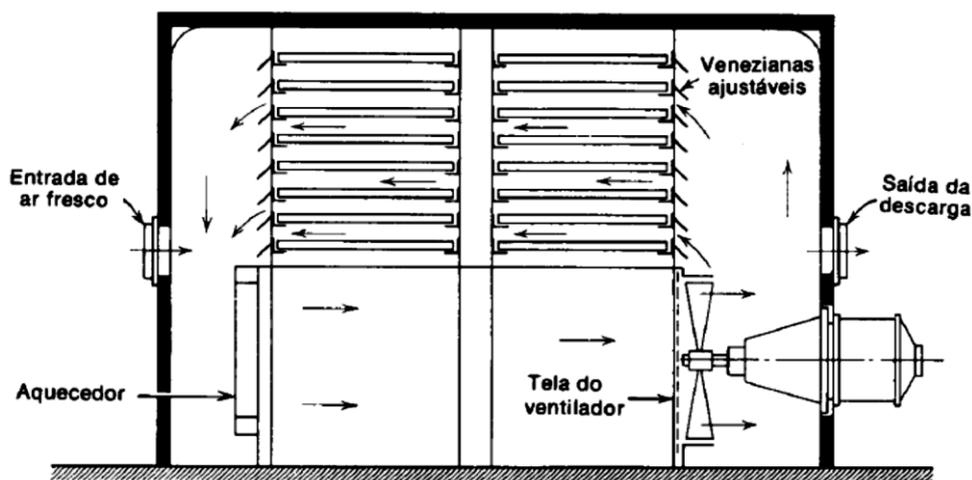
Segundo Menon e Mujumdar (1995) existem três principais fatores para a classificação de secadores, entre eles: forma de fornecimento de energia térmica, temperatura e pressão de operação e forma de alimentação do secador. Apesar dos vários modelos de equipamentos e suas respectivas classificações, um sistema de secagem segundo Travaglini et al. (p. 71, 1993), “apresenta como componentes principais: a fonte de calor; o sistema de aquecimento; os dispositivos para movimentação do ar; a câmara de secagem e os dispositivos para controle da operação de secagem”.

O modelo mais simples de secador é o de bandeja, utilizado para operações descontínuas de pequena escala e secagem de substâncias granulares ou para peças

separadas (BOEMEKE, p. 34, 2010). Este equipamento é constituído basicamente por uma câmara com isolamento térmico, com sistemas de aquecimento e ventilação do ar onde o material é depositado em bandejas ou tabuleiros, as quais podem ter o fundo inteiriço, com a circulação do ar entre o fundo de uma e o topo da outra, ou pode ter o fundo telado circulante. A temperatura do ar de circulação do ar é controlada por meio de termostato (CORNEJO, 2003).

O secador pode ter espaço para dez, vinte ou mais bandejas. O material a ser seco, no caso de ser constituído por folhas, pode também estar suspenso em cavaletes ou em ganchos. A Figura 3 apresenta um secador a bandejas com 0,76 m x 1 m, separadas por 0,1 m, onde o aquecimento é, normalmente, realizado pela troca térmica com o vapor de água, embora usem-se também, secadores aquecidos a gás ou a corrente elétrica (FOUST; WENZEL, 1982).

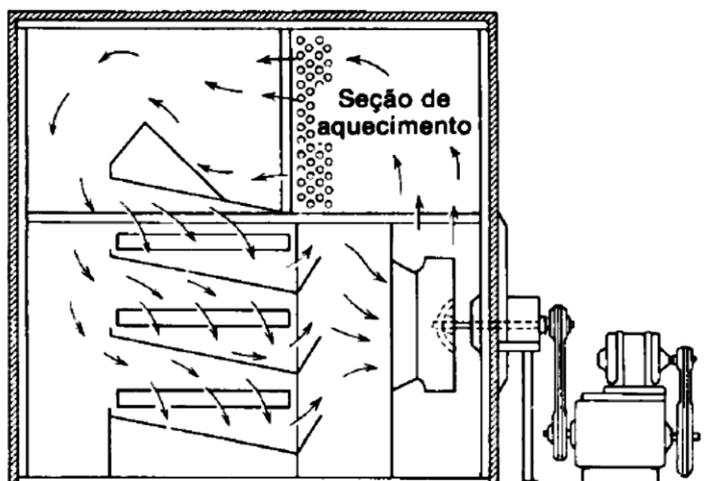
**Figura 3** - Modelo de secador com 20 bandejas.



Fonte: Foust e Wenzel (1982).

No secador a bandeja, as operações de secagem são controladas com simplicidade e modificam-se com facilidade, de modo que o secador é especialmente apropriado para operações de laboratório ou para a secagem de materiais que exigem modificações nas condições de secagem à medida que o processo avança. A Figura 4 apresenta outro modelo de secador a bandeja, que dispõe de espaço para seis bandejas, cada uma contendo área superficial de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>. Este modelo de secador tem cerca de 2,75 m de altura, 2,75 m de comprimento e 1,8 m de largura (FOUST; WENZEL, 1982).

**Figura 4** - Secador a bandeja com circulação transversal.



Fonte: Foust e Wenzel (1982).

### Utilização do processo de secagem na agricultura

Dentre os métodos utilizados para conservação de grãos e sementes, a secagem é o mais econômico não só sob o ponto de vista de processamento, mas, também por permitir a preservação do produto em ambiente natural durante um longo período de tempo (SOUZA; QUEIROZ; FILHO, 2002).

Para Brooker et al. (1992), a secagem, quando inadequada constitui a principal causa de deterioração de sementes. Especificamente, ela pode ser responsável pelo aumento da susceptibilidade à quebra dos grãos de milho e de soja, e pelo decréscimo na qualidade de moagem de trigo e arroz. A secagem requer mais de 60% do total de energia utilizada na produção, enquanto os tratamentos culturais consomem 16%, o plantio e cultivos 12%, a colheita 6% e o transporte 6%.

No armazenamento realizado em condições inadequadas, pode ocorrer a contaminação dos grãos por fungos que, além de consumirem nutrientes essenciais, reduzem a qualidade e produzem micotoxinas potencialmente deletérias à saúde humana e animal (EDWARDS, 2004; KOCH et al., 2006). A utilização da secagem artificial de grãos permite remover rapidamente o excesso de água até o limite conveniente, minimizando alterações metabólicas e danos pela ação de fungos e insetos (OLIVEIRA et al., 2010).

Um exemplo de aplicação na agricultura é a secagem de algodão em rama. De acordo com França et. al. (2014), o beneficiamento do algodão requer uma série de cuidados para a obtenção de um produto final de alta qualidade. Um dos principais

fatores no processo de produção é a secagem, pois quando úmido, o algodão interfere de forma significativa no desempenho operacional de máquinas beneficiadoras, por dificultar o trabalho dos dispositivos de limpeza dos descaroadores.

### **GNU Octave**

O GNU Octave é uma linguagem de alto nível destinada para cálculos numéricos. Sua linguagem é parecida com o programa MATLAB. Este *software* fornece recursos para a solução numérica de problemas lineares e não lineares e possui uma diversidade de recursos gráficos para a visualização e manipulação de dados. Este programa de computação técnica pode ser largamente utilizado nas universidades nos cursos introdutórios ou avançados de matemática, ciências e, especialmente, nas engenharias, sendo importante *software* de pesquisas para indústrias principalmente para realizar simulações, proporcionando um ambiente favorável, sem necessitar ter o contato direto com o processo real (EATON, 2001).

O Octave pode exibir dados de várias maneiras diferentes, devido a sua própria linguagem de programação que permite que o sistema seja estendido. Este *software* consegue resolver uma ampla gama de problemas de álgebra linear, encontra as raízes de equações não lineares, integra funções ordinárias, manipula polinômios, integra equações diferenciais ordinárias e equações diferenciais algébricas (DOMINGUES; MENDES JÚNIOR, 2003).

Para Rawlings e Ekerdt (2002), o Octave é um sistema de *software* interativo de código aberto para cálculos numéricos e gráficos. É especialmente projetado para cálculos matriciais: resolver Equação simultânea ações, auto vetores de computação e valores e assim por diante. É um *software* livre, sendo de fácil entendimento, podendo ser personalizado por meio das funções definidas pelo usuário escritas na própria linguagem do Octave, ou usando módulos linkados, escritos em C++, C, Fortran ou outras linguagens.

### **Procedimentos Metodológicos**

Neste trabalho, a separação das tipologias foi realizada quanto a natureza, objetivos, procedimentos e a abordagem.

Quanto à natureza da pesquisa, é classificada como aplicada, de acordo com o conceito apresentado por Otani e Fialho (2011, p. 36):

Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais, tendo como propósito resolver um problema específico, que provavelmente resultará em um produto diretamente aplicado, buscando atender demandas sociais.

Para elaboração dos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois de acordo com Gil (2002) permitem uma familiaridade com o problema, com a finalidade de torná-lo mais explícitos ou desenvolver hipóteses. Pode-se afirmar que esta pesquisa tem com finalidade aprimorar ideias ou descobertas, proporcionando ter várias considerações sob vários pontos relativos ao fato estudado.

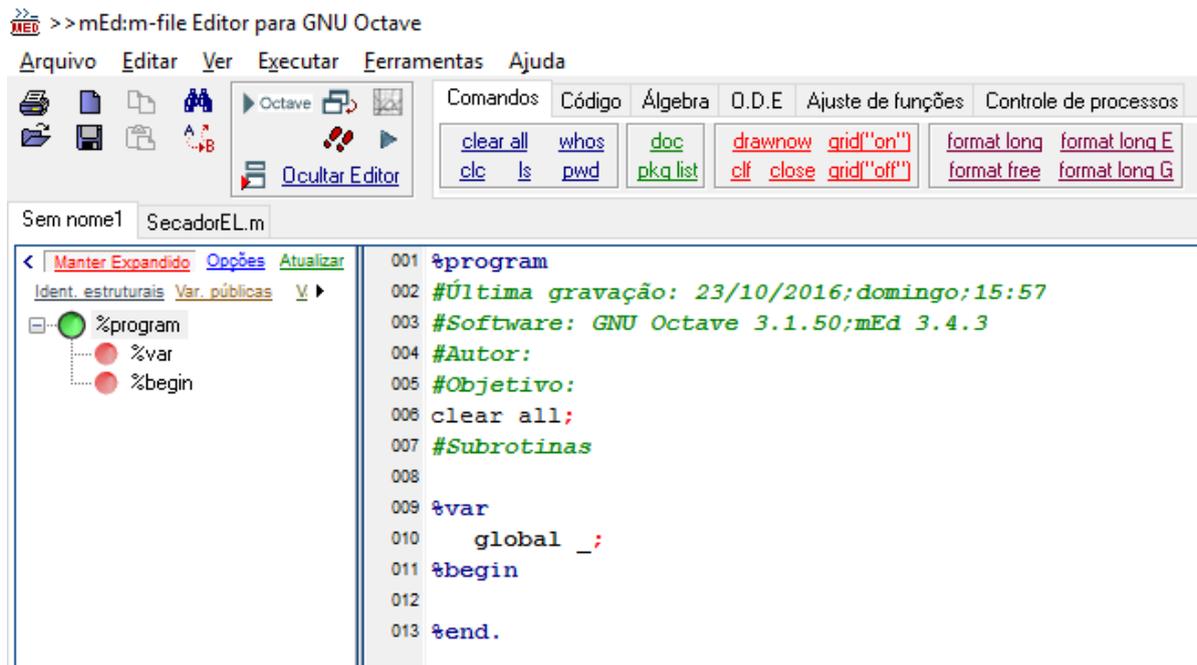
O problema foi abordado de forma quantitativa, pois Otani e Fialho (2011, p. 37), considera que tudo pode ser quantificável:

Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.). [...] procuram descobrir e classificar a relação de causalidade entre as variáveis da hipótese estabelecida, bem como estabelecer a causalidade entre fenômenos.

A pesquisa pode ser classificada, quanto aos procedimentos técnicos utilizados, como experimental de simulação. Para Lakatos e Marconi (2007), este tipo de pesquisa tem como finalidade simular o comportamento de um sistema durante um determinado período, de maneira quantitativa, interagindo com os parâmetros do modelo e as variáveis desenvolvidos para representar este sistema.

O *software* utilizado no trabalho foi obtido do projeto *software* livre para engenharia mEd:m-file (versão 3.4.3) editor para GNU Octave (versão 3.1.50). O usuário precisa fornecer as variáveis de entrada, comandos, fórmulas e demais informações necessárias para que o programa possa executar o *script*. A Figura 5 apresenta a tela do GNU Octave onde foi desenvolvido o *script* da simulação para determinação do tempo de secagem do algodão em rama no secador a bandeja.

Figura 5 - Editor mEd:m-file para GNU Octave.



Fonte: Autores (2019).

Os cálculos matemáticos da simulação foram executados de maneira sequenciada pelo *software* GNU Octave, conforme equações (1 a 5) definidas por Foust e Wenzel (1982). Portanto, a taxa de secagem no período de velocidade constante pode ser calculada de acordo com a Equação 1. O parâmetro  $R_c$  dependerá dos coeficientes de transferência de calor e de massa entre o meio secante e a superfície do sólido, pois:

$$R_c = \frac{hv}{\lambda} \cdot (T_v - T_i) \quad (1)$$

Onde:

$R_c$  = taxa de secagem no período de velocidade constante (kg/h m<sup>2</sup>);

$hv$  = coeficiente de transmissão de calor, quando a taxa de secagem é constante (W/m<sup>2</sup>K);

$\lambda$  = calor latente de vaporização (J/kg);

$T_v$  = temperatura do gás secante (°C);

$T_i$  = temperatura superficial (interface líquido-gás) (°C).

O cálculo do coeficiente de transmissão de calor a taxa de secagem constante foi calculado conforme Equação 2, onde  $Gv$  é a vazão de ar na superfície secante.

$$hv = 0,0128 \cdot (Gv)^{0,8} \quad (2)$$

A partir das dimensões da bandeja e da densidade do material a ser seco, o peso total de sólidos secos foi obtido pela Equação 3.

$$Ws = l \cdot c \cdot p \cdot d \cdot \left(\frac{1}{1000}\right) \quad (3)$$

Onde:

$Ws$  = peso total de sólidos secos (kg);

$l$  = largura da bandeja (cm);

$c$  = comprimento da bandeja (cm);

$p$  = profundidade da bandeja (cm);

$d$  = densidade do material (g/cm<sup>3</sup>).

O tempo de secagem durante o período a taxa constante foi calculado pela Equação 4.

$$\theta_c - \theta_0 = \frac{(X_0 - X_c) \cdot Ws}{Rc \cdot l \cdot c} \quad (4)$$

Onde:

$\theta_c - \theta_0$  = tempo de secagem durante o período a taxa constante (h);

$X_0$  = umidade no início do processo de secagem (g H<sub>2</sub>O/g ss);

$X_c$  = umidade ao término da velocidade constante (g H<sub>2</sub>O/g ss).

O tempo de secagem durante o período de taxa decrescente foi obtido pela Equação 5:

$$\theta_f - \theta_c = \frac{-Ws \cdot (X_c - X_e)}{(l \cdot c \cdot Rc)} \ln \frac{X_f - X_e}{X_c - X_e} \quad (5)$$

Onde:

$\theta_f - \theta_c$  = tempo de secagem durante o período a taxa decrescente (h);

$X_e$  = umidade no equilíbrio (g H<sub>2</sub>O/g<sub>ss</sub>);

$X_f$  = umidade no fim do processo de secagem (g H<sub>2</sub>O/g<sub>ss</sub>).

A partir da soma de  $(\theta_c - \theta_0)$  e  $(\theta_f - \theta_c)$  foi obtido o tempo total de secagem do algodão em rama. O número de bandejas necessárias para realizar a secagem do material foi calculado pela relação entre  $W_s$  e  $\rho$ .

Para que o GNU Octave possa iniciar os cálculos foi necessário informar as variáveis de entrada ( $X_0, X_c, X_f, X_e, T_v, T_i, G_v, \lambda, l, c, \rho, d$ ). Conforme solicitado pelo *script* da simulação serão aceitos apenas dados numéricos inseridos pelo usuário. Caso seja lançado dado inválido, o programa não executará o cálculo da simulação do tempo de secagem do secador a bandeja. Após o lançamento dos dados iniciais, o *script* desenvolvido no *software* realiza a sequência lógica de cálculos e informa na tela (Figura 6), o tempo total de secagem.

**Figura 6** - *Software* GNU Octave.

```

GNU Octave 3.1.50
GNU Octave, version 3.1.50
Copyright (C) 2008 John W. Eaton and others.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type `warranty'.

Octave was configured for "i686-pc-msdosmsvc".

Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/help-wanted.html

Report bugs to <bug@octave.org> (but first, please read
http://www.octave.org/bugs.html to learn how to write a helpful report).

For information about changes from previous versions, type `news'.

- Use `pkg list' to see a list of installed packages.
- SciTE editor installed. Use `edit' to start the editor.
- MSYS shell available (C:\Octave\msys).
- Graphics backend: gnuplot.
OCTAVE_HOME=C:\Octave
O diretório de trabalho é: C:\Octave\octave_files
:1>>

```

Fonte: Autores (2019).

## Resultados e Discussão

No início da simulação em GNU Octave foram inseridas as linhas no editor mEd:m-file conforme apresentado na Figura 6.

**Figura 6** - Dados iniciais da simulação em GNU Octave.

```
%program SecadorEL
#Última gravação: 23/10/2016;domingo;19:16
#Software: GNU Octave 3.1.50;mEd 3.4.3
#Autores: Emerson Luciano e Josué Alberton
#Objetivo:
clear all;
#Subrotinas
%var
    global _;
%begin
#Duas linhas em branco
printf(" \n\n");
#Início da simulação
printf("Simulação do tempo de secagem do secador a bandeja");
#Duas linhas em branco
printf(" \n\n");
```

Fonte: Autores (2019).

As informações das variáveis de entrada, parâmetros de processo, material e equipamento utilizados na simulação foram obtidas de Foust e Wenzel (1982, p. 410):

O caso selecionado para a simulação foi a secagem do algodão em rama, com densidade de  $0,7 \text{ g/cm}^3$  (seco), em um secador descontínuo a bandejas, principiando com um teor de umidade de  $1 \text{ g H}_2\text{O/g}$  de sólidos secos até  $0,1 \text{ g H}_2\text{O/g}$  de sólidos secos. As bandejas tinham a forma de um quadrado de  $60 \text{ cm}$  de lado, com  $1 \text{ cm}$  de profundidade, e estavam dispostas de modo que a secagem ocorre somente pela face superior, estando a superfície inferior isolada. O ar, a  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ , com temperatura de bulbo úmido igual a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , circulou pela superfície da bandeja a uma vazão de  $2500 \text{ kg/h m}^2$ . Experiências prévias, em condições de secagem semelhante, indicaram que o teor de umidade crítico foi de  $0,4 \text{ g}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  de sólidos secos e que a taxa de secagem durante o período de taxa decrescente foi proporcional ao teor de umidade livre. O teor de umidade de equilíbrio do algodão em rama foi  $0,052 \text{ g}$  de  $\text{H}_2\text{O/g}$  de sólidos secos à umidade relativa de  $44,1\%$ . O calor latente utilizado para a vaporização de água do algodão em rama foi  $2,383 \times 10^6 \text{ J/kg}$ .

As variáveis de entrada foram inseridas no editor mEd:m-file conforme apresentado na Figura 7.

**Figura 7** - Variáveis de entrada para a simulação em GNU Octave.

```
#Variáveis de entrada para a simulação do tempo de secagem do secador a bandeja
printf("Umidade no início do processo de secagem (g H2O/g ss);");
X0=input("X0 = ");
printf("Umidade ao término da velocidade constante (g H2O/g ss);");
Xc=input("Xc = ");
printf("Umidade no fim do processo de secagem (g H2O/g ss);");
Xf=input("Xf = ");
printf("Umidade no equilíbrio (g H2O/g ss);");
Xe=input("Xe = ");
printf("Temperatura do gás secante (°C);");
Tv=input("Tv = ");
printf("Temperatura da interface líquido-gás - bulbo úmido (°C);");
Ti=input("Ti = ");
printf("Vazão de ar na superfície secante (kg/h m²);");
Gv=input("Gv = ");
printf("Calor latente de vaporização(J/kg);");
Lambda=input("Lambda = ");
printf("Largura da bandeja(cm);");
l=input("l = ");
printf("Comprimento da bandeja(cm);");
c=input("c = ");
printf("Profundidade da bandeja(cm);");
p=input("p = ");
printf("Densidade do material(g/cm³);");
d=input("d = ");
#Duas linhas em branco
printf(" \n\n");
```

Fonte: Autores (2019).

Para determinar o tempo total de secagem (h) do algodão em rama no secador a bandeja foram realizados os cálculos da velocidade ou taxa de secagem (1); peso total de sólidos secos (3); tempo de secagem durante o período a taxa constante (4) e tempo de secagem durante o período a taxa decrescente (5). Além disso, também foi calculado o número de bandejas necessárias para realizar a secagem do produto agrícola. A Figura 8 mostra as linhas dos cálculos no editor do *software* GNU Octave.

**Figura 8** - Linhas dos cálculos do tempo total de secagem e número de bandejas.

```
#Cálculo da velocidade ou taxa de secagem (kg/h m²)
hv=(0.0128*((Gv*(2.2/10.8))^0.8))*5.678;
Rc=(hv*3600/Lambda)*(Tv-Ti);
#Cálculo do peso total de sólidos secos(kg)
Ws=(l*c*p*d)/1000;
#Cálculo do tempo de secagem durante o período a taxa constante(h)
Tetac=((X0-Xc)*Ws)/(Rc*((l*c)/10000));
#Cálculo do tempo de secagem durante o período a taxa decrescente(h)
Tetaf=((-Ws*(Xc-Xe))/(((l*c)/10000)*Rc))*log((Xf-Xe)/(Xc-Xe));
#Cálculo do tempo total de secagem(h)
Tetat=Tetac+Tetaf;
#Cálculo do número de bandejas
n=((Ws/7)/((3600*p)/100^2))^0.5;
```

Fonte: Autores (2019).

Na simulação em GNU Octave foram inseridas as linhas de saída no editor, conforme apresentado na Figura 9.

**Figura 9** - Linhas de saída dos cálculos na simulação em GNU Octave.

```
#Saída dos cálculos do secador a bandeja  
printf("Velocidade ou taxa de secagem; Rc = %g kg/h m2\n", Rc);  
printf("Peso total de sólidos secos; Ws = %g kg\n", Ws);  
printf("Cálculo do número de bandejas; n = %g \n", n);  
printf("Tempo de secagem a taxa constante; Tetac = %g h\n", Tetac);  
printf("Tempo de secagem a taxa decrescente; Tetaf = %g h\n", Tetaf);  
printf("Tempo total de secagem; Tetat = %g h\n", Tetat);  
# coloca duas linhas em branco  
printf("\n\n");  
%end.
```

Fonte: Autores (2019).

Após o arquivo ter sido gravado dentro do diretório, ou subdiretório do GNU Octave, a simulação foi realizada selecionando-se “executar no GNU Octave (F9)”. A Figura 10, apresenta o lançamento das variáveis de entrada para simulação do tempo de secagem no secador a bandeja.

**Figura 10** - Lançamento das variáveis de entrada.

```

GNU Octave 3.1.50
GNU Octave, version 3.1.50
Copyright (C) 2008 John W. Eaton and others.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type `warranty'.

Octave was configured for "i686-pc-msdosmsvc".

Additional information about octave is available at http://www.octave.org.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/help-wanted.html

Report bugs to <bug@octave.org> (but first, please read
http://www.octave.org/bugs.html to learn how to write a helpful report).

For information about changes from previous versions, type `news'.

- Use `pkg list' to see a list of installed packages.
- SciTE editor installed. Use `edit' to start the editor.
- MSYS shell available (C:\Octave\msys).
- Graphics backend: gnuplot.
OCTAVE_HOME=C:\Octave
O diretório de trabalho é: C:\Octave\octave_files
:1>>medcmd
ans = cd(C:\Octave\octave_files\);SecadorEL

Simulação do tempo de secagem de um secador a bandeja

Umidade no início do processo de secagem (g H2O/g ss);X0 = 1
Umidade ao término da velocidade constante (g H2O/g ss);Xc = 0.4
Umidade no fim do processo de secagem (g H2O/g ss);Xf = 0.1
Umidade no equilíbrio (g H2O/g ss);Xe = 0.052
Temperatura do gás secante (°C);Tv = 75
Temperatura da interface líquido-gás - bulbo úmido (°C);Ti = 50
Vazão de ar na superfície secante (kg/h m²);Gv = 2500
Calor latente de vaporização(J/kg);Lambda = 2.383*10^6
Largura da bandeja(cm);l = 60
Comprimento da bandeja(cm);c = 60
Profundidade da bandeja(cm);p = 1
Densidade do material(g/cm³);d = 0.7

```

Fonte: Autores (2019).

Com o lançamento das doze variáveis de entrada, o *software* GNU Octave fez a leitura das linhas dos cálculos de acordo com a sequência lógica de programação. Os resultados da simulação do tempo de secagem do algodão em rama no secador a bandeja estão apresentados na Figura 11.

**Figura 11** - Simulação do tempo de secagem do algodão em rama.

```

GNU Octave 3.1.50
Velocidade ou taxa de secagem; Rc = 0.40186 kg/h m²
Peso total de sólidos secos; Ws = 2.52 kg
Cálculo do número de bandejas; n = 1
Tempo de secagem a taxa constante; Tetac = 10.4514 h
Tempo de secagem a taxa decrescente; Tetaf = 12.0085 h
Tempo total de secagem; Tetat = 22.4599 h

```

Fonte: Autores (2019).

A taxa de secagem foi  $0,40186 \text{ kg/h m}^2$ , o tempo de secagem durante o período a taxa constante de  $10,4514 \text{ h}$ , o tempo de secagem durante o período de taxa decrescente igual a  $12,0085 \text{ h}$ , obtendo-se, o tempo total de secagem de  $22,4599 \text{ h}$ . Os resultados obtidos com a simulação via *software* GNU Octave estão de acordo com Foust e Wenzel (1982), onde foram apresentados os cálculos detalhados do tempo necessário para a secagem do algodão em rama no secador a bandeja.

Nesta simulação, para secar  $2,52 \text{ kg}$  de algodão em rama foi necessário utilizar apenas 1 bandeja nas dimensões ( $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ ). O número de bandejas utilizadas na secagem do produto agrícola foi calculado diretamente proporcional ao peso total de sólidos secos e inversamente proporcional a profundidade do suporte de secagem. Caso seja necessário secar, por exemplo, aproximadamente  $9 \text{ t}$  devem ser fornecidas novas dimensões ( $3600 \text{ cm} \times 3600 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ ), mantendo-se constante os demais parâmetros do processo e variáveis de entrada. Os resultados da simulação estão apresentados na Figura 12.

**Figura 12** - Simulação da secagem de  $9,072 \text{ t}$  do algodão em rama.

 GNU Octave 3.1.50

```
Velocidade ou taxa de secagem; Rc = 0.40186 kg/h m2  
Peso total de sólidos secos; ws = 9072 kg  
Cálculo do número de bandejas; n = 60  
Tempo de secagem a taxa constante; Tetac = 10.4514 h  
Tempo de secagem a taxa decrescente; Tetaf = 12.0085 h  
Tempo total de secagem; Tetat = 22.4599 h
```

Fonte: Autores (2019).

De acordo com os resultados da Figura 13, a velocidade de secagem, os tempos de secagem a taxa constante, decrescente e o total não foram alterados, conservando-se os valores obtidos na simulação da Figura 12. Dessa maneira, os resultados da simulação mostram que para secar  $9,072 \text{ t}$  do algodão em rama seriam necessárias  $60$  bandejas ( $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ ).

### Considerações Finais

Neste trabalho foi simulado em GNU Octave o tempo de secagem do algodão em rama no secador a bandeja. Para determinar o tempo total de secagem no secador foram realizados cálculos da velocidade de secagem; peso total de sólidos secos; tempo de secagem durante o período a taxa constante e tempo de secagem durante

o período a taxa decrescente. Como informação complementar, também foi simulado o número de bandejas necessárias para realizar a secagem do produto agrícola.

Os valores obtidos na simulação como velocidade de secagem, peso total de sólidos secos, número de bandejas do equipamento e tempos de secagem foram informações de grande valor, pois podem ser utilizadas para a otimização e dimensionamento do secador a bandeja para o algodão em rama. A secagem de diferentes produtos agrícolas também pode ser simulada no secador a bandeja, no entanto, seria necessário informar as variáveis de entrada, parâmetros de processo e propriedades do novo material.

A simulação do tempo de secagem foi realizada utilizando-se apenas uma parcela dos recursos disponíveis no programador lógico do *software* GNU Octave. Sugere-se que, estudos futuros da simulação do processo de secagem possam ser realizados via GNU Octave com a função *plot* para observar o perfil da curva de secagem de produtos agrícolas.

## Referências

- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, p.349-353, 1999.
- ALONSO, Luís Felipe Toro; PARK, Kil Jin. Métodos de seleção de secadores. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 25(2): 208-216, abr.-jun. 2005.
- BOEMEKE, Luiz Roberto da Silva. **Desempenho energético e qualidade de grãos nas secagens estacionária e intermitente de arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, p. 34. 2000.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. M. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992.
- CORNEJO, Felix Emilio Prado. **Secagem como método de conservação de frutas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003.
- DALPASQUALE, Valdecir A.; SPERANDIO, Décio. Modelo de simulação de secagem de produtos agrícolas usando entalpia do ar constante. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.30, n.4, p.726-731, jul./ago. 2010.
- DIAS, Leandro Gonçalves. **Estudo do processo de secagem em estufa e por microondas de compósitos cerâmicos de argila e resíduos de esteatito**. 2013. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São del Rei. São del Rei, 2013.

DOMINGUES, Margarete Oliveira; MENDES JÚNIOR, Odim. Introdução a Programas Físico-Matemáticos Livres. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

EATON, John W. GNU Octave and reproducible research. **Journal of Process Control**, v. 22, p. 1433-1438, 2012.

EATON, John W. Octave manual. <<http://www.octave.org/doc/>>, 2001.

EDWARDS, S. G. Influence of agricultural practices on fusarium infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins. **Toxology Letters**, Washington, v.153, n.1, p.29-35, 2004.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.15-28, 2010.

FOUST, Alan S.; WENZEL, Leonard A. **Princípios das operações unitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982. 670 p.

FRANÇA, Pablo Radamés Cabral de; SILVA, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da; ALMEIDA, Francisco de Assis Cardoso; JERÔNIMO, Jeane Ferreira Jerônimo. Secagem de algodão em rama no desempenho operacional de uma miniusina de beneficiamento. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 6.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 3., 2014, Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014. p. 182

GIL, A. Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KEMP, I. C.; BAHU, R. E. A new algorithm for dryer selection. **Drying Thechnology**. New York: Marcel Dekker Inc., n. 13 (5-7), p.1563-1578, 1995.

KOCH, H. J.; PRINGAS, C.; MAERLAENDER, B. Evaluation of environmental and management effects on Fusarium head blight infection and deoxynivalenol concentration in the grain of winter wheat. **European Journal of Agronomy**, Milano, v.24, n.2, p.357-366, 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia científica**. 6ª ed., São Paulo: Atlas 2007.

LINDEMANN, C; SCHMIDT, V.W. **Relatório de Laboratório de Operações Unitárias: Secagem em leite de jorro**. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 2010.

McCABE, W.L.; SMITH, J. C. e HARRIOTT, P. **Unit Operation of Chemical Engineering**, 7th Ed, McGraw-Hill International Book. 2005.

MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MELO, E. C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.301-306, 2007.

MATASOV, A.; MENSUTINA, N.; KUDRA, T. Information system for the selection of dryer In: 11th International Drying Symposium (IDS'98), 1998, Halkidiki Greece. **Proceedings...** Thessaloniki-Grécia: Ziti Editions, August 19-22, 1998. v.A.

MENON, A. S., MUJUMDAR, A. S. **Drying of solids: principles, classification, and selection of dryers**: Handbook of Industrial Drying. New York: Marcel DekkerInc., 1987.

OLIVEIRA, L. da C.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; MAZUTTI, S.; AOSANI, E.; ROCHA, J. C. da. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 313-319, mar./abr., 2010.

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Métodos e técnicas**. 2 ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

PARK, Kil Jin Brandini; PARK, Kil Jin; ALONSO, Luis Felipe Toro; CORNEJO, Félix Emilio Prado; FABBRO, Inácio Maria Dal. Secagem: fundamentos e equações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.1, p.93-127, 2014.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª edição. Pelotas: Editora rua Pelotas, 2012. PUZZI, D., **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas - SP, 2000.

QUEIROZ, D. M.; CORRÊA, P. C.; SOUZA, C. M. A. SIMSEC – Um programa para simulação de secagem. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 1., Porto Alegre, 1999. **Anais**. Passo Fundo: Abrapós; Cesa; Embrapa Trigo, 1999.

RAWLINGS, J. B.; EKERDT, J.G. **Chemical Reactor Nob Hill Publishing**. Madison, WI, 2002.

RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão Adzuki (*Vigna angularis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.171-178, 2010.

SOUZA, Cristiano Márcio Alves de; QUEIROZ, Daniel Marçal de; FILHO, Adílio Flauzino de Lacerda. Simulação do processo de secagem de sementes de milho em camada fixa. **Scientia Agricola**, v.59, n.4, p.653-660, out./dez. 2002

TRAVAGLINI, D. A.; PINTO NETO, M.; BLEINROTH, W.; LEITÃO, M. F. D. E. F. **Bananapassa: princípios de secagem, conservação e produção industrial**. ITAL/Rede de Núcleos de Informação Tecnológica. Campinas, 73 p., 1993.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrao (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.387-394, 2008.

VAN'T LAND, C. M. Selection of industrial dryers. **Chemical Engineering**, v. 5, n. 91, p.53-61, 1984.

## CAPÍTULO 22

### VIABILIDADE ECÔNOMICA FINANCEIRA DE UMA GRANJA DE GALINHAS DE POSTURA EM SÃO LUDGERO

**Douglas Soethe**

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto**

**Berto Warmeling**

**João Paulo Mendes**

**Claiton Uliano**

**Reginaldo Tassi**

**Anderson Volpato Alves**

**Resumo:** O plano de negócios é uma ferramenta muito importante quando se trata da elaboração de um novo empreendimento, ou até mesmo sua ampliação. Com ele é possível observar com clareza quais os pontos necessitam de melhorias antes de concluir seu negócio. Além de auxiliar nas tomadas de decisões sobre a implantação de um investimento, o plano ajuda o futuro empreendedor a identificar possíveis deficiências analisando melhor a oportunidade. Com projeções como a do fluxo de caixa, possibilita analisar como se dará o retorno sobre o investimento e avaliar a viabilidade de implantação. Neste sentido, esta pesquisa teve como objetivo verificar o custo para a implantação de uma granja de galinhas de postura. O método utilizado para o desenvolvimento foi o exploratório, e estudo de caso, a pesquisa bibliográfica pôde auxiliar nos tópicos relacionados ao tema. Os resultados obtidos mostraram que a implantação da granja de galinhas se mostra viável.

**Palavras-chave:** Custo. Implantação. Gastos. Lucratividade.

#### **Introdução:**

Cada empreendimento possui suas particularidades e diferenças, demandando planos de negócios adaptados para cada situação. Todavia, qualquer plano de negócio deve possuir sessões que contemplem o seu entendimento completo. Que defina claramente e com precisão detalhes sobre ele e sobre as oportunidades por ele oferecidas (DORNELAS, 2008).

O plano de negócios é a forma mais segura de se preparar para o futuro do novo empreendimento para o empreendedor. Para que se concretize o objetivo, é necessário levantar os dados e realizar o planejamento passo a passo, servindo como orientação na busca de informações detalhadas a respeito do ramo ou produto

oferecido, mostrando também os pontos positivos e negativos, auxiliando para maiores chances de sucesso.

Na busca por informações que sirvam como subsídio na tomada de decisão, visando o melhor resultado possível, este trabalho buscar responder a seguinte indagação: qual o custo para implantação de uma granja de galinhas de postura no interior da cidade de São Ludgero (SC)? A pesquisa tem como objetivo geral identificar o custo de instalação e operação de uma granja de galinhas de postura em São Ludgero (SC). Para isso alguns objetivos específicos auxiliam para elaboração desta conclusão: pesquisar sobre a classificação de custos; relatar os custos de instalação de uma granja no município de São Ludgero; definir a metodologia do plano de negócios a ser utilizado; estimativa do retorno sobre o investimento realizado.

A justificativa da pesquisa se dá pela busca de maior retorno financeiro futuramente ampliando o ramo, contribuindo também para a aplicação prática dos conhecimentos teóricos do autor. Quando se estima o custo para implantação dos negócios evita-se os gastos desnecessários e pode-se ter uma estimativa de lucros, dessa forma o que investir pode ser mensurado a ponto de definir se a implantação será viável ou não. Com a competitividade no mercado, manter-se atuante é o que se busca, o que os clientes querem é baixo preço, melhor atendimento e preocupação, fatores esses que também são indispensáveis ao negociador. A estimativa de se criar um empreendimento hoje está ancorada na expectativa de fazer com que os valores gastos com implantação obtenham retorno em pouco tempo e ainda façam com que os lucros sejam aumentados na medida em que os anos passam, isso faz com que o gestor se sinta seguro na hora de aplicar seu investimento.

É extremamente importante fazer um planejamento antes de tomar decisões em se tratando de investir em um novo negócio ou ampliar o mesmo, evitando que se apliquem recursos principalmente, financeiros, em um empreendimento com pouca ou nenhuma viabilidade. Embora o plano de negócio não garanta o sucesso do novo empreendimento, minimiza as possibilidades de fracasso por falta de conhecimento prévio do investidor. A principal ferramenta de um futuro empreendedor é o plano de negócios, com ele a empresa poderá direcionar seu empreendimento com conhecimento dos fatores financeiros. O mercado está buscando novas decisões pautadas em fundamentos que possibilitem qualidade nas informações e excelência nos resultados. É fato que muitas empresas sofrem impactos negativos em algum

momento por enfrentarem dificuldades na gestão financeira, por falta de planejamento ou levantamento de informações, por esse motivo, utilizar ferramentas eficazes é uma solução.

### **Custos fixos**

É interessante ressaltar quais são os custos fixos para a fabricação de qualquer processo, pois, eles sempre serão os mesmos e uma vez identificados será fácil para alocar esse custo no preço de venda. Desta forma, “custos fixos são aqueles que decorrem da manutenção da estrutura produtiva da empresa, independentemente da quantidade que venha a ser fabricada dentro do limite da capacidade instalada” (MEGLIORINI, 2007, p.10).

O Conselho Regional de Contabilidade do Estado de São Paulo (2000, p.21), concorda com Megliorini, quando diz: “entendemos por custos fixos aqueles gastos que não estão relacionados com a oscilação do volume de vendas do negócio. Em geral, correspondem aos gastos incorridos para manutenção da superestrutura (administração e outros)”.

Para Wernke (2005), o custo fixo tem seu valor total fixado, ou seja, não importa a quantidade que é produzida, o valor sempre será o mesmo, por isso no mês que produzir mais, o custo fixo por unidade será menor, porque terá mais unidades do produto para dividir ou ratear seus custos fixos. Então para uma empresa se torna mais barato o produto quando tem sua produção na capacidade máxima da empresa, para daí ter mais produto para dividir os custos fixos.

Os autores afirmam que os custos fixos não irão mudar em relação ao volume produzido, eles serão iguais não importa se produzirem mais ou menos, esses custos irão ser os mesmos, pelo fato de serem fixos, ou seja, ele estará todo mês em seu custo.

### **Custos variáveis**

Custos variáveis são aqueles que variam conforme a produção, assim, quanto maior a produção, maior tende a ser o custo variável total.

Wernke (2005) concorda com os demais autores, pois para ele, os custos variáveis variam conforme a produção, por isso se aumentar a quantidade produzida os custos variáveis totais de produção irão aumentar.

Cabe ressaltar que, os custos unitários variáveis são fixos, pois eles serão os mesmos. O que irá mudar é o custo total apenas. Logo para confirmar segue o pensamento de Famá e Bruni (2011, p.30): “[...]. Assim como os custos fixos, os custos variáveis possuem uma interessante característica: são genericamente tratados como fixos em sua forma unitária”.

### **Custos diretos**

Os custos diretos são aqueles que estão diretamente ligados ao produto, conforme o que é produzido.

De acordo Wernke (2005, p.7), “os custos diretos são os gastos fácil ou diretamente atribuíveis a cada produto fabricados no período. São aqueles custos que podem ser identificados com facilidade como apropriáveis a este ou àquele item produzido”.

Custos diretos são aqueles facilmente relacionados com as unidades de alocação de custos (produtos, processos, setores, clientes etc.). Exemplos de custos diretos em relação aos produtos são a matéria-prima e mão de obra direta” afirma Bornia (2010, p.21).

### **Custos indiretos**

Os custos indiretos são os custos que não estão diretamente ligados aos produtos, são de difícil identificação, para poder alocar esses custos no valor do produto é feito um rateio.

Famá e Bruni (2011, p.29), afirmam que “custos indiretos necessitam de aproximações, isto é, algum critério de rateio, para serem atribuídos aos produtos. Exemplos: Seguros e aluguéis da fábrica, supervisão de diversas linhas de produção”.

Os custos indiretos só podem ser calculados por métodos de rateios, esse método é o que dificulta sua alocação no custo do produto.

Para fazer esse rateio Megliorini (2007, p.9) diz que “[...] em geral, são empregados como bases de rateios: período (em horas) de emprego de mão de obra, período (em horas) de utilização das máquinas na fabricação dos produtos, quantidade (em quilos) de matéria-prima consumida etc.”. Essas bases devem ter relação entre o custo e o produto.

### **Custo total e unitário**

Para Bornia (2010, p.18) “o custo total é o montante despendido no período para se fabricarem todos os produtos, enquanto que o custo unitário é o custo para se fabricar uma unidade do produto”. A fórmula que Bornia (2010) utiliza é apresentada na equação 1.

$$\text{Custo unitário} = \frac{\text{Custo Total}}{\text{Produção}} \quad \text{Equação 1}$$

Pode-se observar que as empresas utilizam os dois custos, pois para calcular o unitário ela necessita do total. É quanto menor for o custo melhor para a empresa.

### **Fluxo de caixa projetado**

De acordo com Marques (2010), no fluxo de caixa projetado os prazos de compra e venda são indispensáveis para análise da capacidade do capital, depois de calcular as entradas menos as saídas o fluxo de caixa projetado servirá como base. Assim é possível identificar as reais necessidades do caixa ou as possíveis causas numéricas relacionadas aos prejuízos financeiros que possam ocorrer.

Segundo Hoji (2007) a projeção de fluxo de caixa tem por finalidade apresentar com antecedência a situação financeira futura da organização, caso ocorram dentro do planejado. Este conhecimento antecipado possibilita aos gestores o conhecimento das necessidades e sobras de caixa a curto, médio e longo prazo, ajudando na tomada de decisões.

“O orçamento de caixa pode ser elaborado para períodos mais curtos e, nesse caso, ele é conhecido como previsão de caixa ou projeção de fluxo de caixa” (HOJI, 2007, p.160). Para Sá (2008) a conceituação de fluxo de caixa é o produto final da relação das contas que se têm a receber juntamente com as contas a pagar, objetiva-se a identificar as faltas de excessos de caixas, as possíveis datas que acontecerão totais em dias e quanto em montante, obtendo a partir do fluxo de caixa projetado, o planejamento financeiro.

### **Projeção de vendas**

Gitman (2001) menciona que a previsão de vendas é o ponto principal para a

construção de um planejamento financeiro eficaz, principalmente para retornos a curto prazo. Essa previsão, normalmente, seria cargo do departamento de marketing ou então de pesquisas encomendadas. Para o autor, a previsão de vendas tanto pode ser baseada em dados internos quanto em dados externos, ou então com a união deles. As projeções de vendas podem ser realizadas com referências nos dados externos, os dados podem ser extraídos da renda dos possíveis clientes e dados do crescimento do PIB (Produto Interno Bruto), entre outros que podem ainda ser utilizados. Já os dados internos estimam-se com as projeções realizadas pelo próprio empreendedor ou o setor responsável por esse desenvolvimento (GITMAN, 2001).

Weston e Brigham (2000) ressaltam a importância da previsão e vendas, analisando que se acaso o mercado amplia-se mais que a previsão isso poderá gerar alguns pontos negativos para a empresa, e a organização corre risco de não atender toda a demanda. Há também que pensar no sentido oposto, caso haja muito otimismo e um estoque de produto for mantido além do necessário, então produtos que contenham data de validade perecível poderá acabar resultando em prejuízos que comprometam o futuro da organização.

### **Plano de negócios**

O mundo dos negócios pertence aos empreendedores, ou seja, para aqueles que sabem identificar oportunidades e aproveitá-las, transformando-as em um novo empreendimento. O plano de negócios funciona como um projeto para análise e decisão quanto a viabilidade do empreendimento (CHIAVENATO, 2012).

Para Salim (2005) neste mundo, não tem como pensar em abrir uma empresa sem antes ter um plano de negócios. O autor ainda explica que o plano de negócios se trata de um documento contendo a caracterização do negócio, suas estratégias, forma de operar, projeções de despesas, receitas e resultados financeiros.

É notório que muitas empresas durante muito tempo, se mantiveram no mercado e obtiveram sucesso sem um plano de negócios. Porém esta é uma opção bem arriscada. O planejamento é algo muito importante, muitas vezes o empreendedor investe tudo que tem, buscando alcançar o sonho desejado. Em outras palavras o plano de negócios é utilizado por empreendedores que querem almejar o sucesso e se utilizam de uma fonte segura, seguindo caminhos lógicos e racionais para realização de um sonho (SALIM, 2005).

Dornelas (2008) explica que um plano de negócios é um documento, usado para descrever o empreendimento e o modelo de negócios que sustenta a empresa. Para que seja elaborado é necessário conhecimento e aprendizagem. As seções que contam em um plano de negócios, normalmente são padronizadas para que seu entendimento fique claro, cada uma delas tem um propósito em específico.

### **Investimento**

Para Wernke (2005), investimentos são os gastos feitos na aquisição de ativos, com o qual a intenção seja trazer benefícios e lucros para a empresa em períodos futuros. Podem-se chamar de investimentos todos os sacrifícios que acontecem para a aquisição de bens ou serviços que são estocados nos ativos de uma empresa para baixo da amortização quando de sua venda.

Bornia (2010, p.18) diz que “investimento é o valor dos insumos adquiridos pela empresa não utilizados no período, os quais poderão ser empregados em períodos futuros [...]”.

Concluindo, os investimentos são os gastos que você tem com a compra de máquinas, nesse caso não entra o gasto para montar a máquina e nem o gasto para transportar a mesma. Em um aviário pode-se citar os maquinários para fabricar a ração.

### **Ponto de equilíbrio**

Para Marques (2002), ponto de equilíbrio parte da conjugação dos custos totais com as receitas totais. O ponto de equilíbrio é também chamado de crítico, pois cruzam-se as linhas das receitas ou dos custos, conhecidos como lucros ou prejuízos acumulados.

“O ponto de equilíbrio é a identificação que a empresa busca em relação a não haver nem lucros e nem prejuízos na empresa, ou seja, a produção é igual a venda” (MARQUES, 2002, p.114).

De acordo com Rosa (2007), o ponto de equilíbrio é um indicador de segurança do negócio, pois mostra o quanto é necessário vender para que as receitas se igualem aos custos. Ele indica em que momento, a partir das projeções de vendas do empreendedor, a empresa estará igualando suas receitas e seus custos. Com isso, é minimizada a possibilidade de prejuízo em sua operação.

### **Payback**

Gitman (2010), explica que payback é um período normalmente utilizado para avaliar propostas de investimento de capital.

Segundo Gitman (2010), quem decide a duração aceitável do período payback, é a direção da empresa, está relacionado a um valor que a administração acredita que em média, resultará em decisões de investimentos geradoras de valor. No que se refere a prós e contras deste período, o autor menciona que as empresas de grande porte costumam usar o período payback para avaliar projetos de valores baixos, enquanto empresas pequenas o utilizam para a maioria dos projetos, este método resulta da simplicidade de cálculo e do apelo intuitivo.

### **Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa se caracteriza como estudo exploratório que de acordo com Ciribelli (2003), a pesquisa exploratória, proporciona maiores informações sobre o tema abordado pelo pesquisador, auxilia a delimitar o tema e a definir os objetivos e a formular as hipóteses de trabalho, ajudando assim, a encontrar uma forma original para desenvolver o trabalho.

Com base na exploração de dados foi possível levantar informações sobre custos internos e necessidade de estrutura bem como de pessoas para o funcionamento do negócio. Possibilitando analisar o provável cenário a ser encontrado pelo empreendedor, do custo para implantação da granja de galinhas de posturas Soethe, na cidade de São Ludgero (SC).

Os meios que possibilitaram a coleta de dados se deram através de levantamentos bibliográficos e documentais dos quais serviram para realização da pesquisa. Os meios bibliográficos deram sustentação teórica necessária para o entendimento do que se trata um plano de negócio e sua forma de aplicação, a pesquisa bibliográfica que segundo Rampazzo (2005, p.53).

Estudando a fundo as informações da empresa já existente, foi possível mensurar valores e estimar projeções a serem obtidas sobre o custo da implantação da granja de galinha de postura Soethe. A este estudo aprofundado, em uma única empresa, denomina-se estudo de caso. Segundo Beuren et al. (2006) a pesquisa do tipo estudo de caso caracteriza-se principalmente pelo estudo concentrado de um único caso preferido pelos pesquisadores.

De acordo com Yin (2010), no estudo de caso aprende-se a integrar eventos do mundo a nossa volta com as necessidades do plano de coleta de dados.

Derivada de um estudo de caso, a pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa. Segundo Richardson (1999 apud BEUREN, 2006) “os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais”.

Entretanto, como existe a busca por números, os quais servirão de subsídio para a determinação do alcance do objetivo proposto, a pesquisa também se enquadrada como quantitativa, estes números estão relacionados a viabilidade ou não do empreendimento. Conforme Creswell (2010) os métodos qualitativos mostram uma abordagem diferente do que os métodos quantitativos.

A metodologia se apresenta de fundamental importância para aplicação da pesquisa científica, tendo cada contribuição para o desenvolvimento do estudo, possibilitando sua replicação dentro dos parâmetros necessários dentro da concepção científica.

## **Resultados e Discussão**

### ***Análise do custo para implantação***

A estrutura interna da granja de galinhas será disposta para 3 baterias (corredores) de gaiolas, com 4 de alta (camadas de gaiolas cada corredor), cada camada de gaiolas tem 150 gaiolas, e em cada gaiola cabem 11 galinhas, ou seja, a estrutura da construção terá um espaço para 1800 gaiolas podendo criar 19800 galinhas de postura.

A disposição inicial para funcionamento da granja será de 1 bateria de gaiolas, com 2 de alta, ou seja, com 300 gaiolas, com 3300 galinhas de postura. A Tabela 1 apresenta o custo inicial para a construção da granja.

**Tabela 1** – Custo inicial para a construção da granja.

<b>Instalações</b>			
Terraplanagem	38 horas	R\$ 220,00	R\$ 8.360,00
Pinturas	1	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Telas	400 m <sup>2</sup>	R\$ 22,50	R\$ 9.000,00
Cortinas	400 m <sup>2</sup>	R\$ 20,00	R\$ 8.000,00
Gaiolas	300 gaiolas	R\$ 166,67	50.000,00
Galinhas	3300 unidades	R\$ 20,00	66.000,00
Instalação Elétrica	1	-	10.000,00
Piso industrial	1	-	25.000,00
Materiais para Construção	Todos os itens relacionados*	-	70.000,00
Mão de obra para construção	Pedreiro e servente	Empreitada**	55.000,00
Valor do terreno			250.000,00
<b>Valor Total</b>			<b>551.960,00</b>
<b>Total do Investimento Fixo</b>			

\*todos os itens relacionados a construção, como cimento, tijolos, argamassa, etc.

\*\* Valor acordado entre as partes para obra finalizada.

Fonte: Autores (2018).

Analisando a Tabela 1, percebe-se que os gastos iniciais para a construção da granja resultam em R\$ 551.960,00. A Tabela 2 apresenta o investimento inicial para o escritório.

**Tabela 2** - Investimento inicial para o escritório.

<b>Materiais que fazem parte do escritório</b>			
	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário</b>	<b>Valor Total</b>
Telefone	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Computador	1	R\$ 1.400,00	R\$ 1.400,00
Impressora	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Mesa	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
Cadeira	2	R\$ 200,00	R\$ 400,00
Bombona de Água Refrigerada.	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Geladeira	1	R\$ 700,00	R\$ 700,00
Vaso Sanitário	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Lixeiras	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00
Pia sanitária	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Utensílios para Escritório.	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
<b>Valor Total</b>			<b>R\$ 4.160,00</b>
<b>Valor fixo total investido</b>			

Fonte: Autores (2018).

A Tabela 2 aponta os gastos com materiais de escritório, sendo que se refere aos equipamentos que compõem a parte interna do local. O total de investimento para material de escritório é de R\$ 4.160,00. A Tabela 3 apresenta o investimento necessário com veículos.

**Tabela 3 – Investimento de Veículos.**

Investimento de Veículos	
Caminhão Ford Cargo 816, ano 2013	R\$ 86.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 86.000,00</b>

Fonte: Autores (2018).

A Tabela 3 refere-se ao valor pago no veículo para transporte utilizado durante todo processo no empreendimento, ou seja, todas as vendas de ovos serão feitas com ele, com exceção dos compradores que veem até o local. A Tabela 4 apresenta o custo para a contratação e manutenção de funcionários

**Tabela 4 – Custo para contratação e manutenção de funcionários.**

	Salário	FGTS	INSS	Salário pago mensal
Colaborador 1	R\$ 4000,00	R\$ 320,00	R\$ 440,00	R\$ 3240,00
Colaborador 2	R\$ 1.500,00	R\$ 120,00	R\$ 120,00	R\$ 1260,00
<b>Total</b>		<b>R\$ 440,00</b>	<b>R\$ 560,00</b>	<b>R\$ 4500,00</b>

Fonte: Autores (2018).

Analisando Tabela 4 percebe-se que os colaboradores da granja serão dois funcionários, um em tempo integral e outro trabalhando em meio período, mais especificamente na parte da manhã. O funcionário com o salário maior além de trabalhar na granja com coleta de ovos e fazer as vendas também cuidará da parte burocrática da empresa, sendo ele o proprietário. O fato de separar mensalmente para si um valor estipulado ajuda a empresa a manter um fim lucrativo, pago os encargos e despesas o valor restante poderá ser destinado a uma conta bancária, forma esta, de manter seus lucros. A Tabela 5 apresenta o preço de venda do produto.

**Tabela 5 – Preço de vendas.**

Produtos	Valor Unitário	Preço de Venda
Ovo dúzia	R\$ 4,83 (dúzia)	R\$ 145,00 (caixa com 30 dúzias)
Ovos Soltos	R\$ 10,00 (bandeja com 30 ovos)	R\$ 120,00 (caixa com 12 bandejas)

Fonte: Autores (2018).

Analisando a Tabela 5, estima-se uma produção mensal de 260 caixas de ovos com 30 dúzias, a julgar pelo número de galinhas que irão compor a granja, bem como seu processo de produção de ovos diários. Os maiores clientes serão supermercados e panificadoras, a granja também fará vendas no local, cabe ressaltar que é importante manter um controle de saídas do produto para os clientes sendo que se não suprir a demanda é necessário aumentar a produção. O valor calculado para 260 caixas de ovos é R\$ 37.700,00 mensal, sendo as vendas realizadas no valor de R\$ 145,00, caixa com 30 dúzias. A Tabela 6 apresenta os custos fixos mensais da empresa.

**Tabela 6 – Custos Fixos Mensais.**

Ração	R\$ 9.000,00
Salários de Funcionários	R\$ 4.500,00
Energia	R\$ 100,00
Telefone e Internet	R\$ 150,00
Material de Limpeza	R\$ 80,00
Material de Higiene	R\$ 80,00
Combustível	R\$ 1000,00
Contabilidade	R\$ 300,00
Depreciação de veículos	R\$ 583,00
Seguro de veículos	R\$ 191,00
Manutenção	R\$ 200,00
Depreciação do imóvel e implementos	R\$ 45,99
<b>Total</b>	<b>R\$ 16.229,99</b>

Fonte: Autores (2018).

Analisando a Tabela 6, é possível visualizar os gastos fixos, iniciando com um valor de R\$ 16.229,99. Nesse valor menciona-se a depreciação do veículo. No entanto este valor não é considerado uma despesa que sai todo mês, mas sim contará como um gasto na hora de renegociar a venda do veículo pela compra de um novo. A Tabela 7 apresenta o resumo de gastos para iniciar o empreendimento.

**Tabela 7 – Relação de gastos para Iniciar Empreendimento.**

<b>Relação dos gastos para Iniciar o Empreendimento</b>	
Investimento Inicial	551.960,00
Instalações	4.160,00
Investimento de Veículos	86.000,00
<b>Total</b>	<b>642.120,00</b>

Fonte: Autores (2018).

A Tabela 7 menciona os gastos iniciais para do empreendimento, sendo um investimento total de R\$ 642.120,00. Deste valor metade do capital o proprietário

dispõe em suas economias, porém para concluir o investimento será necessário um empréstimo para viabilidade do negócio. A Tabela 8 apresenta a projeção mensal de vendas (entradas e saídas).

**Tabela 8** – Projeção mensal de vendas (entradas e saídas).

<b>Venda Mensal</b>		
Caixa com 30 dúzias	190	R\$ 27.550,00
Caixa com 12 bandejas	60	R\$ 7.200,00
Bandejas avulsas	10	R\$ 1000,00
<b>Receitas</b>		<b>R\$ 35.750,00</b>
Ração		R\$ 9.000,00
Salários de Funcionários		R\$ 4.500,00
Energia		R\$ 100,00
Telefone e Internet		R\$ 100,00
Material de Limpeza		R\$ 150,00
Material de Higiene		R\$ 80,00
Combustível		R\$ 1.000,00
Contabilidade		R\$ 300,00
Encargos		R\$ 560,00
Parcela do empréstimo		R\$ 1.600,00
Seguro de veículo		R\$ 191,00
Manutenção de veículo		R\$ 200,00
<b>Saída</b>		<b>R\$ 17.735,00</b>
<b>Líquido</b>		<b>R\$ 18.015,00</b>

Fonte: Autores (2018).

A Tabela 8 projeta uma projeção onde pode-se estimar quanto de lucro mensal a granja poderá trazer. Nesta estimativa pode-se avaliar um valor líquido mensal de R\$ 18.015,00, que poderá ser mantido em um fundo bancário para maximizar os lucros. Para avaliar o tempo de retorno sobre o investimento (payback) foi feito o seguinte cálculo apresentado na equação 2.

$$\text{Payback} = \frac{642.120,00}{18.015,00} = 35,64 \text{ Meses} \quad \text{Equação 2}$$

Mantendo uma produção de 260 caixas de ovos mensais, ou mais, o retorno sobre o investimento poderá ser recuperado em aproximadamente 36 meses, isso dá 3 anos aproximadamente.

### Considerações Finais

O plano de negócios é uma ferramenta importante que permite ao

empreendedor definir a viabilidade de seu empreendimento, reduzindo os erros e planejando sistematicamente suas atividades. Também levando em conta que a evolução tecnológica do varejo e as mudanças mundiais, impulsionadas pela pressão por competitividade e eficiência, tem levado as empresas a buscarem a diferenciação de seus produtos.

Os custos para implantação de qualquer empreendimento devem ser bem analisados antes de iniciar um negócio. Nos dias atuais com a competitividade, alguns fatores devem ser avaliados como por exemplo, local para estrutura, clientes e público alvo. Manter-se atualizado quanto a concorrência também é uma estratégia, saber o que as pessoas buscam e oferecer.

A pesquisa mostrou resultados positivos quanto a implantação da granja de galinhas de postura na cidade de São Ludgero/SC, a indagação inicial de que menciona o trabalho perguntando qual o custo para a sua implantação foi respondido nas discussões onde encontrou-se o valor desejado bem como o retorno para o investimento

Os objetivos da pesquisa foram alcançados, sendo que verificava a mensuração dos custos para implantação do empreendimento, com as análises feitas o retorno sobre o investimento inicial será em menos de quatro anos, uma estimativa a curto prazo.

Nenhuma dificuldade encontrada, para o acadêmico trouxe muitas experiências, principalmente na busca pelas informações, isso possibilita saber como será o desenvolvimento na prática ajudando-o a se tornar um bom profissional, fica como sugestão a continuação do tema para futuros acadêmicos.

Pode-se afirmar, portanto, que o estudo realizado servirá como subsídio para analisar a viabilidade de abertura da empresa. Entretanto, as informações aqui constantes não são estáticas e, conforme o desenvolvimento do negócio deve ser revisto e ampliado, que este seja um instrumento eficiente no acompanhamento da empresa.

## Referências

BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em Empresas**

Modernas. Porto Alegre: Editora Bookmann. 2010.

CIRIBELLI, Marilda Corrêa. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7 letras, 2003.

CHIAVENATO, Idalberto. **Empreendedorismo: Dando asas ao espírito empreendedor**. 4.ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

CRESWELL, W. John. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativos, quantitativos e misto**. 3.ed. Tradução: Magda França Lopes. São Paulo: Bookman, 2010.

DORNELAS, José Carlos de Assis. **Transformando ideias em negócios**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier 2008.

FAMÁ, R. BRUNI, A.L. **estatística aplicada à gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 2011.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

\_\_\_\_\_. **Princípios de administração financeira**. 12.ed. Tradução: Allan Vidigal Hastings. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

HOJI, Masakazu. **Administração financeira e orçamentária: Matemática financeira aplicada estratégias financeiras orçamento empresarial**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MARQUES, Wagner Luiz. **Contabilidade geral – II: Passo a passo da contabilidade**. 1.ed. Paraná: Cianorte, 2010.

\_\_\_\_\_. **Fluxo de caixa**. 1.ed. Paraná: Cianorte, 2002.

MEGLIORINI, E. **Custos: Análise e gestão**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Pearson. 2007.

MEGLIORINI, E. **Analisndo os custos empresariais**. São Paulo: Pearson. 2001.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica**. Editora: Loyola. 2005.

SÁ, Carlos Alexandre. **Fluxo de caixa: A visão da Tesouraria e da Controladoria**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SALIM, César Simões; **Construindo planos de negócios: todos os passos necessários para planejar e desenvolver negócios de sucesso**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SALIM, César Simões; et al. **Construindo Plano de Negócios**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

WERNKE, Rodney. **Gestão de custos: uma abordagem prática**. 2.ed. São Paulo:

Atlas, 2005.

WESTON, Fred; BRIGHAM, Eugene. **Fundamento da administração financeira.**  
São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

YIN, Robert K. **Estudo de caso.** Planejamento e métodos. 4.ed. Porto Alegre:  
Bookman, 2010.