

ANAIS  
SENPEX 2017



# VIII SENPEX

A produção do conhecimento e o fortalecimento  
do elo entre ensino, pesquisa e extensão

Orleans, 28 e 29 de setembro de 2017



## **ANAIS**

VIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão do UNIBAVE - SENPEX  
III Feira de Tecnologia e Inovação

*“A produção do conhecimento e o fortalecimento do elo entre ensino,  
pesquisa e extensão”*

*Orleans, Santa Catarina - 28 e 29 de setembro de 2017*

**Ana Paula Bazo**  
**Dimas Ailto Rocha**  
(Organizadores)

**ISBN: 978-85-67456-20-1**

---

## ANAIS

VIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão do UNIBAVE - SENPEX  
III Feira de Tecnologia e Inovação  
A produção do conhecimento e o fortalecimento do elo entre ensino, pesquisa e  
extensão  
Orleans – Santa Catarina – 28 e 29 de setembro de 2017.

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do UNIBAVE

---

S471

Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão - SENPEX / Feira de  
Tecnologia de Inovação: a produção do conhecimento e o fortalecimento do elo  
entre ensino, pesquisa e extensão (8 : 2017: Orleans, SC).

Anais – VIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão – SENPEX, 28 e  
29 de setembro em Orleans, SC / Organizadores: Ana Paula Bazo; Dimas  
Ailton Rocha.

Modo de acesso: [periodicos.unibave.net](http://periodicos.unibave.net)  
ISBN: 978-85-67456-20-1

Evento realizado pelo Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE e  
organizado pelas Pró-Reitorias de Ensino de Graduação e de Pós Graduação,  
Pesquisa e Extensão.

1. Pesquisa. 2. Ensino. 3. Extensão. I. Bazo, Ana Paula. org. II. Rocha,  
Dimas Ailton. org. III. Título.

CDD: 370.7

---

## COMITÊ CIENTÍFICO

Adalberto Alves de Castro  
Ana Paula Bazo  
André Freccia  
Anilce de Araújo Bretas  
Cláudio Sérgio da Costa  
Fernanda Zanette  
Glaucea Warmeling Duarte  
Greice Lessa  
Guilherme Doneda Zanini  
Guilherme Valente de Souza  
Ismael Dagostin Gomes  
Jádina De Nez  
João Fabricio Guimara Somariva  
Joélia Walter Sizenando Balthazar  
Josué Alberton  
Julio Preve Machado  
Laura Lennon Vieira  
Lívia Gonçalves da Silva Valente  
Luiza Liene Bressan da Costa  
Mauro Maciel Arruda  
Miryam Cruz Debiasi  
Murilo Farias Rodrigues  
Ricardo Miotto Ternus  
Rodrigo Moraes Kruehl  
Rose Maria Adami  
Rovânio Bussolo  
Teresinha Baldo Volpato  
Thais de Almeida Knopf  
Vanessa Isabel Cataneo  
Willian Casagrande Candioto

---

## **APRESENTAÇÃO**

O Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão do UNIBAVE acontece desde 2009, sendo realizado, anualmente, de forma ininterrupta. A cada ano o evento aprimora suas atividades, o que contribui para a participação da comunidade acadêmica e para o aumento das apresentações e publicações dos trabalhos científicos nos Anais do evento.

Nesse ano de 2017, a oitava edição do evento teve como temática: "A produção do conhecimento e o fortalecimento do elo entre ensino, pesquisa e extensão", que partiu do princípio de que este tripé, segundo a legislação, constitui o eixo fundamental da Universidade brasileira e não pode ser compartimentado. Acrescenta-se que essa indissociabilidade deve ser o princípio norteador da qualidade da produção universitária.

Neste contexto, a programação do VIII SENPEX contou com 35 oficinas temáticas (dia 28/09/2017) e com apresentação de 148 trabalhos acadêmicos, nos formatos oral e de pôster (29/09/2017). Concomitantemente ao Seminário, aconteceu a III Feira de Tecnologia e Inovação, que proporcionou uma troca de ideias, negócios e trabalhos nesta área, possibilitando um diálogo entre a academia e empresas da região.

---

## SUMÁRIO

### Área temática: Estudos e Experiências em Tecnologia e Informação

ADIÇÃO DE FIBRAS POLIMÉRICAS EM CONCRETO: DESEMPENHO DE PISO INDUSTRIAL COM ADIÇÃO DE FIBRAS. ( <i>Bruno Strey Briguento, Denis Alves Caetano, Emerson Stein, Ana Sônia Mattos</i> )	1328
ANÁLISE DE INVESTIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM CORPOS DE PROVA DE CONCRETO: O CASO DE UMA EMPRESA DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC ( <i>Júlio Preve Machado, Cláudio da Silva, João Paulo Mendes, Odir Coan</i> )	1341
ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS ESTUDO DE UM TRECHO CRÍTICO DA RODOVIA SC - 108 NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE ( <i>Bruno Strey Briguento, Caroline Crozeta Deghenhard, Kelyn Gonçalves Oenning, Luana Pizoni Feltrin, Nadiny Gonçalves Alves</i> )	1354
APRIMORAMENTO DE PRODUTO: MÁQUINA DE AFIAÇÃO DE SERRA FITA ( <i>Tainara Vieira, Berto Varmeling, Daniel Magagnin, Mário Sergio Bortolatto, José Manoel de Souza</i> )	1364
ATUALIZAÇÃO NO PROJETO GUARDA CORPO DE ALUMÍNIO: ASPECTO VISUAL E COMPETITIVIDADE ( <i>Lucas Crotti Zanini, Rafael Goulart, Josué Alberton, Almir Francisco Corrêa, Daniel Magagnin</i> )	1376
BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE SOLDAGEM AUTOMATIZADA NO SETOR DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS ( <i>Lucas Crotti Zanini, Guilherme Kuhnen, Reginaldo Tassi, Almir Francisco Corrêa, Roberval Silva Bett</i> )	1384
DEFINIÇÃO DA ESTIMATIVA DA VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO DOMÉSTICO: ESTUDO PRELIMINAR PARA INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE RIO FORTUNA/SC COM HORIZONTE DE PROJETO PARA 20 ANOS ( <i>Karoline May Bloemer, Rossano Umberto Comelli</i> )	1396
ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DE OTIMIZAÇÃO DE REDES DE AR COMPRIMIDO ( <i>Lucas Crotti Zanini, Tiago Leandro Lotti, Renato Thomaz, Almir Francisco Corrêa, Reginaldo Tassi</i> )	1411
ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE ENTRE O ASFALTO CONVENCIONAL E O MODIFICADO COM BORRACHA ( <i>Eduardo da Silva Coan, Glaucea Warmeling Duarte, Camila Lopes Eckert, João Paulo Mendes, Marcos Cancelier Matei</i> )	1420
ESTUDO DA RECICLAGEM DO RESÍDUO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE TINTAS: UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA CERÂMICA ( <i>Katiri Bardini Marcelino, Michael Peterson</i> )	1435
ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DO RESÍDUO TÊXTIL A PARTIR DO TESTE DE ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL E	

---

TERMOGRAVIMETRIA (ATD-TG) COM INFRAVERMELHO POR TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR) ACOPLADO ( <i>Flávia Sachet de Bona, Katiri Bardini Marcelino, Mario Ricardo Guadagnin, Michael Peterson, Agenor de Noni Junior</i> )	1446
ESTUDO DE CASO CONCRETO COM ADIÇÃO DE PÓ DE SERRA ( <i>Ana Sônia Mattos, Luana Pizoni Feltrin, Nadiny Gonçalves Alves</i> )	1456
ESTUDO DE GESTÃO DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA PAVIMENTADORA ( <i>Mariane Mazon, Daniel Magagnin, Júlio Preve Machado</i> )	1471
ESTUDO DE MERCADO DA CRIAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS COM INFORMAÇÕES SOBRE A SAÚDE DE CÃES E GATOS ( <i>Ana Elise Chuch, Bruna Destro Jung, Daniela Simiano, Micaella Borghert Miguel, Josué Alberton</i> )	1480
ESTUDO DE MERCADO DE UM DISPOSITIVO SONORO PARA SER ACOPLADO NO BICO DE CRIANÇAS ( <i>Ana Paula Cipriano, Elaine Oliveira Brizola Silva, Lucas Rossi Fernandes, Nathalia Policarpo, Josué Alberton</i> )	1486
ESTUDO DE MERCADO DO PRODUTO 2 EM 1: CARRINHO UTILIZADO PARA TRANSPORTES DE OBJETOS DO COTIDIANO COM UMA CADEIRA DE PRAIA ( <i>Alberto Silva Santos, Douglas Nascimento Momteiro, Helliton Silva Machado</i> )	1492
ESTUDO DE MERCADO DO PRODUTO: SUPORTE TÉRMICO PARA GARRAFA ( <i>Francieli Zomer Crocetta, Gegiane Cristina Maciel, Jhonatan Ramos, Márcia de Espindola Moraes, Josué Alberton</i> )	1498
FITORREMEDIAÇÃO: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE VEGETAIS EM ÁGUA DE ÁREAS CONTAMINADAS POR METAIS PESADOS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO DE CARVÃO DA CIDADE DE LAURO MÜLLER – SC ( <i>Bruna Bett de Carvalho, Elder Tschoseck Borba, Márcia Raquel Ronconi de Souza</i> )	1503
GESTÃO DE ESTOQUE DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO: UMA ANÁLISE DE CUSTOS DE ESTOCAGEM E MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUES ( <i>André Vanderlin, Dimas Ailton Rocha</i> )	1516
IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO, DO PERÍMETRO URBANO NO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC. ( <i>Erlen Cataneo Zanini, Bruno De Pellegrin Coan</i> )	1531
ISO 14001: A ADESÃO DAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NAS EMPRESAS BRASILEIRAS ( <i>Bruna Destro Jung, Ana Elise Chuch, Micaela Borghert Miguel, Helliton Silva Machado, Fabiana Sartori Magagnin</i> )	1545
LOGÍSTICA REVERSA: DEFINIÇÕES E ELEMENTOS DO SISTEMA ( <i>Ana Paula Cipriano, Fabiana Sartori Magagnin, Nathalia Policarpo</i> )	1555
MODELO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE UMIDIFICAÇÃO POR ASPERSÃO DE VIA PÚBLICA NÃO PAVIMENTADA COM EFLUENTE TRATADO DE LAVANDERIA INDUSTRIAL TÊXTIL ( <i>Fernando Galdino de Melo, Elder Tschoseck Borba, Márcia Raquel Ronconi de Souza</i> )	1564
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA: OBJETO DE ESTUDO DE CAMPO PARA A DISCIPLINA DE GEOLOGIA ( <i>Fábio Boeing</i> )	1577

---

---

PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE PORTAS NO RAMO DE ISOLAMENTO TÉRMICO ( <i>Hélio Henrique Junior, Glaucea Warmeling Duarte, Lucas Crotti Zanini, Mário Sérgio Bortolatto, Alessandro Cruzetta</i> )	1586
PESQUISA DE MERCADO: ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE UMA NOVA TECNOLOGIA EM GARRAFAS TÉRMICAS ( <i>Maria Eduarda Neves Corrêa, Eduarda Berto Bittencourt, Vanessa da Silva, Josué Alberton</i> )	1601
PESSOAS NO CONCRETO: RELACIONAMENTOS NO CANTEIRO DE OBRAS ( <i>Ana Paula da Silva Fortunato, Adriana Zomer de Moraes, João Paulo Mendes, Júlio Preve Machado, Valter Salvaro</i> )	1608
PRODUÇÃO MAIS LIMPA: UMA CORRELAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO EM DIVERSOS RAMOS ( <i>Maria Eduarda Neves Corrêa, Eduarda Berto Bittencourt, Fabiana Sartori Magagnin, Vanessa da Silva</i> )	1623
PROJETO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE COMPOSTAGEM NO CENTRO EDUCACIONAL PROFESSOR HENRIQUE BUSS EM SÃO LUDGERO/SC ( <i>Larissa Miranda, Luana Furlan Orbem, Milene Marques da Corejo</i> )	1633
REAPROVEITAMENTO DE ENTULHOS CERÂMICOS PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO ( <i>Júlio Preve Machado, Caroline Schlickmann, Kelvin Machado, Julia Schlickmann</i> )	1643
SISTEMA DE INFORMAÇÃO CONTÁBIL E GESTÃO AMBIENTAL: UMA BUSCA SISTEMÁTICA ( <i>Cláudia Neubert Savóis, Anderson Correa Benfatto, Ana Paula Silva dos Santos, Cristina Yamaguchi Keiko</i> )	1650
SISTEMA DE TRATAMENTO COMPLEMENTAR DE EFLUENTE LÍQUIDO EM UMA MADEIREIRA ( <i>Camila Jacinto Fraga, Rossano Umberto Comelli</i> )	1664
SITUAÇÃO ATUAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM CANTEIROS DE OBRAS, NO MUNICÍPIO DE ORLEANS-SC, PARA SUGESTÃO DE MELHORIAS DE ACORDO COM O CONAMA 307 ( <i>Marcia Raquel Ronconi de Souza, Danielly Pereira Borges, Cláudio da Silva, Elder Tschoseck Borba</i> )	1679
SOUNDIFY: PROTÓTIPO DE BIBLIOTECA PARA TRANSMISSÃO DE DADOS ATRAVÉS DE ONDAS SONORAS ( <i>Raphael Fuchter; Marcelo de Moraes Schambeck; Nacim Miguel Francisco Júnior; Arlei Corrêa Zomer, Johnny Pereira</i> )	1693
VIGAS COM ARMADURA ATIVA: CONCEITO E APLICAÇÕES ( <i>Thiago Pottmeier Meurer, Jonas Bombazar da Silva, Ana Sonia Mattos</i> )	1708

---

**ÁREA TEMÁTICA:  
ESTUDOS E EXPERIÊNCIAS EM TECNOLOGIA E INFORMAÇÃO**

---

## ADIÇÃO DE FIBRAS POLIMÉRICAS EM CONCRETO: DESEMPENHO DE PISO INDUSTRIAL COM ADIÇÃO DE FIBRAS

Ana Sônia Mattos<sup>1</sup>; Bruno Strey Briguento<sup>2</sup>; Denis Alves Caetano<sup>3</sup>; Emerson Stein<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professora. Mestre. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. ana.mattos@satc.edu.br

<sup>2</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. brunostreybriguento@hotmail.com

<sup>3</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. denialvesc@hotmail.com

<sup>4</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. emersonstein\_n@hotmail.com

**Resumo:** A adição de fibras ao concreto é uma prática que busca reduzir o surgimento de fissuras e suas respectivas aberturas. A fim de melhorar a propriedade a de resistência a compressão foi realizado esse estudo introduzindo fibras poliméricas no concreto. Para a realização do estudo, foram produzidos corpos de prova com concreto convencional dosado em central, e um concreto com adição de fibras poliméricas. Após a realização dos ensaios, foi verificado um aumento considerado de resistência, em comparação ao corpo de prova com concreto convencional, em média cerca de 15% na resistência a compressão em 7 dias e 18% na resistência a compressão 28 dias. A adição de fibras poliméricas, não só aumentou a resistência a compressão, mas também diminuiu as microfissuras aparentes no concreto.

**Palavras-chave:** Concreto. Fibras. Resistência.

### Introdução

O concreto consiste em um material com propriedades típicas de materiais cerâmicos, como por exemplo a fragilidade. Atualmente é um dos materiais mais utilizados na construção civil. Sua composição básica apresenta uma matriz, formada por cimento e água, que envolve os agregados graúdos e miúdos.

Segundo Bernardi (2003), o concreto possui uma resistência à compressão, adequada para o uso na construção civil. No entanto, possui baixos valores para a resistência a tração, o que leva a necessidade de reforçar o material para esse tipo de esforço. A utilização de fibras, na adição em concreto tem como principal objetivo reduzir o surgimento de fissuras e diminuir suas aberturas. Esse tipo de reforço ganhou muito interesse na indústria da construção e por parte de pesquisadores a partir da década de 60.

O uso dos concretos especiais vêm crescendo cada vez mais na construção civil. A explicação está na finalidade desse tipo de material, que é reduzir as insuficiências dos concretos normais ou introduzir características que não estão

ligadas a esse material. Para isso diversos tipos de fibras são utilizadas como reforço de concreto, sendo as principais, fibras de aço, fibras poliméricas e fibras naturais.

A adição de fibras de polipropileno melhora significativamente propriedades mecânicas do concreto, entre elas resistência à tração, tenacidade, resistência à abrasão e resistência à compressão.

Normalmente, o concreto com fibras de polipropileno é indicado para locais que possuem condições que tornam o uso do concreto comum inadequado. Esse tipo de concreto com fibras de polipropileno pode combater a fissuração causada pela retração do concreto ou argamassa e, suas propriedades, vão variar de acordo com as características da matriz de concreto e da fibra.

O presente estudo tem por objetivo analisar a resistência a compressão de um concreto convencional e um concreto com adição de fibras poliméricas, como também verificar o comportamento, visual, em relação as micro fissuras aparentes, para aplicação em contra piso industrial. A observação será feita após a confecção dos corpos de prova um com concreto convencional dosado em central e o outro um concreto com adição de fibras poliméricas. Para a realização de ensaios de compressão, serão realizados 4 moldagens de corpo de prova, seguindo as normas da ABNT NBR 5738, para efetuar rompimentos com 7 dias e com 28 dias. O teste de resistência do concreto é realizado através do método de compressão axial, conforme a norma ABNT NBR 5739. Com esse estudo pretende-se apresentar uma boa opção de trabalho, mais eficiente com maior resistência e viável economicamente, mais barato que o concreto convencional.

### **Fibras**

É um compósito de grande importância, possui um papel essencial ao combate da fissuração, este material, na maioria das vezes é constituído por um filamento, que possui comprimento superior ao seu diâmetro. Por se tratar de um material inerte, o produto não sofre com a ação de ferrugem e não se debilita como as fibras de vidro.

As fibras poliméricas, como as de polipropileno, já são utilizadas no concreto há um bom tempo. Sua aplicação tradicional tinha o objetivo de promover um maior controle da fissuração nas primeiras idades ou proporcionar a proteção passiva do concreto durante incêndios (FIGUEIREDO, 2005).

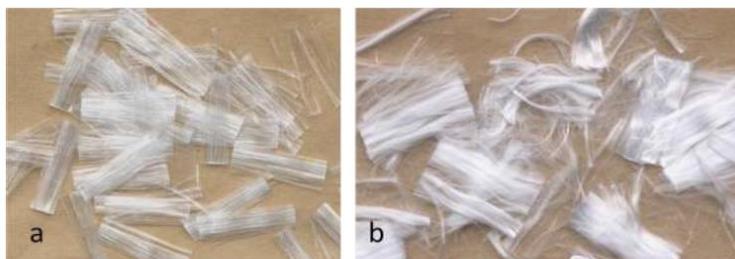
### Aspectos básicos

Segundo Figueiredo (2010), o papel que a fibra irá desempenhar no concreto irá depender de um série de características, no entanto, para a classificação do material, as propriedades mais importantes são o módulo de elasticidade e a resistência mecânica, pois estas duas propriedades irão definir a capacidade de reforço que a fibra pode proporcionar ao concreto.

Ainda segundo Figueiredo (2010), as fibras que possuem módulo de elasticidade inferior as do concreto endurecido, como as de polipropileno e náilon, são chamados de fibras de baixo modulo. Já as fibras que possuem o modulo de elasticidade superior são chamados de fibras de alto módulo.

De forma básica, as fibras são divididas em duas categorias: as microfibras e as macrofibras. Dentro desta divisão as microfibras são classificadas como fibriladas e monofiladas, formadas por uma malha de finos filamentos de seção retangular, realizando o inter-travamento entre a fibra e o concreto, conforme ilustrada na figura 1 respectivamente. Já as macrofibras, possuem um formato um pouco diferente, são fornecidas em filetes, mais grossos, com comprimento superior as microfibras, foram desenvolvidas para o reforço estrutural do concreto.

**Figura 1** - Fibras de polipropileno fibriladas e monofilamento



Fonte: Figueiredo (2010).

**Figura 2** - Cilindro de macrofibras para lançamento direto na betoneira para mistura no concreto.



Fonte: Figueiredo (2010).

### **Fissuração do concreto**

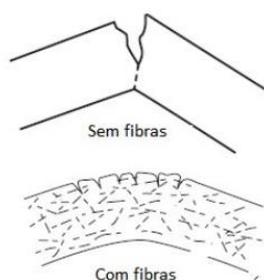
Segundo Lucena (2017), é praticamente impossível eliminar a fissuração no concreto, em especial a fissuração devida à retração. Essa fissuração é uma característica inerente à matriz cimentícia, que é fraca na tração, e que tem pouca capacidade de deformação na tração.

O papel das fibras é de reduzir a abertura das fissuras, por meio da ligação entre as duas bordas das fissuras. As fibras não reduzem a quantidade total das fissuras, e, sim, a abertura das fissuras é que fica reduzida. Mas para que isso ocorra, o traço do concreto deve ser feito corretamente, outros cuidados básicos devem ser tomados, tais como na hora do lançamento, adensamento e cura do material.

Em geral, as fibras poliméricas, não podem substituir armaduras de aço, pois as armaduras estão dispostas em lugares bem definidos, já as fibras, estão dispostas de maneira numerosa e aleatória.

As fibras devem ser vistas como um material complementar para ser usado junto com as barras convencionais de armadura, e não como um material que irá substituir armaduras de aço. É sabido que as propriedades de todos os tipos de estruturas em concreto armado melhoram com a presença de um volume suficiente de fibras de aço, de fibras de polipropileno, ou de outras fibras, tanto para cargas estáticas quanto para cargas dinâmicas (LUCENA, 2017). Conforme a figura 3, podemos observar o ganho de tenacidade a flexão.

**Figura 3** - Aumento de tenacidade a flexão.



Fonte: Lucena, (2017).

### **Relação Fibra Matriz**

Segundo Lucena (2017), como o peso específico das fibras de polipropileno é baixo, um alto teor de fibras também reduz o peso do concreto. Isso é um efeito oposto

do que acontece com as fibras de aço, onde sua inclusão no concreto aumenta o peso do elemento estrutural.

A capacidade do reforço após a fissuração da matriz tem relação direta com o teor de fibras. Logo, aumentando a quantidade de fibras por unidade de volume do compósito, pode ocorrer o aumento da sua capacidade resistente e sua tenacidade. Isso porque o aumento da quantidade de fibras faz com que ocorra o aumento da quantidade de pontes de transferência de tensões nas fissuras (BENTUR; MINDESS, 2007).

Quanto à degradação, as fibras poliméricas quando comparadas a outros tipos de fibras são mais vantajosas, pois não sofrem ataques de micro-organismos, como é o caso da fibra vegetal; corrosão, no caso de fibras de aço; degradação em meio alcalino do cimento, no caso de fibras vegetal e de vidro.

Mogre e Parbat (2012), afirmam que o uso de alta fração volumétrica de fibras de polipropileno para o concreto é vantajoso, pois ela inibe as fissuras por retração plástica, aumenta a resistência à tração, flexão, e fadiga, aumenta em geral a durabilidade e a resistência à fissuração, impede o lascamento, fornece resistência ao impacto e à abrasão.

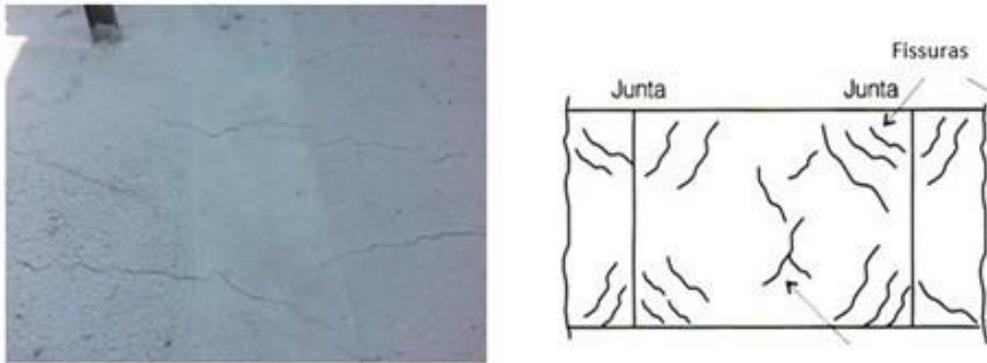
### **Patologias em pisos industriais**

Segundo Granato e Polidoro (2016), basicamente os problemas encontrados em pisos industriais, são devido à retração ou variação térmica do concreto e raramente pelos carregamentos aplicados na estrutura. Para isso é de grande importância conhecer as patologias encontradas, tais como retração plástica, retração hidráulica ou por empenamento.

#### ***Retração plástica***

A retração plástica é aquela que acontece nas primeiras horas de aplicação do concreto, ainda fresco, é causada principalmente pela evaporação rápida da água e é agravada se o concreto estiver sujeito às ações de vento, raios solares, calor e baixa umidade relativa do ar. Na figura 4, podemos observar os efeitos de retração plástica.

**Figura 4 -** Fissuras de retração plástica.

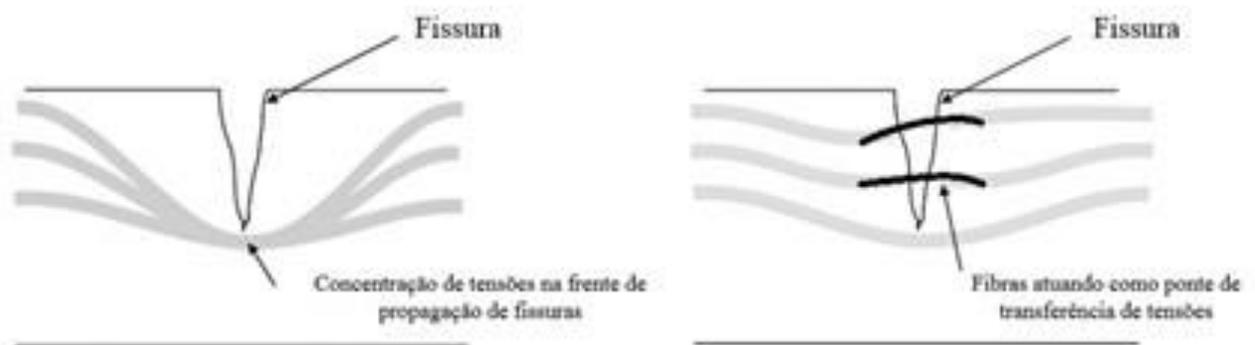


Fonte: Granato e Polidoro,(2016).

### **Retração de secagem**

Acontece em toda a vida útil do concreto, tem início principalmente nos primeiros anos de vida do concreto, pode ser agravada dependendo das condições em que o produto foi aplicado, e se acontece manutenção, ocorre principalmente, devido a esforços internos, devido a força de atrito entre o substrato e o concreto, essas fissuras surgem principalmente nos centros das placas onde as tensões são mais altas (GRANATO; POLIDORO, 2016). A figura 5 retrata as pontes de transferência que as fibras executam na estrutura.

**Figura 5 -** Fibras atuando como ponte de transferência.



Fonte: Figueiredo (2000).

### **Empenamento**

Ocorre quando a placa de concreto sofre uma distorção das bordas e cantos para cima, gerado por uma diferença de umidade ou temperatura entre a parte superior e inferior da placa. Essa retração não ocorre só de forma horizontal, geralmente as placas perdem mais água na parte superior, que está diretamente em

contato com o calor, perdendo assim, mais umidade que a parte inferior da placa, ocasionando empenamentos nos contra pisos. Na figura 6 podemos observar, a ação de empenamento das placas.

**Figura 6** - Empenamento de placa de concreto



Fonte: Granato; Polidoro (2016).

### **Procedimentos Metodológicos**

Os procedimentos e parâmetros para execução do corpo de prova, slump teste e ensaio de compressão das amostras de concreto convencional e com adição fibras, foram realizados conforme as normas da ABNT.

### **Corpos de prova**

Para a realização de ensaios de compressão, foram realizados 4 moldagens de corpo de prova, seguindo as normas da ABNT NBR 5738, para efetuar rompimentos com 7 dias e com 28 dias, para efetuar estas moldagem, são necessárias formas cilíndricas de 15cm de altura e 10cm de diâmetro, uma barra de aço com 60 cm de comprimento e 1,6 cm de diâmetro, com superfície lisa, seção transversal circular e extremidade de socamento semiesférica, esta moldagem é feita com 30% da carga de concreto já retirada do caminhão, sendo colocadas duas camadas de concretos nas formas com a primeira camada de 7,5cm e outra até sua superfície efetuando 10 golpes com a barra de ferro, de maneira uniforme e distribuída.

Após a aplicação dos golpes, a superfície é alisada para ficar com a base regular, após este processo, é colocado sobre as amostras, um revestimento de plástico, para evitar que sujeiras contaminem a amostra. Nas figuras 7, 8 e 9 a seguir demonstram o processo para execução dos corpos de prova.

**Figura 7** - Molde para corpo de prova.



Fonte: Autor, (2017).

**Figura 8** - Molde para corpo de prova preenchido com concreto.



Fonte: Autor, (2017).

**Figura 9** - Corpos de prova desenformados. (1 - Fibras; 2 - Convencional)



Fonte: Autor, (2017).

### ***Ensaio de compressão***

O teste de resistência do concreto é realizado através do método de compressão axial, levando em consideração a norma ABNT NBR 5739, após ser retirada a amostra, e passar pelo primeiro processo de secagem que dura 24 horas,

as amostras são levadas para tanques contendo água, ali permanecerão durante o período de secagem até que atingem a sua resistência característica, para a realização dos ensaios.

Para a realização dos ensaios de compressão, devemos efetuar algumas ações, tais como retificar as faces da amostra, ou seja, deixar totalmente liso, para que a prensa possa pegar em toda a superfície da amostra, para isso, foi utilizado uma máquina de retifica, que consiste em uma serra, que irá nivelar a amostra, tal máquina deve estar calibrada, para que na hora do corte, seja retirado no máximo 0,05 mm da superfície.

Após todos os processos, o corpo de prova foi colocado na prensa, figura 10, onde uma carga foi sendo aplicada de maneira gradual, até que o mesmo venha a romper, podendo, assim obter-se o valor de sua resistência.

**Figura 10** - Prensa para ensaio de compressão



Fonte: Autor, (2017).

### **Slump teste**

Análise efetuada em toda a carga de concreto, se baseia na NBR NM 67, que visa determinar a resistência do concreto fresco há medida de seu assentamento. Esta ação, irá verificar se o concreto está de acordo com o pedido do cliente, para os ensaios realizados, o slump adotado foi o de  $12 \pm 2$ , um concreto que não se apresenta muito mole, devido a sua aplicação em pisos industriais e nem muito seco.

Este teste consiste da seguinte maneira, uma chapa metálica com dimensões superiores ao do cilindro de teste, um cone cilíndrico, uma barra de aço medindo 60

cm de comprimento e 1,6 cm de diâmetro, com superfície lisa, seção transversal circular e extremidade de socamento semiesférica.

Colocando estas ferramentas em uma superfície plana, o concreto será adicionado ao cilindro, sendo dividido em três camadas, com a primeira sendo de 7 cm de altura, a segunda de 16 cm e por último a terceira camada até a boca do cone. Em cada camada, deverá ser efetuado 25 golpes com a barra de ferro, fazendo com que não haja espaços vazios dentro do cone. Por último, o cone deverá ser virado ao contrário, levantando se devagar, com a retirada do cone, a medição do slump será realizada. Conforme figura 11, equipamentos para realização do ensaio de slump teste.

**Figura 11** - Material para realização do slump test.



Fonte: Autor, (2017).

### **Composição do concreto utilizado**

O concreto utilizado neste trabalho foi confeccionado utilizando-se cimento CP-IV, brita calcária 1, brita calcária 0, pó de brita, areia fina, fibras de polipropileno (PP), água potável e ligantes, sendo que o concreto convencional, a fibra não foi adicionado. Este concreto foi projetado para um fck de 30 Mpa, sendo que a adição de fibras se deu no decorrer da mistura do concreto.

A tabela 1, apresenta as proporções de materiais consumidos para cada tipo de concreto estudado.

**Tabela 1** - Componentes do concreto para produção de 1m<sup>3</sup> de concreto.

Concreto	Brita 1	Brita 0	Pó de pedra	Areia fina	Cimento	Água	Fibras	Ligante
Convencional	791 Kg	198 Kg	448 Kg	448 Kg	312 Kg	193 Kg	0	2,19 Kg
Fibras	791 Kg	198 Kg	448 Kg	448 Kg	312 Kg	193 Kg	600 g/m <sup>3</sup>	2,19 Kg

Fonte: Autor, (2017).

## Resultados e Discussão

Para melhor interpretação dos resultados, foram elaboradas, duas tabelas para comparação, ao ensaio de compressão, a tabela 2, apresenta os valores obtidos através da ruptura das amostras a sete dias de cura, já a tabela 3 apresenta os resultados obtidos a vinte e oito dias de cura.

**Tabela 2** - Resistência à compressão 7 dias

Concretos	Amostra 1	Amostra 2
Convencional	20,30 Mpa	19,40 Mpa
Fibras	23,39 MPa	23,02 Mpa

Fonte: Autor, (2017).

**Tabela 3** - Resistência à compressão 28 dias.

Concretos	Amostra 1	Amostra 2
Convencional	32,14 Mpa	33,32 Mpa
Fibras	36,97 Mpa	40,82 Mpa

Fonte: Autor, (2017).

Após a realização dos ensaios, foi verificado um aumento considerado de resistência, em comparação ao corpo de prova com concreto convencional, com 7 dias observou-se um aumento em média de 15% na melhora da resistência a compressão: concreto convencional aproximadamente 20MPa e concreto com adição de fibras poliméricas aproximadamente 23Mpa. Com 28 dias apresentou uma melhora em média 20% na resistência a compressão de 33Mpa para 39,6Mpa. A adição de fibras poliméricas, não só aumentou a resistência a compressão, mas visualmente também diminuiu as microfissuras aparentes no concreto. Dessa forma mostra-se como uma excelente opção de trabalho, eficiente e mais viável economicamente que o concreto convencional.

## Considerações Finais

O presente artigo teve por objetivo estudar a utilização de fibras poliméricas em concretos convencionais, além disso, contribuir com os estudos acerca das propriedades físicas e mecânicas do material.

Este material possui resistência elevada se comparada com o concreto convencional. Fibras de polipropileno também são muito usadas principalmente em pisos industriais. O objetivo é reduzir danos devidos à fissuração da retração plástica, retração esta que ocorre nas primeiras 12 horas, antes que o concreto tenha desenvolvido muita resistência.

Embora seja um produto que vem crescendo, sua utilização ainda deverá ser mais estudada, afim de proporcionar maiores aplicações no ramo da construção civil, para que no futuro a relação aço concreto seja diminuída, tornado a obra mais barata, e duradoura.

Após a realização dos ensaios nos corpos de prova, notamos que a utilização de fibras reduzia a micro fissuração, mas não há ponto de extinguir este problema, para resultados mais promissores, necessitam se de maiores estudos, para que no futuro esse problema seja evitado.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:2008**. Concreto – Procedimentos para moldagem e cura de corpo de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 5739:2007**. Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 67:1998**. Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BENTUR, A.; MINDESS, S. **Fibre Reinforced Cementitious Composites**. 2ed. London: Elsevier, 1990.

BERNARDI, S.T., **Avaliação do comportamento de materiais compósitos de matrizes cimentícia reforçadas com fibra de aramida kevlar**, Tese de M.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2003.  
EDUARDO GRANATO, JOSE; POLIDORO, GUSTAVO. **Reforço secundário de proteção mecânica sobre impermeabilização utilizando macrofibras sintética**. Disponível em: <<http://www.viapol.com.br> //>. Acesso em: 15 jun. 2017.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto com fibras de aço**. PCC USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de engenharia de construção civil, BT/PCC/260, 2000, São Paulo.

\_\_\_\_\_. **O concreto com reforço de macrofibras poliméricas.** Concreto & Construções.v.59, p.39, 2010a.

\_\_\_\_\_. **Concreto com fibras.** In: Isais, Geraldo Cechella. (Org.) Concreto. Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. V.2, Capítulo 39, p. 1195 – 1225. 2005a.

LUCENA, J. C. T. **Concreto reforçado com fibras de polipropileno: estudo de caso para aplicação em painel alveolar de parede fina.** 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

MOGRE, R.P.; PARBAT, D.K. **Behavior of polypropylene fibre reinforced concrete with artificial sand.** International Refereed Journal of Engineering and Science, v. 1, issue 2, p. 37 – 40, 2012.

## ANÁLISE DE INVESTIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM CORPOS DE PROVA DE CONCRETO: O CASO DE UMA EMPRESA DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC

**Claudio da Silva<sup>1</sup>; João Paulo Mendes<sup>2</sup>; Júlio Preve Machado<sup>3</sup>; Odir Coan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. dinhoeng@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. eng.joaopaulomendes@gmail.com

<sup>3</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. juliopreve@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. odircoan@gmail.com

**Resumo:** Atualmente muitas empresas do setor da construção civil convivem com a realidade de possuir gastos com empresas terceirizadas na prestação de serviços relacionados à realização de ensaios de resistência de compressão dos concretos utilizados nas estruturas de suas obras. Dependendo do seu volume de produção, esses gastos podem ser reduzidos realizando esses ensaios dentro da própria empresa, através da implantação de um próprio laboratório. Com base neste contexto, este artigo do tipo estudo de caso objetivou avaliar a viabilidade econômica de se investir em laboratórios de ensaios de compressão de concreto dentro de uma construtora, localizada no município de Tubarão - SC. Através de técnicas de análise de investimento como valor presente líquido, valor futuro líquido, valor uniforme líquido e taxa interna de retorno, o estudo mostrou que o investimento para o projeto e para empresa em específico, é viável.

**Palavras-chave:** Viabilidade. Investimento. Resistência à compressão. Concreto.

### **Introdução:**

Quando se trata de estruturas de concreto armado logo são lembrados de vários bens sociais usufruídos em razão desse material. Nossa sociedade é composta por casas, comércios, edifícios, pontes, viadutos, escolas, hospitais, igreja e etc., constituídas por estruturas que são capazes de garantir a integridade e a segurança durante o uso desses bens. Para que isso ocorra, as estruturas de concreto armado precisam estar compostas de características capazes de garantir o desempenho necessário. Dimensões geométricas dos elementos, quantidade, resistências e diâmetro de barras de aço, quantidades e resistências do concreto representam tais características (BOTELHO; MARCHETTI, 2013).

Essas características passam a ser transformadas em valores por calculistas estruturais para garantir o desempenho e a segurança estrutural. Esses valores são fixos, independente das condições reais de aplicação que normalmente tendem a

tornar esses valores aleatórios. Por isso, a resistência dos materiais está relacionada com as condições de segurança da estrutura. Daí vem a importância do controle da resistência à compressão do concreto (HELENE; TERZIAN, 1992).

O controle de resistência à compressão dos concretos faz parte dos requisitos exigidos para a garantia da segurança no projeto estrutural, sendo necessário a sua comprovação através de métodos de controle de recebimento ou de aceitação. Avaliar se o que está sendo produzido corresponde ao que foi projetado, faz parte da própria concepção do processo construtivo como um todo (PACHECO; HELENE, 2013).

O controle de resistência dos concretos, nomeado segundo NBR 12655 (2015) como controle de recebimento, é responsável pelo prejuízo de aceitação ou rejeição, diferindo do controle de produção em dois aspectos fundamentais. Primeiro porque o objetivo é decidir para conformidade ou não de certa quantidade de concreto com relação ao que foi especificado. O segundo aspecto se deve por não envolver fatores econômicos da produção. O que importa é aceitar um concreto com a resistência característica atendida seja qual for a dispersão e média de produção daquele concreto. A partir disso, surge o interesse de se limitar certa quantidade de concreto (lote) para a realização de uma amostragem aleatória. (HELENE; TERZIAN, 1992). A formação dos lotes de concreto e suas amostras para a realização do controle de recebimento, é realizada de acordo com a NBR 12655 (2015) que tem o título de Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.

Esses ensaios atualmente representam gastos para as empresas do setor da construção civil, que terceirizam esses trabalhos. Porém, dependendo do seu volume de produção, esses gastos podem ser reduzidos realizando tais ensaios dentro da própria empresa, através da implantação do seu próprio laboratório. Por isso, esta pesquisa visa analisar a viabilidade de investimento na implantação de um laboratório de ensaios de compressão de concreto numa construtora localizada no município de Tubarão, Santa Catarina. Visando suprir este objetivo geral, serão levantados os custos atuais com terceirização pagos pela empresa em estudo com a realização dos ensaios de resistência de compressão de concreto e serão calculados os custos de implantação, operação e manutenção do laboratório a ser implantado. Além disso, serão utilizados os métodos de cálculo do VPL (valor presente líquido), VFL (valor futuro líquido), VUL (valor uniforme líquido), TIR (Taxa interna de retorno) e TMA (taxa mínima de atratividade).

## Procedimentos Metodológicos

Método é o meio pelo qual o pesquisador se utiliza para buscar respostas e obter resultados confiáveis. “O método é um recurso que requer detalhamento de cada técnica aplicada na pesquisa. É o caminho sistematizado, formado por etapas, que o pesquisador percorre para chegar à solução.” (MOTTA, 2012, p. 83).

Os métodos de procedimento a serem utilizados na pesquisa consistem no monográfico e no comparativo. O primeiro deve-se a preocupação com o aprofundamento do tema em estudo e o segundo, a necessidade de comparações entre leis, normas e doutrinas.

Para Motta (2012, p. 98), “o método monográfico é aquele que analisa, de maneira ampla, profunda e exaustiva, determinado tema-questão-problema.” E o método comparativo consiste “[...] na verificação de semelhanças e diferenças entre duas ou mais pessoas, empresas, tratamentos, técnicas, etc., levando-se em conta a relação presente entre os aspectos comparados” (MOTTA, 2012, p. 96).

O método de abordagem que se aplicará na pesquisa é o do tipo indutivo, uma vez que a partir dos resultados obtidos em um estudo de caso de uma empresa em específico pode-se concluir que a tomada de decisão aplicada servirá de base para outras empresas do mesmo setor. Assim, trata-se de um método “[...] que parte de uma ou mais proposições particulares para atingir uma conclusão geral ou universal.” (HENRIQUES; MEDEIROS apud MOTTA, 2012, p. 68).

A pesquisa proposta para o trabalho monográfico, quanto ao seu objetivo, será a do tipo descritiva, pois representa uma pesquisa que “[...] analisa, observa, registra e correlaciona aspectos (variáveis) que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los.” (GIL, 2002, p. 103). Envolve levantamento bibliográfico, sem desenvolver análises mais detidas.

Quanto aos procedimentos na coleta de dados, serão aplicadas as pesquisas do tipo bibliográfica e estudo de caso.

A primeira decorre da necessidade de se fazer leituras, análises e interpretações de fontes secundárias (livros, revistas, jornais, monografias, teses, dissertações, relatórios de pesquisa, doutrinas, etc.). A finalidade desta consiste em colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que já foi escrito ou dito sobre o tema em estudo. (MOTTA, 2012). É uma pesquisa que explica o tema em questão à luz dos modelos teóricos pertinentes.

Esta pesquisa será realizada numa empresa do setor da construção civil que atua há dez anos no mercado de Tubarão – SC e região. Atualmente convive com gastos mensais com empresas terceirizadas que prestam serviços para a realização de ensaios de compressão do concreto utilizado na construção de seus empreendimentos.

A empresa em estudo tem a expectativa de nos próximos 3 anos ter três empreendimentos em fase de construção, na etapa de estrutura, simultaneamente. Essas obras devem estar espalhadas entre as cidades de Tubarão, Laguna e Imbituba. Conforme necessidade prevista nos planejamentos dessas obras, para se atingir os cronogramas necessários, cada obra terá que produzir duas lajes/mês, representando uma estimativa de consumo de 650,00 m<sup>3</sup> de concreto/mês.

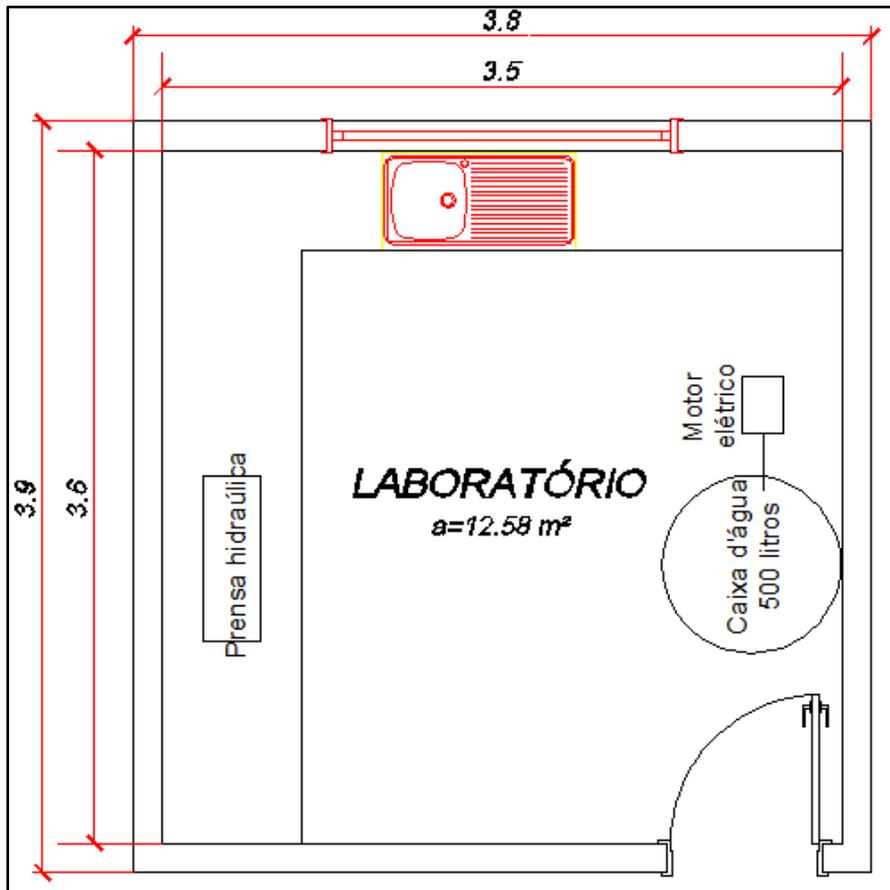
Serão realizados análises de investimentos em dois cenários: cenário 1 e cenário 2. Estes dois cenários apresentarão diferenças na quantidade dos corpos-de-prova a serem ensaiados, em função de dois métodos de controle de aceitação de concretos estabelecidos pela NBR 12655 (2015). No cenário 1 será apresentado um fluxo de caixa onde os dispêndios (custos) estarão relacionados a implantação, operação e manutenção do laboratório para a realização de ensaios de compressão de concreto, dentro do controle de resistências por amostragem total. Já as receitas (benefícios), seriam os gastos que a empresa deixaria de ter com prestação de serviços terceirizados para a realização desses serviços. No cenário 2 o fluxo de caixa apresentado terá como dispêndios (custos) os serviços de implantação, operação e manutenção do laboratório para a realização de ensaios de compressão de concreto, dentro do controle estatístico de resistências por amostragem parcial. Suas receitas (benefícios), seriam os gastos que a empresa deixaria de ter com prestação de serviços terceirizados para a realização desses serviços.

Para a análise de investimentos serão utilizados os métodos do valor presente líquido (VPL), valor futuro líquido (VFL), valor uniforme líquido (VUL), taxa interna de retorno (TIR) e taxa mínima de atratividade (TMA).

O laboratório a ser implantado será utilizado exclusivamente, para a realização de ensaios de compressão em corpos-de-prova de concreto. Necessitará de equipamentos como prensa hidráulica automática com capacidade igual ou superior a 100 toneladas, uma retífica para regularização das superfícies dos corpos-de-prova, uma caixa d'água de 500 litros para o armazenamento e cura dos corpos-de-prova, um termostato e motor elétrico para criar um sistema de controle da temperatura da

água e acionamento automático do mesmo. A figura 1 ilustra o layout do laboratório que será utilizado.

**Figura 1** – Layout do laboratório de ensaios de compressão do concreto



Fonte: Autores (2017).

O espaço físico do laboratório será construído dentro do sistema construtivo de estruturas de concreto armado e alvenaria convencional. Interna e externamente, as paredes e teto serão todos rebocados. O piso terá como acabamento, peças cerâmicas comum. A laje, externamente, será acabada com argamassa de cimento e areia e impermeabilizada com impermeabilizantes flexíveis, sendo que estes, terão uma outra camada final de contrapiso como proteção mecânica. A porta será de madeira e a janela de alumínio e vidro. Os rodapés serão cerâmicos. O pé direito final será de 2,80 metros. Este laboratório será instalado em anexos ao espaço onde se comporta o depósito central da empresa. Por isso, banheiros, vestiários e refeitórios já existem no espaço. A Tabela 1 mostra o quantitativo dos serviços a serem realizados para a construção deste espaço.

**Tabela 1 – Quantitativo de serviços**

Item	Discriminação dos serviços	Unidade	Quantidade
1	Locação da obra	vb	1,00
2	Fundações/estrutura	m <sup>2</sup>	14,82
3	Alvenaria	m <sup>2</sup>	36,74
4	Instalações elétricas	vb	1,00
5	Instalações hidráulicas	vb	1,00
6	Instalação de exaustor	vb	1,00
7	Reboco interno	m <sup>2</sup>	49,32
8	Reboco externo	m <sup>2</sup>	36,74
9	Contrapiso	m <sup>2</sup>	25,16
10	Piso cerâmico	m <sup>2</sup>	12,58
11	Porta de madeira	unid	1,00
12	Pintura interna	m <sup>2</sup>	49,32
13	Pintura externa	m <sup>2</sup>	49,32
14	Janela de alumínio e vidro	unid	1,00
15	Rodapé cerâmico	metro linear	13,4
16	Impermeabilização	m <sup>2</sup>	14,82

Fonte: Autores (2017).

## Resultados e Discussão

### Custos de construção

De acordo com as características do laboratório em estudo a ser construído, utilizando a base padrão de composições unitárias de custos da empresa em estudo, obtém-se os custos totais de construção apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Resumo dos custos de construção do laboratório**

Item	Serviços	Unid	Quantidade	Custo unitário	Custo total
1	Locação da obra	vb	1,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00
2	Fundações/estrutura	m <sup>2</sup>	14,82	R\$ 350,00	R\$ 5.187,00
3	Alvenaria	m <sup>2</sup>	36,74	R\$ 42,87	R\$ 1.575,04
4	Instalações elétricas	vb	1,00	R\$ 580,00	R\$ 580,00
5	Instalações hidráulicas	vb	1,00	R\$ 520,00	R\$ 520,00
6	Instalação de exaustor	vb	1,00	R\$ 435,00	R\$ 435,00
7	Reboco interno	m <sup>2</sup>	49,32	R\$ 17,84	R\$ 879,87
8	Reboco externo	m <sup>2</sup>	36,74	R\$ 20,63	R\$ 757,95
9	Contrapiso	m <sup>2</sup>	25,16	R\$ 22,02	R\$ 554,02
10	Piso cerâmico	m <sup>2</sup>	12,58	R\$ 30,00	R\$ 377,40
11	Porta de madeira	unid	1,00	R\$ 450,00	R\$ 450,00
12	Pintura interna	m <sup>2</sup>	49,32	R\$ 16,39	R\$ 808,35
13	Pintura externa	m <sup>2</sup>	49,32	R\$ 19,25	R\$ 949,41
14	Janela de alumínio e vidro	unid	1,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00
15	Rodapé cerâmico	metro linear	13,4	R\$ 6,50	R\$ 87,10
16	Impermeabilização	m <sup>2</sup>	14,82	R\$ 50,00	R\$ 741,00
<b>TOTAL (R\$)</b>					<b>R\$ 14.602,14</b>

Fonte: Autores (2017).

### **Custos de implantação**

Os custos para a implantação do laboratório foram obtidos com base em cotações de custos utilizando três fornecedores locais de cada equipamento. Os preços tomados como base, foram os maiores valores das cotações. A Tabela 3 apresenta o custo total de operação.

**Tabela 3 – Resumo de custos de implantação do laboratório**

<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo total</b>
Microcomputador	unid	1,00	R\$ 950,00	R\$ 950,00
Caixa d'água de 500 litros usada	unid	1,00	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Sistema elétrico com termostato para controle de temperatura d'água	vb	1,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00
Sistema hidráulico para controle de temperatura d'água	vb	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Retífica	vb	1,00	R\$ 350,00	R\$ 650,00
Prensa hidráulica	vb	1,00	R\$ 35.000,00	R\$ 35.000,00
<b>TOTAL (R\$)</b>				<b>R\$ 37.100,00</b>

Fonte: Autores (2017).

### **Custo de operação**

Quanto aos custos de operação, a empresa terá apenas os custos de mão-de-obra do laboratorista, que já será um funcionário da empresa (auxiliar de engenharia) qualificado para exercer essa função. Tal qualificação será fornecida pela empresa que fornecerá a prensa e a retífica sem custos adicionais. Além dessa mão-de-obra, a empresa também terá custos de consumo de água e energia elétrica. Esses custos estarão locados em todos os períodos (exceto o período 0) do fluxo de caixa, por se tratar de um dispêndio mensal. A Tabela 4 apresenta o resumo desses custos, considerando que em um mês, a empresa terá 260 corpos-de-prova, dentro do controle estatístico de resistências por amostragem parcial, para realizar o rompimento à compressão.

**Tabela 4 – Resumo de custos de operação do laboratório**

<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Auxiliar de engenharia	Horas	21,67	R\$ 16,00	R\$ 346,67
Gastos com água e energia elétrica	Vb	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
<b>TOTAL (R\$)</b>				<b>R\$ 496,67</b>

Fonte: Autores (2017).

### **Custos de manutenção**

Como custos de manutenção, numa reunião realizada entre fornecedor de prensa e retífica, prestadores de serviço da parte elétrica, hidráulica e de sistemas da informação, analisando critérios de uso e desgaste dos equipamentos, os envolvidos chegaram a conclusão de que semestralmente, a empresa terá um desembolso de R\$ 750,00.

### **Cálculo das receitas**

Atualmente, a empresa em estudo, tem um desembolso de R\$ 22,00/unid de corpo-de-prova rompido por laboratórios terceirizados. Como a quantidade mensal dos corpos de prova varia com o tipo de controle de resistência adotado, nos dois cenários de análise de investimento, têm-se dois valores diferentes.

No cenário 1, analisando o investimento de implantação do laboratório de ensaios de resistência a compressão do concreto pelo controle de resistências por amostragem total, recomenda-se que sejam moldados exemplares para todas as amassadas de concreto (caminhões betoneiras). Neste caso, adota-se como critério 6 exemplares com 2 corpos-de-prova/exemplar para cada caminhão. Desta forma, têm-se as quantidades de corpos-de-prova a serem rompidas por mês, apresentadas nas equações 1, 2 e 3.

$$\begin{aligned} \text{Quantidade de caminhões} &= \frac{650m^3}{8m^3/\text{caminhão}} = 81,25 \text{ caminhões} && \text{Equação 1} \\ &\approx 82 \text{ caminhões} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de exemplares} &= 82 \text{ caminhões} * 6 \frac{\text{exemplares}}{\text{caminhão}} && \text{Equação 2} \\ &= 492 \text{ exemplares} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de CP's} &= 492 \text{ exemplares} * 2 \frac{\text{CP's}}{\text{exemplar}} && \text{Equação 3} \\ &= 984 \text{ CP's/mês} \end{aligned}$$

Já no cenário 2, analisando o investimento de implantação do laboratório de ensaios de resistência a compressão do concreto pelo controle estatístico de resistências por amostragem parcial, recomenda-se romper mensalmente, a quantidade de corpos de prova (CP's) apresentada com base nos resultados das equações 4, 5 e 6.

$$\text{Número de lotes} = \frac{650 m^3/\text{mês}}{50 m^3/\text{lote}} = 13 \text{ lotes} \quad \text{Equação 4}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de exemplares} &= 13 \text{ lotes} * 10 \frac{\text{exemplares}}{\text{lote}} && \text{Equação 5} \\ &= 130 \text{ exemplares} \end{aligned}$$

$$\text{Número de CP's} = 130 \text{ exemplares} * 2 \frac{\text{CP's}}{\text{exemplar}} = 260 \text{ exemplares} \quad \text{Equação 6}$$

### **Cálculo da taxa mínima de atratividade (TMA)**

Segundo Filho e Kopittke (1994) a taxa mínima de atratividade consiste numa taxa referencial que deverá ser superada ou, no mínimo, igualada pelo investimento para que esse possa ser rentável para o investidor.

Numa entrevista com o diretor administrativo da empresa em estudo, pelo fato de que o proprietário da empresa possui outras oportunidades de investimento, eles desejam trabalhar nesta análise de investimento, com a mesma TMA utilizada em seus empreendimentos. A taxa de referência da empresa em estudo é de, no mínimo, 30% em três anos. Transformando essa taxa para uma taxa mensal, têm-se os resultados apresentados nas equações 7, 8 e 9.

$$i_2 = (1 + i_1)^{\frac{n1}{n2}} - 1 \quad \text{Equação 7}$$

$$i_2 = (1 + 0,30)^{\frac{1}{36}} - 1 \quad \text{Equação 8}$$

$$i_2 = 0,7315\% \text{ ao mês} \quad \text{Equação 9}$$

### **Análise de investimento no cenário 1**

Para o cenário 1, têm-se um investimento inicial de R\$ 51.702,14, referente aos custos de construção e implantação do laboratório. Nos demais períodos, por se tratar de uma quantidade de 984 corpos de prova/mês, têm-se os seguintes novos custos de operação, apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** – Resumo de custos de operação do laboratório no cenário 1

<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Auxiliar de engenharia	Horas	82,00	R\$ 16,00	R\$ 1.312,00
Gastos com água e energia elétrica	Vb	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
<b>TOTAL (R\$)</b>				<b>R\$ 1.462,00</b>

Fonte: Autores (2017).

Seguindo os demais custos de manutenção, têm-se o seguinte fluxo de caixa apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6** – Fluxo de caixa para o cenário 1

Período mensal	Custos (dispêndios)	Benefícios (receitas)	Diferença
0	-R\$ 51.702,14		
1	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
2	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
3	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
4	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
5	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
6	-R\$ 2.212,00	R\$ 21.648,00	R\$ 19.436,00
7	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
8	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
9	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
10	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
11	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
12	-R\$ 2.212,00	R\$ 21.648,00	R\$ 19.436,00
13	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
14	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
15	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
16	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
17	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
18	-R\$ 2.212,00	R\$ 21.648,00	R\$ 19.436,00
19	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
20	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
21	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
22	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
23	-R\$ 1.462,00	R\$ 21.648,00	R\$ 20.186,00
24	-R\$ 2.212,00	R\$ 21.648,00	R\$ 19.436,00

Fonte: Autores (2017).

A TMA considerada é de 0,7315% ao mês. Utilizando a HP – 12C, os valores de VPL, VFL, VUL e TIR foram de R\$ 388.446,33, R\$ 462.698,67, R\$ 17.706,53 e 38,94%, respectivamente.

### Análise de investimento no cenário 2

Para o cenário 2, também existirá um investimento inicial de R\$ 51.702,14 referente aos custos de construção e implantação do laboratório. Nos demais períodos, por se tratar de uma quantidade de 260 corpos-de-prova/mês, os seguintes novos custos de operação, apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7** – Resumo de custos de operação do laboratório no cenário 2

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Auxiliar de engenharia	Horas	21,67	R\$ 16,00	R\$ 346,67
Gastos com água e energia elétrica	Vb	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
<b>TOTAL (R\$)</b>				<b>R\$ 496,67</b>

Fonte: Autores (2017).

Seguindo os demais custos de manutenção, têm-se o seguinte fluxo de caixa apresentado na Tabela 8.

**Tabela 8** – Fluxo de caixa para o cenário 2

Período mensal	Custos	Benefícios	Diferença
0	-R\$ 51.702,14		
1	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
2	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
3	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
4	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
5	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
6	-R\$ 1.246,67	R\$ 5.720,00	R\$ 4.473,33
7	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
8	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
9	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
10	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
11	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
12	-R\$ 1.246,67	R\$ 5.720,00	R\$ 4.473,33
13	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
14	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
15	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
16	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
17	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
18	-R\$ 1.246,67	R\$ 5.720,00	R\$ 4.473,33
19	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
20	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
21	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
22	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
23	-R\$ 496,67	R\$ 5.720,00	R\$ 5.223,33
24	-R\$ 1.246,67	R\$ 5.720,00	R\$ 4.473,33

Fonte: Autores (2017).

A TMA considerada é de 0,7315% ao mês. Utilizando a HP – 12C, os valores de VPL, VFL, VUL e TIR foram de R\$ 60.194,88, R\$ 71.701,26, R\$ 2.743,86 e 8,51%, respectivamente.

Os resultados dos cálculos de cada método de análise de investimento proposto para os dois cenários é apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9** – Resumo dos resultados e verificação de viabilidade dos investimentos

Métodos de análise de investimentos	Cenário 1		Cenário 2	
	Resultados dos cálculos	Verificação	Resultados dos cálculos	Verificação
VPL	R\$ 388.446,33	VPL > 0 - viável	R\$ 60.194,88	VPL > 0 - viável
VFL	R\$ 462.698,67	VFL > 0 - viável	R\$ 71.701,26	VFL > 0 - viável
VUL	R\$ 17.706,53	VUL > 0 - viável	R\$ 2.743,86	VUL > 0 - viável
TIR (% ao mês)	38,94%	TIR > TMA - viável	8,51%	TIR > TMA - viável

Fonte: Autores (2017).

Diante dos resultados e das verificações realizadas e apresentadas na Tabela 9, pode-se dizer que tanto para o cenário 1 quanto para o cenário 2 os investimentos são viáveis. Isso se deve pelo fato de que os valores de VPL, VFL e VUL nas duas situações deram maiores que 0 e a taxa interna de retorno (TIR), nas duas situações, resultou em valores maiores que 0,7315% ao mês, que corresponde a taxa mínima de atratividade (TMA).

### Considerações Finais

Conforme abordado inicialmente, esta pesquisa teve como objetivo verificar a viabilidade econômica para a implantação de um laboratório de ensaios de compressão de concreto utilizado na construção de edificações de uma empresa do setor de construção civil do município de Tubarão, Santa Catarina, utilizando os métodos de análise de investimentos do valor presente líquido (VPL), valor futuro líquido (VFL), valor uniforme líquido (VUL), taxa interna de retorno (TIR) e taxa mínima de atratividade (TMA).

Analisando os resultados dos cálculos dos utilizados nesta pesquisa para se analisar a viabilidade econômica dos investimentos propostos, pode-se dizer que os objetivos foram alcançados a partir do momento que as análises dos resultados pudessem ter sido realizadas. O investimento em estudo apresentou ser viável economicamente.

Como ideia para novas pesquisas, sugere-se que se utilizem todos esses métodos de análise de investimento para se avaliar economicamente outros projetos da construção civil, seja de um novo empreendimento ou na aquisição de uma nova tecnologia. Esses métodos de análise de investimentos dão ao investidor maior segurança e capacidade de assertividade em suas decisões.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.655/2015. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2006.

EHRlich, Pierre Jacques. **Engenharia econômica – avaliação e seleção de projetos de investimento.** São Paulo: Atlas, 1983.

FILHO, Nelson Casarotto; KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: Matemática financeira; Engenharia econômica; Tomada de Decisão; Estratégia empresarial.** São Paulo: Atlas S.A, 1994.

GASLENE, Alain; FENSTERSEIFER, Jaime E.; LAMB, Roberto. **Decisões de investimentos da empresa.** São Paulo: Atlas, 1999.

HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto.** São Paulo: Pini, 1992.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos.** São Paulo; Atlas S.A, 2007.

MARIM, Walter Chaves. **Análise de alternativas de investimento – uma abordagem financeira.** São Paulo: Atlas, 1980.

NETO, Rafael Olivieri. **Apostila de matemática financeira II.** Tubarão – SC: Unisul, 2014.

TÔLEDO, José Humberto Dias de Tôledo. **Análise de investimentos usando a calculadora HP 12c – Curso de extensão na modalidade à distância.** Palhoça – SC: Unisul virtual, 2009.

## ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: ESTUDO DE UM TRECHO CRÍTICO DA RODOVIA SC - 108 NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE

**Bruno Strey Briguento<sup>1</sup>; Caroline Crozeta Deghenhard<sup>2</sup>; Kelyn Gonçalves Oenning<sup>3</sup>; Luana Pizoni Feltrin<sup>4</sup>; Nadiny Gonçalves Alves<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
brunostreybriguento@hotmail.com

<sup>2</sup>Professora. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. caroline.crozeta@gmail.com

<sup>3</sup>Acadêmica. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. kelyn\_bn@hotmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. luana\_feltrin@hotmail.com

<sup>5</sup> Acadêmica. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. nadinyalves@gmail.com

**Resumo:** No cenário atual, encontramos diversos defeitos que prejudicam o tráfego de veículos, e até mesmo os pedestres que utilizam as vias afetadas. A falta de investimento em pavimentos melhores e utilização de materiais inadequados, contribuem para que o pavimento se deteriore antes do esperado. Sendo assim, foi realizado um estudo sobre patologias em rodovias, este estudo, tinha como objetivo, avaliar, os problemas encontrados nas estradas de rodagem, essa análise aconteceu de forma visual, levando em consideração os conhecimentos básicos em pavimentação.

**Palavras-chave:** Estradas. Flexível. Patologia. Pavimento.

### Introdução:

O pavimento rodoviário classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Recentemente há uma tendência de se usar a nomenclatura de pavimentos de concreto de cimento Portland e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento (BERNUCCI et al., 2010).

De acordo com Link (2009), nos dias atuais, o pavimento flexível é o mais executado, tanto em vias urbanas quanto em rodovias, sendo de suma importância a aplicação dos métodos de conservação para prevenir danos futuros.

No decorrer da vida útil dos pavimentos, os mesmos podem apresentar defeitos causados por vários motivos. Segundo Link (2009), as patologias estão ligadas aos materiais empregados para a construção do pavimento e ao comportamento mecânico que é particular de cada estrutura.

De forma geral, pode-se verificar que nos pavimentos, após um curto período de tempo, os defeitos começam a aparecer na superfície de rolamento, causando desconforto, reduzindo a segurança e aumentando os custos para os usuários. (NEVES FILHO, 2004).

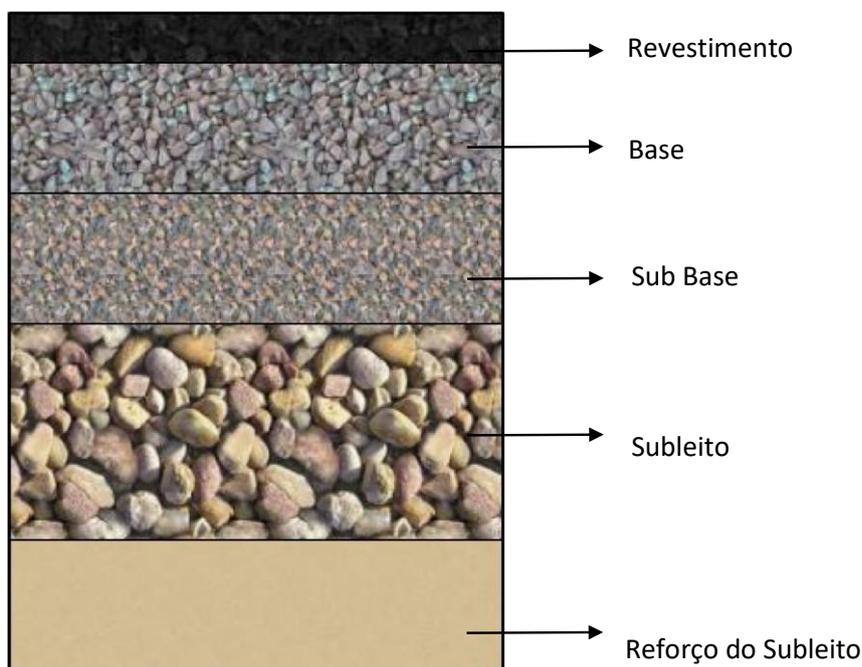
O presente trabalho tem por objetivo estudar e analisar as patologias encontradas em vias públicas dos pavimentos flexíveis, no município de Braço do Norte/SC

### Procedimentos Metodológicos

Pavimento, segundo Balbo (2007), é uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, devendo ser consideradas as manutenções preventivas, corretivas e de reabilitação obrigatórias.

A NBR 7207/82 assegura que o pavimento é constituído por quatro camadas principais: revestimento, base, sub-base, subleito, conforme mostra a figura 01 abaixo.

**Figura 1** - Estrutura de um pavimento flexível.



Fonte: Adaptado, SENÇO, (1929).

## **Estradas**

De acordo com a CNT (Confederação Nacional do Transporte), a matriz de transporte, em sua maior parte, é voltada para o modal rodoviário, devido aos fatores culturais e de investimento para os outros meios de transporte.

O modelo rodoviário é o que tem maior expressão no Brasil, e atinge praticamente todos os pontos do território nacional. Com a implantação da indústria automobilística na década de 50, e com a pavimentação das principais rodovias, o modal rodoviário se expandiu tanto que hoje é o que domina o país (RAMALHO, 2009).

Em razão das características do território nacional, e da necessidade de solidificação de seu desenvolvimento econômico, é fundamental para o país conservar e ampliar sua malha rodoviária, de modo que garanta o avanço do nível de serviço em transporte e a redução de acidentes e, conseqüentemente, reduzir custos (CNT, 2007).

## **Recuperação de pavimentos**

Deve-se compreender, que de forma contínua, processos de restauros em estradas de rodagem devem ser executados, mantendo a função de oferecer segurança e conforto para os usuários. A manutenção deve acontecer diante da ocorrência dos eventos patológicos.

A conservação das rodovias pode ser dividida em quatro etapas, cada uma com sua devida importância para manter a estrutura em condições de circulação.

## **Conservação rodoviária**

Segundo o DNIT (2006), conservação rodoviária é o conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência desenvolvido com o objetivo de preservar as características técnicas e físico-operacionais do sistema rodoviário e das instalações fiscais. Tais ações de conservação rodoviária devem ser programadas e continuamente executadas, ao longo de cada um dos ciclos de vida do pavimento e tendem a se tornar antieconômicas quando alcançado ou ultrapassado o final de tal ciclo em que deve ser procedida à recuperação do pavimento.

### ***Conservação corretiva rotineira***

É o conjunto de operações de conservação que tem como objetivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, proporcionando conforto e segurança aos usuários. (DNIT, 2006).

### ***Conservação preventiva periódica***

É o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. Trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução dependem do tráfego, da topografia e do clima. (DNIT, 2006).

### ***Conservação de emergência***

É o conjunto de operações eventualmente realizados com o objetivo de recompor, reconstruir ou restaurar trechos que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um evento extraordinário ou catastrófico, colocando em flagrante risco o desenvolvimento do tráfego da rodovia ou ocasionando a sua interrupção. (DNIT, 2006).

### ***Patologias em pavimentos flexíveis***

Segundo Fontes (2009), durante a vida dos pavimentos flexíveis o aparecimento de degradações contribui para a perda de sua qualidade. Assim, a velocidade de deterioração de um pavimento varia sobretudo em função dos seguintes fatores:

- Condições ambientais;
- Capacidade de suporte do pavimento e do subleito;
- Qualidade dos materiais utilizados e do processo construtivo;
- Volume de tráfego;
- Carga por eixo do caminhão.

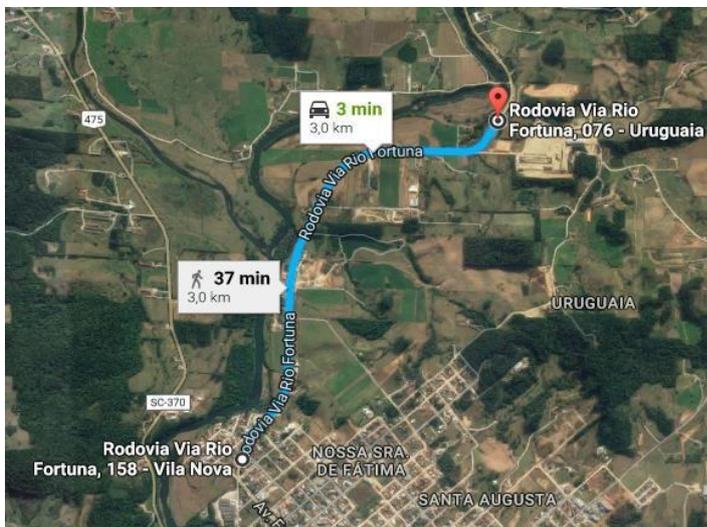
### ***Coleta de dados***

Para realizar o estudo comparativo entre os diferentes tipos de patologias em pavimentos flexíveis, além da leitura, estudo e opinião sobre os temas indicados na revisão bibliográfica, foram estabelecidas as seguintes etapas apresentadas sequencialmente neste artigo.

### Caracterização do local

A Figura 02, ilustra o trecho analisado de aproximadamente 3km, Rodovia Via Rio Fortuna, 158 – Vila Nova até Rodovia Via Rio Fortuna, 076 – Uruguiaia, conforme destacado em azul no mapa. Trecho da Rodovia SC-108 que liga a cidade de Braço do Norte à cidade de Rio Fortuna. Este trecho foi arbitrariamente escolhido devido à ocorrência de defeitos no pavimento flexível, onde verificou-se um grau de trincamento, deformações, remendos, desgastes, ao longo de toda extensão da rodovia.

**Figura 2 - Rodovia Via Rio Fortuna**



Fonte: Google Maps, (2017).

## Resultados e Discussão

### **Registros fotográficos**

Para uma primeira etapa realizou-se no dia 15 de junho de 2017, um levantamento visual e fotográfico da situação do trecho escolhido. Como pode-se visualizar na Figura 03, o trecho é constituído por uma pista simples, precariamente sinalizada como: pintura e tachões, e também não possui acostamento. O trecho favorece a alta velocidade dos veículos e a ultrapassagens perigosas

**Figura 3 – Trecho escolhido**



Fonte: Autores (2017).

As principais patologias encontradas foram remendos, trincas interligadas do tipo jacaré, afundamento do trilho de roda, desgastes, escorregamento de massa entre outros, como podem ser vistos nas Figuras 04 e 05.

**Figura 4 - Remendo mal executado**



Fonte: Autores (2017).

Possíveis causas do remendo mal executado: preenchimento de depressões ou painéis com massa asfáltica, apesar de ser uma atividade de conservação é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade do revestimento. Como pode ser observado na figura abaixo, o remendo feito, foi mal executado e está mais alto que a pista de rodagem.

**Figura 5** - Remendo com trincas interligadas tipo jacaré.



Fonte: Autores (2017).

Possíveis causas das trincas interligadas tipo couro de jacaré: várias causas podem gerar o trincamento jacaré, entre elas: ação da repetição de cargas do tráfego, ação climática, compactação deficiente do revestimento, deficiência no teor de ligante asfáltico, rigidez excessiva do revestimento em estrutura com elevada deflexão, reflexão de trincas de mesma natureza, entre outros. As trincas “couro de jacaré” estão em um estágio avançado, como pode ser visto na figura 06.

**Figura 6** - Afundamento de trilha de roda, com trincas de bloco.



Fonte: Autores (2017).

Possíveis causas do afundamento de trilha de roda: falha na dosagem de mistura asfáltica – excesso de ligante asfáltico, falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante.

Possíveis causas da trinca de blocos: as trincas de bloco indicam que o asfalto sofreu endurecimento significativo, tornando-o menos flexível, conforme figura 07.

**Figura 7** - Escorregamento de massa



Fonte: Autores (2017).

Possíveis causas do escorregamento de massa: escorregamento do revestimento asfáltico por falhas construtivas e de pintura de ligação, conforme figura 8.

**Figura 08** - Desgaste com trincas do tipo jacaré



Fonte: Autores (2017).

Possíveis causas do desgaste: falhas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada e sobre pressão em vazios da camada de revestimento

gerando descolamento de ligante e problemas de dosagem – deficiência no teor de ligante.

Como visto nas figuras acima, o trecho escolhido de aproximadamente 3 km da Rodovia SC -108 na cidade de Braço do Norte, possui defeitos e patologias com estágio acelerado de deterioração, foi possível ainda, encontrar mais de um tipo de patologia em uma única imagem. Medidas reparatórias devem ser tomadas imediatamente para melhoria deste trecho da rodovia.

### **Considerações Finais**

De acordo com o que foi descrito ao longo deste trabalho evidencia-se que é de grande importância o conhecimento dos tipos de defeitos dos pavimentos para se constituir uma análise satisfatória das condições dos mesmos e para direcionar as melhores técnicas de recuperação.

A identificação destes defeitos pode ser feita através das técnicas de avaliação do pavimento, seja através da avaliação funcional (grau de deterioração do pavimento), de segurança (possibilidade de derrapagem numa eventual frenagem em rodovias) ou estrutural (vida útil do pavimento), mesmo que este não apresente visualmente nenhum tipo de defeito.

O trecho escolhido realmente encontrava-se em um estado crítico. As patologias eram as mais diversas e podiam ser identificadas facilmente.

Pode-se concluir com este trabalho que em qualquer pavimento flexível há patologias e podem ocorrer de diversas maneiras. É de extrema importância que os responsáveis pelo projeto de execução utilizem os materiais e espessuras convenientes para cada camada, como as normas exigem, bem como, façam a manutenção do mesmo, aumentando a vida útil do pavimento e melhorando as condições de conforto e segurança.

Como sugestão de futuros estudos, pode-se calcular um dimensionamento correto para que não ocorra mais patologias na rodovia estudada neste artigo.

### **Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Terminologia e Classificação de Pavimentação – NBR 7207. Rio de Janeiro, 1982.

BALBO, Jose Tadeu. **Pavimentação asfáltica**: Materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p.

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **Pavimentação Asfáltica** – formação básica para engenheiros. 3ª ed. Rio de Janeiro: Imprinta, 2010

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. **Pesquisa Rodoviária**, 2007.

DNIT, 2006. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, 2ª Edição. Ministério dos Transportes – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT), Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Publicação IPR 720. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/ipr\\_new/](http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/), acessado em 11 de junho de 2017.

FONTES, L. P. T. L. **Optimização do Desempenho de Misturas Betuminosas com Betume Modificado com Borracha para Reabilitação de Pavimentos**. Doutorado em Engenharia Civil. Universidade do Minho, 2009.

LINK, Vanessa Morel. **Pavimentos asfálticos em corredores de ônibus: patologias e concepção de alternativas**. 2009. Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24126/000741863.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 jun. 2017.

NEVES FILHO, C. L. D. **Avaliação laboratorial de misturas asfálticas SMA produzidas com ligante asfalto-borracha**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, USP – São Carlos-SP, 2004.

RAMALHO, A. V. F. **Uma análise dos benefícios com a utilização do asfalto borracha nas rodovias do Brasil**. São Paulo, SP, 2009.

WLASTERMILER, Senço de. **Manual de técnicas de Pavimentação**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1929. 763 p.

## APRIMORAMENTO DE PRODUTO: MÁQUINA DE AFIAÇÃO DE SERRA FITA

**Tainara Vieira<sup>1</sup>; Berto Varmeling<sup>1</sup>; Daniel Magagnin<sup>1</sup>; Mario Sergio Bortolatto<sup>1</sup>;  
Jose Manoel de Souza<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. tainaravieira05@hotmail.com

**Resumo:** Buscando a melhoria na qualidade de afiação de serras fitas, se tem a ideia de aprimorar na máquina de afiar. Pretendendo oferecer as empresas madeireiras, serras sem que retorne por alguma falha ocasionada no processo de afiação. Sendo assim, os objetivos são desenvolver melhorias na máquina de afiar serra fita, buscando mais segurança para quem opera, e gerar melhores resultados na qualidade do serviço por ela prestado. Como resultado desta pesquisa pretende-se criar uma máquina de afiação de serra fita similar que possa realizar as mesmas operações, porém com mais segurança, menos ajustes operacionais e melhor qualidade em seu resultado final. No trabalho será exposto um desenho que foi realizado pelo software solidworks relatando o aprimoramento, onde haverá uma diminuição de ajuste e proporcionará ao funcionário observar o processo e realizar a regulagem afastado da máquina.

**Palavras-chave:** Madeira Serrada. Máquina de afiação de serra fita. Serra Fita. Setor Madeireiro.

### **Introdução:**

A Indústria Madeireira representa uma atividade econômica importante com diversas inter-relações com outros setores da economia. Neste tipo de indústria temos uma sucessão de operações, iniciando pela extração, o armazenamento, o tratamento químico e modelagem. Os resultados finais desta indústria podem ser variados, tais como móveis, tábuas para construção civil, entre outros derivados da madeira (SEBRAE, 2013).

Nas madeireiras após a extração da madeira, é utilizada a serra de fita para a retirada das costaneiras e definição do que será produzido com cortes retos e precisos, gerando menos resíduos e aumentando o valor agregado.

A serra fita é uma ferramenta essencial em madeireiras de pequeno e médio porte, pois com ela se tem o máximo aproveitamento da tora, sendo que a afiação desta ferramenta é uma etapa de suma importância para redução de perdas.

Trocas frequentes proporcionam diminuição da produção, uma vez que todo o processo é interrompido. O setor de afiação é importante e estratégico numa serraria,

quando se pretende se atingir um nível de qualidade e um rendimento eficiente (VIDAURRE, 2006).

O processo de afiação das serras fita pode ser realizado pelas próprias madeiras ou por empresas terceirizadas. Com a busca pela redução de custo, madeiras estão realizando o serviço de afiação de serras, diminuindo a mão de obra de empresas especializadas na área. Para realizar a afiação das serras fitas é utilizado uma estrutura de afiação cuja regulagem é manual. Composta por estrutura metálica, alinhadores e rebolo de afiação.

As serras possuem variados tamanhos e espessuras que podem ser dimensionadas entre 2,5" à 7" e de 4,30 a 9 metros. Para realizar a afiação de cada dimensão ou tipo de serra, é necessário realizar alterar a regulagem da máquina de afiação.

Este artigo tem a proposta de adaptar a máquina de afiação com os objetivos de: a) afiar a serra fita com maior segurança ao usuário; b) reduzir o número de ajustes operacionais e; c) aumentar a qualidade final do produto.

### **Setor Madeireiro**

O Brasil possui a segunda maior área de florestas plantadas do planeta, sendo 6,6 milhões de hectares para fins comerciais, que são responsáveis pelo fornecimento de matéria-prima ao setor da indústria de madeira e de móveis no Brasil. Dentre as florestas plantadas, o eucalipto responde por 65% das espécies cultivadas, seguido pelo pinus com 28%. SEBRAE (2010)

O setor madeireiro brasileiro é bastante dinâmico e pulverizado. A produção interna da madeira serrada é consumida pela construção civil e pela indústria madeireira. Já os painéis de madeira são destinados ao mercado interno e externo, principalmente o compensado estrutural utilizado na construção civil de vários países (MAZZOCHIN, 2013).

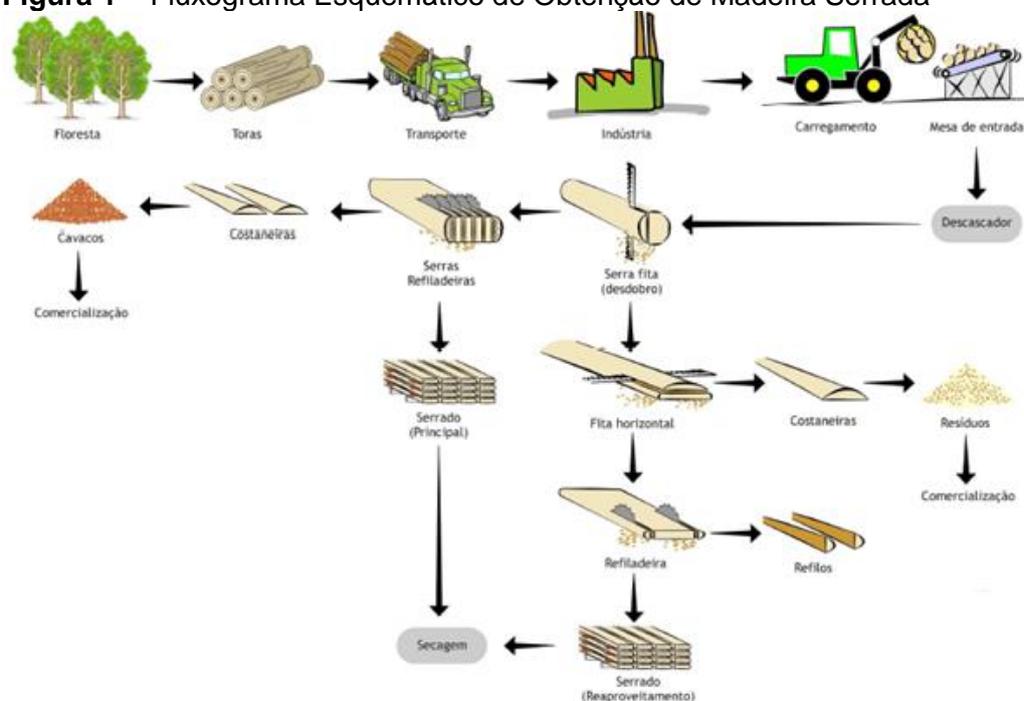
A importância deste setor repercuti positivamente na economia do país, o setor de base florestal-madeireiro é responsável por cerca de 4,5% do PIB e a cadeia produtiva emprega aproximadamente 6,5 milhões de pessoas (FENNER, 2016).

### **Madeira Serrada**

A cadeia produtiva do setor de madeira serrada, inicia pelo setor de base florestal em seguida as terras são destinadas as madeiras, onde é processado

mecanicamente obtendo a madeira serrada, sendo finalizada em produtos como: embalagens, estrados e madeira estrutural como demonstra a Figura 1.

**Figura 1 – Fluxograma Esquemático de Obtenção de Madeira Serrada**



Fonte: IBIMCI (2009).

### **Serra Fita**

Situações de maior produtividade (indústrias) necessitam do auxílio de máquinas para realizar o processamento de materiais. As máquinas utilizam lâminas dentadas, com cortes horizontais e verticais (GORGULHO; SOUZA, 2013).

Na Figura 2 está apresentada a serra fita em rolo de cem metros, que é cortada com o tamanho necessário para cada madeireira.

**Figura 2 – Serra Fita**



Fonte: Autor (2016).

A forma dos dentes depende do tipo de serra. Em serras de lâmina e de fita tem-se os dentes travados. O travamento e afiação dos dentes faz com que a largura de corte seja maior do que a espessura do corpo da lâmina, reduzindo o atrito e melhorando o rendimento da operação (GORGULHO; SOUZA, 2013).

Quanto mais duro o material menor será o tamanho do dente, caso seja utilizada uma serra de dentes grandes o corte será mais demorado, para materiais macios deve-se utilizar serras de dentes grandes. Se os vãos dos dentes forem muito pequenos não irão oferecer espaço suficiente para arrastar o cavaco até a saída, dificultando o movimento da serra e diminuindo o corte (GORGULHO; SOUZA, 2013).

Para as madeiras duras (eucaliptos) são indicados dentes mais pequenos de 0,30 à 0,40 mm e madeiras mais macias (pinus) dentes mais grandes de 0,80 à 1,00 mm variando conforme a resistência, se a espessura for maior que o indicado gera perda de material.

As espécies de eucalipto requerem técnicas de corte diferentes das espécies de coníferas, as quais requerem menor energia para o corte. Os eucaliptos são extremamente densos e, portanto, duros, pesados e resistentes. Estas características aumentam a energia requerida para processá-los e aceleram o desgaste das ferramentas de corte, das máquinas e do sistema de alimentação e transporte da madeira em uma serraria. As forças de corte variam com a espécie de madeira, com a afiação da ferramenta e outras variáveis relacionadas com a matéria-prima e a ferramenta (NÉRI et al., 1999).

As modificações na geometria dos dentes das lâminas de serra-fita visam a redução dos esforços de corte. Esta redução leva a um aumento da velocidade de avanço no carro porta-tora no momento do corte, propiciando um ganho de produtividade e redução no consumo de energia (PEPINO, 2001).

Madeireiras têm como sua ferramenta principal a serra fita, que é utilizada para o corte de madeira. Ferramenta que possibilita o corte inicial da tora com grande dimensão realizado após a extração, retirando o cavaco e definido a espessura das tábuas ou outros derivados da madeira, segue para uma serra fita menor ou serra circular e que tem uma dimensão de corte menor, utilizada para acabamentos ou finalizações que tem a função de tornar a largura das peças lisa e uniforme. O que proporciona o a qualidade do corte na serra fita são os dentes das serras que devem estar bem afiados e com dimensões corretas de recalque para cada tipo específico de madeira.

Comparando-se a variância global da largura de corte entre as máquinas serra circular e serra fita. A serra circular opera significativamente com mais precisão, pois se tem a mesma medida na madeira do início ao fim, não possui alterações a medidas pois é presa no motor. Na serra fita a melhoria na qualidade pode ser obtida, que apesar de apresentar grande variabilidade, não deve ser substituída porque tem a vantagem de possuir um pequeno fio de serra, o que resulta em menor perda de madeira (ELEOTÉRIO; STORCK; LOPES, 1996).

**Figura 3 – Serra Fita Realizando Corte em Tora**



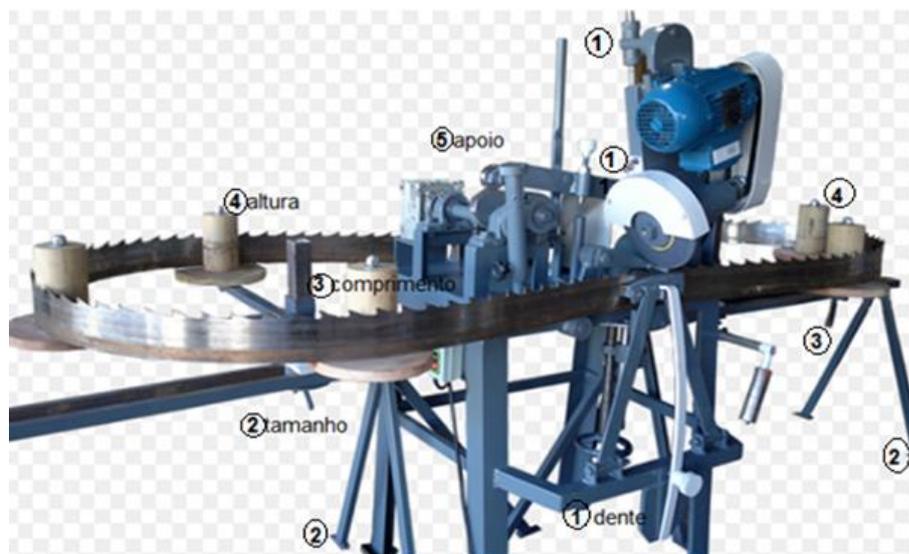
Fonte: Autor (2016)

A serra fita destaca-se dos demais equipamentos pelo seu papel principal de desdobrar a tora, transformando-a em blocos. Ela exige cuidados minuciosos na sua preparação e manutenção, caso isso não ocorra podem ocasionar problemas futuros na linha de produção (VIDAURRE, 2006).

### ***Máquina de Afição de Serra Fita***

O equipamento realiza a afiação de lâminas convencionais e estelitadas (serras que são inseridas metal mais resistente na ponta do dente). Uma lâmina afiada de forma adequada é sinônimo de madeira bem serrada e de valor agregado (MAQUINAFORT, 2016).

**Figura 4 – Máquina de Afição e Suas Regulagens Atualmente**



Fonte: Máquinafort (2016) – adaptada pelo autor.

Regulagens da máquina de afiação:

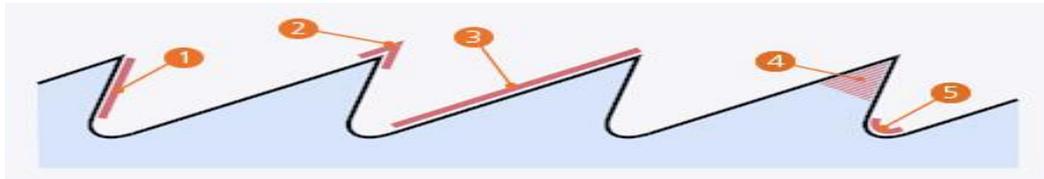
1. **Dente:** relacionadas a ângulo, altura e tamanho do dente.
2. **Tamanho:** a regulagem tem que ser adaptada ao tamanho da serra ficando sempre no centro do círculo.
3. **Comprimento:** as serras possuem variações de 4,30 a 9 metros, a regulagem é realizada conforme a serra.
4. **Altura:** regulada conforme a polegada da serra.
5. **Apoio:** para a serra ficar no ar na parte traseira da máquina.

As serras de fita respondem com muita sensibilidade a afiação incorreta ocasionando queima da base do dente, podendo romper. O motivo para tal: as serras de fita são submetidas a uma mudança permanente de flexão. Deste modo, na base do dente, a área com a maior carga de tração e tensão, podem se formar fissuras capilares (VOLLMER, 2016).

Se não houver uma reafiação em tempo hábil, estas aumentam e provocam uma ruptura. Para evitar isso, todos os dentes (independente da sua forma), de serras de fita de aço e serras de fita esteladas, devem ser reafiadas regularmente mesmo que, em parte, o grau de desgaste usual ainda não tenha sido atingido (VOLLMER, 2016).

Nas figuras 5 e 6 é apresentada a serra fita, onde enfatiza-se a parte do corte para explicar cada parte especificamente e o processo de afiação mostrando o caminho realizado pelo rebolo.

**Figura 5 – Serra Fita**

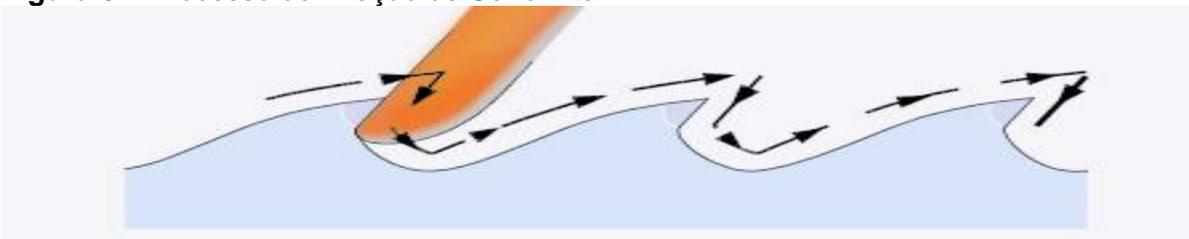


Fonte: Vollmer (2016).

Segundo a figura 5 temos:

1. Superfície de retenção (face do dente);
2. Ponta do dente;
3. Superfície livre (Costas do dente);
4. Lateral do dente;
5. Base do dente.

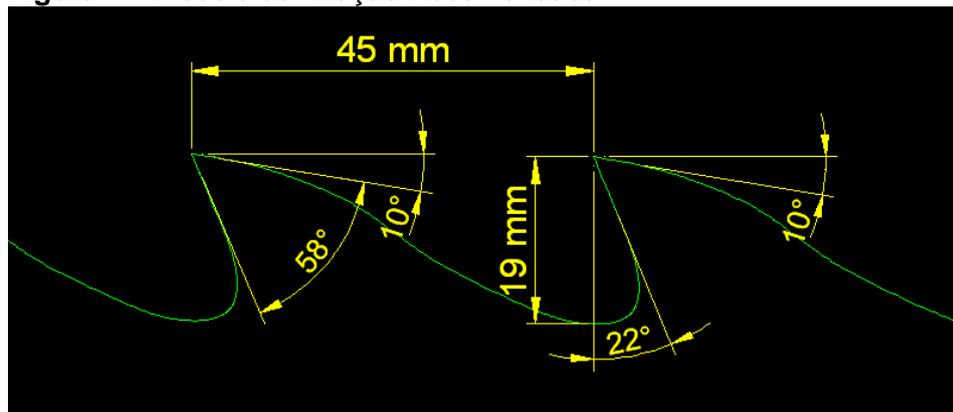
**Figura 6 – Processo de Afiação de Serra Fita**



Fonte: VOLMER (2016).

O formato e as dimensões do dente da serra têm influência sobre o resultado do corte, o dente recomendado modelo NS, com as seguintes características (medidas em milímetro e ângulos e graus): Altura: 19; Passo: 45; Área da garganta: 406; Ângulo ataque: 22; Ângulo saída: 10; Ângulo dente: 58, representadas na figura 7 (ANASTÁCIO JUNIOR, 2008).

**Figura 7 – Modelo de Afição Recomendada**



Fonte: Anastásio Junior, (2008).

### **Procedimentos Metodológicos**

Um dos métodos utilizados é a abordagem qualitativa coletada através de dados de funcionários, máquina de afiação e empresa.

Na abordagem qualitativa há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, que não pode ser traduzido em números. A interpretação do objeto e a atribuição de significados são básicas da pesquisa qualitativa. O pesquisador tende a analisar os dados indutivamente (RAMOS et al, 2003).

Este estudo será direcionado à empresa Comércio e Afição de Ferramentas LTDA ME, localizada em Orleans/SC, que conta com quatro funcionários. A referida empresa oferece o serviço terceirizado para madeireiras de pequeno e médio porte.

Para a realização dos serviços é utilizado a máquina de afiação de serra fita, a qual não tem uma regulagem padrão. Os modelos atuais da máquina são construídos sem levar em consideração a padronização das regulagens, que são importantes para a qualidade da afiação, dando mais durabilidade para a serra. Além disso, este tipo de equipamento provoca muitos acidentes com danos, tanto para as serras, quanto para os operadores.

Esse artigo irá apresentar uma forma de melhorar, não só a regulagem da máquina de afiação de serra fita, mas também a qualidade do trabalho dos colaboradores, tendo em vista o manuseio da máquina e posterior a análise desses dados.

Neste sentido, a pesquisa é um estudo de caso, pois envolve uma aplicação profunda e exaustiva de um objeto pouco referenciado em pesquisas acadêmicas de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento (Ramos et al, 2003). No trabalho serão descritos a análise dos registros, interpretando os fatos do campo

pesquisado. Assim esta pesquisa visa a identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com os fenômenos ou processos aqui explorados, buscando auxiliar a empresa a solucionar ou minimizar os problemas relacionados a máquina de afiação de serra fita para a obtenção de qualidade na afiação com vistas a qualidade de trabalho dos funcionários.

## **Resultados e Discussão**

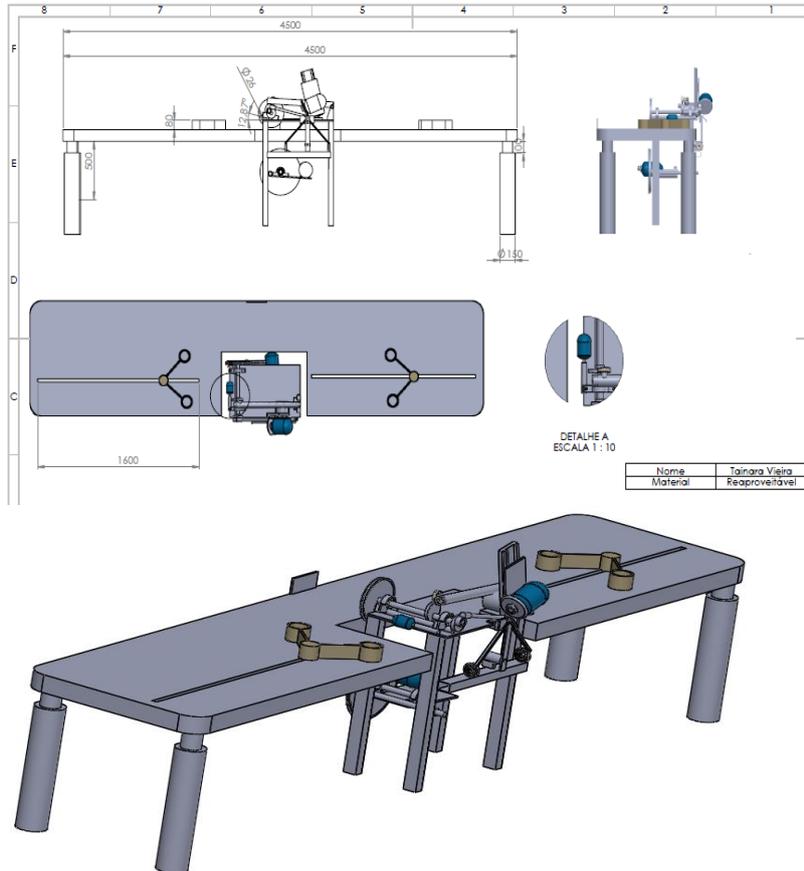
O atual equipamento utilizado pela empresa em seu processo para afiar serras fita requer cinco regulagens, sendo que a máquina não dispõe de uma mesa de alinhamento. A máquina atual exige que o operador esteja durante toda operação de afiação próximo a ela, ficando exposto tanto ao risco do contato, quanto ao resíduo expelido no processo de afiação.

A Figura 8 ilustra a máquina alterada que passa a ter três regulagens, duas regulagens a menos da atual máquina, o monitoramento dos ajustes que o operador realiza durante a operação, passa a ser monitoradas de pôr vídeo monitoramento, reduzindo a exposição do operador com a operação.

Para a realização da melhoria com alinhamentos sugere-se a colocação de uma mesa para realizar a regulagem de tamanho, comprimento, altura e apoio. Esta por sua vez terá a função de base fixa e proporcionara que as distintas regulagens antes realizadas de altura, comprimento e largura, passem a ser realizadas em uma única operação.

Também será sugerida a instalação de uma micro câmera, que será posicionada estrategicamente filmando o processo de afiação dos dentes da serra, isso aumentará a precisão do controle, e por sua vez afastará o operador das proximidades da máquina, não o expondo ao contato com os resíduos gerados nesta operação.

**Figura 8 – Proposta da Máquina de Afição e Suas Regulagens**



Fonte: Autor (2016).

### Considerações Finais

A máquina existente foi redesenhada com o software solidworks, se obteve dificuldades, pois necessitava da medida exata ou próxima do real de cada peça que ia ser acrescentada na máquina, pois ao passar as medidas para a fabricação teria que encaixar corretamente no seu lugar.

O protótipo do projeto proposto está em andamento, não foram finalizados devido algumas alterações realizadas que requerem maior complexidade. A empresa sendo de micro porte está ansiosa para a finalização, para colocar em funcionamento e poder assim continuar com a pesquisa.

### Referências

ANASTÁCIO JUNIOR, Carlos. **Condições operacionais serraria móveis schmitz**. 2008.

AFITECH. Disponível em: <<http://www.afitech.com.br/afiacao-serras artigos/desdo bramento-madeira>>. Acesso em: 4 de agos. 2016.

CARPINTARIA. Disponível em: <<http://profriujai.me.wixsite.com/carpintaria/faq>>. Acesso em: 13 de out. 2016.

ELEOTÉRIO, Jackson Roberto; STORCK, Lindolfo; LOPES, Sidinei José. **Caracterização de peças de madeira produzidas em serrariavisando o controle de qualidade.** Ciência Florestal, Santa Maria, v.6, n.1, p.89-99, 1996.

FARIA, Adriana Ferreira de; et al. **Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos: Uma Experiência Didática.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. a integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_tn\\_stp\\_073\\_521\\_12155.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_073_521_12155.pdf)>. Acesso em: 17 de dezembro de 2016.

FENNER, Paulo Torres. **Engenharia Industrial Madeireira.** UNESP, 2016. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/191/opiniaio.php>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2016.

G1SC. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/campo-enegocios/noticia/2016/01/setor-madeireiro-se-recupera-em-sc-e-tem-o-melhor-resultado-desde-2007.html>>. Acesso em: 29 de jul.2016.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. Santo André, SP: Atlas, 1999. 206 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 207 p.

GONÇALVES, Danielle Carvalho; GONÇALVES, Isabelle Carvalho; GONÇALVES, Edwar Abreu. **Manual de segurança e saúde do trabalho.** 6. Ed. São Paulo: LTr, 2015.

GORGULHO JÚNIOR, José Hamilton Chaves; SOUZA, Marcos Aurélio de. **Operações de Corte.** Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG), 2013. Disponível em: <[http://www.iem.unifei.edu.br/gorgulho/eme005/EME005\\_2015\\_Parte\\_4\\_Corte.pdf](http://www.iem.unifei.edu.br/gorgulho/eme005/EME005_2015_Parte_4_Corte.pdf)>. Acesso em: 12 de set. 2016.

JUNIOR, Carlos Anastácio. **Condições operacionais serraria móveis schmitz.** 2008.

MAQUINAFORTE. Disponível em: <<http://www.maquinafort.com/afiador>>. Acesso em: 4 de agos. 2016.

MAZZOCHIN, Marinez da Silva. **Dinâmica e Especialização das Exportações de Madeira do Brasil.** Florianópolis, 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Downloads/4767-13582-1-PB.pdf>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2016.

MORAES, Giovanni Araújo. **Legislação de segurança e saúde ocupacional**. 11. Ed. Rio de Janeiro 2015.

NÉRI, Antônio Carlos; GONÇALVES, Raquel; HERNANDEZ Roger E. **Forças de corte ortogonal 90-0 em três espécies de madeira de eucalipto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.2, p.239-244, 1999.

PIPINO, Nilza de Oliveira. **Madeira serrada pode ter melhor aproveitamento**. revista da madeira - edição nº60 - outubro de 2001. senaicfp/ - Baseada em trabalhos realizados no C.T.F.T - Centre Technique Forestier Tropical da Guina Francesa. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistaDamadeira\\_materia.php?num=37&subject=E](http://www.remade.com.br/br/revistaDamadeira_materia.php?num=37&subject=E)> Acesso em: 13 de out. 2016.

RAMOS, Paulo; RAMOS, Magda Maria; BUSNELLO, Saul José. **Manual Prático de metodologia da pesquisa**. Blumenau: Acadêmica, 2003.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo. Editora Saraiva, 2006

SEBRAE/SC. **Estudo Setorial da Indústria Catarinense: Produtos de Madeira/ Sebrae/SC**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2013. 360 p. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/e26f1f6aab8f6a638471e4d4d16b44d3/\\$File/5748.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e26f1f6aab8f6a638471e4d4d16b44d3/$File/5748.pdf)> . Acesso em: 12 de out. 2016

SEBRAE/SC. **Santa Catarina em Números: madeira e moveleiro** / Sebrae/SC. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010. 69 p

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. / Serviço. Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 2013. Disponível em: <[http://www.florestal.gov.br/snif/images/Publicacoes/florestas\\_do\\_brasil\\_em\\_resumo\\_2013\\_atualizado.pdf](http://www.florestal.gov.br/snif/images/Publicacoes/florestas_do_brasil_em_resumo_2013_atualizado.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2016.

TAFNER, Elisabeth Penzlien et al. **Metodologia do trabalho acadêmico**. 2. Ed. Curitiba: Juruá, 2009.

VIDAURRE, Graziela Baptista. **Efeito dos parâmetros do dente da serra fita na qualidade e produtividade da madeira serrada de eucalipto**. Viçosa: UFV, 2006. Tese.

VOLLMER. Disponível em: <http://www.vollmer-group.com/pt/produtos/solucoes-para-serras-de-fita-e-alternativas/conhecimento-basico-afiar-as-serras-de-fita.html>>. Acesso em: 4 de ago. 2016.

## ATUALIZAÇÃO NO PROJETO GUARDA CORPO DE ALUMÍNIO: ASPECTO VISUAL E COMPETITIVIDADE

Lucas Crotti Zanini<sup>1</sup>; Rafael Goulart<sup>2</sup>; Josué Alberton<sup>3</sup>; Almir Francisco Corrêa<sup>4</sup>; Daniel Magagnin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. lucaslcz@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. rafael.goulart11@gmail.com

<sup>3</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. josue.alberton@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. almirfc.fc@gmail.com

<sup>5</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. magagnind@gmail.com

**Resumo:** As inúmeras possibilidades de combinações transformam os projetos de esquadrias em tendência, uma delas é a atualização do projeto guarda-corpo, apresentado neste artigo. Inicialmente são apresentadas as características e aplicações do alumínio que é a matéria prima fundamental no projeto. A competitividade do mercado faz com que a busca por mudança seja incessante. Foram propostas alterações nas características físicas e estruturais. O estudo teve por objetivos desenvolver um novo *design* de perfil de alumínio, buscando maior competitividade do produto por meio da redução do peso do produto. Foram mantidas as características técnicas e normativas para produto e obteve-se uma redução de peso linear de 37,1% entre o novo projeto do guarda corpo e o guarda corpo atual.

**Palavras-chave:** Guarda Corpo. Esquadria de Alumínio. *Design*.

### Introdução:

O alumínio na construção civil é sinônimo de beleza, longevidade, modernidade e inteligência construtiva. Produtos como esquadrias de alumínio, painéis de revestimento, fachadas envidraçadas, estruturas de alumínio para coberturas, estruturas de alumínio para fechamentos laterais, divisórias, forros, box, utensílios para a construção, formas de alumínio para paredes de concreto, andaimes, escoras telhas, entre tantas outras soluções são facilmente montados e manuseados nos canteiros de obras e dão um toque de sofisticação, funcionalidade e bom gosto aos empreendimentos. Duráveis e resistentes às intempéries, os produtos de alumínio têm vida média acima de 40 anos (ABAL, 2014).

Uma das justificativas da larga utilização do alumínio pode ser a excepcional combinação de propriedades que o torna um material muito versátil. Dentre as principais características, pode-se citar o baixo peso específico aliado à boa resistência mecânica, sendo a relação resistência/peso superior a de muitos aços de alta resistência. O alumínio também possui alta resistência à corrosão, alta

condutibilidade térmica e elétrica, alta reflexibilidade tanto para calor quanto para luz. Outra propriedade útil como material de construção é sua alta deformação plástica que permite uma grande facilidade de trabalho, podendo aceitar uma excelente variedade de acabamentos superficiais (ABAL, 2014).

Os guarda corpos são elementos destinados a proteger pessoas que permaneçam ou circulem na sua proximidade contra risco de queda acidental, impedir sua passagem forçada ou voluntária. As áreas de uso dos guarda corpos podem ser utilizadas em áreas chamadas de uso privativo ou coletivo. Nas áreas de uso privativo são utilizados em varandas, mezanino e escadas, já em usos coletivos são utilizados em áreas comuns de edificações residenciais ou comerciais, como piscinas, salão de festas, estádios, cinemas, entre outros (ABNT, 2008).

As esquadrias de alumínio representam cerca de 20% do volume total de esquadrias sendo produzidas no país. Pelo fato do alumínio ser considerado leve em função do seu peso específico e também por ser estrutural e com baixa manutenção comparada com alguns outros materiais como PVC, aço, ferro e madeira que estão sendo utilizadas nas esquadrias. O alumínio nos últimos trinta anos vem ganhando espaço no mercado nacional. É esteticamente bonito, pois possibilita ampla variedade de cores e tons em pintura eletrostática a pó ou anodização, harmonizando-se com a decoração de interiores (AFEAL, 2016).

Constantemente o mercado sofre transformações e o *design* tem colaborado fortemente com essas mudanças. O *design* é uma das principais ferramentas para agregar mais valor à imagem das empresas, criando um posicionamento forte e um diferencial competitivo. Não é apenas caracterizado pelo “belo”, mas também pelo que é funcional, e sua grande contribuição é gerar resultados positivos. Seja um produto, um livro ou um material de comunicação, o *design* é essencial para os negócios serem efetivamente lucrativos (ABC DESIGN, 2009).

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de esquadrias de alumínio do sul de Santa Catarina. Com objetivo de melhorar o *design* dos perfis do guarda corpo e reduzir o peso linear dos perfis, foi revisado o projeto atual do guarda corpo.

## Procedimentos Metodológicos

A pesquisa desenvolvida neste trabalho pode ser classificada como estudo de caso com objetivo exploratório, pois os estudos foram desenvolvidos a fim de buscar melhorias no produto da empresa estudada.

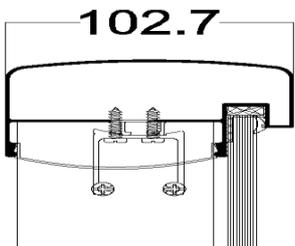
Foi realizada uma análise criteriosa do projeto atual do produto guarda corpo para verificar os pontos a serem melhorados.

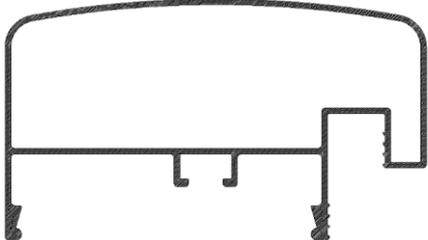
Com intuito de melhorar a competitividade do produto foi analisada redução no dimensional do perfil para se obter um menor peso linear.

## Resultados e Discussão

O Quadro 1 apresenta os pontos a melhorar no projeto atual do guarda corpo observados após uma análise criteriosa do produto.

**Quadro 1** – Pontos de melhoria do Guarda Corpo Atual.

Item	Descrição	Quesito	Imagem
1	Fixadores e parafusos aparentes	Aspecto visual	
2	Dimensional dos perfis de alumínio	Competitividade	

3	Acabamento das bordas do vidro utilizado	Aspecto visual	
4	<i>Design</i> dos perfis de alumínio utilizado	Aspecto visual	
5	Forma de fixação do parafuso sextavado	Aspecto visual	

Fonte: Autor (2016)

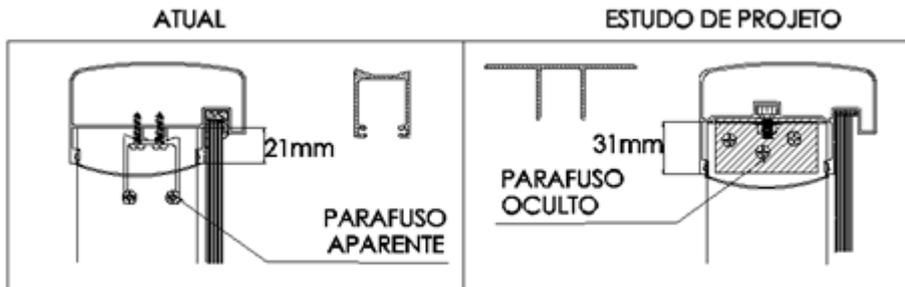
Conforme Quadro 1 foi analisado o projeto atual e com isso foi possível dimensionar o volume de alumínio, dimensionar os vidros e avaliar aspectos visuais de perfis de alumínio e produto. Foram montadas algumas propostas de um projeto guarda corpo onde foram apontados alguns problemas, como mostrado abaixo pontos negativos do projeto atual de guarda corpo:

1. O aspecto visual do guarda corpo, onde são aparentes os rebites e parafusos de fixação na vista interna do guarda corpo;
2. *Design* dos perfis muito robustos (superdimensionados);
3. Os vidros desalinhados e sem borda de acabamento.

Foi desenvolvido um novo conceito de fixações ocultas para que com isso chegasse à eliminação completa de fixação aparente. Foi pensando em modificar o

perfil corrimão com intuito de ganhar espaço na fixação do montante vertical. O perfil de conexão fixado ao corrimão pode ser observado na Figura 1.

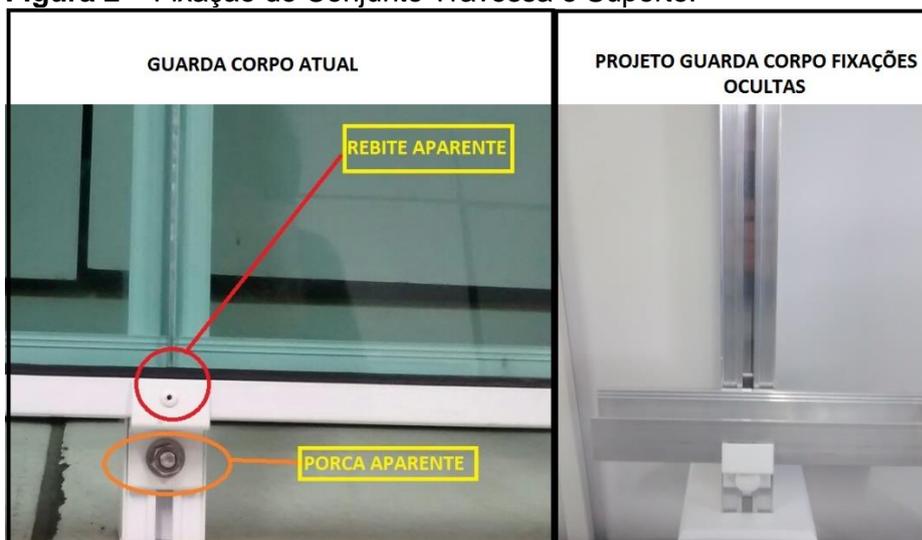
**Figura 1** – Estudo nova forma de Fixação entre Montante Vertical e Corrimão.



Fonte: Autor (2016).

Dentro da análise estética foi solucionado o acabamento da porca sextava, criando um acabamento de nylon, ocultando assim a porca. Também no mesmo conjunto há fixação aparente de rebite, este tem a função de fixação entre o acessório ao perfil travessa formando um conjunto. Com isso foi desenvolvido um perfil de travessa tubular com objetivo de manter a mesma fixação por dentro do tubular, eliminando assim rebite aparente. A Figura 2 mostra o comparativo do guarda corpo atual e o novo projeto.

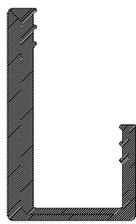
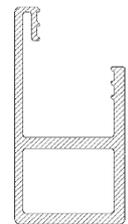
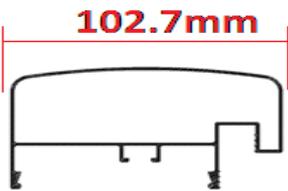
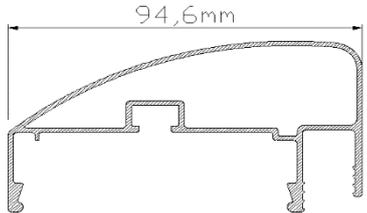
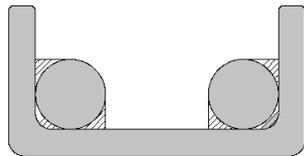
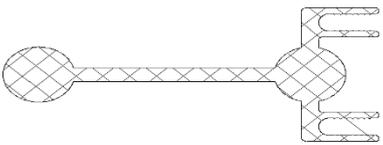
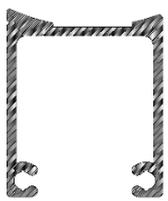
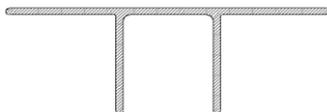
**Figura 2** – Fixação do Conjunto Travessa e Suporte.



Fonte: Autor (2016).

Com intuito de melhorar a competitividade do produto foi analisada redução no dimensional do perfil, o Quadro 2 traz uma comparação entre os perfis atuais e novo projeto mostrando o peso linear de cada projeto.

**Quadro 2** – Comparativo do peso linear entre projeto atual e novo projeto do guarda corpo.

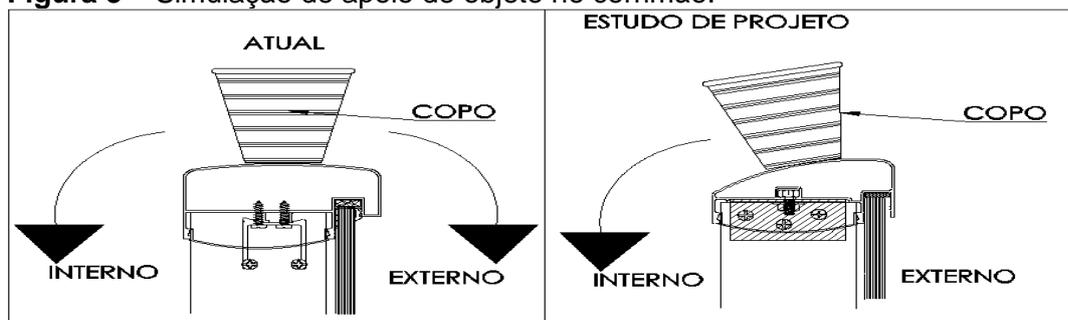
Perfil	Atual	Peso linear (kg/m)	Novo Projeto	Peso linear (kg/m)
Montante		1,12		0,932
Travessa		0,522		0,322
Corrimão		1,453		1,269
Pontaleta		3,332		1,172
Conexão		0,732		0,808

Fonte: Autor (2016).

Comparando os pesos lineares dos perfis do projeto atual com o projeto novo, observa-se uma redução de 37,1%.

Buscando uma melhor solução para *design* foi desenvolvido um perfil de corrimão curvo com um conceito novo e diferencial, como se pode observar na Figura 3. Desta forma uma pessoa não consegue apoiar um objeto em cima do corrimão e caso consigo, o objeto se projeta para cair para o lado interno da sacada, evitando a ocorrência de acidentes com pedestres.

**Figura 3** – Simulação de apoio de objeto no corrimão.



Fonte: Autor (2016)

### Considerações Finais

O presente artigo teve por objetivo melhorar o aspecto visual e *design* dos perfis do guarda corpo para o aumento da competitividade devido à redução de peso.

O processo de fabricação do guarda corpo foi revisado e para que chegasse na proposta final, a maioria dos perfis tiveram modificações em suas estruturas, pesos e formas. Uma das mais significativas foi no perfil corrimão com aumento de segurança para transeuntes proporcionado pelo novo *design*, o qual impede que objetos colocados sobre o corrimão caiam para o lado externo do guarda corpo. A fixação aparente no perfil travessa foi eliminada com modificações feitas no perfil deixando-o tubular.

Foi possível reduzir em 37,1% o peso linear do guarda corpo entre o novo projeto do guarda corpo e o guarda corpo atual.

### Referências

ABAL, Associação Brasileira do Alumínio. **Guia técnico de extrusão de alumínio**: 5. Ed. São Paulo: ABAL, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14718:2008. **Guarda corpo para edificações**. elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABC DESIGN. **O *design* como diferencial competitivo.** 2009. Disponível em: <http://www.abcdesign.com.br/o-design-como-diferencial-competitivo/>. Acesso em: 16 ago. 2016.

AFEAL – Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio.  
**Esquadrias de alumínio.** Disponível em: <<http://afeal.com.br/rev/institucional/esquadrias-de-aluminio>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

## **BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE SOLDAGEM AUTOMATIZADA NO SETOR DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS**

**Lucas Crotti Zanini<sup>1</sup>; Guilherme Kuhnen<sup>2</sup>; Reginaldo Tassi<sup>3</sup>; Almir Francisco  
Corrêa<sup>4</sup>; Roberval Silva Bett<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. lucaslcz@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. guilhermekuhnem@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. tassi70@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. almirfc.fc@gmail.com

<sup>5</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. roberval.bett@satc.edu.br

**Resumo:** Na área de soldagem têm sido utilizados vários processos dentre os quais, destaca-se o processo GMAW (Gás Metal Arc Welding). As indústrias começaram a investir em robôs de solda tendo em vistas os vários benefícios obtidos: redução do tempo de soldagem, aumento da produção, melhor qualidade das soldas e aumento da segurança para as pessoas envolvidas no processo. O investimento em automação diminui os erros cometidos devido às falhas humanas e atende uma norma regulamentadora (NR-12) que obriga os fabricantes de máquinas a seguirem rigorosamente práticas de segurança. Neste trabalho, realizou-se um estudo de automação do processo de soldagem de determinadas peças em uma empresa do seguimento de implemento rodoviário. O processo de soldagem usado pela empresa é o GMAW. O tempo de solda nos processos automatizados reduziu aproximadamente 46,6% comparados com os tempos de soldagem manual.

**Palavras-chave:** Automatização Industrial. Melhoria de Processo. Soldagem MIG/MAG.

### **Introdução**

Os benefícios que a automação industrial proporciona podem ser considerados ilimitados. Tudo isto porque ao automatizar um processo, é possível ter um aumento significativo no seu desempenho. Por esse motivo e outros a automação industrial torna cada vez mais conhecida em todo mundo (SILVEIRA, 2014).

Linhas de produção automatizada já são uma realidade em muitas indústrias em todo mundo neste século. Os investimentos em automação surgem como uma alternativa para as empresas que tem em vista um aumento na produção e melhoria na qualidade dos produtos (JÚNIOR; SIEDENBERG, 2004).

A automação da soldagem está cada vez mais presente nas indústrias, para uma melhor agilidade na fabricação ou reforma de produtos. Nos últimos anos, a

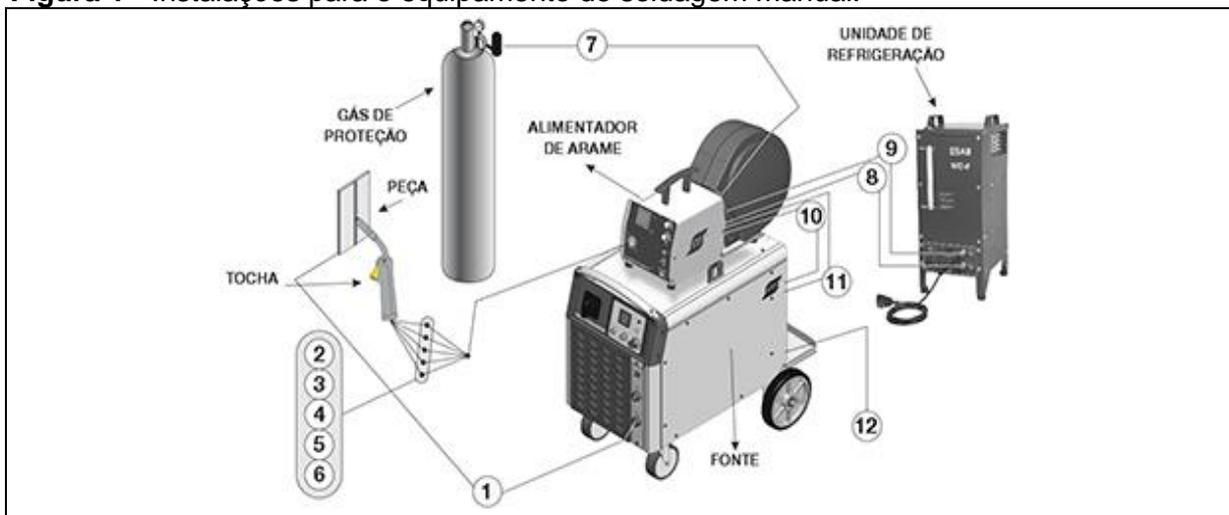
automatização dos processos de soldagem vem de um crescimento considerável (CARVALHO, 2009).

Com a soldagem manual, por mais experiente que seja, o soldador não consegue manter a tocha com um movimento constante por um longo período, e mesmo que ele conseguisse ele teria de enfrentar outra dificuldade que seria repetir várias vezes o mesmo processo de soldagem. Sendo este mais um motivo para usar processo de soldagem automatizado (ABREU; DUTRA; BROERING, 2005).

### **Soldagem manual**

Na Figura 1, é apresentado um modelo de equipamento de soldagem MIG/MAG manual (MIG – *Metal Inert Gas* e MAG – *Metal Active Gas*). Tais equipamentos são fáceis de instalar, pois necessitam de apenas três elementos principais para realizar a solda, sendo esses: A tocha de soldagem e acessórios, motor de alimentação do arame e a fonte de energia (FORTES, 2005).

**Figura 1** - Instalações para o equipamento de soldagem manual.



- 1 - Cabo De Solda (Negativo)
- 2 - Refrigeração Da Tocha (Entrada Água)
- 3 - Gás De Proteção
- 4 - Gatilho Da Tocha
- 5 - Refrigeração Da Tocha (Retorno Água)
- 6 - Conduíte Do Arame
- 7 - Gás De Proteção Vindo Do Cilindro
- 8 - Saída De Água De Refrigeração
- 9 - Entrada De Água De Refrigeração
- 10 - Cabo De Comando (Alimentador/Fonte)
- 11 - Cabo De Solda (Positivo)
- 12 - Conexão Para A Fonte Primária (220/380/440 Vca).

Fonte: FORTES (2005).

Apesar de ser um processo muito versátil a soldagem manual MIG/MAG apresenta muitas deficiências. Além do soldador estar em um ambiente altamente insalubre, ele ainda fica exposto a radiação emitida pelo arco, aos gases tóxicos provenientes de reações químicas e aos respingos de metal fundido a altas temperaturas. Sendo esses motivos o suficiente para fazer com que o soldador fique cansado, sendo uma das causas da baixa produtividade no procedimento com solda manual, pois ainda é necessário que o soldador ajuste parâmetros de soldagem, controlar a qualidade do cordão de solda, manter a tocha em velocidade constante entre outros (ABREU; DUTRA; BROERING, 2005).

### ***Automação industrial***

A automação industrial surgiu com a necessidade da melhoria de processos com a intenção de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e reduzir os custos de fabricação. Com esses objetivos se busca cada vez mais modernizar e automatizar as linhas de produção (PINHEIRO, 2012).

Uma pessoa não consegue repetir várias vezes uma determinada atividade com a mesma precisão, mas automatizando um processo produtivo se torna possível repetir várias vezes a mesma tarefa sempre com o mesmo tempo de produção. O aumento da produtividade é um dos benefícios mais significativos alcançados com a automação industrial. A eficiência e repetitividade da produção com a automação permite alcance de ciclos de produção mais rápidos e contínuos (SILVEIRA, 2014).

A concorrência gera a necessidade das empresas investirem em processos eficientes para garantirem sua sobrevivência e crescimento no mercado, buscando cada vez mais diminuir o custo de produção e o aumento de produtividade para se manterem competitivos entre os concorrentes (LIKER & MEIER, 2005).

Uma das vantagens competitiva para quem automatiza os processos é a redução do tempo de espera entre o pedido do cliente e a entrega do produto final. Podendo reduzir os custos com estoques de materiais e produtos (GROOVER, 2010).

O aumento da qualidade com a automação de processos se dá em função de que as máquinas são mais precisas que as pessoas, e são capazes de repetir o mesmo trabalho durante longos períodos (JÚNIOR; CHAGAS, 2003).

A automação realiza os processos com maior uniformidade, e de acordo com as especificações de qualidade, pois elimina parte dos erros cometidos por pessoas (GROOVER, 2010).

A automação dos processos de soldagem tem por objetivo afastar a interferência humana na realização das soldas. Desta forma o soldador não é exposto a ambientes insalubres que podem causar graves danos à saúde (ABREU; DUTRA; BROERING, 2005).

A automação começou pelas atividades repetitivas e perigosas, que quando realizadas de maneira errada colocam em risco a saúde ou até mesmo a vida das pessoas envolvidas nas atividades. Com a ampliação das linhas automatizadas diminuíram os números de acidentes, e doenças causadas pela repetição de uma determinada tarefa por longos período de tempo (JÚNIOR; CHAGAS, 2003).

A proposta deste trabalho é sugerir a automação do processo de soldagem de algumas peças em uma empresa do seguimento de implementos rodoviários situada no sul de Santa Catarina. Pois a empresa já possui um robô de solda que no momento se encontra parado.

Durante o trabalho, foram desenvolvidos meios capazes de automatizar os processos de soldagem de peças usadas em implementos rodoviários chamadas de barrote e fueiro, que devido ao tamanho os soldadores tinham maior dificuldade de realizar os cordões de solda manualmente. Foi avaliado o aumento da produtividade em função do alcance de ciclos rápidos de produção com maior eficiência, repetitividade e redução de custos no processo de soldagem, proporcionado segurança para todas as pessoas envolvidas no processo.

No trabalho, foram realizados vários testes usando um gabarito simples para se obter a melhor sequência de soldagem automatizada. Após se obterem as melhores sequências e regulagens, foram cronometrados os tempos de solda afim de fazer comparações entre os processos manuais e automatizados.

### **Procedimentos Metodológicos**

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada e foi realizada no setor de pré-montagem de uma empresa de implementos rodoviários, localizada no sul de Santa Catarina.

A empresa possui um robô de soldagem KAWASAKI, fonte de soldagem Fronius e um gabarito simples para a fixação das peças, que são prensadas por meios pneumáticos, a fim de deixar as peças de acordo com as medidas do projeto, para realizar a soldagem na posição plana. Foram efetuados vários testes para saber sequência, parâmetros e tempo de solda.

O objetivo do trabalho foi eliminar o tempo ocioso de um robô de solda e automatizar alguns processos para diminuir o tempo de solda comparando com a soldagem manual. Para tanto foi necessário ampliar um gabarito de acordo com a necessidade das peças a serem automatizadas. As peças escolhidas para automatizar a produção por soldagem foram o barrote e o fueiro, esta escolha se deu em função da necessidade de lotes de grandes quantidades, e também porque o soldador tinha dificuldade de realizar a solda devido ao tamanho da solda e o fato das peças não terem chanfro nem abertura de raiz. Os barrotes servem para segurar os fueiros e apoiar as toras de madeira transportadas pelo implemento, já o fueiro tem a função delimitar a altura da carga de madeiras.

A célula robotizada utilizada é um Robô KAWASAKI, de 8 eixos capaz de obter alto desempenho e atingir grande grau de precisão garantindo uma solda padrão. O robô apresenta um alcance de 22 m de comprimento e 3 m de largura podendo trabalhar com ângulo de 360 graus. A tecnologia empregada é de nacionalidade italiana, com o braço robótico torna possível alcançar altas velocidades de soldagem, possibilitando ganho com produtividade, melhoria na qualidade, devido o robô manter seu movimento constante deixando um excelente acabamento, diminuindo o tempo de solda, proporcionando segurança ao trabalhador, afastando ele de realizar uma atividade altamente insalubre.

A fonte de solda usada é uma FRONIUS de 540 A, é uma fonte de soldagem que permite a realização da soldagem em diversos tipos de materiais, com diversas bitolas de arames e ainda pode ser utilizada para soldagem semiautomática, o que oferece uma excelente diversificação dos mais diversos tipos de soldagem, oferece o controle dos parâmetros de corrente e tensão em valores digitais. E a escolha do processo de soldagem: MIG/MAG convencional ou pulsado.

No gabarito foram feitos alguns ajustes para realizar os testes de soldagem para definir sequência e parâmetros de soldagem, a melhoria do gabarito de soldagem só foi feita depois de serem definidos os parâmetros as sequências e o tempo de solda.

Depois de definido começou a se ampliar o gabarito para buscar melhorar a qualidade, diminuir tempo de setup, e ter tempo de ciclos inferiores aos tempos de soldagem manual. Os materiais utilizados no gabarito foram fornecidos pela empresa, pensando no custo de investimento.

Os testes já foram feitos no barrote e no fueiro usando arame ESAB 1.2 fornecido pela empresa e com acompanhamento de um técnico de solda. Os parâmetros foram determinados com base em tempo de produção x qualidade o tempo foi cronometrado, filmado e revisado as filmagens para avaliar possíveis melhorias nas sequencias de solda, a fim de diminuir o tempo de ciclo das peças em teste. Para os testes foi utilizado o gás de proteção 75%Argonio + 25% Oxigênio com vazão de 20 L/min. No caso da vazão dos gases de proteção foram utilizados os parâmetros determinados pela empresa.

As peças que foram usadas já estavam cortadas na medida, e dobradas de acordo com a ordem de produção, mas ainda foi necessário realizar uma etapa de montagem das peças, para realizar o ponteamento devido o gabarito não suportar a soldagem, fazendo com que houvesse um excesso de penetração, e deixando um mal acabamento.

## **Resultados e Discussão**

Todos os soldadores que foram avaliados possuíam qualificação e tempo de experiência para desenvolver a atividade, mas mesmo assim para realizar alguns tipos de solda eles encontravam dificuldade, devido ao tamanho do cordão e o espaçamento entre as chapas que dificultava a visão da junta a ser soldada, pois as peças não tinham chanfro.

O movimento repetitivo torna o serviço cansativo, pois exige grande esforço e concentração para tentar manter o movimento o mais constante possível afim de apresentar um bom acabamento visual das soldas.

Para realizar os testes de parâmetros de soldagem, foi usado um gabarito de soldagem. As peças usadas nos testes foram barrote e fueiro, para se chegar nos resultados foram feitos vários testes variando corrente, tensão e velocidade. O arame e a vazão do gás permaneceram a mesma por especificação da empresa.

Depois de serem feitos os testes de soldagem usando o gabarito simples foram determinados os parâmetros e a partir daí começou a ser feito uma melhoria no gabarito para permitir soldar as peças com mais precisão. Na ampliação do gabarito foi adicionado cinco posicionadores, que movem as peças para posição correta a cada setup.

A necessidade da etapa de ponteamento se deu em função dos posicionadores não suportarem o esforço da soldagem, sendo que podia ser usado servo motores

que são dispositivos bem mais eficientes, mais devido ao custo foi decisão da empresa optar pelo mais barato.

Foram incluídos quarenta batentes fixadores para que durante a realização da solda as peças ficassem firmes sem se moverem. Foram adicionadas quatro bolsas de ar para facilitar a colocação e retirada das peças no gabarito e diminuir o tempo de setup, foi necessário também uma ponte rolante no setor devido ao tamanho e peso das peças, com a ponte foi possível fazer setup eficientes e com a ergonomia de maneira correta, devido o operador não precisar realizar nenhum tipo de esforço físico, devido ao tamanho e peso das peças, com auxílio da ponte eram tirados quatro barrotes por vez e oito fueiros a cada troca de ciclo, a montagem final de quatro barrotes e oito fueiros resulta em quatro peças chamadas trave.

Depois de serem realizados vários testes de soldagem com acompanhamento de um técnico de solda e departamento da qualidade foram definidas as seguintes condições para soldagem automatizada, apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Apresenta os parâmetros de solda definida nas peças.

PARÂMETROS DE SOLDA	
Corrente:	240 A
Voltagem:	24.8 V
Velocidade:	90 cm/min
Gás de proteção:	75% Argônio e 25% oxigênio
Vazão:	20 l/min
Arame:	ESAB
Diâmetro:	1.2 mm
Tipo de junta:	Em I
Posição se soldagem:	Plana sem chanfro
Processo de soldagem:	MIG/MAG
Tipo de corrente:	Continua pulsada

Fonte: Autor (2016).

Depois de definir os parâmetros de soldagem, foi feita uma avaliação das juntas de soldagem, usando uma lixadeira com disco de corte, cortando a solda para avaliar quanto de penetração teve na peça.

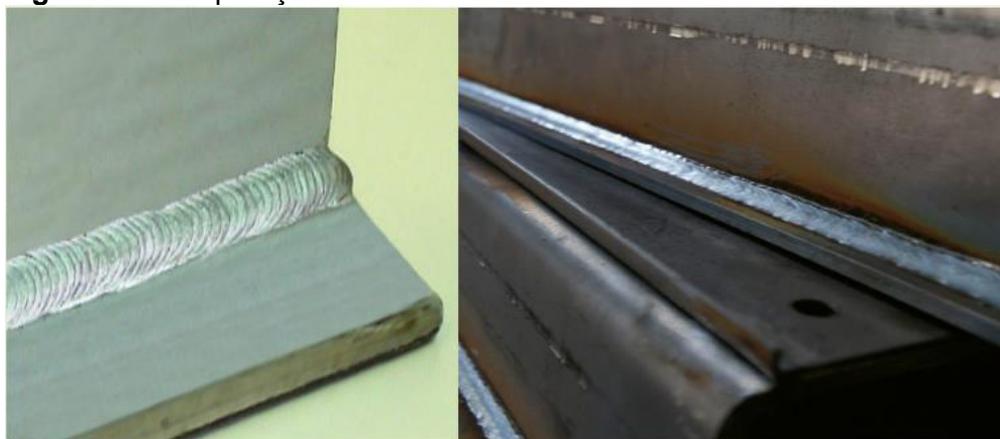
Após avaliar a penetração foi realizado a análise visual, avaliando a qualidade superficial dos cordões e analisado as possíveis descontinuidade, sendo que foi aprovado, por um aspecto visual bonito comparado com o processo manual que apresentava uma solda sem um padrão definido. Pois cada soldador possui uma

maneira diferente de trabalhar, e nem todos possuem a mesma habilidade para realizar suas tarefas.

A Figura 2 mostra uma comparação entre uma solda feita manualmente e uma solda feita por um robô, onde mostra que a solda do robô possui um aspecto contínuo e uniforme, já a solda manual apresenta descontinuidade.

Avaliação das juntas soldadas para o relatório do ensaio de soldagem foi realizado de acordo com a norma AWS D1. 1/2010, que é um código de soldagem para aço estrutural. Este código aborda os requisitos de soldagem para qualquer tipo de estrutura soldada feita com aços construtivos de carbono e baixa liga.

**Figura 2** – Comparação da análise visual de uma solda manual com uma solda robotizada



Fonte: Autor (2016).

A Tabela 2 traz os materiais utilizados no ensaio de soldagem das peças feitas por robô e manualmente.

**Tabela 2** – Os materiais utilizados para o ensaio de soldagem.

Parâmetros utilizados	
<b>Peça: Junta em ângulo</b>	
Norma de referência:	AWS D1.1
Metal de adição:	A5. 18 ER 70 S6
Metal base:	ASTM A36
Processo de soldagem:	Robô- MIG/MAG
Espessura:	11,2 mm

Fonte: Autor (2016).

A Tabela 3 apresenta as normas para o ensaio de macrografia de soldagem e na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos no ensaio de macrografia das peças soldadas.

**Tabela 3** – Normas para o ensaio macrografica de soldagem.

Ensaio macrografica de soldagem	
Preparação do corpo de prova:	Conforme a norma AWS D1.1/2010
Critério de aceitação:	Conforme a norma AWS D1.1/2010
Método de ensaio:	Conforme a norma AWS D1.1/2010
Ataque:	Nital 10%
Inspeção:	Lupa +ou- 10x

Fonte: Autor (2016).

**Tabela 4** - Relatório de soldagem para o ensaio de macrografia.

Descrição	Soldagem manual	Soldagem robótica
Perna horizontal:	7.868	7.059
Perna vertical:	6.912	7.721
Conc./ Conv:	0,694	0,888
Garganta:	5.411	5.559
Dimensão da solda:	10.095	10.528

Fonte: Autor(2016).

A Tabela 5 mostra os resultados do ensaio visual de fratura das amostras soldadas por robô e manualmente.

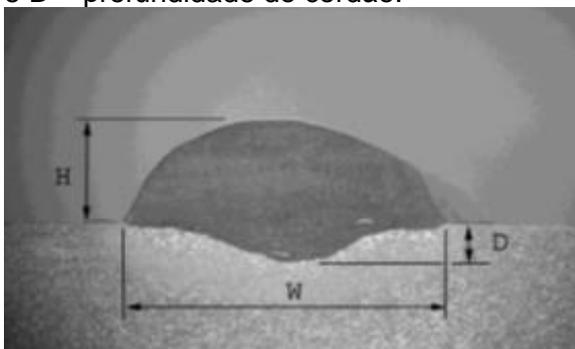
**Tabela 5** – Ensaio visual de fratura para soldagem manual e automatizada.

Ensaio visual de fratura	
Corpo de prova:	Isento de descontinuidade
Método de ensaio:	Conforme a norma AWS D1.1/2010
Critério de aceitação:	Conforme a norma AWS D1.1/2010
Preparação do corpo de prova:	Conforme a norma AWS D1.1/2010

Fonte: Autor(2016).

A Figura 3 mostra a avaliação das propriedades geométricas de um cordão de solda.

**Figura 3** – Representação das características geométricas do cordão. W – largura, H – reforço e D – profundidade do cordão.



Fonte: BARBEDO (2011).

A distorção das peças durante a soldagem estava tendo em função do seu comprimento, e a quantidade de material depositado sobre a peça a ser soldada, para

resolver esse problema foram adicionados 12 batentes superiores, fazendo com que a peça ficasse mais firme, não permitindo ela se mover e empenar.

Para saber o ganho com produtividade foram usadas câmeras digitais para filmar todas as etapas dos processos. E cronômetros para fazerem as marcações dos tempos de soldagem a fim de calcular as diferenças de tempo para saber qual foi o ganho em porcentagem para a empresa.

Os resultados alcançados na produtividade foi um ganho de 50% no barrote e 70% no fueiro em relação ao tempo de soldagem manual.

Na soldagem manual era preciso prender a peça e realizar chanfro com a lixadeira, já com automação teve um considerável aumento na qualidade da solda, não precisando realizar a etapa de chanfro.

Para outras peças de pequeno porte fez-se uma estimativa dos tempos de soldagem robotizada, encontrando valores estimados de 20% de economia de tempo comparando com a soldagem manual.

O robô trabalhando com sua eficiência em 98% calcula-se que ele consegue realizar o serviço de 15 soldadores num período de 24 horas sendo o equivalente a cinco soldadores por turno, dependendo da peça ele pode variar para mais ou para menos.

Em algumas peças foram eliminados o primeiro processo de montagem, ponteamto e chanfro. Sendo que com a automatização só é necessário colocar a peça no gabarito e realizar a soldagem. Contribuindo, para redução da mão de obra das pessoas, que realizava a etapa de montagem, ponteamto e a preparação da peça.

O tempo de soldagem teve uma redução de aproximadamente 46,6% comparada com a soldagem manual, com uma melhoria considerável no aspecto visual da solda e nos ensaios realizados.

Por meio da análise macrográfica, foi possível observar as melhorias na penetração dos cordões de soldas, sendo indicativo de que houve aumento na resistência a tração das juntas.

As distorções foram eliminadas com um sistema eficiente de travamento das peças deixando-as bem firmes. Provando a importância de um gabarito na soldagem robotizada que atenda as possíveis necessidades de suportar as pressões feitas pelas peças soldadas, e manterem sempre na mesma posição a fim de repetir o maior número de vez possível sem ajustes.

## Considerações Finais

O tempo médio de solda teve uma redução de aproximadamente 46,6% comparado com a soldagem manual, fazendo o serviço que corresponde a cinco pessoas por turno. Sendo que se o robô trabalhasse 24 horas ele poderia fazer o serviço do equivalente a 15 pessoas.

Para avaliar a qualidade da soldagem automatizada foram feitas análises visual e testes macrográficos. A solda automatizada ficou com estética superior, e com um aspecto uniforme.

No trabalho todos os objetivos foram alcançados: diminuiu-se o tempo de soldagem; a qualidade foi considerada superior a soldagem manual; na parte da segurança o operador não estava participando dos ambientes de riscos, pois ele não ficava exposto aos raios ultravioletas causados pelo arco da solda e ficava longe da fumaça causada pelos fumos da solda.

Os resultados obtidos mostraram que houve muitos ganhos com a implantação do processo automatizado, diante da crise ajudou muito a empresa a se manter mais competitiva, podendo ser um diferencial para se manter entre as líderes do seguimento.

O robô antes do trabalho estava ocioso e durante o trabalho foi usado apenas horário comercial. Propõem-se a ideia de fazer três turnos para aproveitar a máxima capacidade da máquina.

## Referências

ABREU, Billy Alceu; DUTRA, Jair Carlos; BROERING, Carlos Eduardo. **Aplicação de um equipamento na mecanização da soldagem em superfícies de tanques.** 2005. Disponível em:

<[http://www.labsolda.ufsc.br/noticias/2005/P&D\\_sold\\_tanque.pdf](http://www.labsolda.ufsc.br/noticias/2005/P&D_sold_tanque.pdf)> . Acesso em 11 jun. 2016.

BARBEDO, Nancy Del Ducca. **Avaliação comparativa dos processos de soldagem.** 2011. Disponível em: <<http://saturno.Unifei.edu.br/bim/0038675.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2016.

CARVALHO, Renon Steinbach. **Estudo para a otimização da soldagem MIG/MAG.** 2009. Disponível em: <<http://tede.ufsc.br/teses/PCEM0311-D.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2016.

FORTES, Cleber. **Apostila de soldagem MIG/MAG, ESAB.** 2005 Disponível em: <[http://www.esab.com.br/br/pt/education/apostilas/upload/1901104rev0\\_apostilasoldagemmigmag\\_low.pdf](http://www.esab.com.br/br/pt/education/apostilas/upload/1901104rev0_apostilasoldagemmigmag_low.pdf)> . Acesso em 12 jun. 2016.

GROOVER, Mikell P. **Automação industrial e sistemas de manufatura: introdução à automação**. 3<sup>o</sup> edição. Pearson Education do Brasil, 2010.

JÚNIOR, Antônio Pereira & CHAGAS, Christiano Vasconcelos. **Uma rápida análise sobre automação industrial**. 2003. Disponível em: <[http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_6.pdf](http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_6.pdf)>. Acesso em 12 jun. 2016.

JÚNIOR, David Lorenzi; SIEDENBERG, Dieter Rugard. **Inovações tecnológicas e seus efeitos sobre o nível de emprego no setor industrial**. II Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional - Mestrado e Doutorado. Santa Cruz do Sul, RS – Brasil - 28 setembro a 01 de outubro 2004. Disponível em: <http://www.unisc.br/site/sidr/2004/planejamento/18.pdf>. Acesso em 15 jun. 2016.

LIKER, Jeffrey K; & MEIER, David. **The toyota way fieldbook: a practical guide for implementing toyota's 4Ps**. 2005. McGraw-Hill Companies.

PINHEIRO, Ana Paula. **Automação otimiza processos industriais**. 2012 Disponível em: <<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/465/Automacao-otimiza-processos-industriais.aspx>>. Acesso em 12 jun. 2016.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci . **Sete benefícios conquistados através da automação industrial**. 2014. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/sete-beneficios-automacao-industrial>>. Acesso em 12 jun. 2016.

## DEFINIÇÃO DA ESTIMATIVA DA VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO DOMÉSTICO: ESTUDO PRELIMINAR PARA INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE RIO FORTUNA/SC COM HORIZONTE DE PROJETO PARA 20 ANOS

**Karoline May Bloemer<sup>1</sup>; Rossano Umberto Comelli<sup>2</sup>;**

<sup>1</sup>Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária. Unibave. karolinemaybloemer@gmail.com

<sup>2</sup>Bachareu em Química.Esp. em Gestão Ambiental . Unibave. rossano.comelli@terra.com.br

**Resumo:** A água é um recurso natural que possui diversos usos, entre eles, é considerado primordial o abastecimento da população. Boa parte da água consumida nas residências sofre transformações que alteram sua qualidade, resultando em esgoto. Nessa pesquisa buscou-se estimar a vazão média do esgoto doméstico gerado no município de Rio Fortuna/SC. Para a realização do estudo, optou-se pela pesquisa documental e bibliográfica com a abordagem do problema de forma quantitativa. A CASAN de Rio Fortuna abastece cerca de 43,45% da população do município, todos residentes na área urbana, com consumo per capita de 194,0 L/hab.dia. Através da projeção da população para o horizonte de projeto definido, verificou-se uma taxa de crescimento de 12,78 habitantes/ano. Para definir a estimativa, foi utilizado o coeficiente de retorno de esgoto (R) = 80%, desse modo à vazão média de esgoto doméstico encontrado será de 3,75 l/s para o horizonte de 20 anos.

**Palavras-chave:** Esgoto doméstico. Vazão. Estação de tratamento.

### Introdução

Dentre os recursos naturais, a água tem função primordial, pois sua disponibilidade é um elemento essencial à vida animal e vegetal, tanto como para os meios de produção. O homem precisa de água em quantidade e qualidade suficientes para satisfazer suas necessidades e para propiciar o desenvolvimento econômico. Seu uso, contudo, acaba deteriorando a sua qualidade, resultando assim no que chamamos de esgoto (FUNASA, 2006).

Por definição do CONAMA (2006, 2p.) o esgoto sanitário é um “[...] despejo líquido constituído de esgotos predominantemente domésticos, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária.” Suas características qualitativas variam muito em função da composição relativa ao uso da água, podendo conter vários organismos vivos, tais como bactérias, vírus, vermes e protozoários. Por esse motivo, a disposição adequada do esgoto é essencial para a proteção da saúde pública. Além de contaminar a água de abastecimento e promover a proliferação de vetores, outra

importante razão para tratar o esgoto é a preservação do meio ambiente (BRAGA et al, 2012).

Segundo Nuvolari (2011), do ponto de vista técnico, são conhecidas inúmeras opções para tratar o esgoto, cada uma com suas vantagens e desvantagens, tendo em vista a necessidade do local de implantação. E, para definir a melhor técnica, é essencial que se tenha em mãos ferramentas nas quais poderá se basear na tomada de decisão.

Essas ferramentas são os estudos preliminares de projeto, as quais conferem avaliações quantitativas e qualitativas do esgoto que virá a contribuir para a futura estação, bem como análise técnico-econômica dos processos de tratamento. Uma dessas etapas é determinação da estimativa da vazão média de esgoto doméstico (SPERLING, 1996).

Para definir a estimativa da vazão média de esgoto doméstico gerada em uma determinada área de projeto, se faz necessários estudos populacionais. De acordo com Benetti (2007), o planejamento de projetos, tanto a nível nacional, estadual ou municipal, tem gerado a necessidade de pesquisas que considerem as informações sócio demográficas, dentre essas demandas, vem ganhando destaque a projeção populacional, utilizada para subsidiar a elaboração de projetos que requerem conhecimento, circunstanciando a dinâmica de crescimento.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município de Rio Fortuna/SC apresentava, no ano de 2010, uma população de 4446 habitantes. No ano atual, cerca de 1996 habitantes são beneficiados pelo abastecimento de água, a qual é de responsabilidade da Companhia Catarinense de Água e Saneamento – CASAN (CASAN, 2016). Em relação ao esgoto gerado, o município não é contemplado com estação de tratamento.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo estimar a vazão média de esgoto doméstico gerada no município de Rio Fortuna/SC, com horizonte de projeto de 20 anos. Para isso, foi definida a projeção populacional para esse período através dos métodos aritmético e geométrico. Juntamente com o conhecimento do consumo per capita e do coeficiente de retorno de esgoto, foi possível determinar a estimativa da vazão média de esgoto gerada, como um estudo preliminar para a definição de uma opção de tratamento que melhor se adapta as necessidades do município.

## **Esgoto sanitário**

A água é um dos recursos naturais utilizados com maior intensidade, tem função primordial para a existência e manutenção da vida. Além de ser essencial para suas funções metabólicas, o homem tem utilizado a água em diversas outras finalidades. Uma delas é o abastecimento humano, que é considerado como uso prioritário (BRAGA et al, 2012).

De acordo com Philippi Jr. (2005) a água é distribuída, e em função do seu tipo de uso, sofre algumas transformações que acabam alterando a sua qualidade, resultando em esgoto. Segundo Braga et al (2012), o esgoto é um despejo líquido constituído por efluentes provenientes dos usos doméstico, comercial, industrial, de estabelecimentos públicos, entre outros.

O esgoto doméstico é aquele proveniente de residências, instituições públicas, estabelecimentos comerciais, ou quaisquer outras edificações que disponham de banheiros, cozinhas e lavanderias. Sua composição é bastante variável, mais basicamente, é formado por água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, produtos de limpeza e água de lavagem (FUNASA, 2006).

Já os efluentes gerados nas indústrias, como o nome já diz, são oriundos de atividades industriais. A composição desse tipo de esgoto depende principalmente do processo produtivo da empresa, no que se referem aos aspectos tecnológicos, operacionais, e ao porte do empreendimento. Geralmente nas empresas, além dos efluentes caracterizados como industriais, também se tem esgoto doméstico proveniente de banheiros e cozinhas (PHILIPPI Jr; MALHEIROS, 2005).

Outros constituintes que compõem o efluente sanitário e é de fundamental conhecimento nos projetos são a água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Ambas são parcelas indesejadas e inevitáveis do esgoto que chegam as canalizações. A primeira, por percolação em solo fragilizado pela escavação da vala ou até mesmo por falhas na tubulação, por onde a água escoar até adentrar, sendo comum quando o nível do lençol freático se encontra acima da cota de assentamento dos tubos. A segunda, por penetração direta nos tampões dos poços de visita, juntas e por outras aberturas constituintes da rede de coleta (ARAUJO, 2011).

## **Tratamento de esgoto sanitário**

O destino correto do esgoto é fundamental, pois a sua disposição direta ao solo e a água sem tratamento cria situações favoráveis à transmissão de doenças. A

adoção de medidas de saneamento visa fundamentalmente evitar a contaminação do solo e dos mananciais, proporcionando uma melhor qualidade de vida à população e promovendo o conforto ao atender o senso estético. O tratamento adequado reduz despesas e proporciona o aumento na vida média do homem em consequência da redução de casos de doenças, também vem a reduzir gastos com o tratamento de água para abastecimento, em virtude da preservação dos corpos hídricos (FUNASA, 2006).

Então, conforme também citou Araujo (2011), as principais finalidades na implantação de uma estação de tratamento de esgoto em uma cidade, estão relacionadas aos aspectos: higiênico, social, econômico e ecológico.

Nos dias de hoje são conhecidas inúmeras opções para realização do tratamento de esgoto, cada uma delas com suas vantagens e desvantagens considerando as necessidades e características do local a ser aplicado. Por esse motivo, é importante a realização de um projeto para melhor definição das técnicas adequadas a serem utilizadas (NUVOLARI, 2011).

De acordo com Sperling (1996), na fase inicial de um projeto devem ser realizados estudos preliminares que compreendem a caracterização do sistema a ser projetado. Essa etapa inclui a avaliação quantitativa e qualitativa do esgoto que irá contribuir à futura estação, bem como a análise técnico/econômica das diferentes tecnologias de tratamento adequadas ao local de aplicação. Os elementos fundamentais que devem compor os estudos preliminares são a estimativa de vazão doméstica, industrial, de infiltração e a contribuição pluvial parasitária, bem como as características desses efluentes. Devem ser realizados também estudos populacionais, determinação do período de projeto, verificação do local de instalação, etapas de implantação, e por fim, a avaliação das diversas alternativas de tratamento e seleção do método a ser adotado.

Ainda segundo Sperling (1996), essa etapa é essencial visto que a opção de tratamento adotada é fruto de todas as considerações efetuadas nessa fase. Portanto, devem ser concentrados esforços para que a busca dos dados e as conclusões sejam realizadas visando sempre à maior precisão e confiabilidade possíveis, visto que o sucesso do projeto depende em grande parte dos estudos iniciais.

## **Município de Rio Fortuna**

Cercada por belos vales e montanhas, ao pé da Serra Geral, o município de Rio Fortuna, com área total de 238,30 km<sup>2</sup>, fica localizado a cerca de 200 quilômetros (via BR 101) da capital Florianópolis. Tem 4.446 habitantes, conforme dados do Censo Demográfico de 2010, que na sua maioria, vive em áreas rurais (RIO FORTUNA, 2014).

O município de Rio Fortuna é conhecido pela sua diversidade agrícola, com as atividades de cultivo de fumo, suinocultura, bovinocultura, piscicultura e também no setor madeireiro (eucalipto). Economicamente destaca-se bovinocultura, desde a produção do leite até sua transformação em derivados. Na indústria também ganha destaque o beneficiamento de madeira para a produção de esquadrias, móveis e quadros. Outra atividade de expansão são as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) instaladas, em grande parte, as margens do Rio Braço do Norte (RIO FORTUNA, 2014).

Os rios que banham o município desembocam na Vertente do Atlântico, que corre para leste em direção ao Oceano Atlântico. Destes destacam-se: Braço do Norte, Fortuna, Claro, Bravo, Branco, Café, Otilia, Facão, dos Bugres, Chapéu, Espriados, Areão e Azedo. A vegetação de Rio Fortuna é marcada pelos serrados e mata atlântica (RIO FORTUNA, 2014).

O abastecimento de água de boa parte da população é de responsabilidade da Companhia Catarinense de Água e Saneamento – CASAN. Já em relação ao saneamento, Rio Fortuna não conta com estação de tratamento de esgoto. As excretas são depositadas em fossas sépticas e recolhidas por caminhões disponibilizados pela prefeitura ou particulares, e a água de lavação é destinada para junto da rede pluvial.

## **Procedimentos Metodológicos**

Para estimar a vazão média de esgoto doméstico gerada no município de Rio Fortuna/SC, com horizonte de projeto de 20 anos, foi utilizada a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental.

A utilização da pesquisa documental destaca-se por proporcionar a organização das informações que estão dispersas, conferindo-lhe uma nova importância como fonte de consulta. Todo documento deve ser analisado

detalhadamente pelo pesquisador, levando em considerações os seus aspectos internos e externos (PRONADOV; FREITAS, 2013).

De acordo com Gil (2008) a pesquisa documental é semelhante à bibliográfica, a única diferença entre elas é a natureza das fontes. A pesquisa documental é desenvolvida por meio de análises de documentos que ainda não receberam nenhum tratamento analítico, tais como: documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, fotografias e outros de segunda mão, que de alguma forma já foram analisados, como por exemplo, relatórios de pesquisa, relatórios de empresas e tabelas estatísticas. Já a pesquisa bibliográfica é a utilização das contribuições de diversos autores sobre determinado assunto.

O problema da pesquisa delineou-se a partir da abordagem quantitativa, que segundo Pronadov e Freitas (2013), considera que tudo pode ser quantificável, traduzido em números e informações possibilitando sua classificação e análise. Utiliza-se em sua aplicação, os recursos e técnicas estatísticas, como porcentagem, média, moda, mediana, análise de regressão, coeficiente de correlação, entre outras. De acordo com Creswell (2010) a pesquisa quantitativa examina a relação entre variáveis, que podem ser medidas por instrumentos, possibilitando a análise de dados numéricos através de procedimentos estatísticos.

As informações de abastecimento de água necessárias foram obtidas através de encaminhamento digital, baseados nos documentos do banco de dados da CASAN, a fim de conhecer a população atendida pelo seu serviço, bem como o consumo médio diário de água por habitante.

Para atender o horizonte de projeto definido requisita-se o uso estudos populacionais. De acordo com Sperling (1996), estimativa da população futura é essencial em um projeto para a construção de uma estação de tratamento de esgoto, pois é importante seu conhecimento no final de plano, bem como a sua evolução para o estudo das etapas da implantação. A população de projeto é aquela que fica dentro da área atendida, que é servida pela rede coletora e ligada a mesma.

Para a realização dessa etapa preliminar são utilizados cálculos matemáticos a fim de estimar a projeção populacional para determinado horizonte de projeto. Afirma Benetti (2007, p. 16) que esse procedimento pode ser descrito “[...] como sendo uma estimativa da população futura de um determinado território (país, estado, município, ou outro) para certo momento futuro.”

Para Borges et al (2006) a projeção da população é de extrema importância, pois pode servir de ferramenta em diversos projetos no planejamento de políticas públicas, como também o estudo de novos padrões de consumo e demandas do setor privado. Através da estimativa futura da população é possível conhecer as necessidades de serviços e infraestruturas necessárias para atender os habitantes locais ao longo do tempo.

Os principais métodos utilizados para as projeções populacionais são descritos por Sperling (1996) como: aritmético, geométrico, regressão multiplicativa, taxa decrescente de crescimento, curva logística, comparação gráfica entre cidades similares, método da razão e correlação e previsão com base nos empregos.

De acordo com Sperling (1996) o método de projeção aritmética parte do princípio que o crescimento populacional ocorre segundo uma taxa constante. É um método geralmente utilizado em estimativas de curto prazo, onde o ajuste das curvas pode ser feito por análise de regressão. A Figura 01 indica a forma da curva que representa a projeção aritmética.

Fórmula da projeção aritmética:  $P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$

Onde,

Taxa de crescimento:  $\frac{dP}{dt} = K_a$

Coeficiente (sem análise da regressão):  $K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$

Sendo que:

$P_t$  : população estimada o ano  $t$  (hab)

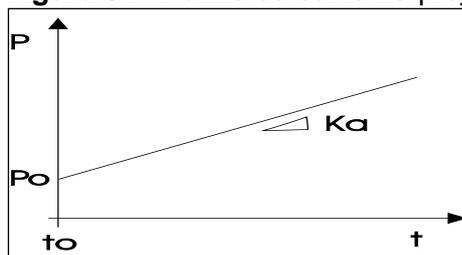
$P_0$  e  $P_2$ : população dos anos  $t_0$  e  $t_2$  (hab)

$K_a$ : Coeficiente

$dP/dt$  : taxa de crescimento da população em função do tempo (hab/ano)

$t$ : tempo que se quer estimar a população

**Figura 01** - Forma da curva na projeção aritmética



Fonte: Sperling (1996).

Já o método de projeção geométrica é descrito como o crescimento populacional a cada instante. Também utilizados em estimativas populacionais de curto prazo e com possibilidade de ajuste da curva feito por análise da regressão, assim como no método aritmético. (SPERLING, 1996). A Figura 02 indica a forma da curva que representa a projeção geométrica.

Fórmula da projeção geométrica:  $P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t-t_0)}$  ou  $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t-t_0)}$

Onde,

Taxa de crescimento:  $\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$

Coefficientes (sem análise da regressão):  $K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$  ou  $i = e^{K_g} - 1$

Sendo que:

$P_t$  : população estimada o ano t (hab)

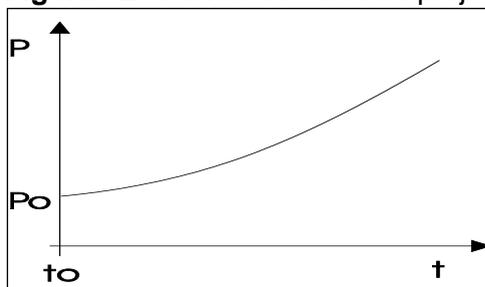
$P_0$  e  $P_2$ : população dos anos  $t_0$  e  $t_2$  (hab)

$K_a$  e  $i$  : Coeficiente

$dP/dt$  : taxa de crescimento da população em função do tempo (hab/ano)

$t$ : tempo que se quer estimar a população

**Figura 02** - Forma da curva na projeção geométrica



Fonte: Sperling (1996).

Para definir a estimativa de esgoto doméstico gerado é essencial saber que essa vazão é baseada na quantidade de água de abastecimento de uma localidade, podendo variar conforme o clima, a cultura e o padrão de vida da população. Outros fatores que influenciam no consumo de água são as facilidades de acesso, como a existência de água encanada dentro do domicílio, o número de torneiras disponíveis, o valor pago pelo consumo e a conscientização quanto ao uso desse recurso (PHILIPPI Jr; MALHEIROS, 2005). De acordo com Sperling (1996) fração de água distribuída para abastecimento da população que adentra na rede coletora em forma de esgoto é denominada coeficiente de retorno (R).

Ainda para Sperling (1996, p. 51, grifo do autor), a estimativa da vazão dos efluentes domésticos é calculada com base no consumo de água de um local, que “[...] por sua vez, é usualmente calculada em função da população de projeto e de um valor atribuído para o consumo médio diário de água de um indivíduo, denominado *Quota Per Capita (QPC)*”.

Os valores típicos de cota per capita de água para populações ligadas a rede de distribuição encontram-se na Tabela 1, citada por Sperling (1996) adaptada de CETESB (1977; 1978), Barnes et al (1981), Dahlhaus e Damrath (1982), Hosang e Bischof (1984). Os dados apresentados são valores médios, estando sujeitos a variabilidades.

**Tabela 1** - Consumo per capita de água

Porte da comunidade	Faixa da população (hab)	Consumo Per Capita (QCP) (L/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90 -140
Vila	5.000 - 10.000	100 - 160
Pequena localidade	10.000 - 50.000	110 - 180
Cidade média	50.000 - 250.000	120 - 220
Cidade grande	> 250.000	150 - 300

Fonte: Sperling (1996).

Dessa maneira, segundo Sperling (1996) o cálculo da vazão média doméstica de esgoto é dado por:

$$Qd_{méd} = \frac{Pop \cdot QPC \cdot R}{86400} = l/s$$

Onde:

$Qd_{méd}$  = Vazão domestica média de esgotos (l/s)

$QPC$  = Quota per capita de água

$R$  = Coeficiente de retorno esgoto

$Pop$  = População

## Resultados e Discussão

Para definir a projeção da população foram utilizados dois métodos: aritmético e geométrico. Dessa maneira foi possível estimar o crescimento da população para o período de 20 anos, de acordo com o horizonte de projeto definido. No cálculo abaixo, foi utilizado o método de projeção populacional aritmética.

Primeiramente, com os dados do último censo de 2010 e do penúltimo censo realizado no ano de 2000, como podemos observar na Tabela 2, calculou-se o Coeficiente (Ka) para obter o crescimento populacional por ano.

**Tabela 2** - Habitantes nos anos de 2000 e 2010 de Rio Fortuna/SC.

Ano	População (hab)
2000	4320
2010	4446

Fonte: Autor, 2016.

De acordo com a tabela 02, temos:

$$t_0 = 2000 \quad P_0 = 4.320$$

$$t_2 = 2010 \quad P_2 = 4.446$$

Logo:

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} = \frac{4446 - 4320}{2010 - 2000} = 12,6$$

$$\text{Taxa de crescimento: } \frac{dP}{dt} = 12,6$$

E para a determinação da poluição aritmética, temos:

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$$

$$P_{2036} = 4320 + 12,6 \cdot (2036 - 2000)$$

$$P_{2036} = 4774 \text{ habitantes}$$

De acordo com os dados obtidos através da projeção populacional aritmética, pode-se concluir que a população do município de Rio Fortuna tem uma taxa de crescimento de 12,6 habitantes por ano. Assim, é possível definir que estimativa da população para 2036 é de 4774 habitantes.

Considerando o coeficiente (Ka) também foi possível estimar que no ano atual, a população do município esteja em torno de 4522 habitantes.

No cálculo a seguir foi utilizado o método da projeção populacional geométrica. Como no método anterior de projeção aritmética, primeiramente foi calculado o Coeficiente (Ka).

Com base nos dados de população da tabela 02, temos:

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} = \frac{\ln 4446 - \ln 4320}{2010 - 2000} = 0,002875$$

Taxa de crescimento:  $\frac{dP}{dt} = 0,002875 \cdot 4446 = 12,78$

E para a determinação da poluição geométrica, temos:

$$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t-t_0)}$$

$$P_{2036} = 4320 \cdot e^{0,002875 \cdot (2036-2000)}$$

$$P_{2036} = 4792 \text{ habitantes}$$

De acordo com os resultados encontrados na projeção populacional geométrica, pode-se concluir que a população de Rio Fortuna cresce em média 12,78 habitantes por ano, obtendo o valor médio para a população de 2036 de 4792 habitantes. De acordo com a taxa de crescimento, pode-se estimar que no ano atual, o município esteja com 4524 habitantes.

Segundo os dados da população nas projeções aritmética e geométrica para o ano de 2036, pode-se verificar que os resultados tiveram uma variação de apenas 18 habitantes a mais na projeção geométrica.

Para calcular a vazão média de esgoto doméstico para o horizonte de projeto de 20 anos, foi pesquisada em bibliografias a quantidade de água que retorna a rede coletora como esgoto. E, de acordo com Sperling (1996), o valor do coeficiente de retorno pode variar entre 60% a 100%, mas usualmente o valor adotado é de 80%. Philippi Jr. e Malheiros (2005, p. 192) reafirmam e ainda exemplificam: “[...] para cada cem litros de água consumida, são gerados oitenta litros de esgoto”.

Para o cálculo foram também utilizados os dados de consumo per capita em L/hab.dia, e a porcentagem da estimativa da população para 2036 que é abastecida pela CASAN, conforme dados da Tabela 3.

**Tabela 3** - Dados para cálculo da estimativa da vazão de esgoto de Rio Fortuna/SC.

Dados	2016	2036
Consumo per capita (L/hab.dia)	194,0	-
Estimativa populacional (hab) - Geométrica	4524	4792
População abastecida pela Casan (hab)	1966	2083
População abastecida pela Casan (%)	43,45	43,45
Coeficiente de retorno de esgoto (%)	80	80

Fonte: Autor, 2016.

Logo temos:

$$Qd_{méd2016} = \frac{1966 \cdot 194,0 \cdot 0,8}{86400} = 3,56 \text{ l/s}$$

$$Qd_{méd2036} = \frac{2083 \cdot 194,0 \cdot 0,8}{86400} = 3,75 \text{ l/s}$$

Para obter o resultado utilizou-se a população do método geométrico. Através dessa projeção, e utilizando a porcentagem abastecida pela Casan no ano atual, foi estimada a população que seria ligada a rede no ano de 2036.

Com os dados de consumo per capita do ano de 2016 de 194,0 L/hab.dia, e adotando o coeficiente de retorno de esgoto (R) = 80%, foi encontrada a estimativa da vazão média de esgoto doméstico para o ano de 2036 de 3,75 l/s.

Com os dados e a projeção geométrica do ano atual também foi possível avaliar que a estimativa da vazão média de esgoto doméstico gerada no município em 2016 é de 3,56 l/s.

### **Considerações Finais**

O método de projeção populacional escolhido para utilização nos cálculos de vazão foi o geométrico, pois mesmo que a variação nos dois métodos tenha sido pequena, no método geométrico a população estimada teve 18 habitantes a mais do que no método aritmético, conferindo-lhe maior confiabilidade nos resultados futuros. A partir do método escolhido verificou-se que a população de Rio Fortuna cresce em média 12,78 habitantes por ano, obtendo uma população de 4792 habitantes no ano de 2036.

Através do método geométrico pode-se também obter para o ano de 2016 uma população estimada de 4524 habitantes. Segundo os dados da Casan, no ano atual são abastecido pela companhia 1966 habitantes. Desse modo verifica-se que essa companhia abastece 43,45% da população.

Para avaliar a população que seria ligada a rede coletora de esgoto no final de projeto, foi utilizada a mesma porcentagem de abastecimento de água do ano de 2016, porém, calculada de acordo com a população encontrada no método de projeção geométrico para o ano de 2036. Desse modo, verificou-se que para o horizonte de projeto de 20 anos seriam atendidos 2083 habitantes.

A estimativa da vazão média de esgoto gerada no município em 2016 encontrada é de 3,56 l/s, e para o horizonte de projeto, para o ano de 2036, a vazão encontrada é de 3,75 l/s. Avaliando ambos os resultados, houve uma pequena variação de vazão para o período de 20 anos, mas, essa diferença na vazão é importante, pois no final de plano, se não for considerada, a estação de tratamento pode não atender o horizonte definido, motivo pelo qual é importante a realização de projetos e a avaliação detalhada de todos os estudos preliminares.

Devido ainda a pequena variação na vazão média do esgoto doméstico encontrado para o horizonte de 20 anos, avalia-se que esse período de projeto possa ser estendido. Dessa maneira a estação de tratamento suportaria as necessidades do município por mais tempo, proporcionando economia financeira.

No município de Rio Fortuna, grande parte do abastecimento de água é destinada para domicílios, sendo assim, a estimativa da vazão doméstica é essencial para compor um estudo preliminar. Porém, mesmo que poucas indústrias sejam ligadas a rede, é importante que seja conhecida essa vazão bem como a composição desse efluente. Além disso, para um bom planejamento da estação de tratamento deve-se também calcular a água de infiltração e contribuição parasitária, que pode contribuir em grande número na estação de tratamento, porém, estas são calculadas quando forem projetadas as redes de coleta.

Além das vazões de contribuição, devem ser observados e estudados outros fatores que também influenciam na construção de uma estação de tratamento de esgoto. Deve ser conhecida a composição do esgoto do local de projeto para verificar o nível de tratamento necessário, realizar a avaliação do local de instalação, se há moradias próximas, a necessidade do uso de elevatórias, e estudar os quesitos econômicos do município, para avaliar a viabilidade da escolha do tipo de tratamento.

Então, cabe ressaltar que apenas a vazão doméstica não é o suficiente para que seja projetada ou avaliada uma opção de tratamento de esgoto, já que devem ser realizados vários outros estudos preliminares para que se tenha sucesso na escolha da melhor maneira de tratamento de esgoto, adequado às necessidades do município.

## Referências

ARAÚJO, Roberto de. O esgoto sanitário. In: NUVOLARI, Ariovaldo (Org). **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Bucher, 2011. p. 37-58.

ARAUJO, Roberto de. O sistema de esgoto sanitário. In: NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Bucher, 2011. p. 59-63.

BRAGA, Benetido et al. **Introdução a engenharia ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº375**, 29 de agosto de 2006. Define Critérios e procedimento, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerado em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília: Brasil, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em 22 de agosto de 2016.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**: Orientações técnicas. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BENETTI, Joana Kirchner. **A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico**: estudo de caso, Ijuí. RS, 2007. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Joana-Kirchner-Benetti.pdf>>. Acesso em 19 de agosto de 2016.

BORGES, Andréa da Silva et al. **Projeções populacionais no Brasil**: subsídios para o seu aprimoramento. Campinas, 2006. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006\\_901.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_901.pdf)>. Acesso em 19 de agosto de 2016.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUA E SANEAMENTO – CASAN. **Banco de dados operacionais - BADOP**. Local: Casan, 2016.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**: sinopse. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=421490&idtema=1&search=santa-catarina|rio-fortuna|censo-demografico-2010:-sinopse->>>. Acesso em 13 de setembro de 2016.

NUVOLARI, Ariovaldo. As diversas opções de tratamento de esgotos sanitário. In: NUVOLARI, Ariovaldo (Org.). **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Bucher, 2011. p. 255-429.

PHILIPPI Jr., Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Águas residuárias: visão de saúde pública e ambiental. In: PHILIPPI Jr., Arlindo (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. p. 181-219.

PRONADOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo – RS: Universidade Feevale, 2013.

RIO FORTUNA – Prefeitura Municipal de Rio Fortuna (SC). **Apresentação**. Rio Fortuna: Rio Fortuna, 2014. Disponível em: <<http://www.riofortuna.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16185>>. Acesso em 08 de agosto de 2016.

RIO FORTUNA – Prefeitura Municipal de Rio Fortuna (SC). **Aspectos econômicos**. Rio Fortuna: Rio Fortuna, 2014. Disponível em: <<http://www.riofortuna.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/28956>>. Acesso em 08 de agosto de 2016.

RIO FORTUNA – Prefeitura Municipal de Rio Fortuna (SC). **Aspectos geográficos**. Rio Fortuna: Rio Fortuna, 2014. Disponível em: <<http://www.riofortuna.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/26499>>. Acesso em 08 de agosto de 2016.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

## ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DE OTIMIZAÇÃO DE REDES DE AR COMPRIMIDO

**Lucas Crotti Zanini<sup>1</sup>; Tiago Leandro Lotti<sup>2</sup>; Renato Thomaz<sup>3</sup>; Almir Francisco Corrêa<sup>4</sup>; Reginaldo Tassi<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. lucaslcz@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. tiagolotti@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. renato-thomaz@outlook.com

<sup>4</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. almirfc.fc@gmail.com

<sup>5</sup>Engenharia de Produção. UNIBAVE. tassi70@hotmail.com

**Resumo:** O aumento da competitividade leva muitas empresas a buscarem formas de melhoria e redução de custos para seus processos produtivos. O consumo de energia elétrica representa um dos principais custos para as indústrias e os compressores de ar são responsáveis por uma parcela significativa do consumo total de energia elétrica da instalação fabril. Neste trabalho foram identificados os pontos com vazamentos na rede de ar comprimido de uma indústria de embalagens plásticas rígidas termoformadas e foram mensurados os gastos com energia elétrica provenientes dos vazamentos. Avaliou-se que custo para realizar a manutenção na rede de ar comprimido apresentava um retorno imediato para empresa.

**Palavras-chave:** Compressores. Ar comprimido. Energia elétrica.

### **Introdução:**

Tendo em vista que 35,1 % de toda energia consumida no Brasil é resultado do setor industrial, e que a energia elétrica é um dos custos mais caros para o processo produtivo, um trabalho de conscientização e melhorias no processo, acaba trazendo benefícios para as indústrias e toda sociedade em geral (SOARES; TOSTES; SOARES, 2014).

No ramo da indústria de embalagens plásticas termoformadas, o custo com energia elétrica representa uma expressiva parcela na formação do preço final do produto. Entre os principais consumidores de energia deste tipo de indústria estão os compressores de ar.

Em função de um alto consumo de energia elétrica para geração do ar comprimido, em alguns casos, os compressores de ar podem representar 40% da energia elétrica consumida em uma instalação fabril (OLESKO, 2013).

Eficiência energética é uma filosofia de trabalho que visa otimizar a utilização da energia elétrica por meio de orientações,

direcionamentos, ações e controles dos recursos humanos, materiais e econômicos, reduzindo os índices globais e específicos, da quantidade de energia necessária para obtenção do mesmo resultado ou produto (CAPELI, 2007, pg.217).

Os compressores de ar são máquinas fabricadas para captar o ar atmosférico, e por meio de algum mecanismo elevar sua pressão, para sua pós-utilização. Normalmente são acionados por motores elétricos, e a pressão desejada é controlada por dispositivos de controle. Após o ar comprimido é transportado por meio de tubos, até os consumidores finais, como máquinas e ferramentas pneumáticas (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2005).

Compressores Rotativo de Parafusos existem a mais de cem anos, porém começaram a ganhar maior notoriedade no Brasil por volta dos anos 50. São utilizados por possuírem alta eficiência, tamanhos compactos, e quando há necessidade de deslocamento de um grande volume de ar (SCHULZ COMPRESSORES, s.d.).

Nos compressores parafuso sistema carga/alívio, o motor permanece sempre em velocidade constante, onde o que limita a geração de ar, é uma válvula de admissão, onde a mesma tem a função de admitir ou não o ar atmosférico. Quando o compressor entra em alívio o seu consumo de energia elétrica cai em torno de 20% se comparado quando o motor está operando a plena carga. Porém quando o compressor está em alívio o mesmo não realiza a compressão de ar (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2005).

Nos compressores parafuso sistema carga/alívio, o motor é acionado e quando chega a uma pressão de alívio pré-ajustada, conforme a necessidade da utilização, o mesmo entra em alívio de carga e não fornece ar comprimido para o sistema. Não havendo o consumo de ar, o mesmo permanece em alívio por um tempo determinado e após este tempo o motor desliga automaticamente. Somente voltando a ligar quando a pressão de ar mínima para o funcionamento do sistema for atingida. Neste período em que o compressor fica em alívio de carga o motor permanece em velocidade constante, assim gerando um consumo desnecessário de energia elétrica. (SCHULZ COMPRESSORES, 2017).

Nos compressores parafuso com inversor de frequência o ar gerado pelo compressor é limitado a sua utilização, ou seja, a rotação do motor aumenta conforme a demanda de ar também aumenta, e vice-versa, quando a demanda de ar diminui a rotação do motor também diminui (CHICAGOPNEUMATIC, 2015).

### **Custos dos vazamentos de ar comprimido**

Os vazamentos de ar comprimido podem representar de 10% a 40% de toda capacidade de um sistema, dependendo da idade e principalmente da manutenção do sistema de ar comprimido. As principais causas dos vazamentos são a falta de manutenção adequada e o desgaste de equipamentos (OLESKO, 2013).

As instalações da rede de distribuição de ar comprimido normalmente são realizadas com conexões rosqueadas, soldadas ou com flanges, e por este motivo, ao passar dos anos a vedação nestes pontos acabam perdendo sua eficiência e dando origem a vazamentos. Porém realizando-se vistorias em tempos planejados na rede de distribuição, pode-se encontrar facilmente os vazamentos e realizar o serviço de manutenção adequado.

Segundo Centrais Elétricas Brasileiras (2005), os principais pontos de vazamentos encontrados em uma rede de ar comprimido são: cilindros pneumáticos, válvulas pneumáticas, engates rápidos, acoplamentos, mangueiras, tubos, reguladores de pressão e manômetros.

Para identificar os vazamentos de ar comprimido, existem diferentes formas, desde aparelhos que utilizam o ultrassom, até práticas bem comuns como a espuma de sabão.

Na Tabela 1, observa-se a quantidade dos vazamentos (em m<sup>3</sup>/min) em relação ao diâmetro do furo e a potência requerida para suprir a compressão perdida.

Tabela 1 – Relação entre potência desperdiçada e diâmetro do furo de vazamento.

<b>Diâmetro do furo de vazamento (mm)</b>	<b>Escape de ar a pressão de 6 BAR (m<sup>3</sup>/min)</b>	<b>Potência para suprir a compressão perdida (KW)</b>
1	0,006	0,3
3	0,6	3,1
5	1,6	8,3
10	6,3	33
15	25,2	132

Fonte: CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, adaptado pelo autor (2005).

Para se considerar um sistema eficiente os vazamentos de ar comprimido em uma instalação fabril não devem ultrapassar 5% da capacidade dos compressores (SILVA, 2011).

Este trabalho teve por intuito melhorar a eficiência energética no sistema de ar comprimido em uma indústria de embalagens plástica termoformadas, para tanto, serão identificados os vazamentos de ar e verificado a viabilidade econômica de se

efetuar intervenções na rede de ar comprimido. Por fim serão quantificados todos os gastos com as intervenções a serem realizadas na rede de ar comprimido e o tempo de retorno obtido pela empresa.

### Procedimentos Metodológicos

Com relação à classificação da pesquisa, este trabalho é de natureza aplicada. Segundo Gerhardt; Silveira (2009) a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais.

O estudo foi realizado numa indústria de embalagens plásticas rígidas termoformadas, localizada no sul de Santa Catarina. Foi avaliada a existência de vazamentos na rede de ar comprimido e a viabilidade de manutenção. Na empresa são utilizados dois compressores, apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Características de cada compressor avaliado

Identificação	Marca	Modelo	Capacidade	Potência do motor principal
Compressor 01	Ingersoll Rand	SSR-EP200	1516,4 m <sup>3</sup> /h	200 cv
Compressor 02	Atlas Copco	GA 160VSD	1659,0 m <sup>3</sup> /h	217 cv

Fonte: Adaptado pelo autor a partir dos dados dos fornecedores (2015).

Para quantificar os desperdícios em energia elétrica, primeiramente foi realizado teste utilizando o compressor de velocidade constante ou carga alívio (Compressor 01). Com todos equipamentos da fábrica desligados, e sem utilização do ar comprimido, foi ligado o compressor para carregar toda a rede com ar comprimido. Caso não houvesse vazamentos, o compressor deveria entrar em alívio de carga, e automaticamente após um tempo pré-ajustado desligar.

Porém com os vazamentos, a pressão do ar diminui gradativamente, e o compressor sai do estado de alívio e volta a entrar em carga novamente, elevando a pressão e entrando em alívio, assim sucessivamente.

Sabe-se que na empresa onde se realizou o estudo trabalham dois compressores simultaneamente, um deles com velocidade constante e outro com velocidade variável. O compressor com velocidade constante trabalha em plena carga todo seu tempo de funcionamento, diferentemente do compressor com velocidade variável, pois este possui inversor de frequência que tem a função de controlar a

rotação do motor conforme a demanda de ar exigida. Tendo em vista que em momentos onde a demanda de ar é menor que a fornecida pelo compressor de velocidade constante, o mesmo entra em alívio e deliga-se automaticamente, permanecendo em carga somente o compressor com velocidade variável. Ou seja, o compressor que trabalha em regime constante, sempre que estiver ligado está produzindo 100% de sua capacidade, salvo os momentos em que entra em alívio para desligar-se automaticamente.

Para obter-se resultados mais precisos foi adotado o seguinte procedimento: também com todos equipamentos desligados e sem consumo de ar comprimido, foi ligado somente o compressor de velocidade variável e pode-se observar que para suprir os vazamentos o compressor mantinha uma rotação média de 600 rpm.

Foi realizada medição do consumo de energia elétrica no compressor de velocidade variável, com o auxílio de um analisador de energia elétrica da marca Embrasul, modelo RE600, no momento em que o compressor se encontrava a 100% de sua capacidade (2788 rpm). Após foi analisado novamente o compressor com uma rotação de 2188 rpm (~75% de sua capacidade). Em ambos os testes foi instalado o medidor de energia, e deixado este por uma hora fazendo leituras, onde se consegue obter um resultado mais preciso das medições.

Com uma equipe formada por três técnicos mecânicos, foram realizados trabalhos para identificar os vazamentos na rede de ar comprimido e efetuar os reparos necessários.

## **Resultados e Discussão**

### ***Identificação dos vazamentos***

Realizando uma inspeção visual na rede de ar comprimido, foi possível identificar os primeiros indícios de vazamento, pois nestes pontos começam a aparecer uma mancha de cor escura como visto na Figura 1.

**Figura 1** – Vazamento rede de ar comprimido (região escura).



Fonte: Autor (2015)

Outra forma utilizada para identificação, foi através do som gerado pelos vazamentos, onde passando próximo a rede de ar comprimido, e ao longo de suas derivações, pode-se escutar os pontos em que haviam vazamentos. Os vazamentos menores foram identificados aplicando um líquido que forme espuma em locais como uniões, conexões de engate rápido, entre outros.

Os principais problemas encontrados foram em: Uniões que com o passar dos anos vão perdendo a capacidade de vedação e necessitam serem reapertadas ou trocadas; Mangueiras pneumáticas ressecadas, que por sua vez acabam furando; Conexões de engate rápido, que normalmente começam a vazar devido a mal dimensionamento; Reguladores de pressão e manômetros que normalmente ficam dentro de painéis, e os vazamentos acabam passando despercebido; Válvulas e cilindros pneumáticos, que começam a vazar por desgaste natural após certo tempo de trabalho, ou por erro de montagem como desalinhamento e partículas de sujeira nos elementos de vedação. Ao todo a equipe trabalhou durante sete horas para conseguir minimizar os vazamentos.

### ***Avaliação do consumo de energia***

Utilizando o analisador de energia Embrasul modelo RE6000 foi realizada a primeira medição com o compressor a 2788 rpm. Em seguida, foi realizada nova medição com o compressor trabalhando a 2188 rpm. O valor de 600 rpm a menos utilizado na segunda medição faz referência a rotação que o motor necessita manter para suprir os vazamentos de ar comprimido. A Tabela 3 mostra os valores de potência requerida de acordo com as rotações do motor analisadas.

**Tabela 3 – Rotação do motor x Potência requerida.**

Rotação do motor (rpm)	Potência Requerida (kWh)
2788	173,335
2188	154,676

Fonte: Autor (2015).

Subtraindo-se a potência requerida pelo motor a 2788 rpm, pela potência requerida a 2188 rpm (sem vazamentos), obtém-se 18,659 kWh. Ou seja, sem os vazamentos de ar comprimido, pode-se diminuir em torno de 600 rpm no motor, o que equivale a potência de 18,659 KW. Este valor multiplicado ao total de horas trabalhadas por mês representa o quanto é desperdiçado com vazamentos. Considerando o preço do kWh de R\$ 0,38, tem-se o valor economizado em vazamentos de ar comprimido se forem eliminados os vazamentos. Durante 5 dias da semana o compressor permanece ligado 24 horas, e um dia da semana o compressor permanece ligado apenas 12 horas, totalizando 588 horas por mês.

O valor total desperdiçado com vazamentos de ar comprimido pode ser calculado multiplicando o total de horas trabalhadas por mês pela potência requerida para suprir os vazamentos e pelo preço do kWh, este cálculo é apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Cálculo do valor mensal gasto com energia elétrica devido a vazamentos de ar comprimido.**

$588 \text{ h} \times 18,659 \text{ kWh} \times 0,38 \text{ R\$/kWh} =$ R\$ 4.169,17 por mês
---

Fonte: Autor (2015).

Multiplicando o valor obtido no Quadro 1 por um período 24 meses obtém-se um valor de desperdício com vazamentos de R\$ 100.060,08. Ou seja, caso não fossem realizadas intervenções na rede de ar comprimido, em um período de apenas dois anos, seriam desperdiçados mais de 100 mil reais somente com vazamentos de ar comprimido.

### **Gastos para realizar as intervenções**

Para que fossem eliminados os vazamentos, teve-se custos com mão de obra e peças que necessitaram ser trocadas, ou consertadas, que são citadas na Tabela 4, apresentada a seguir.

**Tabela 4 – Custos para realizar as intervenções**

<b>Material</b>	<b>Custos</b>
Mão de obra	R\$ 800,00
Conexões pneumáticas	R\$ 400,00
Elementos de vedação	R\$ 150,00
Tubos e mangueiras	R\$ 200,00
<b>Total Gasto</b>	<b>R\$ 1.550,00</b>

Fonte: Autor (2015).

Pode-se observar um custo total de R\$ 1.550,00 para realizar as intervenções necessárias, valor este que se tem o retorno em menos de 12 dias após os reparos realizados.

### **Considerações Finais**

O principal foco do estudo foi apresentar oportunidades de melhorar a eficiência energética, otimizando o sistema de ar comprimido, com custo relativamente baixo e retorno imediato. Verificou-se que é possível economizar um valor mensal de R\$ 4.169,17 (considerando o valor da energia elétrica de R\$ 0,38 por KWh) com a eliminação de vazamentos da rede de ar comprimido. Para realizar as intervenções na rede de ar comprimido foram investidos R\$ 1.550,00, valor este que se obtém retorno em menos de 12 dias.

Pode-se observar que os custos com a produção de ar comprimido são relativamente altos. Desta forma sugere-se que a empresa oriente os colaboradores a ficarem atentos aos vazamentos na rede de ar comprimido e informar ao setor responsável pela manutenção.

Este estudo dedicou-se somente a identificação e correção dos vazamentos de ar comprimido. Para trabalhos futuros outras melhorias em redes de ar comprimido podem ser estudadas, como: controle da temperatura de admissão do ar e a substituição de canos galvanizados da rede de ar comprimido por outros materiais que permitam um melhor escoamento do ar.

## Referências

CAPELLI, Alexandre. **Energia elétrica para sistemas automáticos da produção**. São Paulo: Érica, 2007. 320pg.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, FUPAI/EFFICIENTIA. **Eficiência energética em sistemas de ar comprimido**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

CHICAGOPNEUMATIC. **Compressores de parafuso rotativo de velocidade variável - CPVR/CPVS**. Disponível em: <[http://www.chicagopneumatic.com.br/brbr/whatwedo/stationarycompressors/energy\\_savings/frequencydrivencompressors.aspx](http://www.chicagopneumatic.com.br/brbr/whatwedo/stationarycompressors/energy_savings/frequencydrivencompressors.aspx)>. Acesso em: 05 setembro 2015.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos da pesquisa**. 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2017.

OLESKO, Harding Ducci. **Uma proposta de eficiência energética para sistema de ar comprimido industriais**. 2013. 103pg. Monografia de Especialização (Especialista em Energia Elétrica) – Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba.2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3671/1/CT\\_CEEE\\_I\\_2013\\_09.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3671/1/CT_CEEE_I_2013_09.pdf)>. Acesso em: 25 julho 2015.

SCHULZ, Compressores. **Schulz solução em ar comprimido**. Disponível em: <[www.schulz.com.br](http://www.schulz.com.br)>. Acesso em: 25 agosto 2015.

SILVA, Francisco Lucieudo Braga Filho. **Estudo da eficiência energética no sistema de ar comprimido da unidade V da vicunha**. 2011. 40pg. Monografia (Graduado em Engenharia Elétrica). Universidades Federal do Ceará. Fortaleza.2011. Disponível em: < <http://www.procen.ufc.br/wp-content/uploads/Monografia-Francisco-Lucieudo-Braga-da-Silva-Filho.pdf> >. Acesso em: 15 agosto 2015.

SOARES, Gerdson; TOSTES, Emília Maria; SOARES, Thiago. **Sistemas de gerenciamento de energia, medição e verificação como ferramentas de eficiência energética**. 2014. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-empresa/1501-melhor-aproveitamento-da-energia-eletrica-na-industria.html>>. Acesso em: 01 de setembro 2015.

## ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE ENTRE O ASFALTO CONVENCIONAL E O MODIFICADO COM BORRACHA

**Eduardo da Silva Coan<sup>1</sup>; Glaucea Warmeling Duarte<sup>1</sup>; Camila Lopes Eckert<sup>1</sup>;  
João Paulo Mendes<sup>1</sup>; Marcos Cancelier Mattei<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Curso de Engenharia Civil. Unibave. nutec@unibave.net

**Resumo:** Com o passar dos anos, por sofrerem grandes esforços provenientes de veículos de transporte, as rodovias vêm apresentando desgastes excessivos. Por isso, existe uma preocupação crescente dos engenheiros quanto à utilização de materiais que apresentam capacidade de amenizar as patologias asfálticas, sendo viáveis no âmbito técnico, econômico e ambiental. Este artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do asfalto-borracha em comparação com o asfalto convencional. Este tipo de pavimento traz melhorias tanto sobre as questões ambientais quanto técnicas nas rodovias. Por fazer uso de pneus já utilizados, retira-se do meio ambiente um material que até no momento estava inservível, o que sobre a questão técnica este procedimento eleva consideravelmente a flexibilidade do pavimento, tornando assim a mistura asfáltica mais resistente ao envelhecimento e aparecimento de patologias (trilhos de rodas, fissuras). Quando comparado ao asfalto convencional, o asfalto-borracha apresentou maior durabilidade, conforto e segurança aos seus usuários.

**Palavras-chave:** Pavimento. Reutilização de Materiais. Patologias. Borracha.

### **Introdução:**

O Pavimento é uma estrutura formada de múltiplas camadas, executada sobre um terreno já terraplanado, que tem como finalidade resistir aos esforços oriundos do tráfego e proporcionar segurança e conforto aos usuários. Visando a melhoria nas rodovias, assim como a ampliação da infraestrutura de transportes, os países vêm aprimorando suas tecnologias, utilizando materiais diferentes e modificando os métodos de execução.

Atualmente, fica cada vez mais explícita a necessidade da harmonização entre a evolução e a sustentabilidade ecológica. Nesse contexto, apesar da utilização da borracha reciclada em pavimentos ser uma solução para atenuar o problema da disposição desse resíduo, cabe salientar que o objetivo principal da inclusão de pó de pneus em misturas asfálticas é a melhoria das propriedades dos materiais da pavimentação (SPECHT, 2004).

Vários trabalhos mostram resultados positivos em relação ao uso da borracha na pavimentação, todavia esse tipo de execução demanda técnica e equipamentos específicos, tornando a aplicação deste material em torno de 15% mais caro que o asfalto convencional (GRECA, 2009).

Com base no exposto que essa pesquisa objetiva demonstrar as características técnicas, econômicas e ambientais do asfalto-borracha em comparação com o asfalto convencional. Havendo muitas vezes o desgaste precoce das rodovias por meio de vários fatores, percebe-se a necessidade de um revestimento com maior durabilidade e com um custo viável em comparação com seus benefícios.

Para melhor entendimento deste trabalho, foram traçados três objetivos específicos: compreender a estrutura do pavimento, demonstrar as características técnicas do asfalto borracha e avaliar a viabilidade entre os dois asfaltos.

## **Procedimentos Metodológicos**

Para a elaboração deste artigo se fez uso de pesquisas bibliográficas e documentais pois segundo Gil (2008) é desenvolvido com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científico, sua abordagem foi definida como qualitativa com caráter explicativo, segundo Lakatos e Marconi (2011) a pesquisa explicativa registra fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas. Essa prática visa ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar e definir modelos teóricos, e gerar hipóteses ou ideias por força de dedução.

Serão abordados os temas: Asfalto Convencional (AC) e Asfalto Modificado com Borracha (AB), explicando o método de usinagem Via Úmida do AB, por ser o processo mais difundido no país, apresentando suas características técnicas, econômicas e ambientais, visando avaliar a viabilidade do asfalto-borracha.

## **Resultados e Discussões**

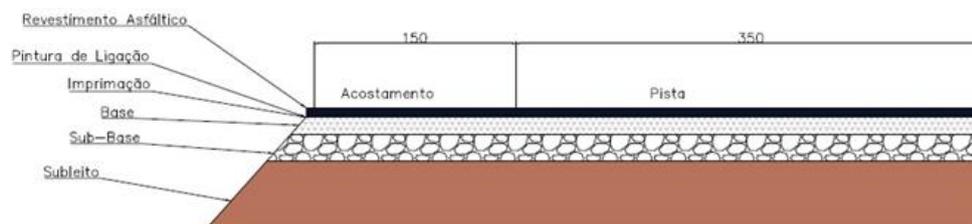
### ***Classificação do Pavimento***

Pode-se definir pavimento como uma estrutura composta por múltiplas camadas, sendo capazes de suportar a ação provocada pelo tráfego e pelo meio ambiente. Seu desempenho é resultado de um conjunto de fatores, dentre eles as propriedades físicas e mecânicas de cada camada que constitui o pavimento (SPECHT, 2004).

O pavimento, representado na Figura 1, pode ser subdividido em Subleito, Sub-

base, Base, Imprimação, Pintura de Ligação e Revestimento.

**Figura 1 – Estrutura do Pavimento**



Fonte: Autor (2016)

### Patologia em Pavimentos

Segundo Specht (2004), as patologias estão diretamente ligadas ao desgaste precoce dos pavimentos, as mais comuns são: deformações permanentes, fissuras por fadiga e por retração térmica e desagregação. As duas primeiras estão relacionadas com estrutura do pavimento e com tráfego atuante, enquanto as duas últimas com as características dos materiais utilizados e com as condições climáticas atuantes.

No quadro 1 estão representados as categorias dos defeitos dos pavimentos.

**Quadro 1-** Categorias de defeitos dos pavimentos

<b>Categoria do Defeito</b>	<b>Causa Genérica</b>	<b>Causa Específica</b>
Trincamento	Associada com tráfego	Cargas repetidas (fadiga)
		Carga excessiva
		Escorregamento de carga
	Não associada com tráfego	Mudanças de Umidade
		Retração (propagação)
Deformação	Associada com tráfego	Mudanças térmicas
		Cargas excessivas (cisalhamento)
		Fluência plástica
	Não associada com tráfego	Densificação (compactação)
		Expansão
Desagregação	Associada com tráfego	Consolidação de substratos
		Degradação do agregado
	Não associada com tráfego	Falta de qualidade dos materiais

Fonte: Mt/DNER/IPR/98

É de suma importância ter total conhecimento das características de ruptura de cada material envolvido na execução do pavimento, pois cada qual merece atenção

na hora do dimensionamento, para posteriormente o produto final atingir a resistência esperada.

O controle tecnológico é indispensável, apesar de apresentar limitações tais como o efeito de escala, dentre outras. Com a finalidade de evitar esse inconveniente tem-se utilizado seções testes em rodovias e simuladores de tráfegos (SPECHT, 2004).

### **Composição da camada de Revestimento**

#### *Agregados*

O Agregado Graúdo pode ser pedra britada, escória, seixo rolado britado. Este material deve apresentar um índice de abrasão Los Angeles igual ou inferior a 55%, conforme norma DNER-ME 035, admitindo-se excepcionalmente agregados com valores maiores quando apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior.

Quando obtido por britagem de pedregulhos, 90% do material retido na peneira nº4, de 4,8mm, devem apresentar no mínimo uma face fragmentada pela britagem. Os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12% quando submetidos ao teste de durabilidade com o uso de sulfato de sódio, conforme DNER ME 089 (BRASIL, 2004).

O Agregado Miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas devem apresentar boa resistência, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. O equivalente de areia da mistura dos agregados miúdos deve ser igual ou superior a 55%, conforme a NRB 12052 (DNIT, 2004; DER/SP 2005).

#### **Material de enchimento (filer)**

“Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante” (BRASIL 2004, p.4).

#### *Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)*

O CAP é um material termossensível utilizado principalmente para a aplicação em trabalhos de pavimentação, apresenta propriedades aglutinantes impermeabilizantes além de características de flexibilidade e alta resistência a ação da maioria dos ácidos inorgânicos. O uso adequado do material permite a construção de pavimentos flexíveis de durabilidade razoável. Este material é aplicado em misturas

a quente: recomenda-se o uso dos 30/40, 50/70 e 85/100, com teor de asfalto de acordo com o requerido no projeto (PETROBRAS; GRECA).

O quadro 2 apresenta as especificações técnicas do CAP.

**Quadro 2 – Especificações Técnicas – Classificação por penetração**

Características	UN.	Método		Especificações			
		ABNT	ASTM	CAP 30-45	CAP 50-70	CAP 85-100	CAP 150-200
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	NBR-6576	D 5	30 a 50	50 a 70	85 a 100	150 a 200
Ponto de amolecimento/ min.	°C	NBR-6560	D 36	52	46	43	37
Viscosidade Saybolt furol	55 F	NBR-14950	E 102				
a 135°C, min.				192	141	110	80
a 150°C, min.				90	50	43	36
a 177°C				40 a 150	30 a 150	15 a 60	15 a 60
ou							
Viscosidade Brookfield	cP	NBR-15184	D 4402				
a 135°C, SP 21, 20 rpm / min.				374	274	214	155
a 150°C, SP 21, min.				203	112	97	81
a 177°C, SP 21				76 a 285	57 a 285	28 a 114	28 a 114
Índices de Susceptibilidade Térmica (1)				(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)
Ponte de Fulgor. Min	°C	NBR-11341	D 92	235	235	235	235
Solubilidade em Tricloroetileno, min.	% massa	NBR-14855	D 2042	99,5	99,5	99,5	99,5
Ductibilidade a 25°C, min.	Cm	NBR-6293	D 113	60	60	100	100
Efeito do Calor e do Ar (RTFOT) a 163°C, 85 minutos		NBR-15235	D 2872				
Varição em Massa, máx. (2)	%	NBR-15235	D 2872	0,5	0,5	0,5	0,5
Ductibilidade a 25°C, min.		NBR-6293	D 113	10	20	50	50
Aumento no Ponto de Amolecimento, máx.	°C	NBR-6560	D36	8	8	8	8
Penetração retida, min.(3)	%	NBR-6576	D 5	60	55	55	50

Fonte: Resolução nº19 de 11 de julho de 2005 da ANP - Regulamento Técnico ANP nº03/2005. Publicada no Diário Oficial da União em 13 de julho de 2005

O CAP pode ser misturado com agregados modificadores com o intuito de melhorar suas características físico-químicas. Esta mistura geralmente é feita com o uso de polímeros ou borracha de pneus (BERNUCCI et al., 2007).

O quadro 3 a seguir representa as especificações técnicas do ECOFLEX, que

é um CAP modificado com borracha produzido pela empresa GRECA.

**Quadro 3 – Especificações Técnicas – Classificação por penetração**

ENSAIO	METODO ABNT	AB8 ECOFLEX B	AB22 ECOFLEX A
Penetração (25°C, 100g, 5s), 0,1mm	NBR-6576	30 a 70	30 a 70
Ponto de Amolecimento, min.	NBR-6560	50	50
Viscosidade Brookfield (175°C, 20 rpm, spindle 3), cP	NBR-15529	800 a 2000	2200 a 4000
Ponto de Fulgor, min	NBR-11341	235	235
Recuperação Elástica Ductilômetro (25°C, 10cm), min, %	NBR-15086	50	55
Recuperação Elástica Torciômetro (25°C, 30min), min, %	NLT-329*	50	55
<b>ENSAIO NO RESIDUO DO RTFOT</b>			
Varição da massa do RTFOT, máx, %	NBR-15235	1,0	1,0
Varição do Ponto de Amolecimento, máx, °C	NBR-6560	10	10
Porcentagem da Penetração Original, min. %	NBR-6576	55	55
Porcentagem da Recuperação Original, min. %	NBR-15086	100	100

\* Ensaio não especificado na ANP, mas presente em normas dos DER's

**Fonte:** Resolução nº 39 da ANP, de 24 de dezembro de 2008. Regulamento Técnico ANP nº 05/2008 publicado no Diário Oficial da União em 26/12/08. Norma DNIT – 111/2009 – EM

### ***Agregado Modificador***

#### *Reaproveitamento da Borracha de Pneus em Misturas Asfálticas*

Estima-se que no mundo são descartados por ano mais de 2 bilhões de pneus, destes somente 20% são reciclados. Quando depositados em locais inadequados, esse material acarreta em grandes riscos à saúde da população, pois servem como local de proliferação de mosquitos e doenças.

Este material em grande volume representa um constante risco de incêndios, podendo contaminar o ar com fumaça altamente tóxica e o solo com um óleo que se infiltra, contaminando seriamente o lençol freático. Além disso, a disposição de pneus em aterros sanitários é problemática, devido seu grande volume e a dificuldade encontrada na sua compactação. Este material consome grande parte dos espaços do depósito, conseqüentemente a vida útil do aterro é reduzida (ODA; FERNANDES JÚNIOR, 2001).

No Brasil, o transporte rodoviário é predominante e são gerados anualmente cerca de 35 milhões de carcaças de pneus, que se reciclados podem ser utilizados na pavimentação das estradas (DI GIULIO, 2007). O primeiro impacto positivo no uso da borracha de pneus inservíveis em misturas asfálticas está no meio ambiente, pois se estima que em uma pista com um pouco mais de 7m de largura são utilizados 1.000 pneus para cada quilometro executado (GRECA 2009). Segundo Ferrara (2006), existem três métodos de processo para a obtenção do pó da borracha.

- Moagem a frio – O pneu é cortado em pedaços que variam de 6 a 10cm, separado dos fios de aço. Esses pedaços são moídos, resultando em um pó que terá a granulometria solicitada, logo após este pó passa por uma esteira e acima desta há eletroímãs que têm como função garantir um pó isento de partículas metálicas

- Regeneração – O processo é feito por meio da extração por solventes. Este processo exige a separação da borracha vulcanizada de outros componentes, como metais e tecidos. O pneu é cortado em lasca e purificado por meio de um sistema de peneiras, para posteriormente ser moído e submetido a digestão em vapor d'água e produtos químicos, como álcalis e óleos minerais, para desvulcanizá-las.

- Criogenia – Neste processo se faz uso de nitrogênio líquido, que tem como finalidade o congelamento da borracha. Esse material congelado é esmagado e o processo de congelamento e esmagamento é repetido até que a granulometria desejada seja adquirida.

#### *Processos de Usinagem do Concreto Asfáltico*

A borracha que constitui o pneu apresenta excelentes propriedades físico-químicas para ser incorporada ao ligante asfáltico, acarretando em uma série de melhorias que refletem diretamente na durabilidade do revestimento (WCKBOLDT, 2005).

No processo úmido, a borracha moída de pneus descartados (cerca de 5 a 25% do peso total de ligante) é incorporada ao ligante asfáltico antes de se adicionar o agregado. Nesse método ocorre mais efetivamente a transferências das características de elasticidade e resistência ao envelhecimento para o ligante asfáltico original (ODA; FERNANDES JÚNIOR, 2001; WCKBOLDT, 2005).

No processo seco, a borracha de pneus é introduzida diretamente no misturador da usina, sendo assim misturado com o agregado antes de se adicionar o ligante asfáltico. Por conta deste processo, a transferência das propriedades da

borracha ao ligante fica prejudicada. As técnicas de produção de mistura para o processo seco são semelhantes às utilizadas na produção de CBUQ convencional (ODA; FERNANDES JUNIOR, 2001; WCKBOLDT, 2005).

#### *Características do Asfalto Modificado com Borracha*

Desenvolvido por Charles H. MacDonald, que é considerado o pai do Asfalto Borracha nos Estados Unidos, o produto era composto por ligante asfáltico e 25% de borracha moída de pneu (0.6 a 1.2mm), sendo inicialmente utilizado em remendos, conhecido como “band-aid” (FERRARA, 2006).

A mistura asfáltica com o ligante modificado com borracha apresenta maior durabilidade, elasticidade, resistência a intempéries, fadigas e menor tendência a deformações permanentes, em comparação ao asfalto convencional, sendo capaz de deformar na passagem de veículos e voltar a seu estado inicial, diminuindo assim deformações indesejadas. Outro fator importante é que devido algumas substâncias, como o negro de fumo, o revestimento fica protegido contra o desgaste químico causado pela exposição aos raios infravermelhos e ultravioleta, evitando o envelhecimento precoce do revestimento (BERNUCCI et al., 2007).

Segundo Rodrigues (2005, *apud* Sanches, 2012); Oda e Fernandes Junior (2001); ANP (2009), o ligante modificado por borracha granulada de pneus ou simplesmente asfalto-borracha, apresenta as seguintes características: Redução da suscetibilidade térmica; Aumento no ponto de amolecimento, o que resulta em aumento de resistência a deformações permanentes nas trilhas de rodas; Aumento de flexibilidade devido a maior concentração de elastômeros na borracha de pneu; Melhor adesividade aos agregados; Maior vida útil do pavimento em relação ao asfalto convencional; Maior resistência ao envelhecimento devido a presença de antioxidantes e carbono na borracha de pneus; Aumento da resistência à ação química de óleos e combustíveis; Maior resistência à propagação de trincas e a formação de trilhas de roda; Redução da espessura do pavimento; Proporciona melhor aderência pneu-pavimento; Redução do ruído provocado pelo tráfego.

Outro fator favorável ao uso de mistura asfáltica com borracha é a possibilidade da construção de pavimentos porosos e auto-drenantes, diminuindo assim o risco de aquaplanagem provocado pelo acúmulo de água nas rodovias.

Segundo estudos feitos na UFRGS, pavimentos com asfalto borracha apresentam aproximadamente 6 vezes mais resistência à propagação de trincas se

comparados ao pavimento convencional. Conforme constatado neste estudo, o pavimento convencional fadigou após 90 mil ciclos do Simulador de Tráfego, enquanto o de borracha sofre o trincamento com 500 mil ciclos. Essa diferença ocorre devido a capacidade de deformação dos materiais. O asfalto borracha possui elasticidade e ponto de amolecimento superiores ao asfalto convencional, o que resulta em melhor desempenho e maior vida útil (SANCHES; GRANDINI; BAIERLE, 2010).

#### *Métodos de Execução e Usinagem-Via Úmida*

O método de usinagem do Asfalto Borracha (AB) é muito semelhante ao do Asfalto convencional (AC), apresentando apenas diferenças no silo do CAP, no bico injetor de CAP e na temperatura do processo.

O Silo, que armazena o ligante modificado, deve possuir agitador capaz de homogeneizar a mistura, pois diferente do CAP convencional, o modificado apresenta borracha em sua composição. A borracha, por ter maior densidade, tende a decantar para não se perder a homogeneidade do ligante; são instalados agitadores no silo, mantendo a mistura em movimento e impossibilitando a decantação do agente modificador.

Para a usinagem do AB, pode-se observar um aumento na temperatura em relação ao AC e se faz necessário para que o ligante modificado atinja seu ponto de homogeneização. No quadro 4 serão demonstradas as diferenças de temperaturas utilizadas para o asfalto borracha em relação ao asfalto convencional (GRECA, 2003).

**Quadro 4** – Temperaturas do asfalto convencional e do asfalto de borracha

Temperaturas, °C	Asfalto Convencional		Asfalto Borracha	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Do ligante, pré-usinagem.	130	150	165	177
Do agregado, pré-usinagem.	150	160	170	177
Massa pós-usinagem.	120	150	165	175
Compactação, Mínima	119	150	155	A máxima que a massa possa suportar

Fonte: Greca (2003).

A mistura deve ser usinada a uma temperatura máxima de 177°C, para não haver a queima do ligante e assim perder as suas propriedades físicas. Após a usinagem, a massa é carregada ao veículo de transporte apresentando uma temperatura que varia de 165°C a 175°C, a temperatura de compactação deve girar em torno dos 155°/160°C, normalmente a espessura da massa solta deve se situar

em torno de 30% superior à da espessura da massa compactada (GRECA, 2003 e FERRARA, 2006).

Como norma, a temperatura de rolagem é mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar. A mínima temperatura recomendada é de 145°C, devendo ser ajustada a campo em função dos equipamentos a serem utilizados (DNIT, 2009).

Para a manutenção da temperatura após usinagem, deve-se manter enlonados os caminhões de transporte até o momento exato para o abastecimento da vibro-acabadora (FERRARA, 2006).

Deve-se tomar cuidado com a segregação da massa por diferencial de temperatura, provocada pelas laterais das caçambas dos basculantes, o que certamente trará dificuldades na compactação da mistura, podendo resultar em uma camada visualmente segregada, conseqüentemente inadequada (GRECA, 2003).

Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão a qual é aumentada conforme a mistura vá sendo compactada (BRASIL, 2009).

No caso de misturas densas, tem-se observado um bom grau de compactação ao se utilizar dois rolos pneumáticos pesados e dois rolos tandem, procurando gradativamente imprimir maiores pressões de compressão, à medida que a massa vai se densificando (GRECA, 2003).

Durante a rolagem não devem ser permitidas mudanças na direção, tão pouco estacionamento de equipamentos sobre o revestimento recém-rolado (BRASIL, 2009).

A aplicação da camada do revestimento com asfalto-borracha deve ser precedida de uma consistente pintura de ligação, preferencialmente com emulsão modificada por polímero (taxa de teor residual de ligante de 0,3 a 0,4 l/m<sup>2</sup>) (GRECA, 2003).

### *Avaliação econômico-financeira do uso do Asfalto Borracha*

O custo do asfalto modificado se torna 15% a 25% mais caro que o asfalto convencional, quando executados com as mesmas espessuras, porém em longo prazo o custo na manutenção do pavimento é reduzido (ANP, 2009; GRECA, 2009).

“Um quilômetro de pavimento com borracha fica na faixa de R\$ 103,5 mil enquanto que um pavimento convencional custaria R\$ 90 mil” (RAMALHO, 2009, p.46). O uso do material borracha permite a redução da espessura do pavimento,

No quadro 5 a seguir é demonstrado a vida média e custo por m<sup>2</sup> de diversos tipos de manutenção e reabilitação.

**Quadro 5** – Vida média e preços praticados em 2000 no estado do Texas.

Camada	Tipo	Vida Média esperada em (anos)	Custo médio estimado R\$/m <sup>2</sup>
Tratamento superficial	Convencional	7	2,40
Tratamento superficial	Asfalto Borracha	10	2,96
Estrutural – 50mm	Convencional *DG	7,5	5,55
Estrutural – 50mm	Asfalto Borracha *GG	12	7,59

Fonte: State Highways Agencies (2017).

### Viabilidade Ambiental

Conforme a CNT (2015), o Brasil possui em média 213.299km de rodovias pavimentadas e 154.192Km de rodovias planejadas. Destes 213.299km, 66.712km são de rodovias federais (CNT, 2015)

Entre 2006 e 2015 houve um crescimento significativo em km de rodovias federais no Brasil, junto com o número de carcaça de pneus que seriam utilizados caso toda esta pavimentação fosse feita por meio do uso do Asfalto modificado com borracha (AB), gerando uma quantidade de 8500000 pneus utilizados neste intervalo de tempo (Autor, 2016; CNT, 2015; GRECA, 2009)

### Viabilidade Técnica

O CAP, quando modificado com borracha, apresenta características superiores ao CAP convencional, por absorver as propriedades do agregado modificador. Este material passa ter uma maior capacidade de resistir aos esforços oriundos do tráfego minimizando as patologias no pavimento. Por apresentar maior capacidade de deformação permanente da massa e maior adesividade aos agregados, o revestimento com asfalto borracha não sofre tanto desgaste com a passagem de veículos, pois possibilita que o revestimento sofra o esforço proveniente do tráfego e ainda tenha a capacidade de voltar ao seu estado natural, minimizando assim o aparecimento de trilho de rodas e fissuras.

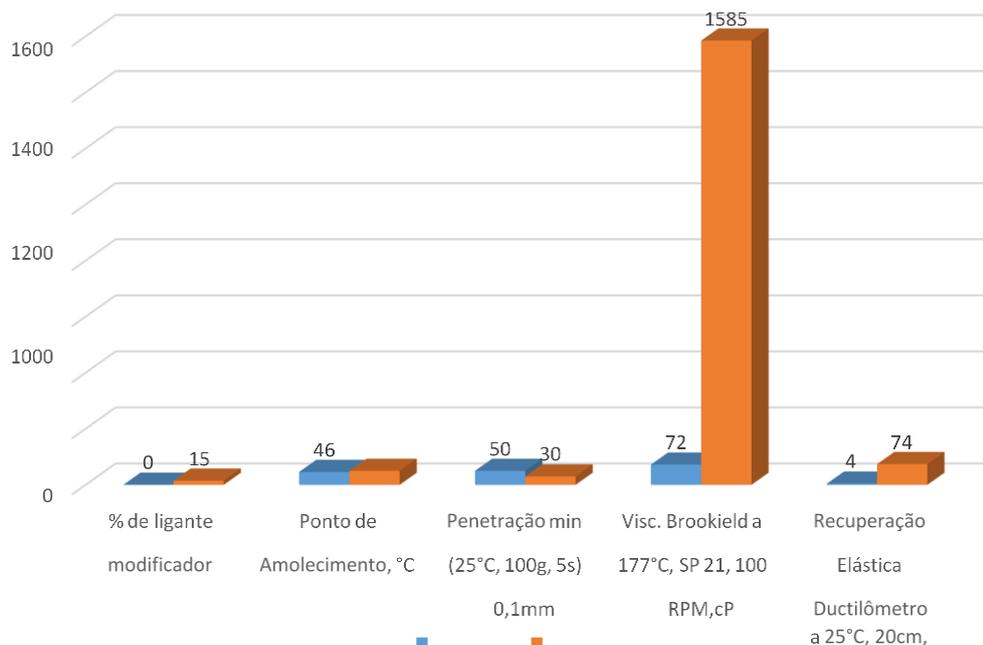
O aumento no ponto de amolecimento, também, auxilia na resistência contra o aparecimento de trilhos de rodas, pois o revestimento suporta maiores temperaturas sem mudar seu estado físico.

O revestimento com asfalto-borracha apresenta uma redução da

suscetibilidade térmica, demonstrando maior resistência as grandes variações de temperatura, ou seja, o seu desempenho tanto a altas como a baixas temperaturas é maior em comparação ao revestimento convencional.

No gráfico 1 será demonstrado dados técnicos divergentes entre os dois tipos de revestimento.

**Gráfico 1 – Dados Técnicos**



Fonte: Autores (2016)

### Viabilidade Econômica

Quando executado o pavimento com o Revestimento modificado com borracha, adquire-se um produto que apresenta características superiores ao revestimento convencional, no âmbito econômico, o asfalto-borracha pode apresentar um valor bruto maior, mas com o incentivo de órgãos públicos para o uso reciclado da borracha. O CAP modificado pode sair da distribuidora com um valor final menor que o convencional, o que fica melhor exemplificado com o quadro 6.

**Quadro 6 – Cotação de Mercado**

Origem Curitiba/PR - Cotação de Mercado C.A.P.			
Descrição	Valor p/ Ton.	Imposto	Condições de Pagamento
CAP 50/70	R\$ 2.265,00	17%	À VISTA
AB8	R\$ 2.076,00	ISENTO	À VISTA

Fonte: CBB asfaltos (2016)

Porém, na usinagem da massa asfáltica com borracha se faz necessária a utilização de maior teor de CAP, tornando assim o revestimento mais caro do que quando executado CAP convencional. Isto pode ser observado no quadro 7 e 8.

**Quadro 7** – Valor por tonelada.

<b>Produção do Revestimento</b>			
<b>Descrição</b>	<b>Teor de CAP</b>	<b>Quant. p/ Tonelada</b>	<b>Valor. p/ Tonelada</b>
AC	4,90%	49	R\$ 110,99
AB	5,70%	57	R\$ 118,33

Fonte – Autores (2016), adaptado de Greca (2009).

**Quadro 8** – Cotação de preço para 1km executado

<b>Quantidade de Massa para uma rodovia com 1,00 km x 7,00m Largura x 5,00cm Espessura</b>	
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	350
<b>Densidade</b>	2,5
<b>Peso (ton)</b>	875
<b>Teor de CAP - Asfalto Convencional</b>	
	4,90%
<b>Quantidade de CAP - Asfalto Convencional (ton)</b>	42,875
<b>Custo do CAP - Asfalto Convencional</b>	R\$ 97.111,88
<b>Teor de CAP - Asfalto Borracha</b>	
	5,70%
<b>Quantidade de CAP - Asfalto Borracha (ton)</b>	49,875
<b>Custo do CAP - Asfalto Borracha</b>	R\$ 103.540,50

Fonte – Autor (2016)

## Considerações Finais

Com base nos resultados acima obtidos, pode-se concluir que o revestimento com asfalto-borracha apresenta características técnicas e ambientais superiores ao Revestimento Convencional, perdendo apenas no âmbito econômico, pois apresenta um valor agregado maior.

Este valor pode ser facilmente superado quando comparamos a resistência dos revestimentos ao tráfego, usando como referência os testes executados pela UFRGS, pois se constatou que com o pavimento com Revestimento Convencional fadigou após 90 mil ciclos, enquanto o pavimento com asfalto borracha suportou 500 mil ciclos antes de começar a apresentar fissuras em sua estrutura. De acordo com este fato, pode-se observar que em longo prazo o revestimento modificado com borracha se torna economicamente mais viável, pois resiste por mais tempo sem a necessidade de uma manutenção.

Deste modo, pode-se verificar a superioridade do AB, superando em até 555,55% a capacidade de resistência a propagação de trincas do AC. Para o melhor

aproveitamento desta característica, recomenda-se a execução do asfalto modificado com borracha em rodovias com um alto índice de trafego.

No âmbito ambiental, o AB contribui com a reciclagem da borracha, porque ele não soluciona totalmente o problema, pois há um grande volume deste material nos depósitos. Todavia, expressa uma forte contribuição na redução do material depositado.

## Referências

ANDRADE. TT 051 **PAVIMENTAÇÃO - MATERIAIS BETUMINOSOS**.  
Universidade Federal do Paraná

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Bio Combustíveis: Asfalto Borracha**. Disponível em:  
<<http://www.anp.gov.br/?pg=75200&m=asfalto%20borracha&t1=&t2=asfalto%20borracha&t3=&t4=&ar=0&ps=1&1470149740162>>. Acesso em: 02.Agosto.2016

BERNUCCI, L.B. MOTTA, L.M.G., CERATTI, J.A.P., SOARES, J.B.,  
**Pavimentação  
Asfáltica Petrobrás**, Rio de Janeiro, 2007.

DI GIULIO, Gabriela. **Vantagens ambientais e econômicas no uso de borracha em asfalto**. Inovação Uniemp [online]. 2007, vol.3, n.3, pp. 12-15. ISSN 1808-2394.

FERRARA. R. D. **Estudo comparativo do custo benefício entre o asfalto convencional e o asfalto modificado pela adição de borracha moída de pneus**. Universidade Anhembi Morumbi. Monografia de Pesquisa. São Paulo. SP. 2006.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Greca Asfaltos. Disponível em  
<[http://www.flexpave.com.br/leiamais\\_ecoflex/13\\_estudo\\_ecoflex\\_2009.pdf](http://www.flexpave.com.br/leiamais_ecoflex/13_estudo_ecoflex_2009.pdf)>.  
Acesso em: 29.Agosto.2016

GRECA ASFALTOS. Disponível em  
<[http://www.grecaasfaltos.com.br/artigos\\_conteudo/livro\\_estudo-comparativo-asfalto\\_borracha\\_2014.pdf](http://www.grecaasfaltos.com.br/artigos_conteudo/livro_estudo-comparativo-asfalto_borracha_2014.pdf)>. Acesso em: 10.Setembro.2016

GRECA ASFALTOS. Disponível em  
<<http://www.grecaasfaltos.com.br/images/artigos/especificacoes-produtos/especificacoes-cap-greca-asfaltos.pdf>>. Acesso em: 25.Agosto.2016

GRECA ASFALTOS. **Catálogo de Produtos**. Disponível em <[http://www.grecaasfaltos.com.br/artigos\\_conteudo/catalogo-produtos-greca-asfaltos.pdf](http://www.grecaasfaltos.com.br/artigos_conteudo/catalogo-produtos-greca-asfaltos.pdf)>. Acesso em: 11.Setembro.2016

ODA, S.; FERNANDES JUNIOR, J.L. **Borrachas de pneu como modificador de cimentos asfálticos para o uso em obras de pavimentação**.

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá. São Carlos 2001.

PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2015: **relatório gerencial**. – Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2015. Petrobras. Disponível em <<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/asfalticos/cap>>. Acesso em: 25.Agosto.2016

RAMALHO, Antonio Vinicius F. **Uma análise dos benefícios com a utilização do asfalto borracha nas Rodovias do Brasil**. São Paulo, SP [s.n], 2009.

SPECHT, L.P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. (Tese de Doutorado).

## ESTUDO DA RECICLAGEM DO RESÍDUO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE TINTAS: UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA CERÂMICA

**Katiri Bardini Marcelino<sup>1</sup>; Michael Peterson<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental. Universidade do Extremo Sul Catarinense. katiribm@gmail.com.

<sup>2</sup>Professor Doutor. Universidade do Extremo Sul Catarinense. mpe@unesc.net.

**Resumo:** A pesquisa apresenta o estudo de reciclagem do resíduo proveniente das Estações de Tratamento de Efluente (ETEs) de tintas à base d'água e resinas à base d'água, bem como, a viabilidade de melhoria do tratamento de efluentes. O objetivo geral é a reciclagem do resíduo e desenvolver um método de estabilizá-lo com 10% de sólidos, de forma que, possa ser utilizado na fabricação de *paver* cerâmico. Como metodologia adicionou-se os lodos em containers e o ajustou-se o teor de sólidos. Em laboratório, realizaram-se testes com aditivos para definição de quantidades e tipos a serem utilizados na melhor clarificação do efluente, tal como, chegar mais próximo ao teor de sólidos esperado. Os resultados para os teores de sólidos foram alcançados, porém, não estabilizados. Foi possível identificar que nenhum aditivo atingiu o objetivo de chegar à porcentagem de sólidos de lodo desejada, porém, viabilizaram a otimização no processo de tratamento de efluentes.

**Palavras-chave:** Tratamento de efluentes. Lodo. Reciclagem.

### Introdução:

De acordo com dados da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), o Brasil está entre os cinco maiores mercados mundiais de tintas. Em 2009, o faturamento do setor atingiu US\$ 3,03 bilhões com a produção de 1.232 bilhões de litros.

A indústria de tintas é caracterizada pela produção em lotes, o que facilita o ajuste de cor e o acerto final das propriedades da tinta. O processo de produção de tinta à base d'água, geralmente abrange as seguintes operações unitárias: pré-mistura, dispersão (moagem), homogeneização, filtração e envase (ABRAFATI, 2008 apud MAASS, 2010), bem como, o processo de resinas à base d'água. (YAMANAKA, 2008).

As fábricas de tinta, ao término do processo produtivo, geralmente, fazem o encaminhamento dos efluentes para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), destinando-os de maneira correta. (NASCIMENTO, 2013) A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS classifica os resíduos sólidos como materiais, substâncias,

objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, aos quais, a destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder.

Os sistemas de tratamento de efluente são constituídos de etapas (operações unitárias), que objetivam a remoção dos poluentes. De uma forma geral, a remoção dos sólidos grosseiros utilizam as grades, peneiras, sedimentadores e flutadores. Os sólidos coloidais e dissolvidos são removidos por tratamentos físico-químicos e os processos biológicos são utilizados para a remoção de matéria orgânica dissolvida ou coloidal. (GIORDANO, 2004).

De acordo com a Lei 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente), do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária) e do Suasa (Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária).

De acordo com o teste fornecido pela empresa, realizado pelo laboratório GreenLab, os resíduos de são caracterizados como Classe II A – Não Inerte. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 10004/2004, resíduos com esta classificação podem ser dispostos em aterro sanitário. Entretanto, há outras oportunidades de melhorias que podem ser desenvolvidas. Com este intuito, a pesquisa realizada apresenta o estudo da reciclagem do resíduo de uma indústria de tintas proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), na fabricação de *paver* cerâmico.

Como objetivo geral tem-se a reciclagem do resíduo proveniente do tratamento de efluentes da fabricação de tintas e resinas, bem como, desenvolver um método de estabilizá-lo com 10% de sólidos na forma que possa ser utilizado em outro processo produtivo.

Os objetivos específicos são:

- Fazer a composição do lodo proveniente do efluente da produção de tinta à base d'água da Matriz da empresa, com o lodo proveniente da Unidade II, na qual são produzidas resinas à base d'água;
- Caracterização e quantificação da geração dos lodos na ETE;

- Realizar testes em bancada de laboratório com tipos diversos de aditivos para definição de quantidades e tipos a serem utilizados.

### **Procedimentos Metodológicos**

Foi realizada a separação do lodo proveniente dos tratamentos das ETE's das duas unidades da empresa de tintas. Estes eram passados manualmente por baldes para containers, onde, ficavam armazenados.

Foram feitas as misturas dos dois lodos. Primeiramente, agitaram-se os lodos por dez minutos no dispersor *cowless*. Posteriormente, calculou-se o teor de sólidos de cada um dos lodos.

Conforme os containers ficavam em repouso, notou-se a decantação da água. Esta era retirada por uma mangueira de plástico, purgando-a. Ao término deste procedimento agitava-se o material e calculavam-se novamente os sólidos dos containers.

Chegando-se ao número de sete containers de mistura de resíduos, adicionaram-se a eles 5 litros de bactericida, produzido na própria empresa, a fim de conservar as amostras.

Estes containers foram enviados a uma empresa de fabricação de *pavers* cerâmicos a fim de serem realizados testes de viabilidade.

Foi realizada uma visita à empresa cerâmica para o acompanhamento do teste, com objetivo de verificar as dificuldades existentes para poder colocá-lo em produção. Adicionaram-se mais 5 litros de bactericida a cada container, levando-se em consideração, o tempo que estes ficaram armazenados e expostos ao sol.

Verificadas algumas das limitações, voltou-se à empresa de *pavers* para alguns ajustes na produção.

Para os testes em bancada, adaptou-se a metodologia descrita por Casqueira e França (2007) em que é realizado o ensaio de sedimentação em função do tempo e da concentração dos sólidos. Deve-se conhecer a concentração inicial da polpa assim como a massa específica do sólido, para cálculos posteriores.

Segundo Casqueira e França (2007) para a execução do ensaio é necessário um volume de 2 litros desta polpa, a qual, deve ser homogeneizada e alimentada na proveta até a marcação de volume ideal. Ao completar o volume da proveta com a polpa, deve-se anotar a altura inicial da interface e acionar o cronômetro para marcar o tempo do ensaio.

Foram feitas coletas de dois efluentes de processos produtivos distintos, o primeiro, de tinta base d'água, e o segundo, de resina base d'água. Agitaram-se os tanques a fim de homogeneizar as partículas sólidas e líquidas e recolheram-se as amostra.

Realizaram-se ensaios adicionando reagentes à mistura dos efluentes e a cada um deles separadamente. Os parâmetros analisados nos ensaios foram o pH e a turbidez. Para tais medidas utilizaram-se o pHmetro *Quimic* e o turbidímetro AP-2000 policontrol. Antes de adicionar o reagente deve-se agitar a amostra de efluente. Para isso, utilizou-se um Becker de 1 litros e um agitador sem aquecimento Fisatom.

As concentrações iniciais das polpas foram calculadas através de picnômetros, utilizando balança digital para a medida da massa. As massas específicas dos sólidos foram calculadas pelo equipamento *Quantachrome Corporation Ultrapyc 1200e V5.01*.

Finalizada a decantação calcula-se a porcentagem de sólidos dos ensaios que tiveram maior índice de remoção. Utilizou-se o método de filtração a vácuo para o cálculo do teor de sólidos.

Os ensaios foram realizados em três situações: mistura de efluentes, efluente de tinta à base d'água e efluente de resina à base d'água.

No primeiro momento utilizaram-se provetas de 500mL e testaram-se alguns tratamentos para tentar-se chegar ao teor de sólidos desejado, bem como, tratar o efluente, deixando-o nos padrões exigidos pela legislação nos parâmetros de pH e turbidez. Reproduziram-se os melhores resultados em provetas de 2 litros.

Os reagentes utilizados foram: hidróxido de sódio 5%, sulfato de alumínio, policloreto de alumínio, floquim 800, polímero aniônico e polímero catiônico. Os ensaios variaram em dosagens e combinações. Os reagentes foram fornecidos por empresas distintas.

## **Resultados e Discussão**

Nos 5 meses de análise, a unidade II que produz resinas à base d'água, gerou uma média de 83,86 m<sup>3</sup> de efluente bruto, sendo que destes, 19,40 m<sup>3</sup> foi geração de lodo. Já, a unidade I produtora de tintas à base d'água, gerou uma média de 61,42 m<sup>3</sup> de efluente bruto, sendo que, destes 15,38 m<sup>3</sup> de lodo. Ao todo foram realizados 42 ensaios em bancada.

Em relação aos ensaios com as mistura de efluentes, observou-se que os melhores resultados, considerando a eficiência do tratamento, foram obtidos dos ensaios em que: somente foi alterado o valor do pH do efluente; utilizando-se hidróxido de sódio e PAC e o terceiro, adicionando polímero aniônico.

Quanto aos testes no tratamento do efluente de resinas, os melhores ensaios foram: adição de Hidróxido de Sódio e PAC, adição de Hidróxido de Sódio, PAC e polímero aniônico e o ensaio em que adicionou-se Hidróxido de Sódio, Sulfato de Alumínio e polímero aniônico.

Para o efluente de tintas à base d'água, os melhores resultados foram os testes em que utilizaram-se polímeros catiônicos e aniônicos. Comparando-se a utilização dos polímeros aniônico e catiônico, observou-se que ambos clarificaram o efluente, porém, a velocidade de queda do polímero aniônico foi mais alta. Outro ponto a ser observado é a altura do espessado que ficou em 2,5cm para o polímero aniônico para 13,3cm para o polímero catiônico.

A tabela 1 demonstra o teor de sólidos dos ensaios que chegaram mais próximos ao teor de 10%.

**Tabela 1** - Teor de sólidos dos ensaios

Resíduo	Ensaio	Teor de Sólidos
Mistura	Hidróxido de Sódio	43,63%
Mistura	Hidróxido de Sódio +PAC	35,3%
Mistura	Hidróxido de Sódio + Sulfato de Alumínio + Polímero Aniônico	41,6%
Resina	Hidróxido de Sódio + PAC	16%
Resina	Hidróxido de Sódio + PAC + Polímero Aniônico	10,6%
Tintas	Hidróxido de Sódio + Sulfato de Alumínio + Polímero Aniônico	59%

Fonte: Autoras (2014)

Os testes que chegaram mais próximos do objetivo foram o de efluente de resinas que utilizaram hidróxido de sódio, representado com teor de sólidos de 16%. Adicionando polímero aniônico a esses reagentes chegou-se a 10,6%.

Nenhum dos reagentes atingiu o objetivo esperado de deixar a mistura dos sólidos com um teor de 10% de sólidos, ou os efluentes separadamente, com 5% de sólidos cada um. Isso se deve a alta eficiência dos aditivos utilizados. Uma alternativa a ser utilizada para atingir o teor esperado é a utilização de reagentes menos efetivos, ou até mesmo a adição de água ao lodo, diminuindo assim, o teor de sólidos do

mesmo. Esta água pode ser adicionada diretamente no processo produtivo do *paver*, sendo assim, diminuiria o custo com o transporte do resíduo.

Quanto aos testes dos containers, foram feitas a mistura em 7 containers com os lodos provenientes das duas ETE's. Estes ficaram com teores de sólidos entre 8,70% e 15,56%.

No sexto mês de análise, foi realizada uma visita à empresa de *paver* a fim de acompanhar o processo utilizando os resíduos na produção. Notou-se que os sólidos do container estavam sedimentados, conforme mostra figura 1, embora todos os containers tenham sido agitados e homogeneizados por dez minutos um dia antes do teste. Sendo assim, agitou-se o resíduo com ar comprimido por cinco minutos. Antes de iniciada a agitação, adicionaram-se mais 5 litros de bactericida ao container. Observou-se que é necessária a agitação mecânica ao resíduo para que este continue durante todo o período de produção.

Cada batelada de produção necessita de 160 litros de resíduo, o qual substituiria a água no processo produtivo. A quantidade utilizada em cada batelada foi medida de forma empírica, com uma régua, uma vez que ainda não se tem este produto agregado ao processo, bem como, não há ainda uma forma mecanizada de fazê-lo.

**Figura 1** - Container apresentando sedimentação do resíduo.



Fonte: Autoras (2014)

Há a presença de um sensor de umidade que avisa qual seria a umidade adequada para a produção, sendo assim, talvez não fossem necessários os 160 litros do resíduo. Normalmente leva-se em média de 10 a 12 minutos para produzir uma batelada, que gera 10 a 12 m<sup>2</sup> de produto.

Para a primeira batelada foram necessários 115,9 litros de resíduo, já para a segunda e terceira batelada adicionou-se água ao processo para o ajuste de umidade.

Para a adição da borra utilizou-se uma bomba centrífuga que captava o resíduo pela boca de cima do container. Esta bomba não se mostrou adequada, levando-se em consideração que é uma bomba para líquidos. Levantou-se a hipótese de a bomba adequada ser uma bomba de sucção. Após bombear o resíduo, notou-se que os sólidos começaram a sedimentar novamente, o que levantou a necessidade de uma agitação contínua do resíduo.

Na segunda tentativa coletou-se a borra pela saída de baixo do container, pois, por cima houve entrada de ar na bomba que causou o desligamento. Como observações para a continuação dos testes deve-se verificar a questão das válvulas de saída dos containers para se adequarem à entrada da mangueira da bomba (uso de adaptadores). E o uso de uma tela malha 40 *mesh-tyler* na saída do container para reter os sólidos mais grosseiros e não correr o risco de estragar a bomba.

Com os equipamentos para a realização dos ajustes e melhorias necessários, observou-se que o container agitado no dia anterior apresentava sedimentação e necessitou de nova agitação com ar comprimido. O container foi suspenso em cima de um palete para que assim o resíduo pudesse ser transferido para um tambor, do qual, seria bombeado para dentro do tanque que faz as bateladas.

Neste processo de transferência houve a filtração da borra na tela de malha 40 *mesh-tyler*. Durante todo o uso da borra, o ar comprimido ficou ligado dentro do tambor para manter o resíduo homogeneizado. As últimas 4 bateladas não necessitaram filtração, uma vez que, o resíduo que ficava na tela era um material pastoso não apresentando cascas.

O processo de dosagem da borra foi automático, conforme o desejado pela empresa de paver cerâmico. Na primeira batelada foram utilizados 71L de borra, porém a umidade teve um valor acima do desejado. Então, reduziu-se a quantidade para 48L por batelada e caso o teor de umidade não fosse adequado, seria ajustada com a adição de água.

Para continuação dos testes foi identificada a necessidade da compra de uma bomba de maior potência e um dispersor para manter o resíduo homogeneizado. Na verificação da qualidade do produto, recomenda-se que se façam testes, dentre eles, o de resistência à compressão. Para a realização deste teste é necessário esperar 28 dias após a produção, conforme especifica NBR 9780 (1987), que estabelece métodos

para a resistência de peças pré-moldadas de concreto com destino à pavimentação de vias urbanas e pátios de estacionamentos. A figura 2 ilustra os *pavers* produzidos com mistura de resíduo de tinta à base d'água juntamente com resíduo de resinas à base d'água em sua composição.

**Figura 2** - Paver Cerâmico produzido com mistura de resíduo de tintas à base d'água + resíduo de resinas à base d'água



Fonte: Autoras (2014)

### Considerações Finais

Todo processo industrial utiliza insumos como: matérias-primas, água, energia, que, submetidos a uma transformação, são substituídos por produtos, subprodutos, bem como, os resíduos.

Quando se trata de meio ambiente, as organizações costumam associar o tema à custos, embora, esta seja uma área em que se encontram oportunidades para redução de custo. Sendo, atualmente, um potencial de recursos mal aproveitados (SEGET, 2005) a reciclagem de resíduos se torna uma atividade que pode proporcionar lucro.

Diante das composições dos lodos realizadas, conseguiu-se chegar ao teor de sólidos desejados, de 10%. Porém, os sólidos não foram estabilizados, uma vez que, os recipientes em que estavam armazenadas ficavam em repouso, os sólidos sedimentavam, necessitando de nova agitação.

O resíduo foi classificado como classe II-A Não-Inerte, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 10004/2004, resíduos com esta classificação podem ser dispostos em aterro sanitário. Em 2014, a empresa produziu

em média 34,78 m<sup>3</sup> de lodo, que gerariam altos custos para serem dispostos em aterro sanitário.

Com os ensaios experimentais relacionados ao tratamento de efluente, foi possível identificar, entre os produtos químicos (coagulantes/floculantes) testados nenhum atingiu o objetivo de chegar à porcentagem de sólidos de lodo desejada, pela alta eficiência dos reagentes.

## Referências

ABRAFATI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE TINTAS. **Indicadores de mercado.** Números do setor: O setor de tintas no Brasil. Disponível em: < <http://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/> > Acesso em: 20 abr. 2014

ANGHINETTI, Izabel Cristina Barbosa. **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias.** Dissertação - Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2012. 65 p. Disponível em: < <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/90.pdf> > Acesso em: 4 abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 10.004: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12.554: tintas para edificações não industriais – terminologia. Rio de Janeiro: 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9780: Método de ensaio para determinação da resistência à compressão de peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 1987

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9698: Glossário de poluição das águas - Terminologia. Rio de Janeiro: 1993.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). > Acesso em: 26 mar. 2014.

CARVALHO, A.R.P.; SILVA, D. O. Etapas de um tratamento de efluente. **Kurita Soluções em Engenharia de Tratamento de Água.** Disponível em: < <http://www.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/260.pdf> > Acesso em: 19 abr. 2014

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 maio de 2011. Dispõe sobre as condições a padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **D.O.U.**, Brasília, DF, 16 mai.

2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 09 jun. 2014.

DEZOTTI, Márcia. **Processos e técnicas para controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 360p. Disponível em: <  
[http://books.google.com.br/books?id=M3dQhS2sccC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=tanque+de+equaliza%C3%A7%C3%A3o+como+funciona&source=bl&ots=MaH34m1sE8&sig=eVUbgA49BqhUBWUk7\\_7LBZo n9Bw&hl=pt-BR&sa=X&ei=2P1TU6HsFavgsATWiYGQBQ&ved=0CDwQ6AEwAzgU#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=M3dQhS2sccC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=tanque+de+equaliza%C3%A7%C3%A3o+como+funciona&source=bl&ots=MaH34m1sE8&sig=eVUbgA49BqhUBWUk7_7LBZo n9Bw&hl=pt-BR&sa=X&ei=2P1TU6HsFavgsATWiYGQBQ&ved=0CDwQ6AEwAzgU#v=onepage&q&f=false)> Acesso em: 24 mar. 2014

DIAS, Tiago. Tintas sem contaminação. **Revista e Portal Meio Filtrante**. Ano VI, Edição nº 28, 2007. Disponível em: <  
[http://www.meiofiltrante.com.br/materias\\_ver.asp?action=detalhe&id=321&revista=n28](http://www.meiofiltrante.com.br/materias_ver.asp?action=detalhe&id=321&revista=n28)> Acesso em: 23 abr. 2014

DONADIO, Paulo Antônio. Manual Básico sobre Tintas. **Água Química**. 2011. Disponível em: <  
[http://www.aguaquimica.com/upload/tiny\\_mce/manual/manual\\_basico\\_sobre\\_tintas.pdf](http://www.aguaquimica.com/upload/tiny_mce/manual/manual_basico_sobre_tintas.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2014

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas e vernizes: ciência e tecnologia**. 3. ed. rev. e ampl São Paulo: ABRAFATI, 2005. 1044 p.

FURMANSKI, Luana Milak. **Diagnóstico ambiental em indústria de colorifício cerâmico com desenvolvimento de projeto referente à reciclagem interna do lodo da estação de tratamento de efluente**. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação de Engenharia Ambiental. Criciúma: UNESC, 2013. 102 p.

FRANÇA, S. C. A.; CASQUEIRA, R. G. Ensaio de Sedimentação. In: SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. **Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. p. 391-408.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. 2004. 81 p. Apostila (Efluentes Industriais). Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente – UERJ.

Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/49026099/Tratamento-e-Controle-de-EfluentesIndustriais>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

GIULIO, Gabriela di. Setor de tintas cresce, inova e foca na questão ambiental. **Inovação Uniemp**, Campinas ,v.3, n.6 , 2007. Disponível em: <  
[http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-23942007000600007&lng=es&nrm=iso](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000600007&lng=es&nrm=iso).> Acesso em: 22 abr. 2014

LIMA, Geonir Moreira de. **Produção de tintas e sua correlação com os materiais poliméricos**. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Polímeros. Sorocaba: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, 2012. 87 p. Disponível em: <

<http://fatecsorocaba.edu.br/principal/pesquisas/nuplas/dissertacoes/TCCs1sem-2012/Geonir%20Moreira%20de%20Lima.pdf> > Acesso em: 25 mar. 2014

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 143 p.

MOHAMAD; Gihad, et al. **PPC – Peças pré-moldadas de concreto: um estudo de caso sobre a resistência à compressão dos pavimentos**. Setembro, 2007.

NASCIMENTO, Fernando Codelo. **Tratamento de efluentes da produção de tintas industriais, automotivas e de repintura por irradiação com feixe de elétrons**.

Tese – Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2013. 123 p. Disponível em: <

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-29112013-153312/en.php> > Acesso em: 16 abr. 2014.

NUNES, José Alves. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 4ª. Ed. Aracaju: Ed. J. Andrade, 2004. 298p.

SANTA CATARINA. Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. **D.O.E.**, Florianópolis, SC, 2009. Disponível em: [http://www.famcri.sc.gov.br/legislacao/leiestadual\\_14675.pdf](http://www.famcri.sc.gov.br/legislacao/leiestadual_14675.pdf). Acesso em: 09 jun. 2014.

SHREVE, R. Norris; BRINK JR., Joseph A. **Indústrias de processos químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997. 717 p.

SOLYON, Graciele Juliana Pereira. **Minimização e reaproveitamento de resíduos de uma indústria de tintas e impressão de papéis decorativos**. Dissertação – Mestre em Engenharia Ambiental. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009. 144 p.

**RESÍDUOS INDUSTRIAIS E A QUESTÃO AMBIENTAL**. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT. 2005.

UEMOTO, Kai Loh, IKEMATSU, P. e AGOPYAN, V. **Impactos ambientais das tintas imobiliárias**. Coletânea Habitare: Construção e meio ambiente. Ed. Miguel A. Sattler e Fernando O. R. Pereira. Associação Nacional de Tecnologia do ambiente Construído – ANTAC, Porto Alegre, 2006.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Ministério da Educação. Campus Curitiba – Departamento de Química e Biologia. **Turbidez**. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/Turbidez2.pdf> Acesso em: 11 jun. 2014.

## ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DO RESÍDUO TÊXTIL A PARTIR DO TESTE DE ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL E TERMOGRAVIMETRIA (ATD-TG) COM INFRAVERMELHO POR TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR) ACOPLADO.

Flávia Sachet de Bona<sup>1</sup>; Katiri Bardini Marcelino<sup>2</sup>; Mario Ricardo Guadagnin<sup>3</sup>; Michael Peterson<sup>4</sup>; Agenor de Noni Junior<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Engenheira ambiental. flavia\_sachett@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheira ambiental. katiribm@gmail.com

<sup>3</sup>Professor. Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc. mrg@unesc.net

<sup>4</sup>Professor. Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc. mpe@unesc.net

<sup>5</sup>Professor. Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc. agenordenoni@unesc.net

**Resumo:** O consumo de têxteis e confeccionados tem alcançado um significativo avanço no Brasil, onde as estimativas para os próximos anos são de que um patamar de consumo per capita ainda maior seja atingido. Um dos processos para redução de resíduos têxteis é a incineração, que é um processo de redução de volume e peso de resíduos sólidos a partir de um processo de combustão com permanente monitoramento. O objetivo deste trabalho é analisar as características energéticas do resíduo têxtil de uma indústria de confecção do vestuário de Nova Veneza, SC (dois tipos de jeans: branco e azul), a partir da realização do teste de ATD-TG com ftir acoplado. O resultado foi comparado com dados de carvões catarinenses, verificando-se que há pontos positivos na utilização de resíduos têxteis para geração de energia.

**Palavras-chave:** Reciclagem. Resíduo têxtil. Jenas. Confecção.

### Introdução

O setor têxtil possui significativa importância na economia brasileira, sendo considerado um forte gerador de empregos, com volume expressivo de produção e exportações (JORENTE; FUJITA, 2015). Conforme dados do SEBRAE (2010) o segmento têxtil brasileiro destaca-se no cenário mundial pelo seu profissionalismo, criatividade, tecnologia e dimensões de parque têxtil.

Assim, o segmento apresenta-se de modo amplo e composto por várias etapas produtivas inter-relacionadas, dividido em três seguimentos: fibras e filamentos, indústria têxtil e confecções (DEPEC-BRADESCO, 2016).

O setor têxtil é um expressivo gerador de desperdícios, principalmente de tecido. Este tecido é transformado em aparas, retalhos e peças rejeitadas (OLIVEIRA et al, 2013). A geração de resíduos têxteis se deve ao mau planejamento de criação, modelagem, corte, encaixe, qualidade ou falta de padronização das matérias-primas,

mão de obra desqualificada, máquinas inapropriadas, entre outros (OLIVEIRA et al, 2013).

Nas confecções, há grande geração de resíduo têxtil. Este fator ocorre em maior escala nas mesas de cortes, pois o tecido é cortado conforme o encaixe de suas modelagens, acarretando a produção de retalhos e aparas de diversas dimensões e formatos, além das partes que formarão o produto final (BIERMANN, 2015).

Biermann (2015) afirma que significativa quantidade de retalhos e aparas originados no setor de corte de tecido é visto como material a ser descartado como rejeito. Assim, evidencia-se o pouco empenho em ações efetivas na busca por redução na geração e reutilização desse resíduo têxtil. A disposição final em aterros industriais ainda é o destino para mais de 80% dos retalhos de confecções, implicando na criação de áreas com alto potencial poluidor (BIERMANN, 2015). Uma das alternativas para redução de sobras têxteis é a incineração.

A incineração é um processo de redução de volume e peso de resíduos sólidos por meio de um processo de combustão com permanente monitoramento. Este método é indicado para resíduos sólidos de saúde, industriais, ou para situações em que fica inviável a disposição do resíduo, quando há significativa distância entre a empresa geradora e a disposição final/tratamento (BARROS, 2012).

As vantagens da incineração são a redução de volume de resíduos sólidos enviados a aterros sanitários, redução imediata de resíduos, além da recuperação de energia durante a combustão, a qual pode ser utilizada para produzir eletricidade (BARROS, 2012; MORGADO, FERREIRA, 2006).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar as características energéticas do resíduo têxtil de uma indústria de confecção do vestuário de Nova Veneza, SC, a fim de utilizá-los para geração de energia.

### **Procedimentos Metodológicos**

A metodologia adotada quanto à pesquisa com base nos objetivos, enquadra-se como pesquisa explicativa. De acordo com Gil (2002, p. 42) “Essas pesquisas tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos”. Este estudo tem como preocupação central identificar uma possível solução para o destino ambientalmente adequado de sobras do processo produtivo.

A classificação da pesquisa do trabalho quanto aos procedimentos técnicos utilizados encaixa-se como pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica utiliza-se de materiais já elaborados, principalmente artigos científicos e livros, e seu objetivo consiste em auxiliar na busca de informações acerca dos conceitos e teorias abordados por outros autores em trabalhos similares (GIL, 2002).

O estudo de caso é o mais indicado para investigação de um fenômeno dentro de um contexto real. Este método também possui o propósito de descrever situações do contexto da investigação realizada, bem como formular hipóteses ou descrever teorias. O estudo de caso aplicado ao setor de confecção têxtil procurará investigar soluções aplicáveis à situação problema no que se refere à valorização de sobras do processo produtivo.

### ***Da realização do teste***

Baseando-se no propósito da incineração como método para geração de energia (MORGADO, FERREIRA, 2006), estudou-se a utilização do resíduo têxtil para fins energéticos. Para isto, realizou-se o teste da análise térmica diferencial e termogravimetria (ATD-TG) com infravermelho por transformada de Fourier (ftir) acoplado.

ATD (ou DTA – Differential Thermal Analysis) é a técnica em que a diferença de temperatura entre a substância e o material referência é medida em função de um aquecimento controlado, determinando as reações endotérmicas e exotérmicas (IONASHIRO; GIOLITO, 2002).

TG é a técnica que determina variação de massa de uma substância submetida a um aquecimento controlado da temperatura (IONASHIRO; GIOLITO, 2002).

A técnica de FTIR é utilizada a fim de obter espectros de absorção, emissão, fotocondutividade ou de difração de Raman de infravermelhos de um sólido, líquido ou gás.

Ionashiro e Giolito (2002, p. 8) afirmam que as técnicas simultâneas acopladas são utilizadas “[...] quando há aplicação de duas ou mais técnicas à mesma amostra e os instrumentos envolvidos estão conectados entre si através de interfaces.” Este conceito aplica-se ao teste ATD-TG com ftir acoplado.

O teste de ATD-TG com ftir acoplado foi realizado com dois tipos de tecidos: PT (tecido cru de coloração branca, sem tingimento algum) e jeans. As análises foram

realizadas no Laboratório de Reatores e Processos Industriais (LabRePI) e Laboratório de Valoração de Resíduos (LabValora), ambos localizados no Iparque – parque científico e tecnológico – da Unesc (Universidade do Extremo Sul Catarinense). As amostras foram obtidas numa indústria de confecção do vestuário localizada em Nova Veneza, SC.

Para realização do teste, utilizou-se o equipamento STA+FTIR da marca Netzsch + Bruker, modelo STA 449 F3 – Júpter + Tensor II. Utilizou-se uma amostra de aproximadamente 30mg de tecido, numa taxa de aquecimento de 10 °C/min, temperatura máxima de 1000 °C e atmosfera de ar sintético.

Os gases provenientes da análise térmica foram direcionados por um sistema hifenado a um TGA-FTIR para leitura espectral ao longo de todo o ensaio, gerando assim um gráfico 3D, qual possibilita verificar e/ou extrair espectros de infravermelho nos momentos específicos onde os eventos analíticos ocorreram. A análise destes espectros proporcionam um melhor entendimento das reações ocorridas durante o tratamento térmico, a medida em que se conhece os produtos gasosos liberados por tais reações.

## Resultados e Discussão

Redivo (2002), em sua dissertação, apresentou as características energéticas dos carvões de Santa Catarina (Tabela 01). Os dados foram apresentados conforme laudos e análises dos Laboratórios Indústria Carbonífera Rio Deserto e SATC, no ano de 1999.

**Tabela 1** - Características físico-químicas do carvão energético catarinense.

Mineradora	Cinzas (%)	Material volátil (%)	Carbono fixo (%)	Enxofre (%)	PCS (kcal/kg)
A	42,6	23,1	34,3	2,04	4550
B	42,9	22,5	34,6	1,93	4515
C	42,5	20,4	37,1	1,9	4544
D	43	21	36,1	1,94	4540
E	43,5	22,5	34	2,13	4502
F	44	19,7	36,3	1,87	4372
G	43,3	21,6	35,1	2,04	4592
H	42,4	22,1	35,5	1,68	4618
I	43,9	19,9	36,2	1,6	4519
J	42,4	21,1	36,4	1,7	4700

Fonte: Laboratórios Indústria Carbonífera Rio Deserto e SATC (1999); Adaptado pelo autor (2016).

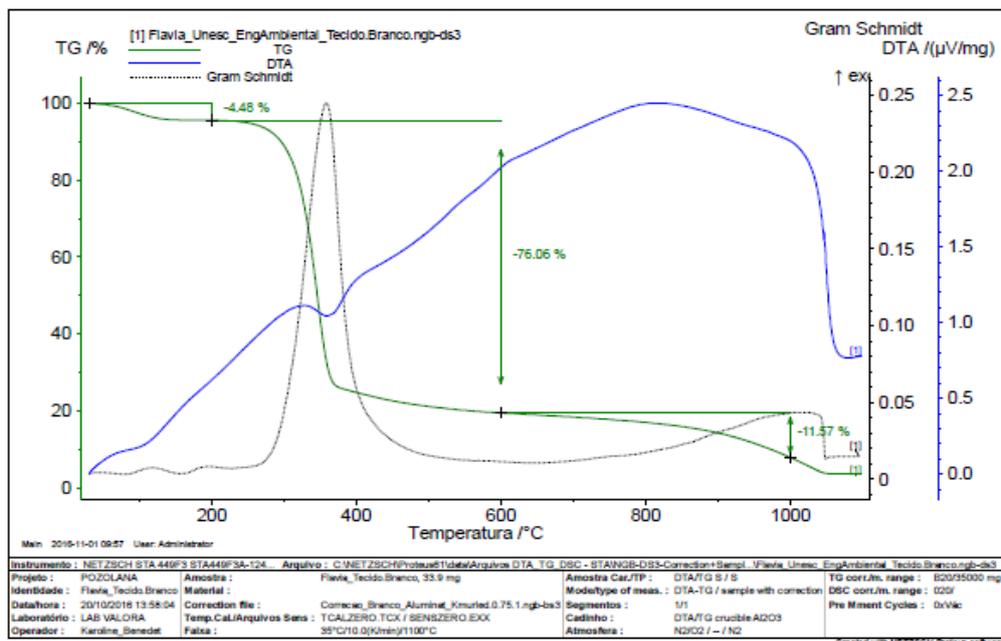
As análises térmicas simultâneas ATD-TG com ftir acoplado apresentaram curvas características de material proveniente de resíduo têxtil. A curva de ATD-TG para a amostra de tecido branco mostra uma perda de massa de 4,48% entre temperatura ambiente até 200°C, indicando presença de umidade residual na amostra. Segundo Lewandowski e Kicherer (1997), a umidade afeta o processo de combustão, pois quanto maior a concentração de água há um maior impedimento de ocorrer ignição do material, além de afetar o poder calorífico.

Na temperatura de 200 a 600°C houve uma perda de massa de 76,06% relativa à decomposição de material volátil. De acordo com McKendry (2002), o teor de material volátil de um sólido é a parte que evapora como gás (incluindo a umidade) a partir do aquecimento. Quanto maior a volatilidade, maior será sua reatividade e mais facilmente o combustível entra em ignição (LEWANDOWSKI; KICHERER, 1997). Comparado com o carvão, o resíduo têxtil entra em ignição mais rapidamente devido alto valor de material volátil.

Para 600 a 1000°C houve a combustão do carbono fixo remanescente, com uma perda de massa de 11,57%. Carbono fixo é a massa remanescente após a liberação de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade.

Somando todos os valores liberados e subtraindo de 100, encontra-se o teor de cinzas. Para esta situação, o teor de cinzas é de 7,89%. Conforme Nogueira e Rendeiro (2008, p. 57), “Cinzas são resíduos da combustão, compostas por óxidos que se apresentam normalmente no estado sólido à temperatura ambiente”. Lewandowski e Kicherer (1997) ainda afirmam que as cinzas possuem um efeito sobre a combustão tanto em termos de quantidade como qualidade. Uma alta concentração de cinzas diminui o valor de aquecimento, assim como a umidade, implicando menor eficiência de combustão. Comparado com o valor de cinzas do tecido, o carvão tem menor eficiência de combustão. Os resultados podem ser vistos na Figura 01.

**Figura 1** – Resultado da análise ATD-TG para o tecido branco.

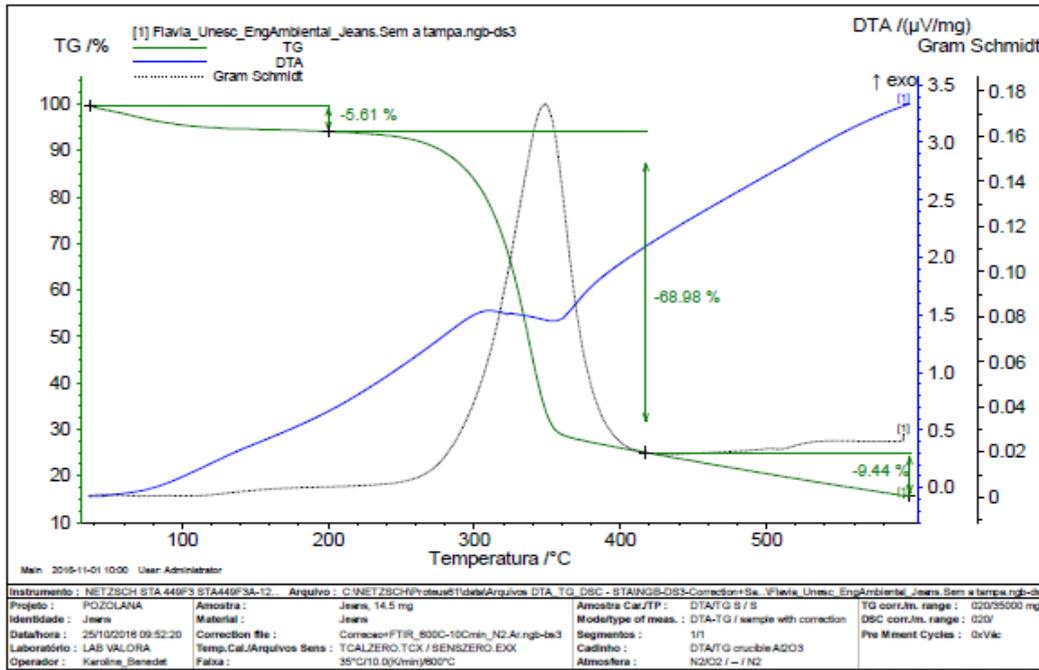


Fonte: LabRePI (2016); LabValora (2016).

A curva de ATD-TG para a amostra de tecido jeans mostra uma perda de massa de 5,61% na temperatura ambiente até 200 °C, indicando presença de umidade residual na amostra. Na temperatura de 200 a 400 °C houve uma perda de massa de 68,98% relativa à decomposição de material volátil. Para 400 a 600 °C houve a combustão do carbono fixo remanescente, com uma perda de massa de 9,44%. Somando todos os valores liberados e subtraindo de 100, encontra-se o teor de cinzas. Para esta situação, o teor de cinzas é de 15,97%. Os resultados podem ser vistos na Figura 02.

Na análise dos gases despreendidos por ftir acoplado ao sistema de análise térmica (Figura 03; Figura 04), as amostras indicaram a presença de vapor de água, CO e CO<sub>2</sub> como principais constituintes, de acordo com NIST (2016). A análise segundo o parâmetro Gram-Schmidt number indicou que a maior parte dos gases saiu entre as temperaturas de 250 °C e 500 °C, para as duas amostras de tecido. Na amostra de tecido branco, de algodão puro, a análise indicou a saída de CO<sub>2</sub> em uma temperatura elevada (acima de 750 °C). Nos gráficos 3D resultantes da análise de despreendimento de gases, o eixo X corresponde ao número de onda, o eixo Y corresponde à absorvância, e o eixo Z corresponde à temperatura.

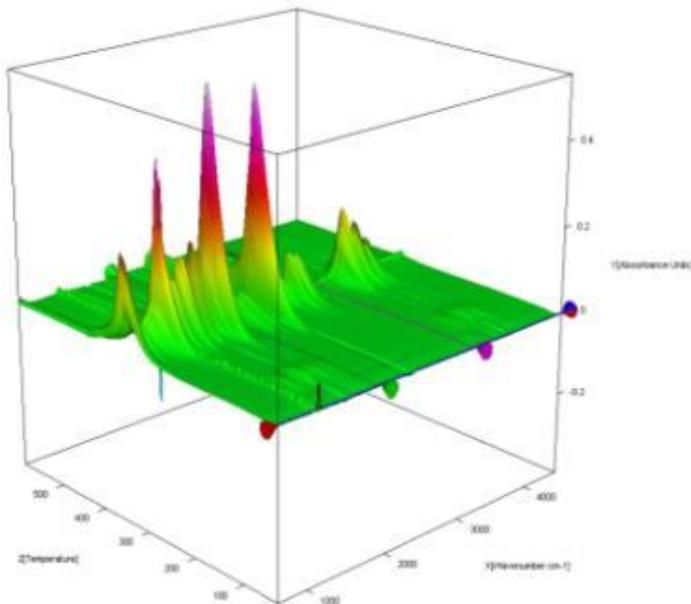
**Figura 2** – Resultado na análise ATD-TG para o tecido jeans.



Fonte:

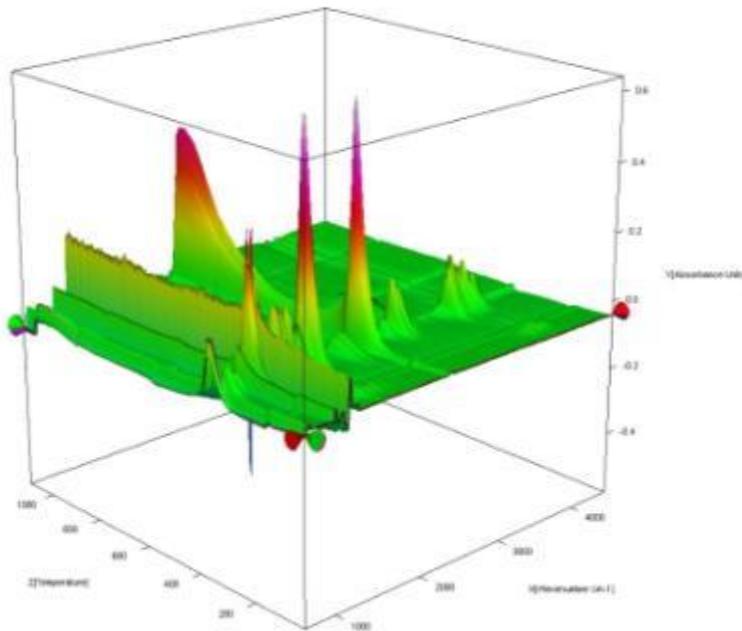
Fonte: LabRePI (2016); LabValora (2016).

**Figura 3** – Desprendimento de gases por ftir acoplado – jeans.



Fonte: LabRePI (2016); LabValora (2016).

**Figura 4** - Desprendimento de gases por ftir acoplado – tecido branco.



Fonte: LabRePI (2016); LabValora (2016)

### Considerações Finais

De acordo com os testes realizados e os dados comparativos, o jeans mostra-se como um bom combustível energético, podendo substituir outros materiais.

A técnica de reutilização de retalhos para geração de energia em novos processos encaixa-se nos princípios da Ecologia Industrial, ocasionando a redução de custos de matéria prima e extração de novos recursos (KRAVCHENKO; PASQUALETTO; FERREIRA, 2015).

Para os pequenos retalhos que são poucos valorizados e possuem limitações para a sua reutilização, esta se torna uma saída viável para a sua minimização. Porém, para isto, faz-se necessário a realização de todos os testes referentes à emissão e caracterização energética do tecido.

Sugere-se a realização de testes em caldeira e um diagnóstico aprofundado das emissões atmosféricas a partir da análise dos parâmetros contidos na Resolução SEMA 16/2014 na subseção III - Incineração, bem como a empresa que venha a ceder caldeira para realização do teste, possua tratamento de emissões atmosféricas. Torna-se importante a comunicação prévia ao órgão ambiental acerca de realizações de testes de queimas de combustíveis que não constam na licença ambiental de operação da empresa.

A incineração pode ser um método ambientalmente adequado, desde que os locais sejam dotados de equipamentos eficazes quanto ao controle de poluição, bem como de técnicas apropriadas de disposição final dos resíduos gerados (MORGADO, FERREIRA, 2006).

A utilização do jeans como fonte energética é pouco abordada devido a ausência de dados para comparações de testes ou estudos mais aprofundados, o que mostra como este estudo é pioneiro na região.

## Referências

BARROS, Regina. M. B. **Tratado sobre resíduos sólidos: Gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta. 2012. 374 p.

BIERMANN, M. J. E. **Produção mais limpa e os aspectos da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Setor de confecções**. International Workshop Advances in CleanerProduction. São Paulo, Mai. 2015.

DEPEC-BRADESCO. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Têxtil e Confecções**. Osasco - SP: Bradesco. 104 slides relatório de informação setorial. 2016. Disponível em <[http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_textil\\_e\\_confeccoes.pdf](http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_textil_e_confeccoes.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002. 175 p.

IONASHIRO, M.; GIOLITO, I. **Nomenclatura, padrões e apresentação dos resultados em análise térmica**. Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2002. Disponível em: <[http://abratec.lugar.com.br/download/nomenclatura\\_anal\\_termica.pdf](http://abratec.lugar.com.br/download/nomenclatura_anal_termica.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2016.

JORENTE, M. J.; FUJITA, R. M. L. **A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural**. Moda Palavra e-Periódico, vol.8, n.15, p. 153-174, jan./jul.2015.

KRAVCHENKO, G. A; PASQUALETTO, A.; FERREIRA, E. M. Ecologia industrial aplicada a indústria moveleira. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Santa Maria, v. 9, n. 2, p.1472-1481, mai./ago. 2015.

LEWANDOWSKI, I.; KICHERER, A. **Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of *Miscanthus x giganteus***. European Journal of Agronomy. v. 6, p. 163- 177, 1997.

MCKENDRY, P. **Energy production from biomass (part 1): overview of biomass**. Bioresource Technology. v. 83, nº 1, p. 37-46, mai. 2002.

MORGADO, T. C.; FERREIRA, O. M. **Incineração de resíduos sólidos urbanos, aproveitamento na co-geração de energia:** Estudo para a região metropolitana de Goiânia. Universidade Católica de Goiás; Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental. 18 p. Disponível em: <[http://web-resol.org/textos/incineracao\\_de\\_residuos\\_solidos\\_urbanos,.pdf](http://web-resol.org/textos/incineracao_de_residuos_solidos_urbanos,.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2016.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Carbon dioxide.** Disponível em: <<http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C124389&Type=IR-SPEC&Index=1>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Carbon monoxide.** Disponível em: <<http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C630080&Type=IR-SPEC&Index=1>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Water.** Disponível em: <<http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C7732185&Type=IR-SPEC&Index=1>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. (2008). Caracterização Energética da Biomassa Vegetal. BARRETO, Eduardo José Fagundes (Coord). **Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida:** Soluções Energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. p. 52-63.

OLIVEIRA, E. A. G. **Reúso de resíduos têxteis em comunidades artesanais do Agreste Pernambucano.** 9º Colóquio de Moda – Fortaleza (CE), 2013.

REDIVO, R. V. **Caracterização tecnológica do carvão das camadas Barro Branco e Bonito para fins energéticos na região de Criciúma – SC.** 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000025/0000254F.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2016.

SEBRAE - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE SANTA CATARINA. **Santa Catarina em Números:** têxtil e confecção. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010. 59 p. Disponível em <<http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/texti-e-confeccao.pdf>> Acesso em: 06 set. 2016.

## ESTUDO DE CASO: CONCRETO COM ADIÇÃO DE PÓ DE SERRA

Ana Sônia Mattos<sup>1</sup>; Luana Pizoni Feltrin<sup>2</sup>; Nadiny Gonçalves Alves<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professora. Mestre. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
ana.mattos@satc.edu.br

<sup>2</sup>Acadêmica. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. luana\_feltrin@hotmail.com

<sup>3</sup>Acadêmica. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE. nadinyalves@gmail.com

**Resumo:** Neste artigo foi elaborado um estudo de caso sobre a utilização da serragem no ramo da construção civil, visto que não há uma destinação correta de resíduos causados pela Indústria Madeireira. Foram produzidos blocos cilíndricos de concreto com serragem de Eucalipto, com a adição de 12,50%, 22,22% e 30% de serragem em relação ao volume total, respectivamente, e um bloco sem a adição de serragem, como referência. Com o estudo realizado, o corpo de prova com o maior percentual de serragem, teve o maior limite de resistência à compressão, sendo assim o experimento obteve um resultado satisfatório com o rompimento em 7 dias. Foi analisado por meio de uma pesquisa bibliográfica e alguns testes, a influência da adição de pó de serra na fabricação de corpos de prova, placas, blocos, peças e tijolos maciços, podem ser utilizados como elemento de vedação em alvenaria.

**Palavras-chave:** Pó de serra. Concreto. Resistência. Construção.

### Introdução

A crescente demanda por soluções econômicas e sustentáveis para a diminuição do impacto ambiental devido à produção de cimento resulta na procura por alternativas econômicas, principalmente através de resíduos industriais (SILVA, 2015).

Atualmente, há uma preocupação muito grande com o meio ambiente. As pessoas estão preocupadas em alcançar um meio sustentável para obter uma melhor qualidade de vida para si e para o futuro de seus filhos. A reciclagem de resíduos industriais na indústria da construção civil é uma opção viável, pois, esse segmento consome grandes volumes de matérias primas e se distribui em todas as regiões do país (ARRUDA, 2012).

Segundo MEHTA (1992), a escolha dos materiais de construção no futuro deveria atender ao quádruplo enfoque iniciado pela letra E: Engenharia, Economia, Energia e Ecologia.

A geração de resíduos de madeira, como a serragem (partículas de madeira com dimensões entre 0,5 e 2,5 mm) não é pequena, estima-se que uma serraria de porte médio, com produção média de dois mil metros cúbicos de madeira serrada por

mês poderia estar gerando cerca de 78 toneladas de serragem. Ao todo as serrarias do país gerariam em torno de seiscentos e vinte mil toneladas de serragem por ano (DELATORRE, 2006).

Há várias pesquisas sobre a utilização dos restos de madeiras, principalmente de serragens. Estas pesquisas vão desde a utilização para a queima, como o processo de pirólise (processo pelo qual a serragem é queimada tão rapidamente que evapora), ou na utilização racional da mesma (DELATORRE, 2006).

O objetivo deste artigo é determinar a resistência à compressão do concreto produzido com a adição do pó de serragem de madeira e comparar com a proposta convencional, onde o agregado miúdo utilizado é a areia lavada. O propósito deste estudo de caso é analisar os resultados obtidos, devido ao desperdício encontrado no ramo na construção civil, e a falta processos para reutilização de resíduos de madeira.

### ***Serragem na construção civil***

O setor de construção apresenta índices de desperdício significativos, gerando grande volume de resíduos, que ocasionam custos devidos à remoção e transporte dos rejeitos, compra de materiais para compensar as perdas, consumo excedente de horas-homem. Como nos últimos anos a necessidade de encontrar uma utilização para todo este volume de material inorgânico gerado pelas atividades da construção civil tem se tornado uma necessidade premente, uma vez que as áreas destinadas à disposição de entulho atualmente são raras e caras e a disposição ilegal não só prejudica a gestão de políticas ambientais como a população (ARRUDA, 2012).

Esta análise estuda o efeito da razão cimento com madeira adequando a destinação de resíduos de madeira (pó de serra), utilizando como material de pesquisa resíduo de madeira de uma empresa de artefatos de concreto da região.

É estudada a influência da adição de pó de serra na fabricação de corpos de prova. Os ensaios foram realizados tendo como base a normalização. De modo que a pesquisa tem grande influência na questão ambiental, uma vez que se trata da utilização de resíduos de madeira resultante da sua industrialização (ARRUDA, 2012).

### ***Utilização do pó de serra no concreto***

Segundo Santos (2012), transformar resíduos de madeira pó de serra em concreto e material de enchimento das pré-lajes para construção civil foi o objetivo de um engenheiro, Flávio Pedrosa Dantas Filho, quando iniciou uma pesquisa de

mestrado na Faculdade de Engenharia Civil. Muitos dos resíduos são considerados “indesejáveis”, ficando geralmente amontoados em pátios onde são queimados ou jogados em rios.

A geração deste tipo de resíduo não é pequena de acordo com algumas pesquisas foi estimado que uma serraria de porte médio destinada a produzir 2 mil metros cúbicos de madeira serrada por mês, poderia gerar 78 toneladas de serragem. Ao todo, as serrarias do país gerariam em torno de 620 mil toneladas de serragem por ano. “Os problemas causados para o meio ambiente são inúmeros, um dos principais fatores é a queima que polui o ambiente, gerando gás carbônico”, conforme Dantas Filho. A outra porcentagem é descartada no meio ambiente, provocando poluição do solo e água (SANTOS, 2012).

A partir dos resultados obtidos no estudo de Dantas Filho, o pó de serra utilizado como agregado miúdo em substituição parcial ou total ao agregado miúdo mineral possibilita a redução significativa da areia na produção de blocos de concreto para vedação e/ou elementos de enchimento de pré-lajes, comportando-se como um material mais leve e termo isolante, em função da baixa condutividade térmica. Algumas pesquisas mostram que o material é 3,5 vezes mais isolante térmico que o concreto convencional. Outro benefício da substituição da areia pelo resíduo (pó de serra) é a acústica dos ambientes. Pesquisadores do Departamento de Arquitetura e Construção mostram que a adição do pó de serra na composição do traço de materiais de acabamento melhora a absorção sonora desses materiais. Os ensaios mostraram que a absorção acústica proporcionada por este material foi muito superior aos dos revestimentos convencionais (alvenaria lisa e cortiça, entre outros) (SANTOS, 2012).

### ***Processo de fabricação do concreto***

Segundo Mehta e Monteiro (2008), existem três razões que tornam o concreto essencial na engenharia. A primeira é a propriedade de resistência do concreto à água que, diferentemente de materiais como madeira e aço, não possui grave deterioração quando em contato com a mesma. A segunda razão são as diferentes formas com que o concreto pode ser trabalhado. O concreto fresco possui resistência plástica, favorecendo a sua entrada em moldes de variados tamanhos. Após algumas horas, o concreto endurece e é possível retirar suas fôrmas, pois ele torna-se uma massa consistente. A terceira razão para o uso do concreto é o baixo custo e a rapidez com que ele é disponível na obra. Essa razão explica-se pelo fato de os

materiais que o constituem agregado, água e Cimento Portland, possuem preços baixos e estarem disponíveis em qualquer local do mundo.

Os principais componentes empregados na fabricação de blocos de concreto são: pó de brita, areia, cimento e água. Sendo que, em alguns casos são utilizados redutores de água. O processo de fabricação de blocos de concreto consiste em: proporcionalmente, mistura úmida e “farofada” dos materiais, moldagem do material, vibração, prensagem e cura (BARBOSA, 2004).

O Cimento Portland, ao ser misturado com a água, forma uma mistura fluida, que depende da quantidade de água adicionada. Para fazer o concreto de Cimento Portland, é necessário conter essencialmente cimento, água e agregados, além de ser possível a adição de fibras, pigmentos e aditivos. A proporção desses materiais na mistura é buscada pela tecnologia do concreto, com intuito de adquirir propriedades mecânicas, durabilidade e trabalhabilidade (ISAIA, 2007).

O concreto tem como principal característica a resistência à compressão simples. A variação de índices de resistência se dá, principalmente, pela relação água/cimento ( $a/c$ ), sendo que, quanto maior a quantidade de cimento, maior será a resistência do concreto (RECENA, 2002).

### ***Etapas constituintes***

O procedimento consistiu-se em três etapas.

1. Consistiu em coletar o material (areia, brita, cimento e pó de serra).
2. Foi feita a moldagem dos corpos de prova, com um traço denominado referência (sem adição de pó de serra) e outros três com adições de 0% (bloco referência), 12,50%, 22,22% e 30% de pó de serra.
3. Na terceira etapa realizou-se o rompimento dos corpos de prova de concreto, para verificação da resistência à compressão conforme a NBR-5739 (ABNT, 1994). As idades dos rompimentos foram de 7 dias. Esta etapa tem por objetivo verificar qual porcentagem de pó de serra obteve o maior aumento na resistência à compressão e verificar o comportamento dos demais.

### **Procedimentos metodológicos**

Foi inicialmente planejado um programa experimental para comparar o desempenho de quatro dosagens de corpo de prova de concreto adicionando a serragem. Um com traço simples (traço padrão sem adição de pó de serra), uma

adição de 12,50% de serragem, outra adição de 22,22% de serragem e outra com 30% de serragem.

Este experimento visa verificar a influência da serragem nas propriedades: resistência à compressão, e avaliar as vantagens da utilização da serragem, mantendo-se os mesmo materiais e a mesma trabalhabilidade.

O procedimento de moldagem dos corpos de prova foi realizado no Laboratório de Materiais do Centro Universitário Barriga Verde, e os testes de resistência à compressão foram realizados em uma Concreteira da região, sendo que todos os corpos de prova e ensaios realizados de acordo com as Normas vigentes.

## **Materiais**

Os materiais utilizados na fabricação dos corpos de prova cilíndricos foram o pó de serra (serragem de madeira), o cimento Portland (CP IV) os agregados miúdos e graúdos e água.

### ***Materiais para fabricação do corpo de prova***

#### *Cimento*

O cimento utilizado na pesquisa foi do tipo Portland CP-IV (Cimento Portland Pozolânico), produzido pela indústria Votorantim.

De acordo com o fabricante, o produto cumpre as exigências da NBR 5736 (ABNT 1991) e é indicado em obras expostas à ação de água corrente e ambientes agressivos. O concreto feito com este produto se torna mais impermeável, mais durável, apresentando resistência mecânica à compressão superior à do concreto feito com Cimento Portland Comum, a idades avançadas (Associação Brasileira de Cimento Portland).

Com especificação de mais características, conforme a tabela da NBR 5736/1991, a seguir:

**Tabela 01** – Características do Cimento CP-IV.

<b>Cimento CP- IV</b>	
<b>Componentes</b>	
<b>Sigla</b>	CP IV
<b>Classe</b>	25 e 32
<b>Tipo</b>	IV
<b>Clínquer + sulfato de Cálcio</b>	85-45
<b>Material Pozolânico</b>	15-50
<b>Material Carbonático</b>	0-5

Fonte: NBR 5736/1991. Adaptado pelos Autores, 2017.

**Tabela 02** – Exigências físicas e mecânicas.

<b>Exigências físicas e mecânicas</b>		
<b>Resistência à compressão (Mpa)</b>	1 dia	-
	3 dias	≥ 20,4
	7 dias	≥ 26

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland. Adaptado pelos Autores, 2017.

### *Areia Média*

No traço realizado para a verificação da resistência à compressão do concreto com adição de pó de serra foi utilizada a areia média, produzida e distribuída por Caulino Comércio de Areias.

**Figura 01** – Agregado miúdo utilizado no traço.



Fonte: Autores, 2017.

### *Brita*

Como agregado graúdo, pedrisco, que segundo a NBR-7225 (ABNT, 1993), tem sua delimitação através da abertura de peneiras quadradas com tamanho

mínimo de 4,8mm e tamanho máximo de 12,5mm, de procedência pela Empresa Librelato Britas e Terraplanagem.

**Figura 02** – Agregado graúdo utilizado no traço.



Fonte: Autores, 2017.

### *Água*

A água utilizada tanto para a realização da moldagem quanto cura dos corpos de prova foi utilizada do Laboratório de Materiais da Universidade (UNIBAVE).

### *Serragem*

A serragem é de eucalipto e foi obtida em uma madeireira da região e cedida por uma Concreteira também da região, que a beneficiou gerando estes resíduos.

**Figura 03** - Agregado miúdo utilizado no traço, serragem.



Fonte: Autores, 2017.

### **Determinação dos traços estudados**

Os traços definidos para execução deste estudo experimental estão apresentados na tabela 03.

**Tabela 03 – Traço do concreto**

Corpo de prova	Aglomerante		Agregado Miúdo				Agregado Graúdo	
	Cimento		Areia		Serragem		Brita	
	Traço	%	Traço	%	Traço	%	Traço	%
1	2	28,57	3	42,86	0	0,00	2	28,57
2	2	25,00	3	37,50	1	12,50	2	25,00
3	2	22,22	3	33,33	2	22,22	2	22,22
4	2	20,00	3	30,00	3	30,00	2	20,00

Fonte: Autores, 2017.

### **Métodos**

Com as quantidades de matérias previamente definidas para cada traço, foi dado início a produção do concreto.

Para o experimento foram utilizados moldes de corpos de prova do tamanho de 10x20 cm, conforme a figura 04.

**Figura 4 – Molde para corpo de prova**



Fonte: Autores, 2017.

Na execução das misturas, obedeceu-se a seguinte sequência: cimento, areia, brita, pó de serra, água, conforme figura 05. A mistura foi efetuada de forma a se adquirir um concreto homogêneo. Logo depois o material foi colocado nos moldes, esperado 24h (vinte e quatro horas) para endurecer, desmoldado e aguardado 7 (sete) dias para a cura do concreto e então feito rompimento do corpo de prova.

Conforme prevê a NBR 5738/1994:

“Os corpos-de-prova devem permanecer nas formas, nas condições de cura inicial conforme 4.7, durante o tempo a seguir definido, desde que as condições de endurecimento do concreto permitam a desforma sem causar danos ao corpo-de-prova:”

- a) 24 h, para corpos-de-prova cilíndricos;
- b) 48 h, para corpos-de-prova prismáticos; (ABNT, 1994)

**Figura 05** – Materiais utilizados para a formação do concreto.



Fonte: Autores, 2017.

### ***Moldagem dos corpos de prova***

Para o controle das resistências, foram moldados corpos de prova conforme a NBR 5738/1994.

É necessário de 7 a 28 dias para a cura desses corpos de prova, para assim então iniciar os ensaios. Depois de desmoldar, os corpos de prova foram mantidos no mesmo local e expostos às mesmas condições climáticas das plaquetas de concreto pré-moldado até serem enviados ao laboratório para os ensaios, conforme as condições solicitadas pela NBR 5738 (ABNT, 1994).

As figuras 06, 07, 08 e 09, são os corpos de prova após serem retirados dos moldes.

**Figura 6** – Corpo de prova (concreto sem adição de serragem)



Fonte: Autores, 2017

**Figura 7** – Corpo de prova (com adição de 12,50%).



Fonte: Autores, 2017

**Figura 8**- Corpo de prova (com adição de 22,2%)



Fonte: Autores, 2017.

**Figura 9**- Corpo de prova (com adição de 30%)



Fonte: Autores, 2017.

## Ensaio

Para a obtenção dos resultados deste estudo, os diferentes tipos de traços de concreto foram avaliados através de ensaios destrutivos dos corpos de prova para a obtenção da resistência a compressão simples.

### **Ensaio de compressão**

A resistência à compressão dos corpos de prova foi determinada segundo as recomendações da NBR 7215/1996.

Assim, foram feitos 1 (um) corpo de prova de cada traço e, quando estes atingiram os 7 dias, foram levados aos ensaios de compressão.

Para o ensaio foi utilizado a Prensa Hidráulica Manual 100 T Digital I-300-C Marca Contenco, conforme mostra a figura 10, disponibilizando os resultados em Tf sendo, posteriormente, transformados em Mpa.

**Figura 10** – PRENSA HIDRÁULICA MANUAL 100 T DIGITAL I - 3001-C – Marca Contenco



Fonte: Autores, 2017.

## Resultados e discussão

As tabelas 4, 5, 6 e 7, mostram os resultados obtidos em todos os traços.

**Tabela 4** – Resistência à compressão do traço sem adição de serragem.

Corpo de prova	Comprimento	Diâmetro	Carga	Área Bruta	Resistência	Idade
Nº	cm	cm	Tf	cm <sup>2</sup>	Mpa	Dias
1	20	10	9,16	78,5	11,66	7

Fonte: Autores, 2017.

**Tabela 5** – Resistência à compressão do traço com adição de 12,50% de serragem.

Corpo de prova	Comprimento	Diâmetro	Carga	Área Bruta	Resistência	Idade
Nº	cm	cm	Tf	cm <sup>2</sup>	Mpa	Dias
2	20	10	11,92	78,5	15,17	7

Fonte: Autores, 2017.

**Tabela 6** – Resistência a compressão do traço com adição de 22,22% de serragem.

Corpo de prova	Comprimento	Diâmetro	Carga	Área Bruta	Resistência	Idade
Nº	cm	cm	Tf	cm <sup>2</sup>	Mpa	Dias
3	20	10	12,45	78,5	15,85	7

Fonte: Autores, 2017.

**Tabela 7** – Resistência à compressão do traço com adição de 30% de serragem.

Corpo de prova	Comprimento	Diâmetro	Carga	Área Bruta	Resistência	Idade
Nº	cm	cm	Tf	cm <sup>2</sup>	Mpa	Dias
4	20	10	13,24	78,5	16,86	7

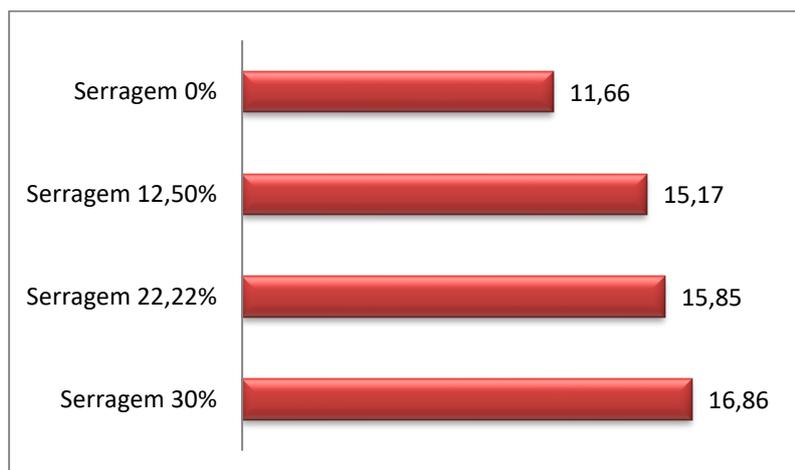
Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

O valor da resistência à compressão para cada corpo de prova é obtido dividindo-se a carga máxima, pela área bruta dos corpos de prova, expressa em Mpa (megapascals).

Com o resultado do trabalho experimental, foram avaliadas as resistências simples de compressão dos corpos de prova executados.

O corpo de prova sem a serragem apresentou aos 7 dias, uma resistência média a compressão de 11,66 Mpa. No traço de 12,50%, 15,17 Mpa, já o traço de 22,22%, 15,85 Mpa, e o traço de 30%, 16,86 Mpa. Com base nesses resultados foram realizadas análises e obteve-se o gráfico 01.

**Gráfico 1** – Resistência à compressão em função do traço.



Fonte: Autores, 2017.

Com o estudo realizado foi visto que com a cura de 7 (sete) dias, o corpo de prova com o maior percentual de serragem, teve o maior limite de resistência à compressão, sendo assim o experimento obteve resultado satisfatório com o rompimento em 7 dias.

Porém devemos frisar que, os resultados poderiam ser diferentes caso o rompimento fosse com mais dias de cura.

### Considerações finais

Este artigo constituiu em um estudo experimental a fim de se obter informações sobre a influência da serragem na resistência do concreto.

Para obter um melhor conhecimento sobre o tema, foi realizado previamente, um levantamento bibliográfico, assim, buscou-se responder as questões do respectivo estudo, sobre quais características do concreto são influenciadas pela ação da serragem, e o impacto que esta influência pode ter na Construção Civil.

Segundo os resultados obtidos, pode-se concluir que o concreto com adição de 30% de serragem apresenta maior resultado de resistência à compressão, comparado com os concretos sem adições, com 12,5% de adições e 22,22% de adições.

Como possibilidade de estudos futuros deste artigo sugere-se, verificação do comportamento químico dos agregados e pó de serra no concreto, viabilidade da utilização do concreto com serragem em alvenarias e fins estruturais na construção civil, fazer mais testes de compressão em 14 dias, 21 dias e 28 dias, para avaliar o comportamento dos materiais agregados e a sua resistência.

## Referências

- \_\_\_\_\_. **NBR 5736**. Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5738**. Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5739**. Ensaio de compressão de corpo-de-prova cilíndrico. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7215**. Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7225**. Materiais de pedra e agregados naturais. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ARRUDA, Paulo de. Pedro, et. al. **Utilização de resíduos de madeira como elemento construtivo**. XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 29 a 31 Outubro 2012 - Juiz de Fora.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Cimento Portland. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p.
- BARBOSA, C. S. **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos (USP), São Carlos-SP 2004.
- CARMO, Raquel Santos. **Serragem substitui materiais da construção civil**, [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/dezembro2004/ju275pag8a.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/dezembro2004/ju275pag8a.html)>. Acesso em: 13 jun. 2017.
- CIMENTO Portland CP IV (com pozolana – NBR 5736). [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/perguntas-frequentes/cimento-portland-cp-iv-com-pozolana-nbr-5736/>>. Acesso em 13 jun. 2017.
- DELATORRE, Micheli. **Contribuição ao estudo de utilização de pó de serra de madeira em blocos de concreto sem função estrutural**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó (UNOCHAPECÓ), Chapecó-SC, 2006.
- GESTÃO de Estruturas Racionalizadas de Concreto. [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/165/anexo/concreto1.pdf>>. Acesso em 13 jun. 2017.
- ISAIA, Geraldo C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. 2v. 1712 p.

MARCON, Manuela Garcia. SILVA, Murilo Barreto. **Substituição parcial do agregado miúdo artificial por casca de arroz na fabricação de blocos de concreto**. 2014. 49p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Tubarão-SC. 2014.

MEHTA, P. K. **A unique supplementay cement material proceedings of the international symposium on advances in concrete technology**. Athens, Greece, 1992, p. 407-403

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 2008.

RECENA, Fernando A. Piazza; SERRA, Geraldo G. **Dosagem empírica e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. Porto Alegre: EdiPucrs, 2002. 166 p.

SANTOS, S. **Estudo de viabilidade de utilização da cinza de casca de arroz residual em argamassas e concretos**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

SILVA, Natassia Bratti. **Estudo da adição de cinza de casca de arroz em peças de concreto para pavimentação intertravada**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina (UNESC), Criciúma-SC, 2015.

TIPOS de cimentos – Características e especificações. [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-cimentos/#cpIV>>. Acesso em 13 jun. 2017.

## ESTUDO DE GESTÃO DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA PAVIMENTADORA

**Mariane Mazon<sup>1</sup>; Daniel Magagnin<sup>1</sup>; Leonardo Inácio Bristot<sup>2</sup>; Júlio Preve Machado<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. magagnind@gmail.com

<sup>1</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. juliopreve@hotmail.com

<sup>1</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. marianemazon@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Civil. Construtora Fontana.

**Resumo:** Atualmente o maior problema gerado nas empresas de construção civil é a falta de gestão em seus processos. Criar uma gestão de processos dentro de uma empresa é de suma importância para se obter sucesso em um planejamento, evitando assim perda de custos, atrasos de obra, entre outros aspectos negativos. A presente pesquisa teve como objetivo criar um fluxograma para gerenciar os processos dentro da empresa em estudo, a fim de padronizar as atividades, buscando solucionar os problemas identificados. Os métodos para a realização da pesquisa se deram por meio de revisões bibliográficas e um questionário desenvolvido com os setores: financeiro, contábil, de gestão de recursos humanos e aquisições. Com base nas respostas obtidas, foi possível criar um fluxograma para gerenciar os processos da empresa em estudo, a fim de evitar que os problemas apresentados permaneçam.

**Palavras-chave:** Gestão de processos. Planejamento. Pavimentação.

### Introdução:

Com o crescente aumento da demanda das organizações, por criarem atividades que acompanhassem o crescimento interno e externo de empresas ao longo dos anos, começou-se a aprofundar sobre estudos em gestão de processos (PAIM et al., 2009).

A gestão de processos é considerada uma maneira estratégica de criar ferramentas importantes para o desenvolvimento de habilidades a profissionais para administrar atividades, atingir objetivos organizacionais e desenvolver planejamentos (GRAY; LARSON, 2009).

Há anos as empresas de construção civil vêm sofrendo com os problemas gerados pela falta do planejamento em obras e, também, se agravando, como custos inesperados no decorrer da obra e na finalização, atrasos no prazo de entrega de contrato, perdas de produtividade, entre outros fatores. O planejamento da obra envolve processos que vão desde o orçamento até a gestão de pessoas. Planejar é ter toda uma programação a ser seguida com seu tempo estimado a cada ação,

acompanhando todo o andamento da obra, tendo o tempo suficiente para resolver problemas que podem aparecer no decorrer dela (MATTOS, 2010).

A origem desta deficiência nas empresas é gerada pela recusa da empresa em visualizar que seus fracassos e seus maus resultados estão ligados à falta de planejamento, resultando em improviso, o que acaba gerando perdas e obras mal sucedidas.

Para que uma empresa cresça e obtenha sucesso é necessário um planejamento bem elaborado, prevendo orçamento até a finalização da obra, os custos decorrentes, o tempo previsto de execução, a produtividade que deve ser gerada a cada estimativa de tempo.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral criar um modelo padrão de fluxograma de processos para a gestão de uma empresa de pavimentação. Os objetivos específicos consistem em levantar informações que identifiquem problemas de gestão vividos pela empresa em estudo, listar as atividades que possam servir de padrão para o fluxograma a ser desenvolvido e definir as sequências das atividades do fluxograma, necessárias para a gestão de processos da empresa em estudo.

### **Procedimentos Metodológicos**

A referente pesquisa terá uma abordagem qualitativa, pois a coleta de informações foi feita na empresa em estudo. Obtiveram-se informações aprofundadas do estudo criando assim novos meios de se ter sucesso nos empreendimentos.

Quanto à natureza da pesquisa, será aplicada, pois foi feito o estudo prático para o desenvolvimento de métodos para solucionar os problemas ligados à falta de planejamento. Terá como objetivo resolver problemas específicos, aplicando métodos que resultaram em um produto diretamente aplicável (OTANI; FIALHO, 2011).

Os objetivos da pesquisa são explicativos. Foram identificados problemas gerados pela falta de planejamento da empresa em estudo, bem como os fatores que atribuem esses problemas. Propõe-se identificar os fatores que colaboram para a ocorrência dos fenômenos, aprofundando o conhecimento da realidade das razões que levam a ocorrer às coisas (PEREIRA, 2012).

Os procedimentos adotados são o estudo de caso, sendo elaborados estudos aprofundados na empresa em estudo, levantamento de dados bibliográficos e estudos práticos para a criação da gestão processos, obtendo um conhecimento amplo do conteúdo. Quando se tem um estudo exaustivo e aprofundado no conteúdo referido

de maneira a se obter detalhados e amplos conhecimentos, tem-se o estudo de caso (PEREIRA, 2012).

A empresa em estudo trabalha no ramo de pavimentação asfáltica, localizada no município de Orleans, SC. Atua no ramo há quatro anos. O estudo feito na empresa resultou nos problemas encontrados pela falta de uma gestão de processos.

A análise dos dados foi feita por meio de estudos bibliográficos e práticos, através do desenvolvimento de um questionário a ser respondido pelos principais setores da empresa em estudo.

O questionário desenvolvido para essa pesquisa foi respondido pelos setores financeiro, contábil, de gestão de recursos humanos e aquisições. As perguntas foram as seguintes:

- 1) Para o desenvolvimento das atividades da sua área, quais informações são necessárias?
- 2) Em sua opinião quais informações são necessárias conter no processo de planejamento para se ter uma previsão de custos?
- 3) Em sua opinião um processo a ser seguido traria benefícios para a empresa?
- 4) Quais os problemas e consequências que já foram causados pela falta de uma gestão de processos?

## **Resultados e Discussão**

As respostas do questionário respondidos pelos representantes dos setores foram as seguintes:

### **Setor financeiro**

- 1) Seria necessário ter uma previsão de custos necessários para a execução da obra por unidade de tempo estimado de execução. Se a empresa tem compromisso com pagamento de boletos em prazos de vencimentos específicos, ela precisa de uma programação de desembolso para evitar surpresas na data do vencimento.
- 2) É necessário conter detalhadamente os custos com cada etapa da obra, desde equipamentos, mão de obra, materiais, entre outros.
- 3) No setor financeiro, o planejamento trará grande benefício, pois está muito envolvido com o fluxo de caixa, uma vez que por meio do planejamento pode-se definir qual período será despendido um maior esforço financeiro para conclusão da obra e,

também, possibilita definição e flexibilização melhores da negociação no que diz respeito a recebimentos.

4) O problema gerado pela falta de gestão no setor financeiro seria as dificuldades em planejar um fluxo de caixa, podendo assim ocorrer falhas como o gasto excessivo inesperado com a obra e atrasos de pagamento, implicando o pagamento de multas e taxas, que também representam custos inesperados.

### **Setor contábil**

1) O departamento contábil tem uma grande necessidade em se ter um modelo de processos, para que possam ser previstas as produtividades mensais de cada obra e os custos dela, pois por meio da produtividade mensal é que são verificados os resultados nos períodos analisados.

2) A previsão de custos é de suma importância, durante o processo, pois deseja conhecer e planejar, com observação da possibilidade das variações por intempéries. O tempo necessário para a conclusão de cada serviço, a quantidade de pessoal, equipamentos necessários para cada atividade, além da quantidade de material que será necessário. Com estas informações será possível realizar uma previsão adequada de custos, podendo assim se ter uma avaliação entre orçamento e planejamento.

3) No setor de controladoria por meio de um planejamento de execução da obra, pode-se definir um percentual de produtividade, transformando este percentual em valores monetários e compará-lo, ao final do período, com o realizado.

4) No que diz respeito à contabilidade e controladora, utilizam-se anualmente as metas de produtividade geral, produtividade por funcionário e por equipe de trabalho, além de faturamento, redução de custos e vários índices. Com a falta de planejamento, a empresa tem grande dificuldade em realizar estas atividades.

### **Setor de recursos humanos**

1) No departamento de pessoal são necessárias as informações de projeto e andamento de cada atividade para auxiliar na previsão de contratações.

2) Se ter uma previsão de custos é necessário para todos os setores, no departamento pessoal é necessário previsões para definir salário de funcionários e gratificações.

3) Ter uma gestão dentro da empresa traria grande benefício para se definir a necessidade real de contratações e em que momento elas deverão ser realizadas.

4) A falta de gestão de processos já ocasionou diversas situações de atrasos de obras, a indefinição de locação do pessoal e das equipes responsáveis por cada atividade, conseqüentemente, havendo um desencaixe no fluxo das demais obras, gerando prejuízos à empresa.

### **Setor de aquisições**

- 1) As informações necessárias têm relação com a apresentação de um quantitativo dos insumos necessários para a obra. Assim, seria possível programar a compra dos insumos com tempo adequado para negociações com qualidade.
- 2) É importante se ter a especificação dos materiais que serão utilizados na obra.
- 3) Uma gestão de processos traria grande benefício como uma previsão antecipada de equipamentos e materiais necessários para a execução da obra.
- 4) Os problemas gerados pela falta de gestão de processos é a falta de comunicação entre o pessoal, ocasionando assim atraso de compras e entregas de material, além de negociações mal sucedidas, implicando o consumo de materiais com preços excessivos e de baixa qualidade.

### **Fluxograma**

De acordo com as informações obtidas dos setores questionados, foi possível obter informações que revelam os problemas atuais existentes na empresa em estudo como:

- Falta de comunicação entre os setores;
- Dificuldades na definição de equipes para cada obra;
- Dificuldades contábeis relacionadas a operação de gratificações por produtividade;
- Atrasos no pagamento dos funcionários e descontrole de custos.

Com base nos problemas listados, foram listadas as atividades e suas seqüências, essenciais para o gerenciamento dos processos existentes na empresa em estudo. A Figura 1 apresenta a listagem e as seqüências das atividades do fluxograma.

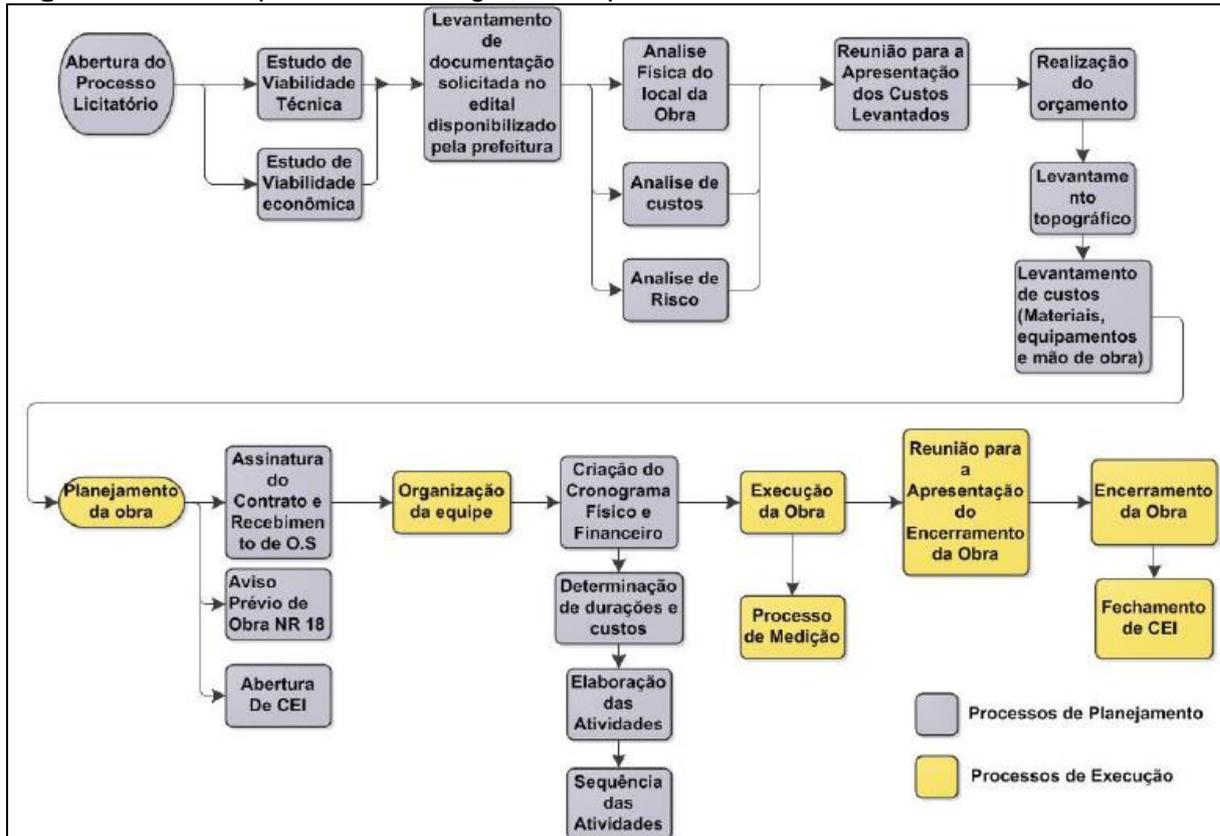
**Figura 1 – Listagem e sequências das atividades do fluxograma**

Listagem das atividades do fluxograma	Sequências (Atividades Predecessoras)
Abertura do processo licitatório	-
Estudo de viabilidade técnica	Abertura do processo licitatório
Estudo de viabilidade econômica	Abertura do processo licitatório
Levantamento da documentação solicitada no edital disponibilizado pela prefeitura	Estudo de viabilidade técnica; Estudo de viabilidade econômica.
Análise física do local da obra	Levantamento da documentação solicitada no edital disponibilizado pela prefeitura
Análise de custos	Levantamento da documentação solicitada no edital disponibilizado pela prefeitura
Análise de riscos	Levantamento da documentação solicitada no edital disponibilizado pela prefeitura
Reunião para a apresentação dos custos levantados	Análise física do local da obra; Análise de custos; Análise de riscos.
Realização do orçamento	Reunião para a apresentação dos custos levantados
Levantamento topográfico	Realização do orçamento
Levantamento de custos (Materiais, equipamentos e mão-de-obra)	Levantamento topográfico
Planejamento da obra	Levantamento de custos (Materiais, equipamentos e mão-de-obra)
Assinatura do contrato e recebimento da O.S.	Planejamento da obra
Aviso prévio da obra (NR 18)	Planejamento da obra
Abertura da CEI	Planejamento da obra
Organização da equipe	Assinatura do contrato e recebimento da O.S.; Aviso prévio da obra (NR 18); Abertura da CEI.
Criação do cronograma físico e financeiro	Organização da equipe
Determinação de durações e custos	Criação do cronograma físico e financeiro
Elaboração das atividades	Determinação de durações e custos
Sequência das atividades	Elaboração das atividades
Execução da obra	Criação do cronograma físico e financeiro
Processo de medição	Execução da obra
Reunião para apresentação do encerramento da obra	Execução da obra
Encerramento da obra	Reunião para apresentação do encerramento da obra
Fechamento da CEI	Encerramento da obra

Fonte: Dos autores (2017).

A partir das atividades e sequências listadas na Figura 1, o fluxograma foi construído, conforme a Figura 2.

**Figura 2 - Modelo padronizado de gestão de processos**



Fonte: Dos autores (2017).

O modelo desenvolvido pode ser implantado na empresa em estudo, seguindo a sequência padronizada de atividades que serão necessárias para haver um planejamento de início ao fim de cada obra, anulando os problemas hoje enfrentados nos mais diversos setores.

### Considerações Finais

De acordo com a pesquisa apresentada, foi possível identificar problemas existentes nos setores financeiro, contábil, de recursos humanos e de aquisições. A partir dessas informações, foi possível listar as atividades e suas sequências, essenciais para que se possa padronizar procedimentos na forma de um fluxograma. Esse fluxograma servirá como solução para ajudar a empresa a gerenciar seus processos, evitando a existência de problemas relacionados a:

- Gastos excessivos inesperados com as obras e atrasos de pagamento;
- Dificuldade na realização das atividades de controle de metas de produtividade, custos e faturamento;

- Atrasos nas obras por falhas na locação e obtenção de equipes e negociações mal sucedidas;
- Atrasos nos materiais e equipamentos a serem consumidos nas obras.

De acordo com o fluxograma produzido, percebe-se a existência de uma série de etapas de planejamento e execução, que precisam ser seguidas e formalizadas para que o sucesso dos empreendimentos da empresa em termos de prazos, custos e qualidade possam ser obtidos.

Com a padronização e formalização das atividades, a comunicação interna pode ser melhorada, facilitando o acesso de informações aos setores envolvidos, contribuindo para melhores tomadas de decisão.

O estudo apresentado poderá servir de referência para futuras pesquisas na área de planejamento de obras em pavimentação, além de modelo para a criação de novos fluxogramas para outras empresas do setor de pavimentações.

O modelo de fluxograma desenvolvido nesta pesquisa, está baseado em conceitos teóricos relacionados a gestão de processos e na necessidade por suprimento de problemas gerenciais atuais levantados na empresa. Como limitação de pesquisa, pode-se dizer que o mesmo não foi implementado na empresa para a avaliação de sua eficácia.

Como sugestões para futuras pesquisas, pode-se estudar a viabilidade técnica e econômica na implantação de outras ferramentas de gestão para a empresa em estudo e outras empresas do setor como o sistema ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.

## Referências

ADIZES, Ichak. **Os ciclos de vida das organizações: como e por que as empresas crescem e morrem e o que fazer a respeito**. São Paulo: Pioneira, 1990.

GRAY, Clifford F.; LARSON Ws. **Gerenciamento de Projetos: o processo gerencial**. 4ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.

HELDMAN, Kim. **Gerência de projetos: guia para exame oficial de PMI**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2010.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesus. **Gerenciamento de projetos: teoria e prática**. Santo André: ed. do autor, 2009.

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **TCC Métodos e Técnicas**. 2 ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.36p.

PAIM, Rafael; CARDOSO, Vinícius; CAULLIRAUX, Heitor; CLEMENTE, Rafael. **Gestão de Processos: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PMI (2014) **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5ª Ed. Project Management Institute, 2014.

SÁ, Graciano. Métodos “PERT” E “CPM”: problemas e aplicações. **Administração de Empresas**, São Paulo, v. 5, n. 16, p.70-93, set. 1965.

SOTILLE, Mauro Afonso; MENEZES, Luís César de Moura; XAVIER, Luiz Fernando da Silva; PEREIRA, Mário Luís Sampaio. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo Diferenciais Competitivos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

WLASTERMILER, De Senço. Generalidades. In\_\_\_\_. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 2 ed. São Paulo: Pini, 2007. p. 3-29.

## ESTUDO DE MERCADO DA CRIAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS COM INFORMAÇÕES SOBRE A SAÚDE DE CÃES E GATOS

**Ana Elise Chuch<sup>1</sup>; Bruna Destro Jung<sup>1</sup>; Daniela Simiano<sup>1</sup>; Micaella Borgert  
Miguel<sup>1</sup>; Josué Alberton<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NUTEC - Engenharia de Produção. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
anaelisechuch@hotmail.com

**Resumo:** O cenário atual para serviços destinados a animais de estimação tem crescido consideravelmente nos últimos anos. O objetivo do trabalho é apresentar uma pesquisa de mercado para o desenvolvimento de uma plataforma virtual de dados contendo informações de saúde e bem-estar de cães e gatos. Os dados da pesquisa de mercado foram coletados em questionários via plataforma digital e aplicados pessoalmente. Os resultados obtidos mostraram que 85% da amostragem entrevistada tem interesse em utilizar uma plataforma virtual de informações para a saúde e bem-estar de cães e gatos. Dos entrevistados, 50% pagaria uma taxa de no máximo R\$ 20,00 pelo serviço. O estudo também mostrou que o adestramento, alimentação, plantão veterinário e o lazer do PET podem ser oportunidades de negócio para o mercado.

**Palavras-chave:** Animais de pequeno porte. Plataforma digital. Saúde animal.

### **Introdução:**

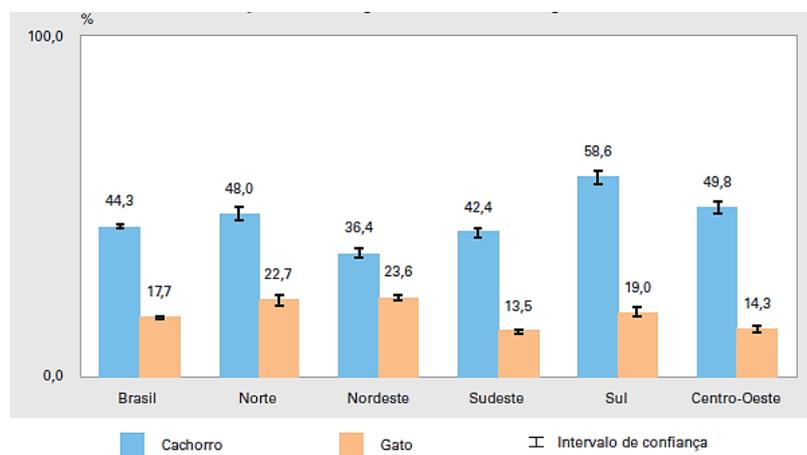
No mercado atual, o desenvolvimento de novos produtos e serviços é crucial para a sobrevivência das empresas, independente do seu tamanho. Hoje, as novas exigências e necessidades do mercado consumidor e as inovações tecnológicas fazem com que o mercado seja muito mais dinâmico do que há 20 anos, e é nesse cenário de várias necessidades que os mais diversos segmentos de indústrias se desenvolvem (SILVEIRA, 2010).

O entendimento do mercado pode trazer uma vantagem competitiva para diferenciar e destacar uma empresa sobre as demais no desenvolvimento de novos produtos e serviços. Entende-se por mercado todos os seguimentos que participam e influenciam o relacionamento comercial: os consumidores, os concorrentes e os fornecedores. O conhecimento do mercado pode ser vantajoso se obtido nas fases iniciais do desenvolvimento de um novo produto ou serviço. Este conhecimento, em geral, é obtido por meio de pesquisas de mercado qualitativas ou quantitativas. As informações e dados provenientes destas pesquisas são essenciais para o sucesso

do produto e também auxiliam na busca pela eficácia das atividades das fases iniciais do desenvolvimento do produto ou serviço (MALHOTRA, 2001; BUSS, 2008).

Um exemplo de serviço que tem apresentado crescimento nos últimos anos é o prestado na linha PET. Segundo o IBGE (2013), 44,3% dos domicílios do país possuíam pelo menos um cachorro, o equivalente a 28,9 milhões de unidades domiciliares, sendo a região sul com maior proporção (58,6%). Em relação aos gatos, pelo menos 17,7% dos domicílios do país possuíam pelo menos um, o equivalente a 11,5 milhões de unidades domiciliares, desta vez norte e nordeste saíram na frente com (22,7% e 23,6%, respectivamente), conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Proporção de domicílios com cachorro e gato.



Fonte: IBGE (2013).

Pode-se perceber o grande número de população canina no país, sendo que na região sul eles estão em mais da metade dos lares. Os gatos estão em menor índice, talvez isso se deva ao fato de que uma cultura contra os gatos foi criada há muito tempo atrás, de que eram animais mais violentos e por esse motivo não deveriam viver na mesma casa que pessoas. Esta situação tende a mudar com o passar dos anos, visto que hoje, não somente gatos e cachorros são criados em domicílios, como também: porcos, cobras, pássaros, aranhas, entre outros animais de pequeno porte.

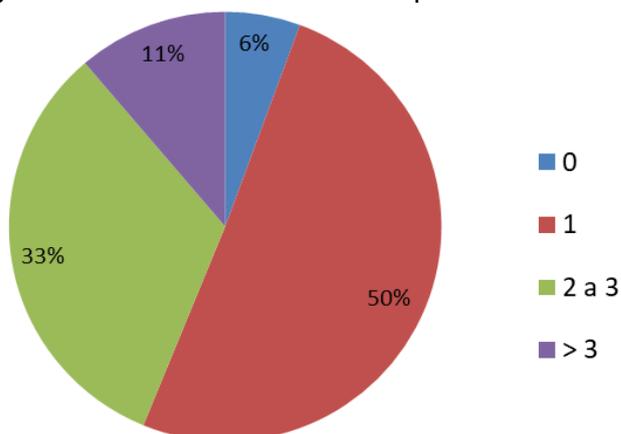
Considerando-se que, o conhecimento do mercado é fundamental para a criação de um novo serviço e que as informações sobre animais de pequeno porte são limitadas, o objetivo do trabalho foi apresentar uma pesquisa de mercado do



## Resultados e Discussão

O resultado da coleta dos dados mostrou que entre as pessoas entrevistadas, apenas 6% não tem nenhum animal de estimação, 44% tem 2 ou mais (Figuras 3); sendo que 71% dos animais citados são cães e 29% gatos.

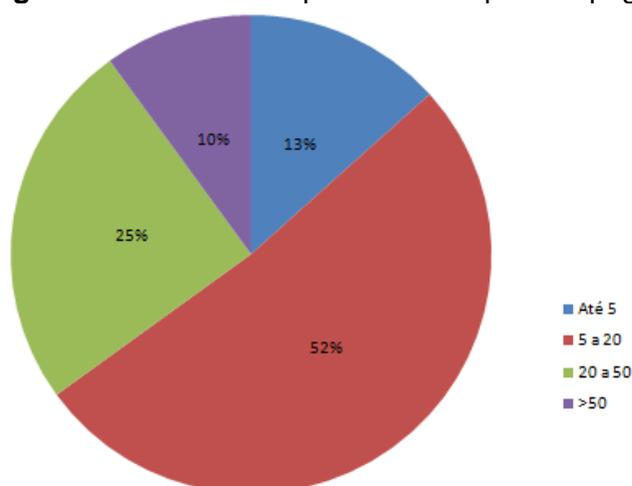
**Figura 3** - Quantidade de animais por entrevistado.



Fonte: Autores (2017).

Cerca de 85% dos entrevistados mostrou interesse em contratar os serviços de informações sobre a saúde de cães e gatos, porém aproximadamente 50% dos entrevistados relevou estar disposto a pagar uma taxa de no máximo R\$ 20,00 pela utilização do serviço, conforme mostra a Figura 4.

**Figura 4** - Valor médio que estaria disposto a pagar pelo serviço.

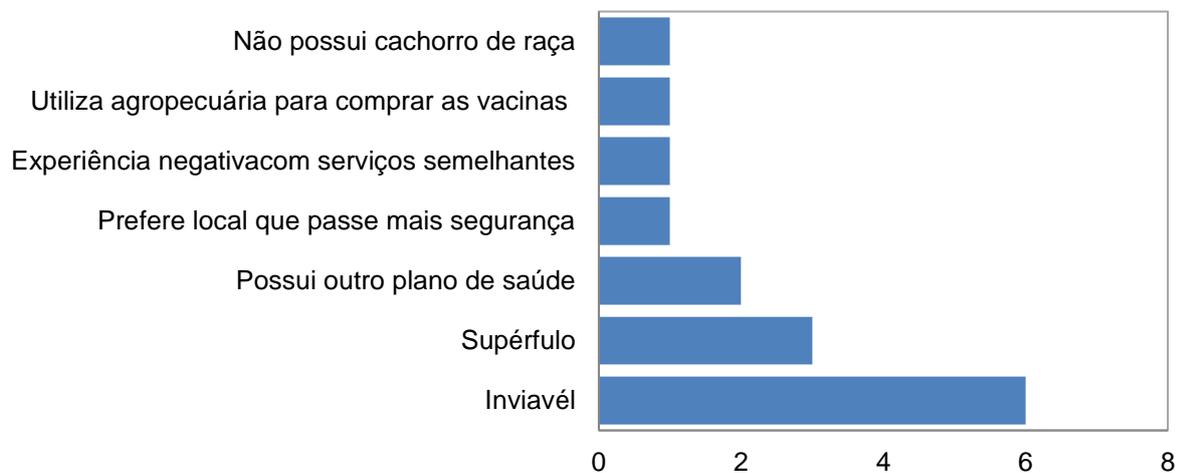


Fonte: Autores (2017).

O resultado do estudo de mercado mostrou que 85% dos entrevistados tem interesse em adquirir um plano de saúde para a linha PET, no entanto, 15% das

peças não contratariam esse serviço pelos motivos apresentados na Figura 5.

**Figura 5** - Motivos para não contratar um plano de saúde para o PET.



Fonte: Autores (2017).

Outra pergunta realizada na pesquisa foi se as pessoas entrevistadas teriam interesse em contratar outros serviços para linha PET. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 6.

**Figura 6** - Contratação de serviços para a linha PET.



Fonte: Autores (2017).

Os resultados do estudo de mercado mostraram uma aceitação positiva da amostragem entrevistada em relação ao desenvolvimento de uma plataforma virtual

de dados contendo informações de saúde e bem-estar de cães e gatos, plano de saúde e demais serviços para a linha PET como, por exemplo, alimentação e higiene.

### Considerações Finais

O cenário de negócios para animais de pequeno porte vem crescendo nos últimos anos, para tal conclusão, basta serem analisados os diversos ramos de estabelecimentos e lojas presentes em cidades de pequeno, médio e grande porte do Brasil.

Os resultados obtidos mostraram que a pesquisa foi realizada em 11 municípios do estado de Santa Catarina, onde os entrevistados têm interesse em utilizar o serviço de informações sobre a saúde de cães e gatos. Das pessoas entrevistadas, 94% possuem algum tipo de animal de estimação, onde 71% são cães. O serviço seria contratado por 85% dos entrevistados, no entanto, aproximadamente 50% relevou estar disposto a pagar uma taxa de no máximo R\$ 20,00.

De acordo com o estudo do mercado, além das informações de saúde para a linha PET, sugere-se que, sejam oferecidos adestramento, plantão veterinário, doações, entre outros serviços; apresentando um mercado com grande oportunidade de expansão.

### Referências

BUSS, C. A. **Modelo de sistematização e integração da inteligência de mercado ao FRONT-END do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese de Doutorado. PPGE. UFRGS. Porto Alegre, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saúde 2013: acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências** / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. – Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3 ed. Bookman, Porto Alegre, 2001.

SILVEIRA, M. M. **Estratégias de aplicação de análise estatística multivariada no desenvolvimento de novos produtos** – Porto Alegre/RS. 2010. 96 p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia de Produção na área de Sistemas de Qualidade) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2010.

## ESTUDO DE MERCADO DE UM DISPOSITIVO SONORO PARA SER ACOPLADO NO BICO DE CRIANÇAS

**Ana Paula Cipriano<sup>1</sup>; Elaine Oliveira Brizola Silva<sup>1</sup>; Lucas Rossi Fernandes<sup>1</sup>;  
Nathalia Policarpo<sup>1</sup>; Josué Alberton<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NUTEC - Engenharia de Produção. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
anapaulacipriano@hotmail.com

**Resumo:** Todas as decisões relacionadas a novos empreendimentos apresenta algum grau de incerteza, por este motivo, a pesquisa mercadológica é uma das ferramentas primordiais utilizadas no estudo das necessidades do mercado. O objetivo do trabalho é realizar o estudo do mercado de um de um dispositivo sonoro para ser acoplado no bico de crianças. Neste estudo foram aplicados formulários direcionados aos pais, educadores infantis e proprietários de estabelecimentos comerciais. A pesquisa foi aplicada a uma amostra de 200 pessoas nos municípios de Braço do Norte, Lauro Müller e Orleans. Os resultados mostraram que aproximadamente 100% dos pais, educadores infantis e donos de estabelecimentos indicariam o dispositivo sonoro para ser acoplado no bico das crianças.

**Palavras-chave:** Alarme. Bico infantil. Pesquisa de mercado.

### **Introdução:**

A pesquisa de mercado apresenta maior contribuição quando a análise dos dados estatísticos é realizada com objetividade e de forma imparcial. Nas grandes redes de negócios, a pesquisa tem sido um instrumento valioso para tomadas de decisões, solução de inúmeros problemas e alavancar resultados. De acordo com Alexander (2013, p. 9):

“Os resultados das pesquisas de mercado podem orientar o profissional a investir em alguma ação específica, modificar sua proposta original ou até mesmo desistir da iniciativa. Isso porque os estudos apresentam, com alto grau de clareza, o cenário em que a empresa irá atuar.”

O bico infantil é um objeto utilizado por crianças entre duas semanas após o nascimento até, aproximadamente, cinco anos de idade (SERTÓRIO; SILVA, 2005). O mercado de bico infantis é variado, incluindo marcas, tamanhos, tipos, formas, preços e materiais utilizados (COSTA et al., 2003).

O produto objeto do estudo de mercado trata-se de um dispositivo sonoro do tipo alarme para se acoplar no bico utilizado pela criança, sendo acionado por meio

de um controle. Ressalta-se que esta pesquisa de mercado fez parte de um projeto integrador, onde o desenvolvimento do produto foi proposto e elaborado pelos acadêmicos da 9ª fase, matriculados na disciplina engenharia do produto (2017-1) do curso de engenharia de produção do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE).

Considerando-se que diariamente pais e bebês têm problemas com a perda do bico infantil e o valor do produto pode variar entre R\$ 10,0 e R\$ 60,0, o presente trabalho teve como objetivo realizar o estudo do mercado de um dispositivo sonoro para ser acoplado no bico de crianças.

### Procedimentos Metodológicos

A abordagem utilizada no estudo foi quantitativa e aplicada, apresentando a opinião de uma amostra de pessoas em relação a um novo produto que pode trazer praticidade para o dia-a-dia de crianças com até 5 anos de idade. Nesta pesquisa de mercado foram aplicados formulários direcionados aos pais (Figura 1), educadores infantis (Figura 2) e proprietários de estabelecimentos comerciais (Figura 3).

**Figura 1** - Formulário aplicado aos pais.



**ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO**

**PESQUISA DE MERCADO DESTINADA AOS PAIS**

**Bico com alarme sonoro  
"Smart Nipple"**

O produto é destinado a criança na faixa etária 0 á 5 anos; tratando-se de ser um dispositivo sonoro do tipo alarme para se acoplar no bico utilizado pela criança para a facilitação no caso de perda, sendo acionado por meio de um controle esse dispositivo do tipo alarme a fim de se localizar o bico, sendo 100% seguro para a criança.

Idade de seu filho(a): \_\_\_ anos \_\_\_ meses

Com que frequência acontece a perda do bico: ( ) Diariamente ( ) 2 vezes na semana ( ) 1 vez ao mês ( ) Nunca

Esse tipo de produto seria utilizado pelo seu filho: ( ) Sim ( ) Não

Na sua opinião qual é a importância de um dispositivo deste no mercado:

( ) Importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Não é importante

Indicaria este produto para alguém: ( ) Sim ( ) Não

Valor máximo que você pagaria neste produto?

( ) R\$ 10,00 ( ) R\$ 15,00 ( ) R\$ 20,00 ( ) R\$ 25,00 ( ) R\$ 30,00 ou mais

Fonte: Autores (2017).

**Figura 2** - Formulário aplicado aos educadores infantis.



**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

*PESQUISA DE MERCADO DESTINADA A EDUCADORES INFANTIS*

**Bico com alarme sonoro**  
*"Smart Nipple"*

---

O produto é destinado a criança na faixa etária 0 á 5 anos; tratando-se de ser um dispositivo sonoro do tipo alarme para se acoplar no bico utilizado pela criança para a facilitação no caso de perda, sendo acionado por meio de um controle esse dispositivo do tipo alarme a fim de se localizar o bico, sendo 100% seguro para a criança.

Quantas crianças de 0 á 5 anos são atendidas nesta unidade de ensino: \_\_\_\_\_

Quantas crianças que são atendidas utilizam o bico: \_\_\_\_\_

Com que frequência acontece a perda do bico: ( ) Diariamente ( ) 2 vezes na semana ( ) 1 vez ao mês ( ) Nunca

Esse tipo de produto seria utilizado recomendado por esta unidade de ensino: ( ) Sim ( ) Não

Na sua opinião qual é a importância de um dispositivo deste no mercado:

( ) Importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Não é importante

Indicaria este produto para alguém: ( ) Sim ( ) Não

Em sua opinião valor máximo de um produto como esse?

( ) R\$ 10,00 ( ) R\$ 15,00 ( ) R\$ 20,00 ( ) R\$ 25,00 ( ) R\$ 30,00 ou mais

Fonte: Autores (2017).

A pesquisa foi aplicada a uma amostra de 200 pessoas, sendo 140 pais (grupo A), 40 educadores infantis (grupo B) e 20 donos de estabelecimentos comerciais (grupo C). O estudo do mercado foi realizado nos municípios de Braço do Norte, Lauro Müller e Orleans (Figura 4). Os dados foram coletados por meio de questionários aplicados presencialmente.

**Figura 3** - Formulário aplicado aos proprietários de estabelecimentos comerciais.



**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

*PESQUISA DE MERCADO DESTINADO ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS*

**Bico com alarme sonoro**  
*"Smart Nipple"*

---

O produto é destinado a criança na faixa etária 0 á 5 anos; tratando-se de ser um dispositivo sonoro do tipo alarme para se acoplar no bico utilizado pela criança para a facilitação no caso de perda, sendo acionado por meio de um controle esse dispositivo do tipo alarme a fim de se localizar o bico, sendo 100% seguro para a criança.

Quantos bicos em média são vendidos por mês neste estabelecimento comercial? \_\_\_\_\_

Existe reclamação por parte dos pais da perda do bico? ( ) Diariamente ( ) 2 vezes na semana ( ) 1 vez ao mês ( ) Nunca

Esse tipo de produto poderia ser revendido neste estabelecimento comercial: ( ) Sim ( ) Não

Na sua opinião qual é a importância de um dispositivo deste no mercado:

( ) Importante ( ) Razoavelmente importante ( ) Não é importante

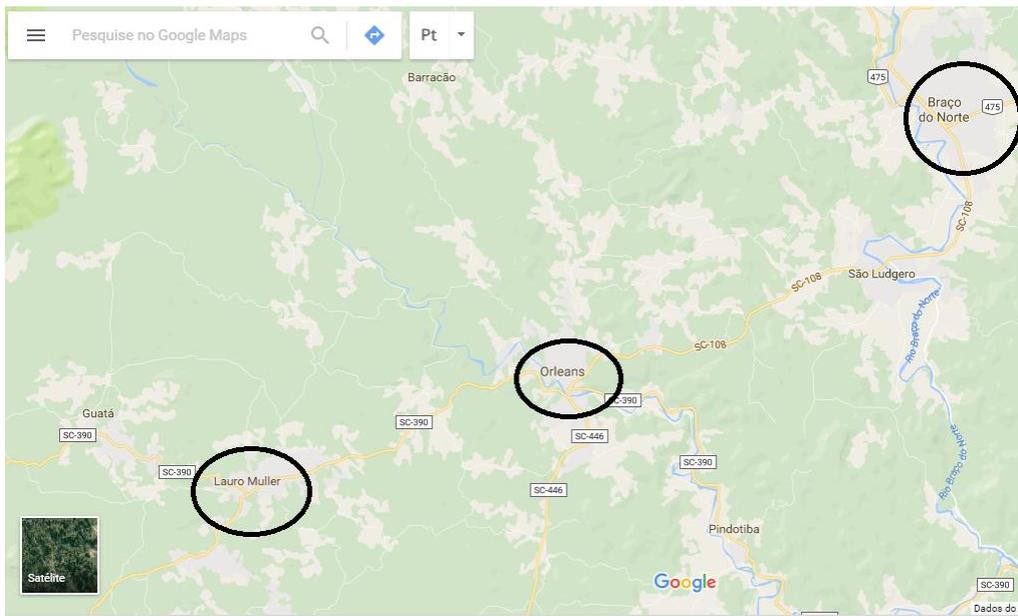
Indicaria este produto para alguém: ( ) Sim ( ) Não

Valor máximo que você venderia este produto?

( ) R\$ 10,00 ( ) R\$ 15,00 ( ) R\$ 20,00 ( ) R\$ 25,00 ( ) R\$ 30,00 ou mais

Fonte: Autores (2017).

**Figura 4** - Regiões onde foi realizada a pesquisa mercadológica.



Fonte: Google Maps (2017).

## Resultados e Discussão

No Grupo A foram entrevistados pais de crianças de 0 a 5 anos que utilizam o bico (70% do montante da pesquisa). O resultado da Figura 5 mostra a ocorrência da perda do bico infantil.

**Figura 5** - Com que frequência acontece a perda do bico.

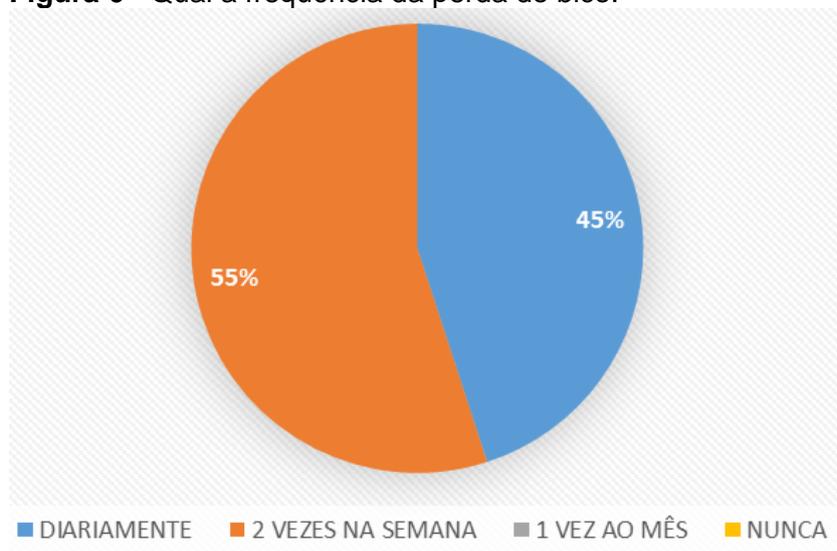


Fonte: Autores (2017).

Com 20% do total da pesquisa, o Grupo B corresponde aos educadores infantis que lecionam para um grupo de 1400 crianças de 0 a 5 anos. Desta amostra, 400 crianças (28,7%) utilizam o bico diariamente dentro da unidade escolar, sendo

observado a ocorrência da perda do bico infantil conforme mostra a Figura 6.

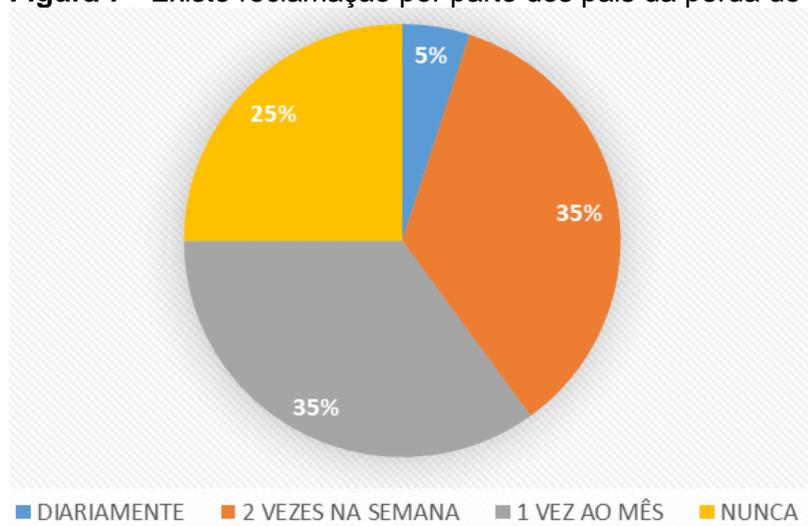
**Figura 6** - Qual a frequência da perda do bico.



Fonte: Autores (2017).

No Grupo C foram entrevistados 20 estabelecimentos comerciais entre farmácias, supermercados e lojas especializadas em artigos infantis (10% da pesquisa). A Figura 7 mostra a percepção dos vendedores em relação à reclamação dos pais quanto à ocorrência da perda do bico das crianças.

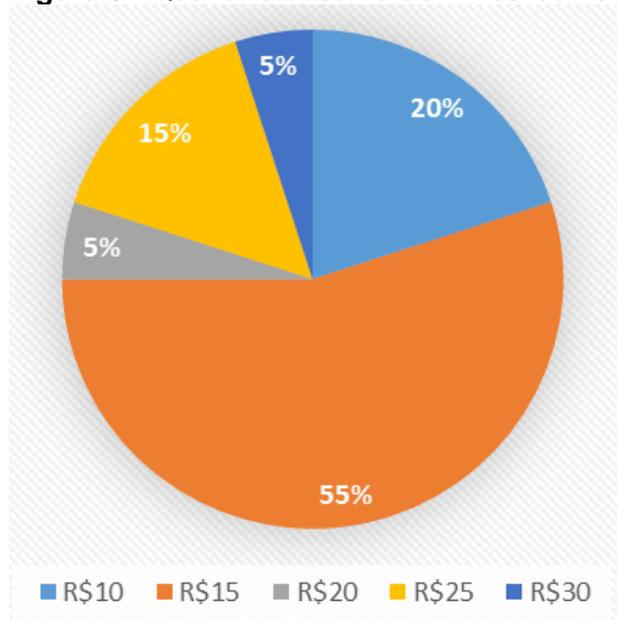
**Figura 7** - Existe reclamação por parte dos pais da perda do bico.



Fonte: Autores (2017).

O resultado da pesquisa de mercado mostrou que os entrevistados nos grupos A, B e C estariam dispostos a pagar pelo produto valores conforme apresentados na Figura 8.

**Figura 8** - Qual o valor comercial investido no dispositivo sonoro.



Fonte: Autores (2017).

### Considerações Finais

A pesquisa de mercado mostrou que aproximadamente 100% dos pais, educadores infantis e donos de estabelecimentos indicariam, respectivamente, o dispositivo sonoro para ser acoplado no bico dos filhos, nas unidades escolares como controle de saúde e higiene pessoal e venda comercial do produto.

O estudo do mercado indicou que comercialmente o dispositivo sonoro deve ter o seu valor estipulado entre R\$ 10,00 a R\$ 15,00. Conforme resultados obtidos nessa pesquisa, pôde-se observar a carência de um produto como esse no mercado, pois pais e educadores infantis enfrentam constantemente o problema da perda do bico.

### Referências

ALEXANDER, Luiz. **Importância da pesquisa de mercado**. 2013. Disponível em: <[www.iped.com.br/materias/comunicacao-marketing-e-vendas/importancia-pesquisa-mercado.html](http://www.iped.com.br/materias/comunicacao-marketing-e-vendas/importancia-pesquisa-mercado.html)>. Acesso em: 10 de abril de 2017.

COSTA, L.R.R.S., ARAÚJO, R.C.M., TRINDADE, T.V., LIMA, A.R.A. Avaliação de chupetas disponíveis no mercado brasileiro sob a ótica das normas da ABNT. **Jornal Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Facial**. v.8, n.46, p. 295-303, 2003.

SERTÓRIO, S.C.M., SILVA, I.A. As faces simbólicas e utilitárias da chupeta na visão das mães. **Revista de Saúde Pública**. v.39, n.2, p. 156-62, 2005.

## ESTUDO DE MERCADO DO PRODUTO 2 EM 1: CARRINHO UTILIZADO PARA TRANSPORTES DE OBJETOS DO COTIDIANO COM UMA CADEIRA DE PRAIA

**Alberto Silva Santos<sup>1</sup>; Douglas Nascimento Monteiro<sup>1</sup>; Helliton Silva Machado<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NUTEC - Engenharia de Produção. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
E-mail: alberto\_brow@hotmail.com

**Resumo:** O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de expressar a importância de uma análise de mercado para o lançamento de um potencial produto. Dados foram coletados com auxílio de ferramentas necessárias para desenvolver uma pesquisa mercadológica ampla, contando com auxílio de gráficos para uma melhor compreensão. Os resultados obtidos mostraram que o produto foi aceito pela maior parte dos entrevistados. Pelo estudo do mercado, a mistura de carrinho mais cadeira de praia pode se tornar um produto viável para produção, satisfazendo as necessidades dos clientes.

**Palavras-chave:** Cadeira. Carrinho. Pesquisa de mercado.

### **Introdução:**

Apenas os estudos de satisfação de clientes com perspectiva agregada (ou estudos em nível do mercado) são capazes de produzir as generalizações empíricas. "De um ponto-de-vista científico, a pesquisa sobre satisfação se robustece quando se faz a adição das análises ao nível do mercado aos estudos ao nível individual" (JOHNSON; ANDERSON; FORNELL, 1995, p. 695).

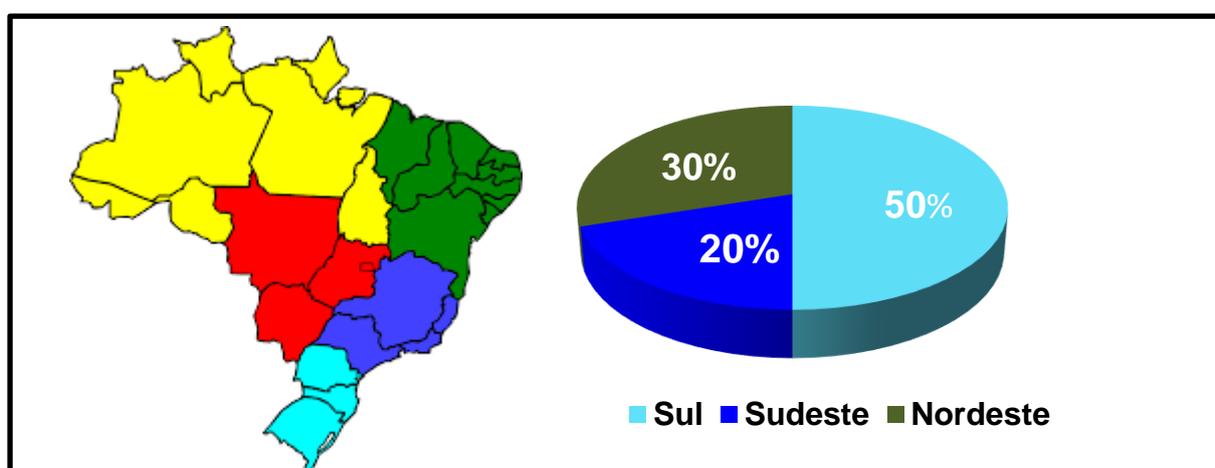
Os estudos em nível de mercado se viabilizam com a utilização das quatro faces da agregação de Epstein (1980): estímulos, ocasiões de uso, modos de medição e indivíduos. A agregação incorpora um nível de perspectiva macro psicológica sobre a satisfação do cliente, que passa a ser uma experiência acumulada (e não mais isolada) com um produto ou serviço (JOHNSON; ANDERSON; FORNELL, 1995).

Dessa maneira, para avaliar a aceitação de um produto desenvolvido pela 9ª fase do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE), o objetivo deste trabalho foi realizar o estudo de mercado do produto 2 em 1: carrinho utilizado para transportes de objetos do cotidiano com uma cadeira de praia.

## Procedimentos Metodológicos

Na pesquisa em questão almejamos atingir as regiões litorâneas brasileiras, para poder ter um retorno mais específico sobre a opinião dos entrevistados. Contamos com 220 questionários respondidos via e-mail com auxílio da ferramenta Formulários Google, podendo destacar na Figura 1 a porcentagem das respostas por região. Com essa diversidade regional obtivemos diferentes pontos de vista de entrevistados com hábitos, culturas, clima, dia a dia, rotinas diferentes, o que influencia diretamente no poder de compra do produto.

**Figura 1** - Regiões do Brasil onde foi realizada a pesquisa mercadológica.

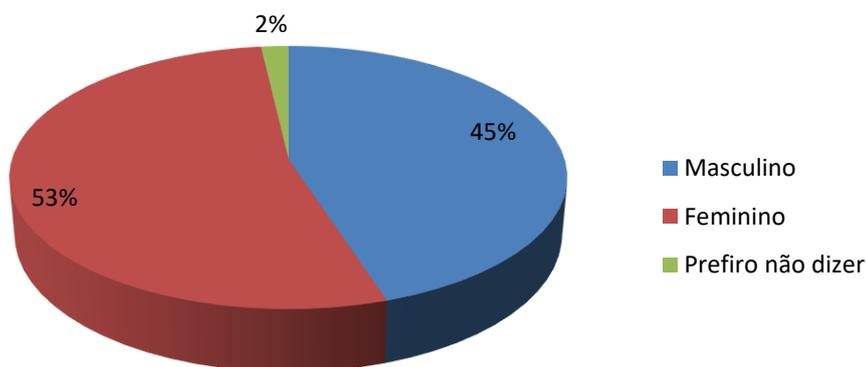


Fonte: Google Maps (2017).

## Resultados e Discussão

Com relação à distribuição do sexo dos que responderam, pode-se visualizar na Figura 2 que 117 deles são do sexo masculino, 99 do sexo feminino e 4 pessoas que não se identificaram. Pôde-se perceber que independente do sexo, grande parte quer um produto que ofereça mais facilidade no seu dia-a-dia, equipamento que permita carregar os objetos leves ou pesados sem que se faça muito esforço ou precise da ajuda de alguém na hora de fazer a mobilidade do seu produto, economizando o tempo na hora de locomover grandes objetos.

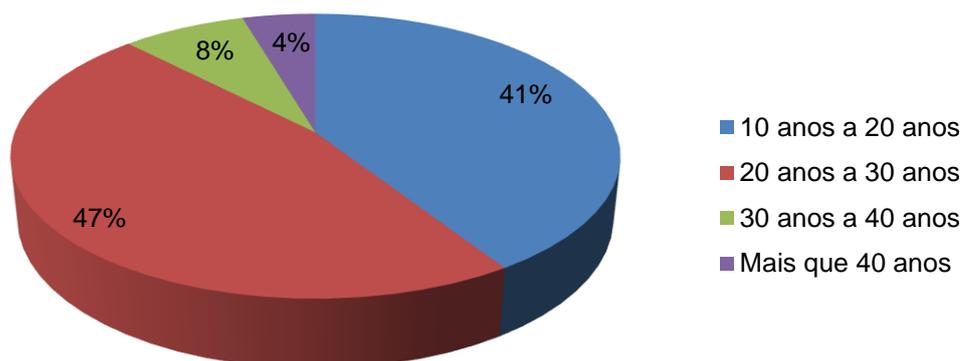
**Figura 2** - Qual seu sexo?



Fonte: Autores (2017).

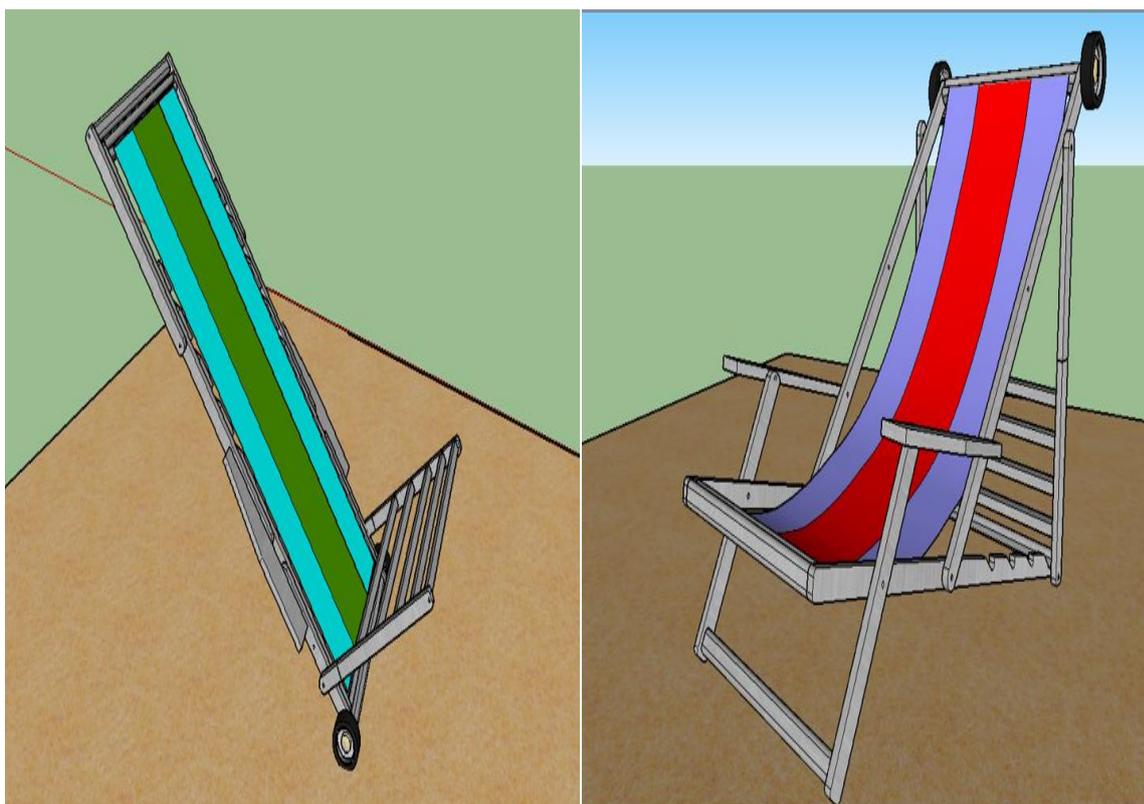
No que diz respeito à faixa etária dos respondentes desta pesquisa (Figura 3), é possível observar que se concentrou uma grande parte de pessoas mais novas, a maioria até 30 anos, visualizamos que de 10 a 20 anos, noventa pessoas responderam, e de 20 a 30 anos, cento e três pessoas responderam, o restante, vinte e sete pessoas possuem mais de 30 anos.

**Figura 3** - Qual sua faixa etária?



Fonte: Autores (2017).

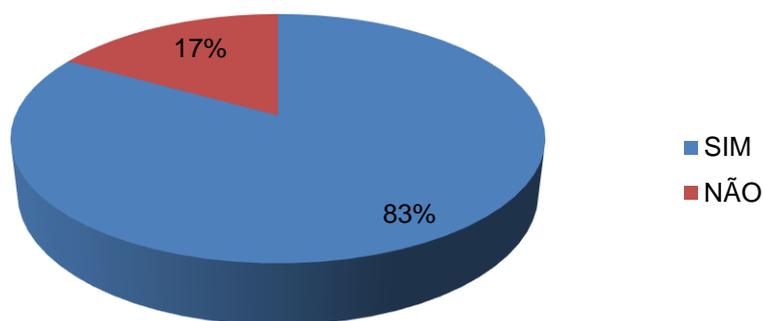
**Figura 4** - Produto 2 em 1



Fonte: Autores (2017).

Com relação à aceitação do Produto 2 em 1, conforme Figura 4, pode-se visualizar na Figura 5 que 183 pessoas (83%) gostariam de ter o produto para usar no seu dia-a-dia. Com o número desta coleta obtida podemos tirar a conclusão das dificuldades que a maioria das pessoas tem hoje em dia, na rua, ou em qualquer outro lugar, elas sempre estão carregando objetos consigo. Quando saem de sua casa, indo ao supermercado, ou indo para a praia, sempre levam ou trazem grandes quantidades de objetos sejam eles leves ou pesados, por isso a aceitação de um produto que vai trazer mais praticidade para transportar os objetos e em menor tempo, principalmente objetos maiores, os quais são pesados ou desajeitados para carregar nas mãos e ainda vai poder usufruir da cadeira para ter um descanso quando for possível.

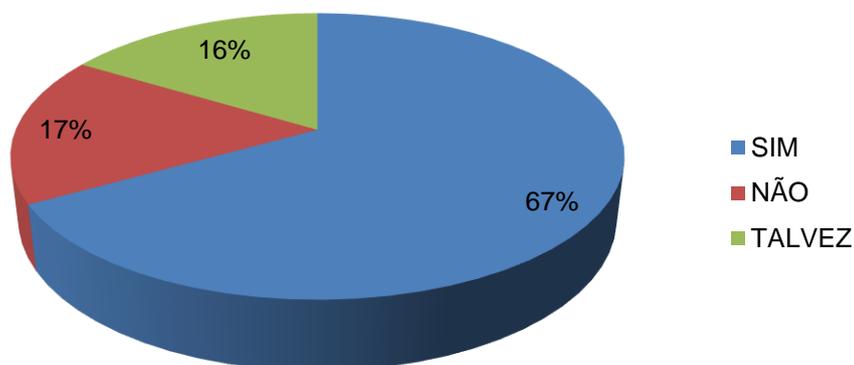
**Figura 5** - Você gostaria de adquirir este produto?



Fonte: Autores (2017).

O que pode ser observado nas Figuras 6 e 7 é que a maioria das pessoas tem muitos objetos para levar à praia, o que acontece quando a pessoa está sozinha? Pede ajuda para alguém? Dá um jeito de levar sozinha as suas coisas para a praia? E quando temos muitas coisas pesadas e temos que carregar em uma longa distância?

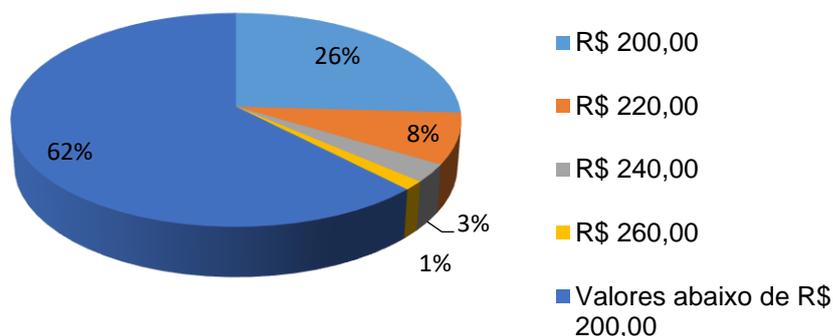
**Figura 6** - Ao ir à praia você carrega muitos objetos?



Fonte: Autores (2017).

Os resultados da pesquisa mostraram que 67% das pessoas que levam muitos objetos à praia e ainda dentro desses dados a maioria das pessoas leva de 2 a 4 objetos para a praia, ou seja, 48%. Juntando a esses dados, temos a faixa etária, de pessoas mais novas que gostam de levar para a praia churrasqueira portátil, *cooler*, guarda-sol, bolsas e etc., itens pesados, para passar o dia todo na beira do mar.

**Figura 7 - Quanto você pagaria neste produto?**



Fonte: Autores (2017).

Em relação ao valor do produto (Figura 7), pôde-se observar que mantendo o valor do Produto 2 em 1 entre R\$ 200,00 e R\$ 250,00 o mesmo teria uma aceitação de mercado favorável, tendo como base as informações da Figura 7 onde ficou claro a procura pelo produto.

### Considerações Finais

Com os resultados obtidos podemos notar o quanto o produto se torna importante para um final de semana na praia ou pela necessidade de transportar objetos em locais com acesso restrito a veículos automotores. A grande maioria das pessoas que respondeu ao formulário de pesquisa está abaixo dos 30 anos, apresentando grande aceitação dos entrevistados.

O único aspecto observado que não apresenta ter grande aceitação no produto é o preço de venda. Dessa maneira, sugere-se que os custos de produção sejam reduzidos para que o preço médio de venda do produto esteja na faixa de R\$ 200,00 a R\$ 300,00.

### Referências

JOHNSON, M. D; ANDERSON, E. W; FORNELL, C. Rational and adaptive performance expectations in a customer satisfaction framework. **Journal of Consumer Research**, v. 21, p. 695-707, mar. 1995.

## ESTUDO DE MERCADO DO PRODUTO: SUPORTE TÉRMICO PARA GARRAFA

**Francieli Zomer Crocetta<sup>1</sup>; Gegiane Cristina Maciel<sup>1</sup>; Jhonatan Ramos<sup>1</sup>; Márcia de Espindola Moraes<sup>1</sup>; Josué Alberton<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NUTEC - Engenharia de Produção. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
francicrocetta@gmail.com

**Resumo:** As informações obtidas em uma pesquisa de mercado podem ser interpretadas por meio de métodos estatísticos. O trabalho tem como objetivo realizar o estudo do mercado de um suporte térmico para garrafa e analisar a preferência dos possíveis consumidores em relação a aquisição do produto. O tipo de abordagem utilizada foi a pesquisa de campo e a amostragem da população entrevistada foi de 200 pessoas, abrangendo os municípios de Orleans, Braço do Norte e Armazém. Os resultados mostraram que 45% dos entrevistados tem interesse em adquirir o suporte térmico para garrafa.

**Palavras-chave:** Garrafa. Mercado. Suporte de produto.

### Introdução:

O projeto do desenvolvimento de um produto requer tempo adequado para realizar o estudo do mercado. Nesse caso, a pesquisa de mercado indica o público alvo para a aceitação do produto. De acordo com o IBOPE (2007, p. 1):

“a pesquisa de mercado é a melhor e mais confiável ferramenta para obtenção de informações representativas sobre determinado público-alvo. Além de permitir o teste de novas hipóteses, conceitos ou produtos, a pesquisa de mercado auxilia na identificação de problemas, oportunidades e ajuda a traçar perfis de consumidores e mercados”.

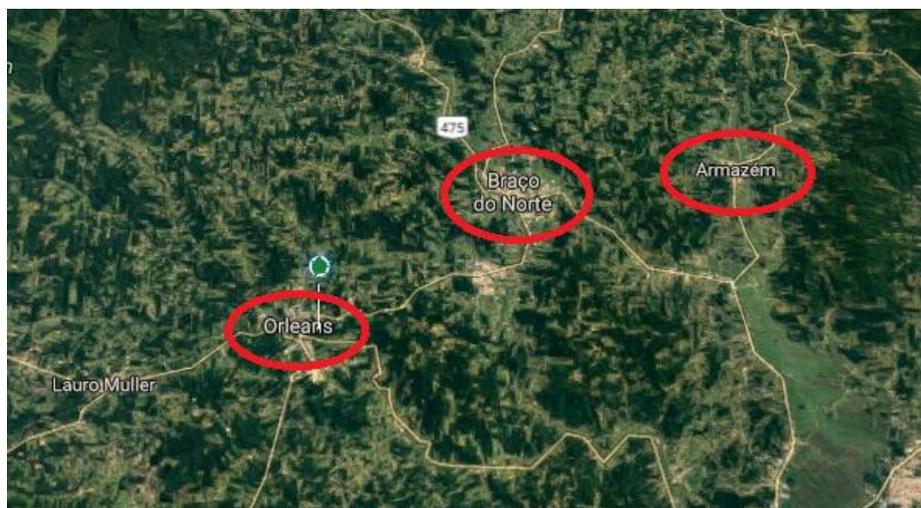
No estudo do mercado de um produto, o uso de métodos estatísticos pode facilitar a análise dos dados coletados gerando informações necessárias para a estratégia de desenvolvimento do produto. Para Gil (1999, p. 35) “os procedimentos estatísticos fornecem considerável reforço às conclusões obtidas, sobretudo mediante a experimentação e a observação”.

O presente trabalho teve como objetivo realizar o estudo do mercado de um suporte térmico para garrafa e analisar a preferência dos possíveis consumidores em relação a aquisição do produto.

## Procedimentos Metodológicos

A amostragem da população entrevistada foi de 200 pessoas, abrangendo os municípios de Orleans, Braço do Norte e Armazém (Figura 1).

**Figura 1** – Mapa geográfico das cidades catarinenses.



Fonte: Google Maps (2017).

O tipo de abordagem utilizada neste trabalho foi a pesquisa de campo, que tem por finalidade buscar informações por meio de perguntas objetivas e de fácil entendimento. A coleta dos dados foi realizada via formulário, conforme apresentado na Figura 2.

Esta pesquisa de mercado fez parte de um projeto integrador, onde o desenvolvimento do produto foi proposto e elaborado pelos acadêmicos da 9ª fase, matriculados na disciplina engenharia do produto (2017-1) do curso de engenharia de produção do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE). Os resultados obtidos no trabalho foram apresentados em gráficos.

**Figura 2** - Questionário aplicado no estudo do mercado.

<p>Idade: _____</p> <p>Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino</p> <p>Em algum momento você teve que jogar fora sua garrafa de água (suco ou qualquer outro líquido) por estar com a temperatura inadequada pra sua hidratação? ( ) Sim ( ) Não</p> <p>Qual sua faixa salarial?</p>
--

- ( ) 1 a 3 salários mínimos  
( ) 3 a 5 salários mínimos  
( ) Acima de 5 salários mínimos

Você sentiu necessidade de um suporte térmico para manter a temperatura de sua bebida por mais tempo (gelada ou quente)?

- ( ) Sim ( ) Não

Você teria interesse em adquirir nosso produto?

- ( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

Quanto você estaria disposto a pagar pelo produto?

- ( ) 5 a 10 reais  
( ) 10 a 20 reais  
( ) 20 a 30 reais  
( ) Acima de 30 reais

Você utilizaria esse produto no seu dia quando estiver:

- ( ) Fazendo atividade física ( ) No trabalho

Você indicaria o nosso produto para alguém comprar?

- ( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

Fonte: Autores (2017).

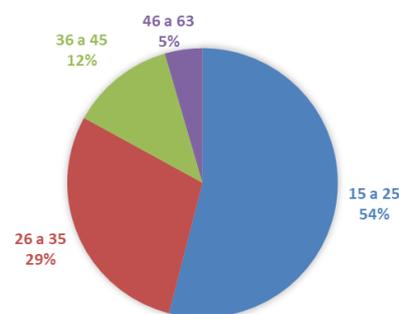
## Resultados e Discussão

Os entrevistados apresentaram faixa etária conforme mostra a Figura 3. A maior parcela das pessoas é do sexo feminino (59%).

Ao serem questionados se em algum momento houve o descarte da garrafa de água, suco ou qualquer outro líquido por apresentar temperatura inadequada para a hidratação, 63% dos entrevistados responderam que “sim”.

A faixa salarial predominante dos entrevistados é de 1 a 3 salários (82%), 3 a 5 salários (15%) e acima de 5 salários (3%).

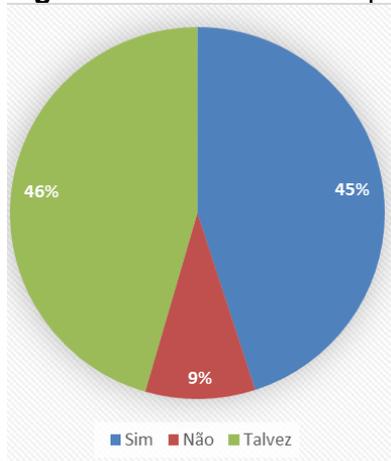
**Figura 3** - Faixa etária dos entrevistados.



Fonte: Autores (2017).

Das pessoas entrevistadas, 9% não tem interesse em adquirir o produto e 44% pagariam pelo produto valores entre R\$ 10,0 e R\$ 20,0, conforme apresentado, respectivamente, nas Figuras 4 e 5.

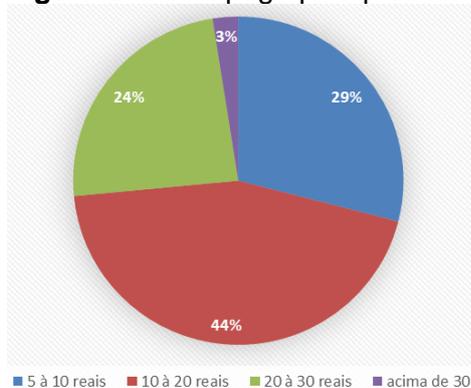
**Figura 4** - interesse em adquirir o produto.



Fonte: Autores (2017).

Os resultados da pesquisa também mostraram que os entrevistados utilizariam o produto em atividades físicas (50%) e no trabalho (50%).

**Figura 5** - Valor pago pelo produto.



Fonte: Autores (2017).

### Considerações Finais

De acordo com a pesquisa de mercado, 45% dos entrevistados tem interesse em adquirir o suporte térmico para garrafa, evidenciando que o estudo realizado apresentou o perfil do consumidor e suas necessidades por meio de dados estatísticos. Com a demonstração da aplicação do suporte térmico para garrafa, o consumidor teria maior confiança em adquirir o produto.

Salienta-se que a pesquisa do mercado não é uma ferramenta única e

suficiente para a tomada de decisão no desenvolvimento do produto, pois existem outros aspectos a serem considerados como, por exemplo, recursos financeiros, legais e fiscais.

### **Referências**

IBOPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA.  
**Pesquisa de mercado na tomada de decisões.** 2007. Disponível em:  
[http://www.ibope.com.br/calandraWeb/BDarquivos/sobre\\_pesquisas/pesquisa\\_mercado.html](http://www.ibope.com.br/calandraWeb/BDarquivos/sobre_pesquisas/pesquisa_mercado.html)> Acesso em 13 ago. 2017

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas Pesquisa Social.** 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

## FITORREMEDIÇÃO: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE VEGETAIS EM ÁGUA DE ÁREAS CONTAMINADAS POR METAIS PESADOS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO DE CARVÃO DA CIDADE DE LAURO MÜLLER – SC

**Bruna Bett de Carvalho<sup>1</sup>; Elder Tschoseck Borba<sup>2</sup>; Márcia Raquel Ronconi de Souza<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental. UNIBAVE. E-mail: bettbc@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. E-mail: elder.tb@gmail.com

<sup>3</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. E-mail: marciarronconi@yahoo.com.br

**Resumo:** O carvão mineral é uma das principais fontes não renováveis existentes no Brasil. No entanto, sua exploração gera impactos ambientais negativos, como a geração da drenagem ácida de minas (DAM), que contamina principalmente as águas. Há plantas que podem ser utilizadas para o tratamento da DAM, como a *Typha domingensis* e o *Chrysopogon zizanioides*, pois absorvem pelas suas raízes metais pesados. Este estudo tem como objetivo avaliar os resultados da utilização de plantas aquáticas na redução de impactos ambientais de efluentes afetados por empresas mineradoras, utilizando a técnica de fitorremediação nas áreas contaminadas pela DAM. Foram feitas análises em laboratório no primeiro dia de experimento e no 30º dia. Os resultados indicam que as plantas absorveram em suas raízes uma expressiva quantidade de Ferro (Fe) total e dissolvido, elevou-se o pH; já o Manganês (Mn) ultrapassou o limite máximo permitido pela Resolução n.º 430 do CONAMA, não tendo sucesso.

**Palavras-chave:** Drenagem Ácida de Minas. Carvão Mineral. Fitorremediação.

### Introdução

Nos dias de hoje é crescente a preocupação mundial com o uso racional e conservação dos recursos naturais e com o desenvolvimento de tecnologias que causem menor impacto ambiental (RIZZO, 2004).

De acordo com Silva (2010) a mineração é uma atividade de suma importância para o desenvolvimento social e econômico de uma sociedade, sendo responsável pelo crescimento de diversos setores produtivos. Porém, deve-se destacar que a referida atividade ocasiona uma série de problemas, dentre eles a drenagem ácida de minas (DAM), considerada um dos problemas ambientais mais graves associados à extração mineral (SILVA, 2010).

Nesse tocante, necessário destacar que a oxidação do rejeito (pirita) ocasiona a diminuição dos níveis de pH do solo e das águas, uma vez que o pH recente da mineração do carvão, que é neutro ou alcalino, começa a decrescer (PROCHNOW;

PORTO, 2000), acelerando assim o intemperismo das argilas contidas nos estéreis e rejeitos da mineração, fazendo que a drenagem superficial contenha, além dos contaminantes típicos dos rejeitos da mineração, elevados teores de metais pesados (ZANARDI JR.; PORTO, 1991).

### ***Drenagem ácida de mina (DAM)***

DAM é o resultado da oxidação natural de minerais sulfetados, na presença de bactérias, quando expostos ao oxigênio e à água. Efluentes são gerados e se caracterizam por apresentar elevada acidez e altas concentrações de sulfato e de metais dissolvidos. Esses efluentes comprometem a qualidade dos solos e dos recursos hídricos em regiões próximas a mineração (MENEZES et al., 2004).

Em Santa Catarina, a DAM tem um maior volume na região carbonífera, onde seu potencial é extremamente poluidor dos recursos hídricos e dos solos e possui um pH entre 1,5 a 3,0, tornando as águas ácidas. As soluções ácidas geradas podem solubilizar alguns elementos químicos presentes, contaminando as águas subterrâneas e superficiais. Existem vários exemplos de elementos que são responsáveis pela DAM que estão presentes em minérios de Manganês (Mn), Cromo (Cr), Cadmio (Cd), Zinco (Zn), Chumbo (Pb) e Arsênio (As) e em minérios de carvão (AMARAL; KREBS, 2010).

Segundo Silva (2010), a DAM é considerada como um dos problemas ambientes mais graves associando a extração mineral, mas não é problema exclusivo da mineração, pois podem ocorrer em qualquer movimento de terra e rochas que possuem minérios sulfetados.

Segundo Alexandre e Krebs (1995; DNPM, 1999) a caracterização dos efluentes e águas se dá através da análise de uma série de parâmetros, os quais servem para indicar a natureza e o estado de qualidade do líquido amostrado.

No entanto, apesar das condições extremas geradas nos ecossistemas aquáticos de áreas de mineração de carvão localizadas na região sul de Santa Catarina, observou-se que uma série de macrófitas aquáticas se desenvolvem espontaneamente nesses ambientes já contaminados, absorvendo através de suas raízes os metais pesados (VARDANYAN; INGOLE, 2006).

Esse foi o ponto de partida do trabalho de conclusão de curso do qual se originou o presente artigo, que, diante dessa possibilidade apresentada, objetivou-se verificar qual a eficácia da utilização de plantas aquáticas na redução dos impactos

ambientais de efluentes afetados por empresas mineradoras na cidade de Lauro Müller/SC.

Em termos específicos, pretendeu-se examinar pH, quantidade de *Ferro* (Fe) e *Mangans* (Mn) presentes em efluentes afetados por empresas mineradoras existentes na referida localidade; analisar a resistência de plantas macrófitas predefinidas em drenagem acida de minas; avaliar a capacidade do vegetal definido no estudo na redução dos contaminantes descritos, presentes em DAM, por meio de experimentos em laboratório.

### **Fitorremediação**

Segundo Gratão (2005), um conceito simples de fitorremediação é a utilização de plantas aquáticas como filtros ou armadilhas que têm como função a redução ou remoção de determinado contaminante ou metal pesado do solo, sedimentos e/ou água através da degradação, retirada, armazenamento ou imobilização dos poluentes. Tais plantas, que possuem a capacidade de armazenar contaminantes, são chamadas de “hiperacumuladoras”.

Várias plantas aquáticas são reconhecidas como acumuladoras de metais pesados em seus tecidos. As macrófitas aquáticas os absorvem, principalmente, pelas raízes, muito embora possa ser igualmente significativa a absorção pelas folhas (VARDANYAN; INGOLE, 2006). Para sua utilização é necessário apresentar determinadas características, tais como: boa capacidade de absorção, sistema radicular profundo, acelerada taxa de crescimento, fácil colheita e que apresentem uma grande resistência ao poluente. Quando absorvidos, os metais pesados tendem-se a acumular nas raízes das plantas as quais são os primeiros órgãos vegetais afetados pela contaminação (BARCELÓ; POSCHENRIEDER, 1992).

A fitorremediação é uma técnica que apresenta um elevado potencial de utilização, devido às vantagens em relação às outras técnicas de remediação, tais como: custo baixo em relação às técnicas convencionais de descontaminação do solo e/ou água; menor interferência no meio ambiente, sendo mais aceito devido ao apelo ambiental por tecnologias “verdes”; não necessita de áreas extras, sendo executado diretamente no local da contaminação; é capaz de limpar área contaminada com mais de um contaminante; o metal pode ser recuperado pela simples incineração da planta; evita a contaminação e o transporte dos meios contaminados, reduzindo assim o risco de propagação da contaminação (MACEK et al., 2000).

No entanto, a técnica também apresenta algumas desvantagens em relação a outras técnicas por ser uma tecnologia ainda em desenvolvimento, entre elas: é dependente das condições necessárias ao crescimento das plantas (clima, geologia, altitude, temperatura); o sucesso depende da tolerância da planta ao contaminante. Concentrações muito altas podem matar as Hiperacumuladoras; o tempo necessário para a limpeza de determinado local pode ser maior que o das outras tecnologias (MACEK et al., 2000).

Dentre os tipos de vegetais utilizados para fins de fitorremediação, podem ser citados:

- ***Thypha domingensis* (taboa):** planta herbácea perene pertencente à família Typhaceae, também conhecida popularmente como taboa (REITZ, 1984). Desenvolvem-se em ambiente de água doce, e são encontradas em zonas úmidas como nas margens de córregos, rios e lagos (DEMIREZEN; AKSOY, 2004). As taboas podem chegar de 1,10 m (um metro e dez centímetros) a 2,50 (dois metros e cinquenta centímetros) de altura (OLIVEIRA; PETACCI, 2009). Uma das características da *T. domingensis* é sua estrutura interna, que além de espessa, apresenta um formato similar a uma esponja, devido à presença de canais de ar (DEMIREZEN; AKSOY, 2004). É tolerante à salinidade e também a pH entre 4,8 (quatro vírgula oito) e 8,7 (oito vírgula sete) (POTT & POTT, 2000).

- ***Chrysopogon zizanioides* (Capim Vetiver):** pertence à família Poaceae (ant. Gramineae), é uma planta perene, medindo aproximadamente 1,5 m (um metro e cinquenta centímetros) e 2,0 (dois) metros de altura quando adulta; possui colmos eretos e resistentes. A espécie é originária da Índia, onde é cultivada há séculos, mas hoje já está em diversos países. Uma característica importante é a capacidade de resistir ao fogo, geadas e pisoteio de animais, pois sua coroa fica abaixo da superfície do solo. Suas sementes são estéreis, tornando uma planta não invasora. Segundo Troung *et al.* (2008), o capim possui grande tolerância a secas prolongadas, inundações e a temperaturas que variam desde -15°C (quinze graus Celsius negativos) a +55° C (cinquenta graus Celsius), sendo também tolerante a uma faixa de pH no solo que vai de 3,3 (três vírgula três) a 12,5 (doze vírgula cinco). Além disso, pode ser utilizado também em técnicas de biorremediação, havendo eficiência em absorver *Nitrogênio* (N), *Fósforo* (P), *Mercúrio* (Hg), *Cádmio* (Cd) e *Chumbo* (Pb) dissolvidos em corpos hídricos.

## **Procedimentos Metodológicos**

O presente estudo tem como base a pesquisa experimental. Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa, associada à avaliação de um possível tratamento da drenagem ácida de minas, bastante comum na região carbonífera, por meio de análises laboratoriais dos efluentes obtidos em uma região minerada.

Foram utilizadas cepas de *Thypha domingensis* (Pers) e cepas da *Chrysopogon zizanioides* (L.) de maneira associada.

### **Coleta dos materiais**

#### *Coleta da DAM*

Para a realização do trabalho proposto, fez-se uso de efluente obtido (DAM) junto à Carbonífera Catarinense, a qual disponibilizou o material para análise, proveniente de uma mina desativada, localizada na comunidade Rocinha do Meio, na cidade de Lauro Müller/SC.

A amostra foi coletada no ponto P13A, sua localização geográfica é 28°23'38.05"S e 49°26'57.60"O, que faz parte do programa do monitoramento ambiental da mesma carbonífera.

#### *Coleta dos vegetais*

Espécimes de *Thypha domingensis* foram coletados em um corpo d'água livre de contaminação, sem presença de drenagem ácida de mina, na localidade de Rio Apertado, município de Lauro Muller, SC. No momento da coleta da taboa, foi medido o pH da água. Foram selecionadas 09 (nove) mudas de taboa para o experimento.

As mudas (tubetes) de *Chrysopogon zizanioides* foram obtidas junto à empresa VERDETEC, especializada na recuperação de áreas degradadas e passivos ambientais, situada no município de Itajaí, SC, a qual disponibilizou gratuitamente os exemplares para a realização da pesquisa. Para o experimento foram selecionadas 09 (nove) mudas, as quais foram mantidas plantadas num solo úmido até o início do experimento.

### **Condições de cultivo**

Após a coleta dos efluentes, a amostra de DAM foi transportada em um recipiente de polietileno com capacidade volumétrica de 20 (vinte) litros. As plantas foram separadas em explantes cujas folhas mortas e bainhas antigas foram retiradas.

Cada muda de *Thypha domingensis* teve sua raiz cortada, restando aproximadamente em 12 cm (doze centímetros) e quanto à parte aérea, foram deixados aproximadamente 55 cm (cinquenta e cinco centímetros) a partir da base, tendo sido lavadas em água corrente e descartado o restante da planta.

Estes procedimentos se fizeram necessários uma vez que para as análises do conteúdo de elementos químicos foram utilizadas apenas as raízes e folhas novas, isto é, as que brotaram após o cultivo.

No caso do *Chrysopogon zizanioides*, foram lavadas somente suas raízes para retirada do substrato. Após, foram obtidas as medidas, apresentando-se uma média de 15 cm (quinze centímetros) de raiz entre os 09 (nove) exemplares, sendo que suas folhas também foram medidas e obtiveram uma média de 25 cm (vinte e cinco centímetros), nos mesmos exemplares.

Na sequência, as cepas desses vegetais foram transplantadas para vasos vedados do sol, onde não consiga emitir claridade e calor para o seu interior, evitando-se a proliferação de algas e seus fotoquímicos que por sua vez poderão afetar o resultado final.

Os vasos foram preenchidos com as seguintes concentrações de DAM: 100% (ou seja, 1000 ml); 75% (ou seja, 750 ml) e 50% (ou seja, 500 ml) de sua capacidade total (1.000 ml), sendo que o recipiente foi completado com água destilada nos vasos de proporção 75% (ou seja, 250 ml de água destilada) e 50% (ou seja, 500 ml de água destilada).

Cada vaso foi superficialmente tapado na parte superior com algodão para evitar a evaporação da água e a entrada de possíveis insetos; em cada vaso foi plantada uma cepa de cada espécie, ou seja, uma cepa de *Thypha domingensis* e uma de *Chrysopogon zizanioides*, tendo em vista que estes vegetais vivem em touceiras.

Para caracterizar e potencializar com maior confiabilidade os estudos estatísticos, cada amostra apresentou repetição (n=3) cada, para realizar as análises referentes aos metais pesados *Fe* e *Mn*, como é possível observar a seguir:

#### **Amostra 01: 100% DAM**

**Amostra 02:** 75% DAM + 25% de água destilada

**Amostra 03:** 50% DAM +50% água destilada

Todas as amostras foram analisadas no 1º dia e no 30º dia, no intuito de se verificar se estas espécies de vegetais realizam a retirada passiva de metais pesados de DAM.

No 1º dia foram feitas as análises de apenas uma única amostra, tanto para *Fe*, *Mn* e *pH*, sendo que foi utilizada a mesma água de uma mesma DAM para todos, resultando 02 análises. Já no 30º dia foram feitas análises de *Fe*, *Mn* e *pH*, de cada vaso, resultando 03 análises.

O *pH* inicial da DAM medido no momento da coleta obteve um valor de 5,5. Este valor será comparado com o *pH* final, que será medido novamente ao final do experimento. A partir da análise laboratorial, foi verificada a concentração de *Fe* e *Mn* presente na amostra 01. A Tabela 1 mostra os valores das concentrações de cada parâmetro:

**Tabela 1-** Parâmetros observados

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP
Fe (Dissolvido)	37,0	15,0
Fe (Total)	58,7	OBS (1) <sup>1</sup>
Manganês	3,83	1,0

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Vale destacar que os resultados da análise descritos acima, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, são altos, quando comparados aos Valores Máximos Permitidos (VMP).

## Resultados e Discussão

O principal parâmetro utilizado para controle da precipitação, mobilidade e biodisponibilidade dos íons metálicos é o *pH*. A maior parte dos íons metálicos se precipitam na forma de hidróxido ou de sais básicos, quando o *pH* se concentra numa escala superior a 07 (sete), ou seja, *pH* básico (ESTEVES, 1988); no entanto quando o *pH* é ácido (escala inferior a 07), a disponibilidade de elementos presentes numa análise aumenta (BROOKS, 1983).

<sup>1</sup> OBS (1): Parâmetro não contemplado por esta Resolução

Referente ao *pH inicial*, no momento da coleta do efluente na área minerada ficou em torno de 5,5 (cinco vírgula cinco), enquanto na coleta da água da *Thypha domingensis*, ficou em torno de 5,2 (cinco vírgula dois).

Conforme Schneider (2006) esses valores indicam que os efluentes são ácidos. Tais medidas foram auferidas para que fossem possíveis as comparações da resistência do vegetal em relação a DAM.

Logo após os 30 dias, os resultados de *pH* mostraram uma variação: na **Amostra 01** (100% DAM), o efluente tratado apresentou *pH* em torno de 4,46 (quatro vírgula quarenta e seis), podendo-se dizer que neste caso ficou mais ácido. Já na **Amostra 02**, o *pH* ficou em torno de 6,09 (seis vírgula zero nove) e na **Amostra 03**, teve um valor de 6,54 (seis vírgula cinquenta e quatro).

Comparando-se os três resultados, a **Amostra 03**, com proporção 50 % DAM + 50% água destilada, obteve um bom resultado.

A tabela 2 mostra o crescimento das folhas da *Thypha domingensis* e do *Chrysopogon zizanioides*. Visualmente a *Thypha domingensis* teve um crescimento em suas folhas (parte aérea) nos 15 (quinze) primeiros dias mostrando resistência, mas logo em seguida suas folhas começaram a secar. O *Chrysopogon zizanioides* mostrou-se resistente.

Conforme se depreende da tabela abaixo, até os 15 (quinze) primeiros dias, a DAM teve uma boa aceitação em relação à *Thypha domingensis* e obteve um rápido crescimento de suas folhas. Já o *Chrysopogon zizanioides* se manteve verde ao longo dos 30 (trinta) dias propostos para o experimento, e suas folhas tiveram um bom crescimento. Comparando o crescimento da *Thypha domingensis* em relação ao *Chrysopogon zizanioides*, pode-se observar que o capim teve um maior desenvolvimento.

**Tabela 2 – Crescimento das folhas da Taboa / Vetiver**

	<b>CONCENTRAÇÃO</b>	<b>15º DIA</b>	<b>30º DIA</b>
<b>Amostra 01</b>	100% DAM	X / 39cm	X / 55cm
	100% DAM	20 cm / 25 cm	20 cm / 58cm
	100% DAM	30 cm / 49 cm	68 cm / 78cm
<b>Amostra 02</b>	75% DAM + 25% água destilada	12 cm / 24 cm	12 cm / 50cm
	75% DAM + 25% água destilada	10 cm / 36 cm	10 cm / 56cm
	75% DAM + 25% água destilada	13 cm / 37 cm	14 cm / 67cm
<b>Amostra 03</b>	50% DAM +50% água destilada	10 cm / 38 cm	10 cm / 60cm
	50% DAM +50% água destilada	9 cm / 36 cm	9 cm / 59cm
	50% DAM +50% água destilada	15 cm / 47 cm	20 cm / 70cm

Fonte: Dados da Pesquisadora (2016).

Cabe salientar que, dos 09 (nove) exemplares de *Thypha domingensis*, apenas 01 (um) vegetal, da proporção **100% DAM (Amostra 01)** não teve sucesso. No entanto, após 20 (vinte) dias foi possível observar o crescimento de um broto de sua raiz. O mesmo vegetal, quando concluiu 30 (trinta) dias apresentou 50 cm (cinquenta centímetros) de comprimento, sendo que mais dois brotos estavam se desenvolvendo.

Vale ressaltar que apenas 01 (um) exemplar de *Thypha domingensis*, correspondentes ao experimento da **Amostra 01: 100% DAM** conseguiu se desenvolver potencialmente nos 30 (trinta) dias, tendo um crescimento de suas folhas de aproximadamente 68 cm (sessenta e oito centímetros), no entanto não possuía brotos.

Analisando-se as 03 amostras, pode-se concluir que a **Amostra 01**, com proporção 100 % DAM, tanto a *Thypha domingensis* quanto o *Chrysopogon zizanioides*, apresentaram um resultado expressivo, na parte aérea, comparado as outras amostras.

Após a retirada de cada vegetal foi possível perceber que as raízes estavam com uma coloração diferente, tipo ferrugem, possivelmente indicado a presença do ferro nesse meio. Observa-se também brotos e raízes novas na *Thypha domingensis*, isso mostra que apesar da parte aérea estar seca, as raízes continuam vivas.

Abaixo, a Tabela 3 mostra o crescimento de brotos nos três tipos de concentração ao longo dos trinta dias.

**Tabela 3 – Medida de Crescimento dos brotos (média) da Taboa**

	CONCENTRAÇÃO	1º DIA	30º DIA
Amostra 01	100% DAM	0 cm	30 cm
	100% DAM	0 cm	6 cm
	100% DAM	0 cm	X
Amostra 02	75% DAM + 25% água destilada	0 cm	13 cm
	75% DAM + 25% água destilada	0 cm	2 cm
	75% DAM + 25% água destilada	0 cm	9 cm
Amostra 03	50% DAM + 50% água destilada	0 cm	14 cm
	50% DAM + 50% água destilada	0 cm	X
	50% DAM + 50% água destilada	0 cm	7 cm

Fonte: Dados do pesquisador (2016)

Na **Amostra 02** (proporção **DAM 75% + 25% água destilada**), observa-se que em todos os vegetais (*Thypha domingensis*) estavam crescendo brotos. Comparando com as outras amostras, foi a única que obteve 100% (cem por cento) de brotos em todos os vegetais.

Na **Amostra 03**, apenas 01 (um) exemplar de vegetal do tipo *Thypha domingensis*, teve um crescimento de 09 cm (nove centímetros) na parte aérea até os 15 (quinze) primeiros dias, sendo que logo depois começou a secar. Na retirada do vegetal do recipiente que possuía a concentração **DAM 50% + 50% água destilada**, observou-se que seu caule estava morto, não havia raízes e nem brotos novos, ou seja, o vegetal não se adaptou ao seu ambiente.

Vale destacar que a maior parte dos estudos envolvendo o tratamento de DAM se refere ao ferro e ao manganês (GASES, 1996).

Os conteúdos médios de *Fe* e *Mn* obtidos no fim do experimento, conforme a Tabela 4 podem ser verificados na comparação dos 03 tipos de amostras:

**Tabela 4 - Parâmetros observados de Fe e Mn**

AMOSTRAS	Fe (Dissolvido)	Fe (Total)	Manganês
100% DAM	0,5	27,6	9,00
75% DAM + 25% água destilada	2,1	21,6	3,58
50% DAM + 50% água destilada	0,02	20,9	1,36

Fonte: Dados do pesquisador (2016)

Comparando o resultado do **Fe dissolvido** das três amostras em relação à primeira análise realizada no início do experimento, observa-se que houve uma diminuição significativa do seu conteúdo. O resultado obtido sugere que os vegetais absorveram através de suas raízes uma grande quantidade de **Fe dissolvido**.

Na **Amostra 03** (proporção DAM 50 % + 50 % água destilada), quase não há presença de **Fe dissolvido** no devido tratamento; percebeu-se a concentração inicial de 37,0 mg, L<sup>-1</sup>, diminuiu para 0,02 mg, L<sup>-1</sup>, indicando que houve uma expressiva redução, sendo que esse valor é permitido pela Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Aliás, todos os resultados de Fe dissolvido nas 03 amostras são aceitos por essa Resolução.

Conforme a tabela 4 (acima), os resultados da concentração de **Fe total** diminuíram bastante em relação ao resultado inicial. Podemos então considerar que os vegetais absorveram de forma expressiva o Fe total presente nas amostras.

De acordo com a Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2005) que estabelece condições e padrões para o lançamento de efluentes, verificou-se que a concentração média do Mn (**Amostra 01**: 9,0 mg.L<sup>-1</sup>; **Amostra 02**: 3,58 mg.L<sup>-1</sup>; **Amostra 03**: 1,36 mg.L<sup>-1</sup>) estavam acima do valor máximo recomendado, que é de 1,0 mg.L<sup>-1</sup>.

A concentração na **Amostra 01** (100 % DAM) aumentou praticamente em 03 vezes sobre o resultado inicial; na **Amostra 02**, pouco se diminuiu, obtendo-se um resultado de 3,58 mg.L<sup>-1</sup>. E na **Amostra 01**, em relação às outras duas amostras teve um bom resultado, chegando a 1,36 mg.L<sup>-1</sup>.

De modo geral, pode se observar que as espécies de vegetais, tanto a *Thypha domingensis* quanto o *Chrysopogon zizanioides*, apresentam relevante variação em absorver os elementos (Mn e Fe) (HART et al., 1998). Neste caso as raízes geralmente são os primeiros órgãos que envolvem a absorção de elementos, isto é, na maioria das vezes a maior parte de concentração é encontrada nas raízes (GRANT et al., 1998).

### Considerações Finais

Diante do experimento foi possível observar que na proporção 100% DAM obteve-se uma boa resistência em relação ao crescimento dos vegetais quando comparadas as outras proporções, podendo então utilizar a técnica de fitorremediação, para o possível tratamento de uma DAM.

De acordo com as tabelas foi possível observar uma diminuição em relação ao **Fe total e dissolvidos** nas 03 amostras, um aumento no *pH*, tornando-o básico, já o *Mn* presente na DAM, não teve sucesso, aumentando significativamente de seu valor inicial.

Em geral, a técnica de fitorremediação utilizando plantas aquáticas poderá ser utilizada mais frequentemente, através de estudos mais aprofundados, pois é uma técnica mais viável e de menor custo. Num próximo futuro, os impactos ambientais causados pela mineração de carvão poderão ser recuperados pela fitorremediação.

## Referências

- AMARAL, J.E; KREBS A. S. J. **Drenagem ácida da mineração de carvão e sua interrelação com metais pesados e recarga de aquíferos na bacia carbonífera do estado de Santa Catarina, SC.** Criciúma. CPRM. 2010.
- BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, Ch. Respuestas de las plantas a la contaminación por metales pesados. **Suelo y Planta**, 2:345-361, 1992.
- BRASIL. **Resolução CONAMA 357/2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2005.
- BROOKS, R. R. **Biological methods of prospecting for minerals.** New York: Wiley-Interscience, 1983. 322p.
- DEMIREZEN, D.; AKSOY, A. Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey). **Chemosphere**, v. 56, p. 685-696, 2004.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575p.
- GRANT, C. A. et al. Cadmium accumulation in crops. **Canadian Journal of Plant Science**, v.78, n.1, p.1-17, 1998.
- GRATÃO, P.L. et al.. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. Brazilian, **Journal of Plant Physiology**, Brasília, v.17, n.1, p.53-64, 2005.
- HART, J. J. et al. Characterization of cadmium binding, uptake, and translocation in intact seedlings of bread and durum wheat cultivars. **Plant Physiology**, v.116, n.4, p.1413-1420, 1998.
- MACEK, T.; MACKOVÁ, M. & KÁŠ, J. Exploitation of plants for the removal of organics in environmental remediation. **Biotechnol. Adv.**, v. 18, p. 23-34, 2000.
- MENEZES, C. T. B.; SANTO, E. L.; RUBIO, J.; DA ROSA, J. J.; LEAL F. L. S.; GALATO, S. L.; IZIDORO, G. **Tratamento de drenagem ácida de mina: Experiência da Carbonífera Metropolitana.** In: XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Florianópolis, p. 599-608, 2004.

OLIVEIRA, C. S.; PETACCI, F. Cinética de decomposição da macrófita *Typha angustifolia* L. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, VI., 2009, Goiânia. **Anais do VI Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão**. Goiás: CONPEEX, 2009. p. 2976-2988, 2009.

POTT, V. J.; POTT, A. A. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). Brasília: Embrapa - Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

PROCHNOW, T. R.; PORTO, M. L. Avaliação de uma área de rejeitos da mineração de carvão com vistas à bioindicadores vegetais para metais pesados. In: CENTRO DE ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (Org.). **Carvão e meio ambiente**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.673-694.

REITZ, R. Tifáceas. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1984. 16p.

RIZZO, A. C. L.; LEITE, S. G. F. **Produção de sulfeto em reator do tipo UASB e sua potencial aplicação na remoção de metais pesados de efluentes**. Série Tecnologia Ambiental, Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), 2004.

SILVA, J. A. L. **Uma discussão sobre desertificação: caso do município de Pedra Lavrada-PB**. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Geografia, Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2010.

TROUNG, P.; VAN TAN, T.; P. E. **Sistema de aplicação Vetiver**: manual de referência técnica. 2. ed. San Antonio, Texas: The Network International, 2008. 116p.

VARDANYAN, L. G.; INGOLE, B. S. Studies on heavy metal accumulation in aquatic macrophytes from Sevan (Armênia) and Carambolin (Índia) lake systems. **Environment International**, v.32, n.2, p.208-218, 2006.

ZANARDI Jr., V.; PORTO, M.L. Avaliação do sistema de lagoas em áreas de mineração de carvão a céu aberto: metais pesados em água, planta e substrato. **Boletim do Instituto de Biociências**, n.49, p.1-83, 1991.

## GESTÃO DE ESTOQUE DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO: UMA ANÁLISE DE CUSTOS DE ESTOCAGEM E MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUES.

André Vanderlin<sup>1</sup>; Dimas Ailton Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Produção; Centro Universitario Barriga Verde – UNIBAVE. E-mail: andrevanderlin@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Produção; Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. E-mail: dimasroc@gmail.com

**Resumo:** Ao considerarmos que o valor aplicado no estoque é um custo de oportunidade, ou seja, que pode ser aplicado em algum outro investimento, justifica-se a necessidade de gestão de estoque. Este estudo faz uma breve revisão bibliográfica sobre os componentes e alguns modelos de gestão de estoque. Posteriormente é realizado um estudo de caso no estoque de peças de reposição de uma unidade industrial do sul de Santa Catarina. O objetivo é propor um novo modelo de gestão de estoque para peças de reposição, que proporcione gerir o custo do estoque bem como a necessidade e seu grau de prioridade em manter os insumos estocados. O modelo apresentado é elaborado com base nas classificações de estoque ABC e VED. Por fim o resultado encontrado é um modelo de gestão de estoque que proporciona uma redução do custo de estocagem de 32,17% em relação ao custo inicial.

**Palavras-chave:** Gestão de estoque. Custo de estocagem. Classificação de estoque.

### Introdução

A forma como empresas gerenciam seus estoques influenciará o andamento financeiro, pois conforme apresenta Hillier e Lieberman (2013) o modelo como é gerenciado o estoque afeta a lucratividade, a opção por uma ou por outra política de gestão afeta relativamente seu potencial lucrativo.

Para Peinado e Graeml (2007), a existência de estoque funciona como um respiro para momentos de demanda e em uma empresa ele pode alternar entre: matérias primas, componentes, produtos ou materiais em processo, produtos acabados, materiais de manutenção, materiais de limpeza, expediente e segurança.

Para Ballou (2010), o estoque é definido como sendo uma reserva de matéria-prima, componentes diversos e também, produtos em processo e acabados estagnados em diversos pontos de um sistema logístico empresarial. Neste contexto verificamos a distribuição de 25% dos custos dos produtos relacionados a estoque, conforme apresentado por Hillier e Lieberman (2013). Diante deste cenário levantou-

se o seguinte problema para pesquisa: Qual o custo de estocagem gerado por peças de reposição?

Conhecendo a necessidade de estruturar um estoque baseado em dados científicos que se buscará apresentar um estudo de caso, com o objetivo de realizar uma análise dos custos de estocagem para peças de reposição. Para isso é apresentado os componentes de formação do custo de estoque e formas científicas de classificação de estoque, através da revisão bibliográfica. Para o estudo de caso foram delimitados os objetivos específicos de avaliar, através do DRE (Demonstrativo de Resultado do Exercício) o percentual dos custos de estocagem de peças de reposição, buscando conhecer os custos variáveis deste processo e o percentual de contribuição no custo do produto vendido. Estando concluído, estabeleceu-se um fator de nível de serviço para o atendimento das peças de reposição mantidas em estoque, a fim de servir como referencial para o cálculo de estoque mínimo e estoque de reposição. Posteriormente é identificado o ponto de ressuprimento e o tamanho do lote de compra, estabelecendo um estoque máximo para estes itens. Por fim, é avaliado novamente o estoque, através de simulação, para conhecer o novo percentual de custos que entrará na composição do produto acabado.

Este estudo é justificado pelo alto valor aplicado na gestão dos estoques, aproximadamente 25% do custo do estoque (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), que demanda recursos para sua manutenção, bem como o custo de oportunidade por ele gerado. Desta forma, este estudo analisa, através de meios científicos, formas de aumentar a eficiência do estoque, ao mesmo tempo em que busca reduzir o ativo aplicado em peças estocadas, a fim de reduzir o custo do produto e consequentemente aumentar a margem de lucro.

O trabalho foi desenvolvido com base no estoque de peças de reposição de uma empresa do segmento de transformação de polímeros da região sul do estado de Santa Catarina. A quantidade de insumos avaliados foram quatrocentos e nove itens diferentes.

### **Gestão de estoque**

Conhecer os tópicos da composição do estoque é fundamental para uma gestão de qualidade. Na sequência são destacados os itens necessários para a realização deste trabalho.

### **Peças de Reposição**

O material mantido em estoque, além de matéria prima e produtos em processamento, possui a função de repor peças ao setor de manutenção com o objetivo de manter equipamentos em operação, para estes materiais no estoque se denomina peças de reposição (PADILHA Jr; RODRIGUES, 2011). Para Rego (2007, p. 01) “Estoques de peças de reposição atendem necessidades de manutenção e reparo de produtos de consumo, veículos, máquinas e equipamentos industriais [...]”.

### **Custo de estocagem**

Para Ballou (2010) há três classificações de custo de estocagem: custo de manutenção, custo de compra e o custo gerado pela falta do estoque. Neste sentido, todo o material, mão de obra e tempo despendido para a realização de uma compra, recebimento, e armazenamento do material, está incluso no custo do material.

Peinado e Graeml (2007) apresentam a seguinte fórmula para o cálculo do custo de estoque:

$$CE=t \times Cu \times \frac{LC}{2} \quad (1)$$

Em que:

*CE*: custo financeiro de estocagem;

*t*: taxa de juros ou custo de oportunidade;

*Cu*: custo unitário do material;

*LC*: lote de compra;

*LC/2*: estoque médio de material no período.

### **Custo de aquisição**

Para o custo de aquisição é considerado todos os custos envolvidos para a compra do material. Conforme Peinado e Graeml (2007) para os casos de compra de materiais estarão envolvidos os custos de transporte e custos administrativos. No custo de transporte estão envolvidos os custos de frete do material e nos custos administrativos envolve toda a mão de obra utilizada para aquisição do material.

Desta forma encontramos em Peinado e Graeml (2007) a seguinte equação para o custo com pedido:

$$CP=Cp \times \frac{D}{LC} \quad (2)$$

Em que:

*CP*: custo total com pedidos;  
*Cp*: custo unitário de um pedido;  
*D*: demanda no período;  
*LC*: lote econômico de compra;  
*D/LC*: número de pedidos no período.

#### *Custo total do material*

Através do custo de estocagem e custo de aquisição chegamos ao custo total para aquisição do pedido, ou seja, com a soma de ambos os custos obteremos o custo total do material, conforme equação (3) apresentada por Peinado e Graeml (2007).

$$CT=CE+CP \Rightarrow CT= \left( t \times Cu \times \frac{LC}{2} \right) + \left( Cp \times \frac{D}{LC} \right) \quad (3)$$

Em que:

*CT* = custo total;  
*CE* = custo de estocagem;  
*CP* = custo com pedidos;  
*t* = taxa de juros ou custo de oportunidade;  
*Cu* = custo unitário do material;  
*LC* = lote de compra ou de produção;  
*Cp* = custo unitário de um pedido;  
*D* = demanda no período.

#### *Custo de oportunidade*

Conforme Clemente (1998) no custo de oportunidade é avaliado o valor investido, com base em um percentual que poderia ser aplicado para um possível retorno, por exemplo, o pagamento antecipado a alguns fornecedores mediante uma taxa de desconto.

### **Classificação de estoque**

#### *Curva ABC*

Conforme Peinado e Graeml (2007) a classificação destaca a relação 80-20, onde 80% do valor financeiro do estoque está distribuído entre 20% do total de itens. Desta forma percebe-se que o maior número de itens está em uma categoria de menor valor financeiro, enquanto uma pequena parcela participa do valor financeiro maior.

### *Classificação VED*

A classificação VED (Vital, Essencial, Desejáveis) nos fornece uma forma de classificação dos itens de estoque conforme sua importância no processo. Conforme Devnani, Gupta e Nigah (2010) a classificação ABC possui a limitação de se basear apenas em valores monetários, não classificando os itens pelo seu grau de importância no processo. No entanto a classificação VED está baseada pelo valor crítico e custo de escassez do item, ou seja, aquele parafuso que está classificado na categoria C da curva ABC, poderá ter outro valor na VED.

Na classificação VED os itens são classificados como: Vital, Essencial e Desejável. Nesta categoria os itens passam por uma avaliação e são classificados conforme sua categoria de importância para o processo. Para Oliveira (2013) os itens vitais são fundamentais e não é aceitável a falta dos mesmos, pois a falta de um destes itens poderá acarretar a parada da fábrica. Já o essencial acarreta redução da eficiência ou qualidade do funcionamento da fábrica, porém seu funcionamento não será interrompido. Na categoria desejável são itens que não irão interferir no funcionamento da fábrica e nem influenciar em sua eficiência e qualidade.

### ***Modelo de Gestão de Estoque***

#### *Ponto de ressuprimento*

Conforme Peinado e Graeml (2007) o ponto de ressuprimento indica o momento em que é necessário reabastecer o estoque, ou seja, quando o nível de estoque atingir determinada quantidade deverá ser disparado um pedido de compra a fim de reabastecer novamente o nível de estoque desejado.

Peinado e Graeml (2007) nos apresenta a seguinte fórmula para o cálculo do ponto de ressuprimento:

$$PR=(D \times TR)+ES \quad (4)$$

Onde:

$PR$  = ponto de ressuprimento

$D$  = Demanda;

$TR$  = lead time até o recebimento;

$ES$  = estoque de segurança.

#### *Estoque de segurança com nível de serviço*

Estoque de segurança com um nível de serviço visa atender, com o serviço prestado de estoque, a um determinado percentual de eficácia, ou seja, se determinarmos o nível de serviço em 95% significa que esta é a probabilidade de não faltar material no estoque. Conforme Peinado e Graeml (2007, p. 724) “Nível de serviço é a probabilidade de não faltar material durante um ciclo de abastecimento, sendo que um ciclo de abastecimento é o intervalo entre duas entregas”. Este nível de serviço se torna necessário devido à possibilidade na variação da demanda, *lead time*, pois há situações imprevisíveis e que não são possíveis de mensurar (PEINADO; GRAEML, 2007).

Para Peinado e Graeml (2007) o estoque de segurança através de um nível de serviço é calculado conforme a seguinte fórmula:

$$Es = Z \times \sqrt{TR} \times \sigma \quad (5)$$

Onde:

*Es* = estoque de segurança;

*Z* = número de desvio padrão relacionado ao nível de segurança determinado;

*TR* = tempo de ressuprimento;

$\sigma$  = desvio padrão da demanda do estoque.

Na fórmula (5) a unidade de tempo utilizada para calcular o desvio padrão da demanda, deverá ser o mesmo para o cálculo do tempo de ressuprimento (*TR*) e vice e versa.

Para a definição de *Z*, referente ao nível de serviço pretendido, são utilizados os dados da tabela de coeficiente de distribuição normal (PEINADO; GRAEML. 2007), conforme nos apresenta a literatura.

### **Procedimentos Metodológicos**

Este trabalho se caracteriza de natureza aplicada, pois possui como objetivo avaliar uma situação e propor uma reformulação a fim de alcançar um resultado. Conforme Prodanov e Freitas (2013, p. 51) a pesquisa aplicada “[...] objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos”.

Quanto à abordagem a pesquisa pode ser classificada como quantitativa, pois esta significa coletar numericamente informações e opiniões. Os dados são levantados e mensurados a fim de conhecer os valores e identificar as possibilidades de redução destes mesmos valores. O trabalho pré-dispõe a buscar dados para formular o novo processo de trabalho baseado em dados quantificáveis. O objetivo

da pesquisa é de fins explicativo com procedimento de estudo de caso. Conforme Prodanov e Freitas (2013) este procedimento procura analisar informações baseado em um conjunto de dados. Nesta forma de pesquisa os dados são identificados e quantificados a fim de conhecer os fatores que contribuem para ocorrência de tal fenômeno.

O estudo deste trabalho foi desenvolvido no setor de suprimentos, de uma empresa S/A (Sociedade Anônima) do ramo de transformação de polímeros do sul do estado de Santa Catarina. Os dados para estudo foram colhidos do *Release* do primeiro trimestre divulgado pela própria empresa através de seu site, bem como do sistema de gestão interno (SIGI), mediante autorização prévia. As determinações dos parâmetros, que não estão relacionados a um cálculo científico, foram estabelecidas mediante avaliação junto ao próprio responsável do setor. Ao todo foi avaliada uma quantidade de 409 itens diferentes.

### **Classificação ABC**

Para o estudo foi realizado a análise ABC dos itens de estoque. Para tanto foi identificado o valor de cada item e classificado em ordem decrescente. Posteriormente procedeu-se com o valor cumulativo de cada item gerando o percentual de representação de sua participação no total. Feito este processo foram classificados os itens em A, B e C, onde 75% do valor correspondem à categoria A, 20% do valor correspondem à categoria B e 5% do valor correspondem à categoria C.

### **Classificação VED**

A fim de identificar o nível de criticidade, os itens foram analisados através da classificação VED, ou seja, o seu impacto mediante a falta do mesmo no seu processo de aplicabilidade, mediante a concepção em serem vitais ao processo, necessários ou desejáveis. Para esta análise foi considerado a possibilidade de o processo de produção seguir mesmo com sua falta, bem como, o impacto financeiro causado pela falta do mesmo. Os itens foram planilhados no MS Excel e agrupados conforme sua categoria, iniciando do mais crítico (V) ao menos crítico (D) e posteriormente classificados conforme seu percentual acumulado de participação no valor do estoque.

### **Análise da classificação ABC-VED**

Através de uma análise mista da classificação ABC e VED, foi possível trabalhar sobre a situação crítica dos itens para a sua aplicabilidade e em paralelo concentrar atenção diferenciada aos itens de maior valor agregado ao estoque. Desta forma foi possível reduzir a quantidade de peças estocadas dos itens de maior valor agregado, classificados na categoria A, e os que não representam grau crítico classificados na categoria V.

Para a análise dos dados é utilizado como ferramenta o software MS Excel, a fim de relacionar os 409 itens e classifica-los em uma categoria denominada “1”, “2” e “3”, onde englobará uma classificação mista do modelo ABC e VED. Este método é justificado pela necessidade de reavaliar o conceito único do ABC ou VED para peças de reposição.

Na classificação ABC considerou-se, neste caso, somente os valores, sem analisar a real importância do item em sua aplicação. Para o método VED foi avaliada a real importância dada ao item em utilidade. Com a opção mista de classificação será avaliado o item em sua completude, envolvendo o seu grau de necessidade e o seu impacto financeiro no estoque. Desta forma estabeleceu-se uma nova categoria, denominada classificação 1, 2 e 3, onde foi possível destinar maior desprendimento financeiro aos itens de maior importância ao processo e reduzir o investimento de valores a itens de importância reduzida na aplicação deste processo industrial.

Para esta análise as categorias identificadas como 1, 2 e 3 são compreendidas pelas suas devidas subcategorias:

- 1 – AV, BV e CV;
- 2 – BE, CE;
- 3 – AD, AE, BD, CD.

A categoria 1 compreende os itens V, da classificação VED, que estão distribuídos nas três classificações A, B e C. A categoria 2 compreende os itens E, da mesma classificação VED, que estão distribuídos nas categorias B e C. Os itens da classificação A não entram nesta categoria, sendo que AE compreende itens de elevado valor, por isso incluso na categoria 3. A justificativa para tal situação esta na elaboração do estoque de segurança, onde é determinado um nível de serviço distinto para as três categorias e desta forma é possível reduzir a quantidade de peças mantida em estoque.

A categoria 3 abrange os itens dispensáveis do VED, que estão nas categorias A, B e C, e os itens E contido na classificação A.

### **Gestão do estoque**

No processo de gestão do estoque foi calculado o estoque de segurança conforme fórmula (5). A aplicação do nível de serviço foi realizada em três valores distintos. Na classificação 1 foi utilizado um nível de 90,66%, conforme dados da tabela de coeficiente de distribuição normal. Para a classificação 2 foi aplicado um nível de 67,48%. E na classificação 3 foi aplicado um nível de serviço de 50%, que em valores numéricos corresponderá a zero.

O nível de serviço ( $Z$ ), utilizado em três categorias distintas, permite uma redução do valor de estoque, pois aplica um nível de estoque menor para categorias com necessidade de menor atenção.

Para o tempo de ressuprimento ( $TR$ ) considerou-se uma previsão de 5 dias, haja visto que os itens são de consumo frequente no mercado e os fornecedores possuem estoque dos mesmos. Já o desvio padrão ( $\sigma$ ) foi utilizado como referência o consumo dos últimos seis meses anteriores à coleta dos dados.

Na identificação do ponto de ressuprimento foi utilizada a fórmula de (4). Nesta situação o estoque de segurança foi considerado conforme cálculo de (5). A demanda considerou-se o consumo médio dos últimos seis meses anteriores à coleta dos dados e para o tempo de ressuprimento foi utilizado os cinco dias, conforme aplicado ao  $ES$ .

O tamanho máximo do estoque foi definido considerando o ponto de reposição e o consumo previsto para sete dias. Para este consumo utilizou-se a demanda média mensal dos últimos seis meses anterior e multiplicado por sete dias. Desta forma encontramos a seguinte fórmula para o cálculo máximo do estoque:

$$E = PR + \left(\frac{Dm}{30} \times 7\right) \quad (6)$$

Onde:

$E$  = estoque máximo;

$PR$  = ponto de ressuprimento;

$Dm$  = demanda média.

A aplicação de 7 na equação (6), faz-se pelo modelo de gestão de compras. Neste estudo de caso as compras são solicitadas em um modelo de revisão periódica, ou seja, a cada 7 dias são solicitadas novas compras conforme necessidade. Desta

forma o estoque necessita de capacidade, além do PR, para mais 7 dias até uma nova compra.

Para definir o tamanho do lote de compra as seguintes observações foram levantadas:

1. Para itens de peças de reposição mantidos em estoque os valores são tabelados em contrato, ou seja, sem a necessidade de cotação e negociação a cada pedido de compra;
2. Condições de pagamento constante, indiferente do valor a ser faturado;
3. Frete na modalidade *CIF* (*Cost, Insurance and Freight*), indiferente do valor a ser faturado;

Mediante estas observações se estabeleceu os seguintes critérios para o tamanho do lote de compra:

- i. Considera-se um estoque máximo  $E$ , onde para todo  $E = PR + C$ ;
- ii. Determina-se  $C$ , onde exista uma demanda ( $D$ ) em que  $D/30$  dias multiplicado por 7 dias satisfaça  $C$ ;
- iii. Determina-se  $D$ , onde para todo  $D$  exista um consumo médio, determinado pela média simples, de exatamente seis meses anteriores à data da mensuração de  $D$ ;
- iv. Exista um estoque corrente  $E^*$ , onde para todo  $E^* < E$ ;
- v. Quando a condição  $E^*$  for satisfeita por  $E^* \leq PR$ , emite-se um pedido de compra  $Q$ , onde  $E - E^*$  deverá satisfazer  $Q$ ;
- vi. O lote  $Q$  ocorre se e somente se for satisfeito todos os critérios de i, ii, iii, iv, v. Para situações não satisfeitas nestes critérios avaliar-se-á manualmente o tamanho do lote até obter as condições de satisfação de  $Q$ ;
- vii. Ao recebimento de  $Q$  atualiza-se  $E$  para  $Q + E^*$ .

Desta forma o cálculo do tamanho do lote de compra é realizado através da seguinte fórmula:

$$Q = E - E^* \quad (7)$$

Onde:

$Q$  = tamanho do lote de compra;

$E$  = estoque máximo;

$E^*$  = estoque atual (considerado na emissão do pedido).

Para o custo de estocagem foram utilizados os dados obtidos ao calcular  $E$  através de (6), aplicando a fórmula (1) para o cálculo, no entanto não é considerado o

LC, pois é proposto um modelo de gestão de estoque sem considerar o custo com lote de compra, com base nas justificativas 1, 2 e 3.

## Resultados e Discussão

Ao avaliar o *Release* Trimestral/2016 referente ao primeiro período do grupo empresarial em estudo, encontrou-se um faturamento de R\$ 1.788,22 milhares de reais e resultado líquido de R\$ 30,10 milhares de reais. Este valor representa um percentual de lucro líquido de 1,68 % sobre o faturamento bruto.

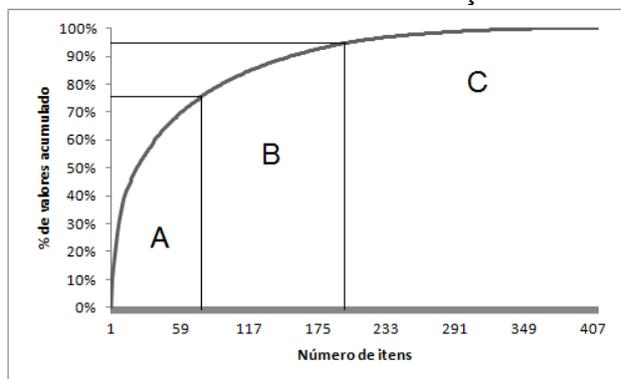
Analisando o valor do estoque divulgado no *release* identificou-se um valor de R\$ 640,98 milhares de reais no ativo circulante do grupo empresarial. O valor de estoque de peças de reposição corresponde a um total de R\$ 5.166,22 com uma representação percentual de 0,29 % do valor de faturamento bruto e 0,81 % no valor total do estoque.

## Análise ABC

Na classificação A, B e C, a categoria A foi composta por 72 itens, que representam um percentual de 18% da quantidade de itens, representando 74% do valor. A categoria B corresponde a 20% do valor composta por um total de 127 itens, representando um percentual de 31% dos itens. E 5% do valor correspondem à categoria C que abrange um total de 210 itens, representando 51% dos insumos deste estoque.

No gráfico 1 é exposto a representabilidade dos itens na curva ABC.

**Gráfico 1** – Resultado da classificação ABC.



Fonte: Autores (2016).

Através do gráfico 1 visualiza-se que o menor número de itens está representado pelo maior comprometimento de valores, onde corresponde por

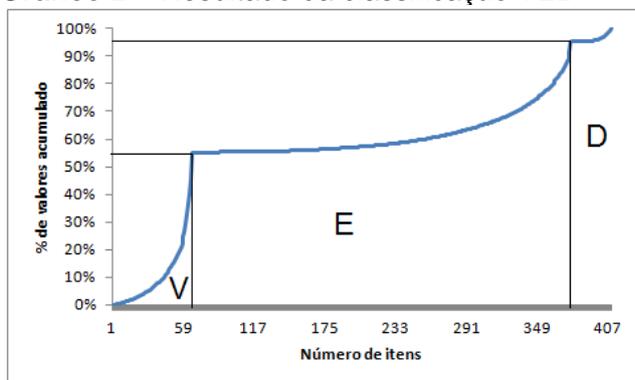
aproximadamente 75% do acumulado. E na categoria C se encontra o maior número de itens que compromete somente 5% do valor de estoque.

### Análise VED

A classificação VED apresentou para a categoria V 66 itens, que representam 55% do valor de estoque de peças de reposição. Na categoria E foram classificados 310 itens, que correspondem a 40% do valor de estoque. E na categoria C foram classificados 33 itens, correspondendo a 5% da composição do estoque.

No gráfico 02 é apresentada a classificação VED:

**Gráfico 2** – Resultado da classificação VED



Fonte: Autores (2016).

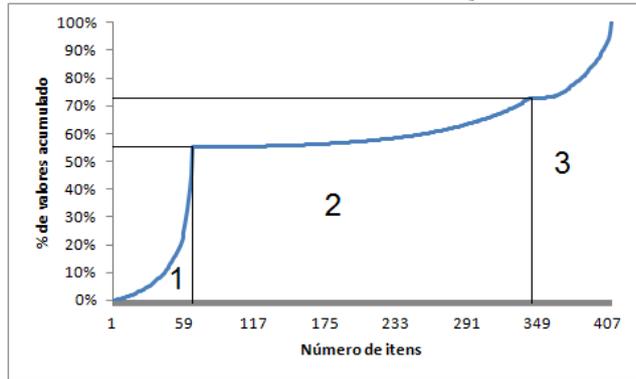
Conforme o gráfico 2 percebe-se que o maior número de itens está na categoria E onde estão alocados 40% dos valores de estoque.

### Classificação 1, 2 e 3

Através do gráfico 3 identifica-se a classificação 1, 2 e 3 com alterações significativas ao processo de estocagem. Para a categoria 1 é identificado um total de 66 itens que correspondem a 55% do valor de estoque. A categoria 2 compõe 276 itens do estoque e representa 18% do valor estocado. Já para a categoria 3 encontra-se 67 itens com uma contribuição de 27% do valor investido na estocagem.

O gráfico 3 representa a classificação 1, 2 e 3 conforme quantidade de itens e composição de valores. Nele percebe-se um menor valor na categoria 1 e um aumento significativo do percentual dos valores na categoria 3.

**Gráfico 4** – Resultado da classificação 1, 2 e 3.



Fonte: Autores (2016).

Esta classificação, em comparação as demais, apresenta uma solução ao dilema estrutural para a utilização da classificação ABC e VED em um único processo avaliativo. Nela é permitido gerenciar os itens em sua importância, quanto a sua aplicação e valores ao mesmo tempo, e desta forma identificar medidas a serem tomadas para redução de estoque em itens menos essenciais.

A categoria 1 reduziu 20% dos valores contidos em uma primeira instância, comparada a classificação ABC. Já a última categoria houve um aumento de 22% dos valores em comparação a mesma classificação.

### **Análise da gestão de estoque**

Através da proposta de classificação 1, 2 e 3 e das restrições para o ponto de pedido e tamanho máximo do lote de compra, foi recalculado o tamanho do estoque. Simulando um estoque com todos os itens em sua quantidade máxima obtemos a composição ilustrada na tabela 1.

**Tabela 1** – Valor máximo do estoque a cada nível.

Nível do estoque	Valor máximo (R\$)	
Estoque de Segurança	R\$	1.676,70
Ponto de Reposição	R\$	1.701,91
Estoque Máximo	R\$	3.536,02

Fonte: Autores (2016).

A tabela 1 apresenta uma simulação do valor monetário máximo que o estoque poderá atingir nos níveis de estoque de segurança, ponto de reposição e estoque máximo, considerando todos os itens com seu estoque completo.

O estoque máximo apresentado fornece uma redução de 32,17% em relação ao nível atual de estoque estudado neste estudo de caso. Em uma simulação sobre o *Release* do grupo empresarial ele representa 0,20% do custo do estoque, contra o 0,30% do estoque anterior. Quanto sua representabilidade na composição do estoque do grupo, ele representa 0,55% contra os 0,81% sobre o estoque estudado.

### **Análise do custo de estocagem (CE)**

No cálculo do custo de estocagem foi aplicada uma reformulação da fórmula (1), haja visto que é considerado somente os custos unitários e taxa de oportunidades. Desta forma utilizamos a seguinte fórmula:

$$CE = t \times Cu \quad (8)$$

Para o caso do estoque atual o custo de estocagem atinge R\$ 208,52, simulando uma taxa de oportunidade de 4%. E para esta nova proposta o custo de estocagem é de R\$ 141,44.

### **Considerações Finais**

O objetivo deste estudo foi alcançado através de uma readequação do modelo de gerenciamento de estoque. A classificação ABC acomodava 75% dos valores em uma única classe, identificando como sendo a que necessitava maior atenção, justificadamente por apresentar o maior valor monetário. Enquanto a classificação VED apresenta 66 itens do estoque, que representam 55% do valor investido, como sendo os que necessitavam atenção maior. Sua justificativa é considerar itens que são vitais ao processo produtivo e não é tolerável a sua falta pelo impacto a causar na produção.

No entanto ambas as classificações avaliam a situação através de uma única perspectiva. Para considerar estas duas situações, custo e necessidade, a classificação 1, 2 e 3 apresenta categorias que sugerem solução para este impasse. Desta forma, foram avaliados os itens quanto a sua importância no processo e a representação de seu valor monetário no estoque, possibilitando trabalhar a viabilidade do custo benefício em manter uma quantidade maior ou menor no conforme cada categoria.

Com o redimensionamento do estoque foi possível reduzir o custo de estocagem em 32,17%, em comparação a situação na coleta de dados.

A pesquisa trouxe uma inovação quanto à forma de avaliar e classificar o sistema de estocagem. Ela se torna uma ferramenta para o trabalho da importância quanto à aplicação dos itens no processo produtivo, em paralelo a necessidade da avaliação financeira.

## Referências

BALLOU, Ronald H. Logística **Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 388 p.

CLEMENTE, Ademir. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo: Atlas, 1998. 344 p.

DEVNANI, M.; GUPTA, A.K. R. Nigah. ABC and VED Analysis of the Pharmacy Store of a Tertiary Care Teaching, Research and Referral Healthcare Institute of India. **Journal of Young Pharmacists**, Rockville v. 2, n. 2, p. 201–205 , abr. 2010.

HILLIER, Frederick S; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 1005 p.

PADILHA Jr, Roberio Fonseca; RODRIGUES, Greison da Silva. Gestão de estoques de peças de reposição da manutenção: uma revisão de literatura. **Produção**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 645-655, out/dez 2011.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

REGO, José Roberto do; MESQUITA, Marco Aurélio de. Controle de estoque de peças de reposição: uma revisão da literatura. **Produção**, São Paulo, v. 21, p. 645–655 . 2011.

## IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO DO PERÍMETRO URBANO NO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

Erlen Cataneo Zanini<sup>1</sup>; Bruno De Pellegrin Coan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental Sanitarista. erlen.zanini@outlook.com

<sup>2</sup>Professore Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. brunocoan@gmail.com

**Resumo:** O surgimento de diversos problemas nas cidades é consequência da ausência do planejamento das mesmas, em conjunto com fatores econômicos, políticos, sociais e culturais, que contribuem para ocupações em lugares inadequados, tais como áreas marginais dos recursos hídricos e topo de encostas, contribuindo para a ocorrência dos riscos geológicos de deslizamento, inundações e alagamentos nas construções situadas nestes respectivos locais de risco. O objetivo deste trabalho é identificar e diagnosticar as principais áreas de risco geológico no município de Orleans/SC, além de identificar as áreas que apresentam características de risco geológico eminente, através de mapeamento; visitar e diagnosticar as áreas com famílias que estão vivendo em situação de risco; descrever a natureza dos riscos presentes e; definir sugestões mitigadoras para que os riscos sejam amenizados. Para serem identificadas as respectivas áreas de risco geológico foi realizado por meio de Auto-Cad, o cruzamento do mapa de urbanização com o mapa da topografia ambos do município de Orleans, nas quais permitiu identificar as áreas de risco geológico de deslizamento e inundações e alagamentos, após identificação das áreas foi realizado visita “*in loco*” e propondo medidas mitigadoras diante os riscos encontrados.

**Palavras-chave:** Alagamento. Encostas. Deslizamentos. Inundações.

### Introdução:

No Brasil, os principais processos associados a desastres naturais são os movimentos de massas, mais conhecidos como deslizamentos, e as inundações e os alagamentos que também caracterizam este tipo de evento. Estes são apresentados rotineiramente como os principais riscos geológicos na qual a população brasileira está susceptível.

O surgimento de diversos problemas nas cidades pode ser ocasionado como consequência da ausência do planejamento das mesmas, em conjunto com fatores econômicos, políticos, sociais e culturais, que contribuem para o aumento do número de pessoas que se arriscam em residir em áreas consideradas de riscos, justamente pelo baixo, ou nenhum valor imobiliário destas localidades. Além disso, alguns, mesmo com condições de deixarem os locais de riscos optam por continuar residindo em áreas que apresentam fragilidade, por estarem vivendo ali há muitos anos,

possuírem raízes históricas no local e ignorar o risco existente, dificultando assim o processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras (AGOSTINHO, *et al*, 2007).

O município de Orleans se caracteriza por habitações em encostas íngremes, e a ocupação irregular de algumas residências situadas nas margens de corpos hídricos, e do Rio Tubarão, com registros na cidade de alagamentos, inundações e deslizamentos, em períodos de chuvas intensas.

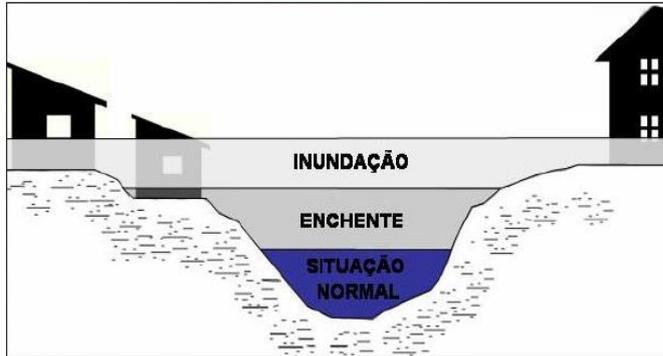
O objetivo deste trabalho propõe identificar e diagnosticar as principais áreas de risco geológico no município de Orleans/SC, para que os resultados deste trabalho possam contribuir para redução ou minimização da exposição aos riscos geológicos antrópicos ou naturais existentes.

Para atingir a meta geral deste trabalho são definidos passos complementares como objetivos de: identificar as áreas que apresentam características de risco geológico eminente, através de mapeamento; visitar e diagnosticar as áreas com famílias que estão vivendo em situação de risco; descrever a natureza dos riscos presentes e; definir sugestões mitigadoras para que os riscos sejam amenizados;

Este trabalho contribui para apontar e prevenir possíveis deslizamentos em áreas de risco e inundações em áreas de drenagem, evitando danos à população no município de Orleans, nas suas residências e propriedades, a conscientização das pessoas que residem em áreas de riscos sobre os possíveis riscos que estão ocorrendo em estar residindo nestes locais vulneráveis.

Como representado na Figura 1, as enchentes ou cheias são caracterizadas por águas de chuvas que chegam até o curso d'água causando aumento da sua vazão por um determinado período de tempo, durante a enchente causa certo aumento da vazão podendo superar a capacidade da calha do curso d'água levando a um extravasamento do seu canal de drenagem para as áreas marginais que não estão ocupadas pelas águas, este processo é denominado de inundação (AGOSTINHO, *et al*, 2007).

**Figura 1:** Perfil esquemático do processo de enchente e inundação:



Fonte: Adaptado de Agostinho et al, 2007.

Podemos conceituar o desastre, como sendo o resultado de eventos adversos, podendo ser estes naturais ou antrópicos, ocorrendo principalmente em um ecossistema vulnerável, a sua intensidade vai depender da magnitude do evento adverso e a vulnerabilidade do sistema, causando danos ambientais, materiais e humanos, além de prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2007).

Os desastres naturais são causados por fenômenos e desequilíbrios provenientes da natureza, de grande intensidade, que atuam independente da ação humana. Já os desastres antrópicos são aqueles que possuem o homem como agente ou autor, resultantes de suas atividades ou omissões (BRASIL, 2007).

A probabilidade de ocorrência de um evento adverso, uma ameaça, e ou acidentes que venham a se concretizar, ocasionando danos e consequências sociais e ou econômicas, sobre um elemento grupo ou comunidade, pode ser determinada como Risco (DEFESA CIVIL DO ESPÍRITO SANTO, 2016, p. 91).

De mesmo modo, uma área de risco, é toda aquela área vulnerável de ser atingida por fenômenos naturais e, ou induzidos que venham causar efeito adverso. As pessoas que se sujeitam a residirem nestas áreas estão vulneráveis a danos na sua integridade física, materiais e patrimoniais, essas localidades normalmente nas cidades brasileiras estas áreas habitacionais são ocupadas por habitantes de baixa renda (AGOSTINHO, *et al*, 2007).

Já o perigo, é definido como determinada condição ou fenômeno com potencial de causar mortes, ferimentos ou danos a propriedade, ou seja, consequências desagradáveis (DEFESA CIVIL DO ESPIRITO SANTO. 2016, p. 91).

O planeta Terra é caracterizado por constantes mudanças na sua forma, algumas necessitam de milhares de anos para concretização do seu ciclo, já outras ocorrem de forma mais rápida, sendo perceptível na escala de tempo humana. As

encostas são definidas como uma superfície natural inclinada, unida por outras duas superfícies, além de apresentarem energias potenciais e gravitacionais, são originadas através de forças internas e externas, por meio de agentes geológicos, climáticos, biológicos e ações humana que há tempo esculpi a superfície terrestre (AGOSTINHO, *et al*, 2007).

O termo encosta é mais utilizado para caracterização regional, já o talude natural é empregado em descrições locais, por profissionais atuantes da geotecnica. Os principais elementos geográficos das encostas ou taludes são inclinação, declividade e amplitude, e são divididos em: taludes naturais, talude de corte e talude de aterro (BRASIL, 2007).

Os escorregamentos são vários tipos de movimentos de massa de solo, rochas e detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, geralmente são bem definidos quanto ao seu volume, se consiste de movimentos rápidos, tendo como principal agente a infiltração de água das chuvas, podem ser gerados ou até mesmo induzidos por atividades antrópicas nas quais modificam as condições naturais do solo através de cortes para construções de moradias, aterros, deposição concentrada de águas sobre vertentes, e estradas dentre outras obras ( AGOSTINHO *et al*, 2007).

Os escorregamentos relacionados a encostas são classificados em quatro classes de processo: rastejo escorregamento, quedas e corridas (DEFESA CIVIL DO ESPIRITO SANTO, 2016, p. 91).

Outro caso considerado de risco geológico são as inundações, e enxurradas, geralmente ocorrem em regiões de relevo acentuado, montanhoso, típico da região Sul do País. Provem através da presença de grande quantidade de água em curto espaço de tempo, chuvas fortes ou moderadas, mas com grandes intensidades podem causar inundações repentinas, quando ultrapassa a capacidade de infiltração de agua no solo (BRASIL, 2007).

As inundações e os alagamentos em centros urbanos são oriundos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes, além da compactação e impermeabilização do solo na grande maioria decorrente da pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração, a construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas, desmatamento de encostas provocando o assoreamento dos rios que se desenvolvem no perímetro urbano, acumulação de detritos e sedimentos em galerias pluviais, e canais de drenagem e cursos d'água,

isso acontece devido à ausência de manutenção dos mesmos, e a insuficiência da rede de galerias pluviais (BRASIL, 2007).

Anualmente, muitas pessoas perderem suas vidas no Brasil. Além do risco de vida, muitas famílias ficam ameaçadas a perda do patrimônio adquirido através de muitos anos de trabalho e esforço com a ocorrência de inundações. Os alagamentos das cidades normalmente provocam danos materiais e humanos mais intensos que os das enxurradas (AGOSTINHO, *et al*, 2007)

### **Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa utilizou à abordagem quantitativa e qualitativa. De acordo com Lira (2014) a abordagem quantitativa engloba tudo que pode ser mensurado numericamente, ou seja, em forma de números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, e busca a explicação na forma de número e tabelas, e por meio de técnicas estatísticas na coleta de informações. De acordo com Pereira (2010), a abordagem qualitativa que aborda questões e procedimentos coletados no ambiente do pesquisador, a análise dos dados acontece por meio das interpretações realizadas pelo pesquisador através do significado de dados.

Trata-se de uma pesquisa exploratória, na qual é realizada quando o fenômeno ainda não foi abundantemente estudado, e busca proporcionar maior familiaridade com o problema e a finalidade de torná-lo mais explícita, pois possui como finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias (PEREIRA, 2010).

A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso, que consiste no conhecimento de estudo profundo da situação de um caso em particular, constitui-se em poucos ou somente um único objetivo, na qual permite um amplo e detalhado conhecimento. Por se tratar de um estudo de caso, não é permitida a generalização dos resultados obtidos (GIL, 2009).

O método adotado para o desenvolvimento do estudo foi com base na análise de dados de documentos históricos existentes da cidade, fotos, e ocorrência de acidentes geológicos, por meio destes dados foram definidos dois tipos de riscos para análise, sendo estes geotécnicos (declividade e cobertura vegetal), áreas alagáveis (inundações), na maioria dos casos, às de ocupação em áreas não consolidada cuja infraestrutura às vezes é precária, sem equacionamento de processos do meio físico perante as intervenções feitas pela ocupação.

Para serem identificadas as respectivas áreas de risco geológico foi realizado

por meio de Auto-Cad, o cruzamento do mapa de urbanização com o mapa da topografia ambos do município de Orleans/SC. Com a análise no mapa de cruzamento pode-se ser identificados os locais que ocorre alta declividade aonde as curvas topográficas são muito próximas umas das outras, em áreas urbanizadas, conforme demonstra a Figura 2a, as áreas que se encontram nestes locais estão suscetível a possíveis deslizamentos, já o segundo risco geológico analisado é em relação as áreas urbanizadas em áreas baixas em relação ao rio, ou em mesmo nível topográfico do rio, de acordo com a Figura 2b, as pessoas que residem nestas localidades estão sujeitas a serem vítimas de inundações e alagamentos caso venha ocorrer elevadas precipitações.

**Figura 2:** a) Área identificada com risco geológico de alagamentos e inundações; b) Área identificada com risco de deslizamento.



Fonte: Autor, (2016).

Após a identificação do mapa dos locais aonde estas características ocorrem foi realizado visita em loco para diagnosticar certificar-se se realmente há ou não condições de risco geológico nestes lugares devido à alta declividade e as áreas de baixadas, foram analisadas as situações com potenciais de escorregamentos, e deslizamento em encostas ocupadas, solapamentos de margens de córregos e áreas sujeitas a inundações, sendo adotados os seguintes procedimentos: Vistorias em cada área, que apresentava risco geológico por meio de investigações de superfície, visando identificar condicionantes dos processos de estabilização, evidências de instabilidade, evidências de alcance do processo e indícios do desenvolvimento de processos destrutivos.

Para registrar indicadores de riscos observados há campo foi realizado imagens fotográficas, em cada área identificada, foi avaliado e definido o grau de risco de ocorrência de processo de estabilização seja este (deslizamento de encostas, quedas de blocos e solapamento de margens de córregos), ou de inundação, também foi elaborado um check list, para obter um diagnóstico preciso das áreas visitadas.

Após o termino das visitas e com o diagnóstico realizado em todas as áreas houve a indicação de alternativas, medidas e sugestões de intervenção adequadas para cada uma das áreas de risco mapeadas, a fim de minimizar o problema encontrado.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os bairros do município de Orleans/SC com risco geológico de deslizamento, alagamento e inundações.

**Tabela 1** – Resultado das áreas de risco.

<b>Deslizamento</b>	<b>Inundação</b>	<b>Alagamento</b>
Bairro Alto Paraná	Bairro Coloninha	Bairro Alto Paraná
Bairro Rio Belo	Bairro Rio Belo	Bairro Santista
Bairro Jardim das Orquídeas	Bairro São Gerônimo	Bairro Corridas
Bairro Barro Vermelho	-	-
Bairro Cohab	-	-
Bairro Corridas	-	-
Bairro São Gerônimo	-	-

Fonte: Autor, 2017

## Diagnósticos dos Bairros com as condições de riscos geológicos

A ocupação e a construção das moradias em pontos mais críticos nas bases de encostas, em topos de taludes naturais, de corte, e taludes de aterro, sem estruturas de contenção, em alguns pontos com presença parcial de vegetação e base de encostas com declividade acentuada e destituída de sua cobertura vegetal, tornando-se de vulnerável a ocorrência de deslizamento, conforme a Figura 03, algumas áreas habitadas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), devido à inclinação das encostas, estas características foram identificadas nos bairros que apresentam risco geológico de deslizamento.

**Figura 3** – a) e b) Residências construídas em encostas e taludes de corte e de aterro no bairro Alto Paraná; b) Rio Belo; c) São Gerônimo; d) Cohab.



Fonte: Autor (2017).

Em diversos pontos dos bairros Alto Paraná, Rio Belo, São Gerônimo, Corridas, verificou-se, o depósito em locais inadequados de lixo, entulhos, e restos de construções civis, de acordo com a Ilustração 04 b, em muitos casos, isto contribui para ocupações de risco, pois estes resíduos são dispostos em terrenos baldios e em encostas, posteriormente é depositado o solo formando assim o talude de aterro, e a construção de residências nestes locais, sem a realização de um diagnóstico da área, para saber se a mesma está apta para ser construída e ocupada, colocando em risco a vida da população que se sujeita a residir nestas áreas de risco.

Em fevereiro deste ano 2016, na Rua Hugo Carlos Claumann no Alto Paraná, ocorreu um desastre nos fundos de uma residência, como demonstra na Figura 4, ocasionando danos materiais e sociais e vitimando um jovem, na vistoria foi analisado que além da ocupação irregular de APP, o deslizamento do talude de corte, ocorreu em função da falta de proteção contra movimentos de massa, ausência de sistema de drenagem em relação às águas servidas do topo da encosta que as mesmas escoam no talude natural, e o plantio de vegetação inadequada no local como a bananeira, ou

outras plantas que possuem raízes curtas, pois estas contribuem para ocorrência de deslizamento, estes fatores foram apontados em diversos pontos ao longo de todo o Bairro Alto Paraná.

**Figura 4** - a) Depósito de lixo e restos de construções civis no Alto Paraná; b) deslizamento da encosta no Bairro Alto Paraná.



Fonte: Autor, 2017.

Na localidade do acidente geológico, observaram-se rachaduras e trincas na residência próxima ao local, e nos fundos do terreno do acidente, que no momento houve desocupação das residências nesta área, e posteriormente as moradias voltaram a ser habitadas mesmo em situações consideradas de ricos.

Em relação às inundações, nota-se ocupações irregulares devido a ocupação em áreas de baixadas com encostas de declive acentuado na parte traseira, a construção das moradias no mesmo nível topográfico da rua, aliado à inexistência de sistemas de drenagem superficial pluvial, e ausência de pavimentação na via como foi possível analisar na Rua Jose Bianco, e a construção das casas próximas a curva topográfica do rio que passa neste local, na Rua Professora Otília Mendes Mazzuco ambas no bairro Rio Belo, conforme Ilustração 05 b. Nota-se também ocupações irregulares em locais inadequados e impróprios, próximas ao corpo hídrico que passa pelo local, ou seja, em Área de Preservação Permanente (APP), na localidade da Colônia de acordo com a Ilustração 05 c, e São Gerônimo, no qual as residências localizadas nestas áreas impróprias, não possuem sistemas de redes de esgoto eficiente, e os sistemas de drenagens são precários e inexistentes.

Os fatores que contribuem para ocorrência de alagamentos em virtude da falta de infraestrutura de drenagem pluvial, com poucas bocas de lobo, e ainda as poucas

que existem, muitas estão obstruídas devido ao depósito de lixo em locais inadequados que através de fortes precipitações pluviométricas estes são levados até as bocas de lobo existentes, obstruindo a passagem da água, impedindo o fluxo natural das águas da chuva, na qual constatou-se a ausência de um bom sistema de drenagem no Bairro Alto Paraná, Santista, e Corridas, conforme Figura 5.

**Figura 5** - a) Alagamento no bairro Alto Paraná; b) inundação no bairro Rio Belo.



Fonte: Arquivo da defesa civil, Engeplus 2016 e 2017.

Foi possível observar no bairro Corridas que o sistema de drenagem pluvial, as bocas de lobo existentes estão mal dimensionadas no orifício de passagem da água, com falta de manutenção e infraestrutura adequada, conforme a Figura 6, diminuindo o fluxo de passagem da água durante ocorrência de fortes precipitações, em alguns pontos do bairro a ausência de pavimentação de algumas, que por meio da ocorrência de fortes chuvas o material sólido pode ser arrastado até as bocas de lobo obstruindo a passagem da água e causando alagamentos.

**Figura 6** – Sistemas de drenagens em situações precárias.



Fonte: Autor (2017)

### **Medidas mitigadoras para os riscos geológicos de deslizamento, alagamentos e inundações.**

Recomenda-se como primeira medida de prevenção, a proibição da ocupação e a ampliação da área de risco, englobando deste modo os terrenos localizados a montante da área.

Medidas complementares devem ser executadas, bem como o monitoramento das feições de movimentação do terreno, com uma atenção especial na localidade do Alto Paraná, no sentido de antecipar problemas de instabilidade, a construção de um sistema de drenagem de topo da encosta (taludes) de maneira a disciplinar o escoamento das águas, e a estabilização dos taludes com muros de contenção, a construção e implementação de um sistema de drenagem no topo das encostas dimensionado de acordo com a vazão da quantidade de água que o sistema deveria conduzir.

Além de ações de remoção da população afetada pela área de risco nas áreas mais críticas, a orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva, a proteção da superfície dos terrenos com o objetivo de impedir a formação de processos erosivos e reduzir ou até mesmo eliminar a infiltração de água nos maciços rochosos, o plantio de árvores que ajudam na estabilização dos terrenos, e a elaboração e execução de um (PRAD), recuperação da área de Preservação Permanente (APP), obras de instabilização e proteção dos taludes, e do solo através de métodos naturais e artificiais, realização de um estudo detalhado da defesa civil nas áreas consideradas de risco das condições do solo nas encostas para verificar se existem evidências de trincas, rachaduras, ou movimentações de terra nas encostas, como uma medida preventiva caso possíveis deslizamentos venham acontecer, elaboração de um estudo detalhado por técnicos habilitados em relação à morfologia do solo, topografia, e a declividade local, e índices pluviométricos.

Além da limpeza dos lixos e entulhos, e restos de construção civis jogadas nas encostas, dos bairros Alto Paraná e Rio Belo. A implantação de uma lei no plano diretor do Município em relação a restrição de ocupação nas áreas de (APP), que restrinja a ampliação das construções existentes, e impeça as construções de futuras novas instalações.

Já para o risco de alagamento verifica-se que as áreas diagnosticadas necessitam-se de investimentos públicos em infraestrutura, melhora nos sistemas de

drenagens no topo de encostas e nas vias, a construção e implementação de um sistema de drenagem dimensionado de acordo com a vazão da quantidade de água que o sistema devera conduzir, além de placas de conscientização para preservar o meio ambiente a população, e distribuição ao longo do bairro de lixeiras para que o lixo seja depositado de forma correta. Recomenda-se a execução no bairro Corridas a limpeza, manutenção do sistema de drenagem existente, bem como a pavimentação das ruas para que o as partículas sólidas das ruas não pavimentadas sejam arrastados até os canais de drenagens existentes obstruindo a passagem da água e causando alagamento nas áreas planas da área.

No entanto pensando-se em minimizar, e até mesmo erradicar os problemas com a ocorrência de inundação, deve-se evitar a ocupação sujeitas a esses processos, caso isso não seja possível, então se recomenda que as moradias apresentem padrão construtivo adequado com as condições dinâmicas dos fenômenos diagnosticados, para evitar a destruição ou comprometimento estrutural das residências situadas nestas localidades, recomenda-se a construção nos fundos das residências de um muro de contenção para impedir que as águas do corpo hídrico durante ocorrência de fortes chuvas invadam as residências próximas, também ressalta-se a execução da dragagem e a revitalização (recuperação) das margens da APP do corpo hídrico, como na Rua José Bianco no bairro Rio Belo, já nos bairros Coloninha e São Gerônimo as medidas propostas seria além da recomposição da área de Preservação Permanente, (APP), a desocupação das residências nas margens do corpo hídrico, o controle e a fiscalização destas áreas sujeitas a possíveis inundações com a finalidade de evitar o assentamento perigoso, indicação por técnicos habilitados das áreas seguras para a construção, com base no zoneamento, a execução e elaboração de um PRAD, a execução de obras para a implantação de um sistema de drenagem pluvial eficiente, e a preservação, manutenção da vegetação da encosta.

Adoção de medidas que possibilitem a criação de uma área de restrição de uso, deve vir principalmente no intuito de limitar a ampliação das construções já existentes e impedindo a instalação de novas construções dentro da área de preservação permanente (APP) do corpo hídrico que corta as áreas diagnosticadas com risco.

## Considerações Finais

Os deslizamentos podem ser previstos, desde que se conheça previamente onde, em que condições vão ocorrer, e qual será a sua magnitude, é preciso ter conhecimento amplo e detalhado dos meios físicos, antrópico, e condicionantes do processo.

Tanto os deslizamentos quanto as inundações proporcionam efeitos danosos às populações caso venham a ocorrer, portanto a adoção de medidas estruturais e não estruturais tais como obras de engenharia devem ser adotadas e executadas nas moradias, proteção de superfície, medidas que modifiquem o sistema fluvial e melhorias nas obras de drenagens, já as medidas não estruturais correspondem ao planejamento urbano, legislação, política habitacional, pesquisa, sistema de alerta e contingência e educação e capacitação, são práticas que devem ser aderida para minimizar os riscos que as pessoas residentes destas áreas estão vulneráveis.

Algumas atitudes simples devem ser adotadas e praticadas pelas pessoas, tais como jogar lixo nos lugares apropriados, não depositar em áreas desabitadas e encostas, terrenos vazios, estas práticas são de extrema importância para evitar a ocorrência e a concretização, destes eventos adversos.

De acordo com o levantamento realizado demonstra que a urbanização no município de Orleans se concentrou em encostas íngremes, e nas áreas várzeas dos corpos hídricos contribuindo para degradação socioambiental, o movimento desordenado e migratório tornou-se perigoso e impróprio a ocupação dos moradores residentes destes locais.

Com base nos dados obtidos neste estudo ressalta-se a elaboração de um Plano Municipal de Redução de Risco, o PMRR para Orleans como sugestão para minimizar os riscos encontrados, e propor medidas mitigadoras para reduzir ou eliminar os riscos de deslizamentos, alagamentos e inundações nas áreas estudadas, além de ser um instrumento de extrema importância para o planejamento do município.

## Referências

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. OGURA, Agostinho Tadashi, et al. organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 176 p. 2007.

BRASIL. Ministério da integração nacional, **Secretaria nacional da defesa civil**. Política nacional de defesa civil. Brasília 2007 p. 82.

BRASIL. Ministério das cidades. **Capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco**. BRASÍLIA. 2007. Disponível em:  
<<http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/mapeamento/mapeamento-grafica.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2016.

DEFESA CIVIL DO ESPIRITO SANTO. **Noções de avaliações de risco geológico**. p. 91. Disponível em:<s  
>. Acesso em: 26 set. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

INSTITUTO GEOLÓGICO – IG. 2009. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosangela do Amaral (orgs.) –. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

IPAT – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas. **Relatório Final do PMRR**. 2009.

LIRA, Bruno Carneiro. **O passo a passo do trabalho científico**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

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

## ISO 14001: A ADESÃO DAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NAS EMPRESAS BRASILEIRAS

Ana Elise Chuch<sup>1</sup>; Bruna Destro Jung<sup>2</sup>; Fabiana Sartori Magagnin<sup>3</sup>; Helliton Silva Machado<sup>4</sup>; Micaella Borgert Miguel<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. anaelisechuch@hotmail.com.

<sup>2</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. brunadestroj@gmail.com.

<sup>3</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. fabimagagnin@yahoo.com.br.

<sup>4</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. hellitoneng@gmail.com.

<sup>5</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. micaella\_bn@hotmail.com.

**Resumo:** Este artigo visa analisar a adesão das práticas ambientais nas empresas brasileiras correlacionando-as com outros países mais desenvolvidos que o Brasil. Tal pesquisa tem o objetivo de averiguar o nível de preocupação ambiental que possuem as empresas brasileiras sendo que ao final do estudo é possível constatar que o país está em crescente desenvolvimento no âmbito da gestão ambiental, firmando-se em posições bastante satisfatórias em pesquisas passadas quando referidas as certificações ambientais. Isso prova que uma possível melhora poderá ser vista no futuro, acarretando em níveis de qualificação ambiental superiores nas empresas brasileiras, contribuindo para a boa visibilidade do país nacional e internacionalmente.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental. ISO 14001. Certificação ambiental. Desenvolvimento sustentável.

### Introdução

O objetivo principal deste artigo é fazer uma análise da quantidade de empresas brasileiras certificadas na NBR ISO 14001. Sendo que os objetivos gerais buscam de uma maneira breve relacionar a adesão da ISO no Brasil quando comparada a outros países e exemplificar uma empresa brasileira inscrita na norma regulamentadora atuante na preservação ambiental.

A justificativa para tal pesquisa consiste em explorar os temas que giram em torno da NBR ISO 14001 tendo em vista que o mesmo é de extrema relevância na atualidade onde a preservação ambiental é assunto recorrente em todas as áreas de atuação de mercado.

As preposições iniciais sobre os temas ambientais iniciaram há muito tempo atrás em épocas bastante remotas e com o passar dos anos, foram surgindo necessidades bastante específicas para cessar os impactos causados por diversas gerações no meio ambiente. Com tais necessidades, surgiu a gestão do meio ambiente.

Segundo Valle (2012), a gestão do meio ambiente não deve ser vista como um problema a mais para uma organização, pois é essencial para seu desenvolvimento e sobrevivência.

Valle (2012) conclui dizendo que alcançar padrões elevados de qualidade ambiental em seus locais e produtos deve ser parte inseparável da visão estratégica de uma organização que pretenda manter-se competitiva e assegurar posição em mercados sempre mais globalizados e exigentes.

Tal assunto se tornou tão imprescindível para as organizações que foram criados inúmeros temas ambientais para serem abordados, com intuito de minimizar o choque ambiental que vem ocorrendo atualmente.

De acordo com Moura (2014), estamos diante de um momento bastante crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável a nível global, baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos, na justiça econômica e na cultura pela paz.

Para se adequar a tal momento vivenciado pela humanidade, as empresas, principais responsáveis pela poluição e degradação em diversos níveis, vem aplicando políticas ambientais que se seguidas com rigor podem mudar consideravelmente a realidade em que vivemos, contribuindo para um ambiente ecologicamente correto.

Segundo Moura (2014), seguindo a linha de proteção ambiental esperável para a contemporaneidade, as organizações adotaram como base, seguir as normas ISO 14000, que tratam especificamente da gestão ambiental. Ela pode ser considerada como um conjunto de normas bastante amplo, não podendo ser confundida com normas técnicas básicas.

“As Normas ISO 14.000 provocaram uma verdadeira revolução na forma de atuação dos sistemas da qualidade, em todo o mundo, padronizando formas de trabalho mais eficazes, além de permitirem a mobilidade de profissionais entre áreas industriais e de serviços completamente diferentes, colaborando significativamente para a obtenção de melhorias de desempenho nas áreas de qualidade e ambiental das organizações.” (MOURA, 2014, p.67).

## **Procedimentos Metodológicos**

Tendo em vista que o artigo trata-se de uma revisão bibliográfica, foram necessárias pesquisas em livros, artigos já publicados anteriormente e legislações; como no caso da exemplificação mais detalhada da NBR ISO 14001. Dando preferência principalmente para a coleta de dados atuais, sendo que os mesmos podem mostrar com melhor qualidade o parâmetro brasileiro nos assuntos abordados. As fontes mostraram-se bastante confiáveis e exemplificaram dados bastante importantes para a incorporação neste artigo.

## **Cenário atual da certificação ISO 14001 nas empresas brasileiras**

A gestão ambiental está diretamente ligada ao impacto ambiental, que de acordo com Moura (2004) “são quaisquer mudanças que ocorrem no meio ambiente como resultado das atividades da organização, ou seja, modificações nas propriedades químicas, físicas e biológicas dos elementos componentes dos ecossistemas”.

No Brasil, observa-se que uma quantidade grande de empresas está, no momento, demonstrando preocupações e investindo em seu desempenho ambiental. (MOURA, 2014, pg.50).

Moura (2014) ressalta que as empresas podem ser divididas em quatro categorias: as que nada fazem com relação ao meio ambiente, já que suas atividades geram poucos impactos; as que pouco atuam, apesar de gerarem impactos, limitando-se a tentar cumprir os padrões mínimos da legislação; as que procuram ter uma atuação mais significativa, possuindo uma área dedicada a tratar das questões ambientais da empresa e seguem, quase sempre, os padrões corporativos; as que estão procurando obter certificação, segundo normas ambientais, para o seu Sistema de Gestão Ambiental.

Segundo Magrini e Pombo (2008), nove empresas brasileiras recebem destaque na condição de certificação ambiental, classificadas de acordo com os números de certificados ambientais, onde o maior número indica a empresa melhor posicionada na categoria, tal informação pode ser vista na Tabela 1

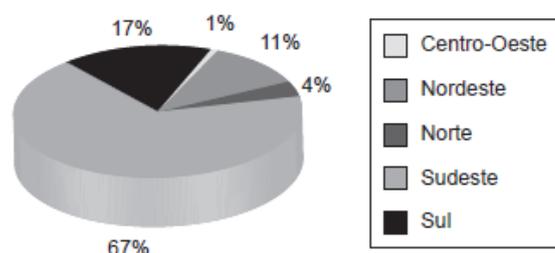
**Tabela 1** - Empresas com maior destaque no cenário brasileiro de certificação em conformidade com a norma ISO 14001

<b>Empresas Certificadas ISO 14001</b>	<b>Números de certificados</b>
Petrobras	41
Ouro Verde Transporte e Locação	32
Siemens	30
Eucatex	30
Light	23
Rhodia	23
Rodo Mar Veículos e Máquinas	18
Companhia Vale do Rio Doce	13
Dana Industrial Ltda	12

Fonte: Magrini e Pombo (2008)

Uma pesquisa divulgada pela Revista Meio Ambiente Industrial no ano de 2005, mostra claramente a região Sudeste com um percentual bastante elevado de emissão de certificados quando comparada a outras regiões, conforme pode ser visto na Figura 1

**Figura 1:** Percentual de certificados emitidos para cada região do Brasil



Fonte: Revista Meio Ambiente Industrial (2005)

Tal fenômeno pode ser explicado pelo fato de que na região Sudeste existe uma grande concentração de parques industriais das mais diversas áreas, o que contribui significativamente para elevar o número de certificados ambientais emitidos na região.

### **Medidas a serem discutidas antes da implantação da NBR ISO 14001**

Antes de adotar medidas de certificação ambiental, é necessário que a empresa esteja ciente do que se trata o assunto, das responsabilidades que a organização passará a ter, dos custos futuros relacionados e da economia gerada nos processos.

Segundo Moreira (2001), os seguintes motivos poderiam ser citados para a busca do certificado: mudança de paradigma, comprometimento, motivação, autenticidade e manutenção. Já que o meio ambiente, com raras exceções, nunca foi prioridade para as empresas, esse paradigma necessita ser mudado e a certificação satisfaz a necessidade geral de algo concreto a alcançar.

Cremonesi (2000), descreve que a decisão da empresa perante a busca ou não de uma certificação ambiental na unidade devem ser analisados todos os aspectos positivos e negativos da norma, bem como seu real significado, apresentado com detalhes no quadro 1.

**Quadro 1 – Definição de Certificação Ambiental**

<b>O que não é certificação ambiental</b>	<b>O que é certificação ambiental</b>
<b>Não é uma garantia de que as organizações estão isentas de causar danos ambientais.</b>	É uma garantia de que as organizações possuem procedimentos e planos de atendimento a emergências ambientais.
<b>Não é um atestado de que as organizações possuem um passivo ambiental.</b>	É um atestado de que as organizações tem uma sistemática estruturada para gerenciar seu passivo ambiental.
<b>Não é uma garantia de que a empresa esteja, num determinado momento, cumprindo com todos os requisitos da legislação ambiental.</b>	É uma garantia de que a organização, quando não atendendo a algum requisito da legislação, possui objetivos, metas e programas avaliados e aprovados pelo órgão ambiental competente para alcançar esse objetivo.
<b>Não é o atestado de que a organização esteja isenta de riscos ambientais potenciais.</b>	É um atestado de que a organização possui um gerenciamento preventivo das situações de risco potencial.
<b>Não é uma garantia de que a organização apresenta uma aparência (<i>housekeeping</i>) agradável nas suas instalações físicas.</b>	É simplesmente uma garantia de que a organização atende a todos os requisitos de uma norma internacional que ela resolveu adotar para as suas atividades, produtos e serviços.

Fonte: Cremonesi (2000, p.12)

No Brasil, a certificação ambiental tem crescido consideravelmente nos últimos anos, visto que as empresas estão cada vez mais preocupadas com o impacto ambiental gerado por seus produtos ou serviços.

A Tabela 2 traz os resultados de uma pesquisa realizada em 2005 pela ABNT, na qual o Brasil ocupava uma posição bastante privilegiada no contexto de certificação ambiental quando comparado com outros países bastante evoluídos. Este dado é apenas uma das maneiras de analisar a evolução crescente de um país, comparando

as certificações ambientais emitidas do país em estudo com as certificações dos outros países.

**Tabela 2** - Número de certificados emitidos em todo o mundo

Países	Número de Certificados
Japão	17882
China	9230
Espanha	6523
Itália	5304
Estados Unidos	4671
Alemanha	4400
Suécia	3716
Coréia	2610
França	2607
Brasil	1800
Canadá	1706
Índia	1500
Taiwan	1463
Austrália	1406
Suíça	1348
República Tcheca	1332
Países Baixos	1134

Fonte: ABNT (2005).

### **Necessidades a serem supridas na Gestão Ambiental**

Quando uma organização decide seguir as normas ISO 14001, ela está se comprometendo diretamente não apenas com as responsabilidades ambientais da empresa, mas também com as responsabilidades sociais que acarretam tais medidas, a curto, médio e longo prazo.

“A gestão ambiental de uma organização não pode se resumir apenas a providências e atividades internas de relacionamento com seus colaboradores. É também importante que a empresa estabeleça e mantenha contatos externos com comunidades vizinhas, órgãos de comunicação, autoridades e órgãos do poder público, entidades ambientalistas, sindicatos de classe, órgãos de segurança e da defesa civil, fornecedores, subcontratantes, consumidores, clientes, acionistas e o público em geral.” (VALLE, 2012, pg.92).

Valle (2012) ainda cita algumas abordagens que facilitam a implantação de controles ambientais adequados nas empresas, são elas: controle de fontes geradoras, controle de produtos e controle das consequências.

Em controle de consequenciais podemos citar os impactos ambientais, que segundo Moura (2014) são quaisquer modificações no meio ambiente (adversas ou benéficas) que resultem dos aspectos ambientais da organização

### **Petrobras: uma empresa modelo em Gestão Ambiental**

“No início da década de 90, mesmo antes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), a indústria de petróleo começou a se preocupar com o tema desenvolvimento sustentável” (ARGENTA, 2004, p.35).

Mesmo no setor de petróleo, onde se trabalha com recursos não renováveis, é possível adotar práticas para a prevenção de futuros problemas ambientais, como desastres relacionados ao derramamento de óleo na água. Tais práticas podem ser tomadas com a implantação de fontes alternativas de energia, minimização de desperdícios e melhoramento na utilização dos recursos naturais extraídos.

Segundo o Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2015), a empresa de destaque mundial no setor petroquímico e atuante em diversos países, conta hoje com diversas diretrizes seguidas com rigor para a contribuição da preservação ambiental. Um de seus maiores investimentos é direcionado para geração de energia renovável, atingindo o montante de R\$88,5 milhões em 2015, como podemos ver na Tabela 3

**Tabela 3** - Total de investimento em energias renováveis

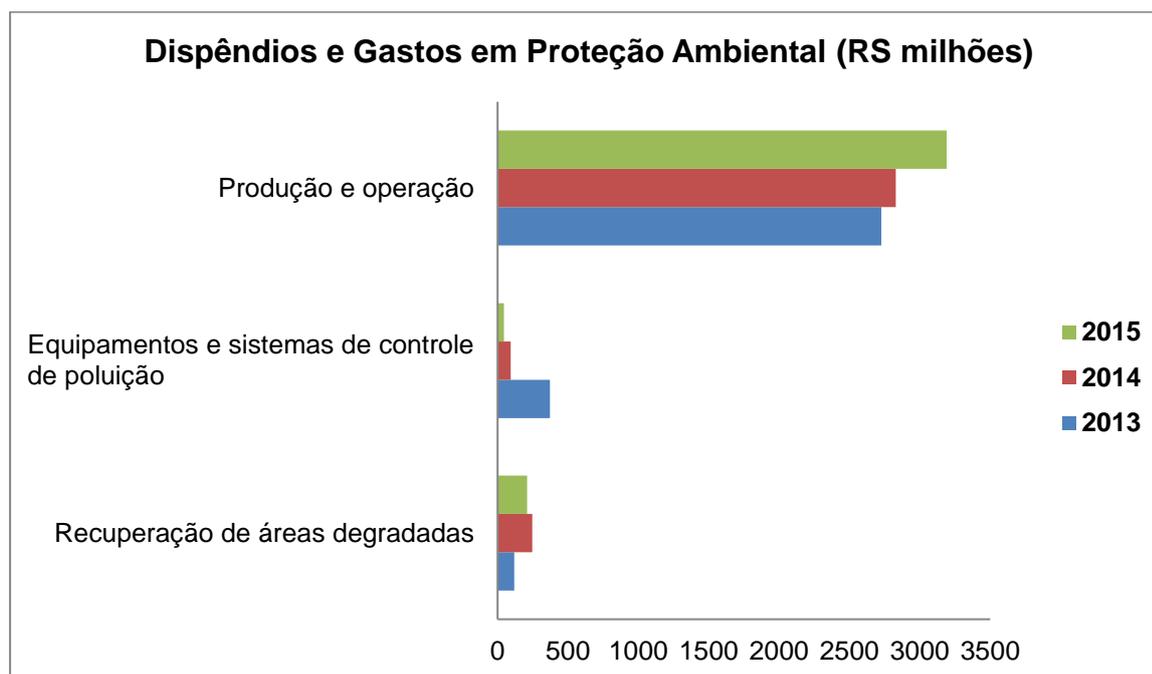
<b>Investimento em pesquisa de energias renováveis</b>	<b>(R\$ milhões)</b>
Biocombustíveis avançados	51,5
Biocombustíveis de primeira geração	17,6
Solar	9,9
Energia de resíduos	7,4
Eólica	2,1
<b>Total</b>	<b>88,5</b>

Fonte: Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2015)

Segundo o Relatório de Sustentabilidade Petrobras de 2015, a empresa tem como objetivo reduzir ao máximo os impactos ambientais, de forma a utilizar racionalmente recursos como água, energia e materiais, diminuindo as emissões atmosféricas e a geração de resíduos e efluentes.

No Gráfico 1, podemos evidenciar uma crescente preocupação da empresa perante as ações ambientais relacionadas à produção, poluição e recuperação de áreas degradadas.

**Gráfico 1** - Gastos com proteção ambiental nos anos de 2013, 2014 e 2015



Fonte: Relatório de Sustentabilidade Petrobras (2015)

Perante o Relatório de Sustentabilidade de 2015, a Petrobras trabalha em conformidade com as normas ISO 14001 (gestão ambiental) e OHSAS 18001 (gestão de saúde e segurança) e conforme as imagens analisadas, é possível ter uma dimensão da preocupação ambiental presente da empresa.

Inevitavelmente, empresas como a Petrobras ajudam a melhorar a credibilidade do país perante à preocupação ambiental, isso porque favorece a competitividade, contribui para a visibilidade das empresas brasileiras fora do país e incentiva outras instituições a seguirem o mesmo parâmetro.

### Considerações Finais

No andamento do artigo é possível analisar alguns pontos importantes referentes à NBR ISO 14001, como por exemplo, as medidas a serem analisadas antes de sua implantação na empresa. Tal decisão é de extrema importância tanto para a empresa quando para a sociedade e a mesma deve ser tomada dentro das normalidades vigentes para que toda e qualquer dubiedade sobre a mesma seja sanada.

É relevante ter em mente que a certificação ambiental não é uma garantia de que a instituição não terá nenhum passivo ambiental, mas sim que ela dispõe de um

plano de controle para que caso haja qualquer irregularidade ambiental em seu processo, a mesma seja cessada da maneira mais breve possível.

Uma empresa que pode ser citada como exemplo é a Petrobras, que investe amplamente em recuperação de áreas já degradadas anteriormente por sua atuação no ambiente. A empresa também investe na minimização de resíduos e poluentes, utilização de formas alternativas de energia, entre outros; além de colaborar com pesquisas na área, que servem não somente para a visibilidade positiva da empresa, mas também para colocar nosso país afrente de muitos outros.

Com tudo é possível indicar que o Brasil pode atualmente competir com outros países na qualidade de seus produtos e na preocupação com a preservação ambiental, sendo importante salientar que este é um ciclo contínuo. Tal preocupação deve ser inserida cada vez mais na sociedade para que seja possível futuramente reverter à maioria dos impactos causados pelo homem no meio ambiente.

## Referências

**A EVOLUÇÃO das certificações ISO 14001 no Brasil.** Revista Meio Ambiente Industrial, São Paulo, n. 55, maio/junho, 2005.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Tabela com o número de certificados emitidos em todo o mundo.** Rio de Janeiro: ABNT, abril de 2005.

ARGENTA, Renata Bernardino. **A Petrobras e o desafio da sustentabilidade ambiental** – Rio de Janeiro. 2004. 65 p. Monografia de Bacharelado – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Economia, Rio de Janeiro, 2004.

CREMONESI, Valter. **ISO 14001: guia prático de certificação e manutenção ambiental.** São Paulo: Tocalino Ltda, 2000. 135 p.

MAGRINI, Alessandra; POMBO, Felipe Ramalho. Panorama da aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. **Revista Gestão e Produção**, v. 15, n.1, p. 1-10, Jan/Abr. 2008

MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia e implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISO 14000).** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001. 288 p. ISBN 85-86948-31-4.

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental: sustentabilidade e ISO 14001**, 6ª ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

MOURA, Luiz Antonio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental.** 4. ed. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2004.

PETROBRAS. **Relatório de Sustentabilidade 2014.** Rio de Janeiro: Petrobras, 2015.

SEIFFERT, Maria Elizabete Bernardini. **Sistema de gestão ambiental (ISO 14001) e saúde e segurança ocupacional (OHSAS 18001): vantagens da implantação integrada.** São Paulo: Atlas S.A., 2008.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental: ISO 14000, 12ª ed.** São Paulo: Senac São Paulo, 2012

## LOGÍSTICA REVERSA: DEFINIÇÕES E ELEMENTOS DO SISTEMA

Ana Paula Cipriano<sup>1</sup>; Fabiana Sartori Magagnin<sup>1</sup>; Nathalia Policarpo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NUTEC - Engenharia de Produção. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
anapaulacipriano@hotmail.com.

**Resumo:** A logística reversa é um instrumento que acompanha todo o ciclo de vida de um produto, visando o seu retorno ao local de origem. Desta forma, quando o produto não mais apresentar utilidade, ele poderá retornar ao mesmo ciclo produtivo, a outros ciclos ou ainda apresentar uma destinação final ambientalmente adequada. O objetivo deste artigo é apresentar os conceitos, a importância e as principais consequências da logística reversa no setor empresarial. Também pretende-se apresentar casos de aplicação do instrumento. Com a pesquisa, percebeu-se que a aplicação da logística reversa traz inúmeros benefícios ambientais e econômicos, já que reduz a extração de matérias primas e a energia gasta no processo.

**Palavras-chave:** Logística reversa. Ciclo de vida do produto. Reaproveitamento de resíduos. Responsabilidade ambiental.

### Introdução

Nas áreas urbanas encontramos uma produção de lixo de aproximadamente 1 kg por pessoa/ano, sendo que grande parte desse lixo são descartados em aterros; onde muitos deles poderiam ser reaproveitados, diminuindo a poluição e conseqüentemente a vida útil dos aterros sanitários aumentaria (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013). A sociedade está passando um momento de grandes mudanças em seus hábitos de consumo, tendo em vista novas necessidades (NOGUEIRA, 2008).

Com a preocupação de atender as exigências de seus consumidores, a alta competitividade e o avanço tecnológico, resultaram num maior consumo e descarte de resíduos no meio ambiente (SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010).

Como reflexo disso, as empresas necessitam reestruturar seus processos logísticos, fazendo uso de uma logística com o caminho reverso da tradicional. De acordo com Netto (2010), essa logística está associada à chegada rápida e eficiente dos produtos aos seus consumidores com menor custo possível. Contrariando assim a Logística Reversa que tem como objetivo reintegrar os produtos descartados no ciclo produtivo. Essa necessidade gera um grande interesse em torno do tema “Logística Reversa”, cujo conceito inicial seria o movimento de bens do consumidor para o produtor por meio de um canal de distribuição (LEITE, 2009).

Ao longo do tempo, esse conceito evoluiu e atualmente pode ser definido de melhor forma como o processo de planejamento, implantação e controle dos custos, do fluxo de matérias-primas, produtos em estoque, produtos acabados e informação relacionada; desde o ponto de consumo até o ponto de reprocessamento, com o objetivo de recuperar valor ou realizar a disposição final adequada do produto. A utilização da Logística Reversa traz custos para a empresa, porém pode reduzir os custos durante o processo produtivo; economizando recursos materiais e naturais. (SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010).

O objetivo do artigo é apresentar a Logística Reversa em suas diversas abordagens, trazendo as definições, as consequências de sua implantação e a importância deste instrumento, tanto para a empresa, quanto para o meio ambiente. Pretende-se também pesquisar e apresentar casos de aplicação da logística reversa em empresas brasileiras.

### **Procedimentos Metodológicos**

O método utilizado nesta revisão bibliográfica utilizou pesquisa bibliográfica em livros, artigos periódicos e informações publicadas em mídias virtuais de órgãos de regulamentação e normalização. As informações e os dados foram compilados para então comporem o texto deste estudo.

### **Definição e Fluxos de Distribuição Reversa**

Leite (2009) definiu Logística Reversa como a área da logística responsável pelo planejamento, operação e controle do fluxo e informações logísticas, assim como o retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo por meio de canais de distribuições reversos ao ciclo produtivo e de negócios. Esse processo é capaz de agregar ao produto, valores econômicos, ecológicos, legais, logísticos, de imagem corporativa, entre outros.

Como citado a cima, Logística Reversa pode ser dividida em dois fluxos, ou seja, dois caminhos que os produtos vão percorrer: Pós-venda e Pós-consumo. A distribuição física de ambos tem como origem a cadeia de distribuição e como destino o consumidor, porém por meio de diferentes canais intermediários. (LEITE, 2009).

Por traz da Logística Reversa, ainda podemos encontrar o conceito de ciclo de vida do produto, que envolve desde a escolha de materiais até o controle das cadeias de retorno que atendam no mínimo as legislações aplicáveis e participe na

conscientização do consumidor em seu papel dentro deste sistema sustentável (SIMÃO, 2008).

### ***Logística do Pós-venda***

Segundo Leite (2009), a pós-venda é a área de atuação da Logística Reversa que se ocupa com planejamento, operação e o controle do fluxo físico. As informações logísticas correspondentes a produtos sem uso que retornam a cadeia de suprimentos por motivos relacionados à: qualidade ou garantia (reccall e devolução), redistribuição (validade ou sazonalidade), lançamento de novos produtos, liberação de estoque, entre outros.

De acordo com o motivo de descarte, o destino do produto pode ser definido em: remanufatura, desmanche, reciclagem, incineração, conserto, ou até mesmo descarte em aterros sanitários. O objetivo desta área da logística empresarial é agregar valor a um produto que é devolvido por razões comerciais, erro no processamento dos pedidos, garantia dada pelo fabricante, defeitos ou falhas de funcionamento, etc.

### ***Logística do Pós-Consumo***

**Pós-consumo refere-se aos produtos já adquiridos, usados e assim descartados pelo consumidor. São produtos que a vida útil chegou ao fim ou que foram jogados fora devido a defeitos ocorridos ao longo do tempo, cujo conserto é inviável ou por não se adequarem mais aos desejos do consumidor (LEITE, 2009).**

**Esses produtos podem retornar ao ciclo produtivo através do reuso, reciclagem, desmanche ou remanufatura. O objetivo de negócio desta área da logística é agregar valor a um produto logístico constituído por bens sem interesse de uso ao proprietário original ou que ainda possuam condições de utilização, por produtos descartados no final de sua vida útil e por resíduos industriais.**

### **A Importância da Logística Reversa para a Empresa**

Cada vez mais a Logística Reversa vem se tornado importante para as empresas, devido às legislações mais rígidas. As mercadorias devolvidas oferecem a oportunidade de recuperação do valor, bem como economias de custo em potencial e melhor imagem da empresa. (SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010).

Lacerda (2002) aponta as causas básicas:

- a) Questões ambientais: a responsabilidade ambiental vem sendo muito difundida, baseado na ideia de atender às necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras no atendimento de suas próprias necessidades. Com isso, a população vem se preocupando cada vez mais com os diversos aspectos do equilíbrio ecológico. Isto significa ser legalmente responsável pelo seu destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem ao meio ambiente
- b) Diferenciação por serviço: o aumento da consciência ecológica dos consumidores que esperam que as empresas reduzam os impactos negativos da produção dos produtos ao meio ambiente tem gerado ações de marketing por parte de algumas empresas que visam comunicar ao público uma imagem institucional totalmente ecológica.
- c) Redução dos custos: Os processos de logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas. O reaproveitamento de materiais e a economia com embalagens retornáveis trazem ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas e esforços em desenvolvimento e melhoria nos processos de logística reversa, utilizada assim em prol as empresas, transformando materiais, que seriam inutilizados, em matérias prima, reduzindo assim, os custos da empresa.
- d) Pressões Legais: As legislações ambientais sobre resíduos sólidos têm suas origens na reação aos impactos ao meio ambiente que podem ser causados, por exemplo, pela dificuldade de desembaraço dos resíduos até a sua disposição final. A responsabilidade dos impactos ambientais dos resíduos sólidos, que antes era do governo, recentemente passou a ser dos fabricantes.

Souza (2011) ressalta que a Logística Reversa é a área da logística empresarial que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos produtos ao ciclo produtivo agregando-lhes valores econômico, ecológico e legal. Ao se adotar uma postura ecologicamente correta, os ganhos financeiros e logísticos são apenas um dos benefícios que a Logística Reversa é capaz de proporcionar.

Existe uma clara tendência de que a legislação ambiental faça com que as empresas sejam responsáveis por todo o ciclo de vida do produto, desde a venda até o impacto que produzem no meio. A Logística, além de criar valor ao marketing do produto, eleva a ele qualidade em termos gerais, como parte do serviço de “atendimento ao cliente”.

Empresas de ponta estão transformando o desempenho ambiental numa poderosa arma competitiva, tornando esse novo termo ecológico, um tipo de marketing muito positivo (LEITE, 2009).

### **Lei Federal nº12305/2010: PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos para as Empresas**

A lei que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos trata das diretrizes gerais quanto ao retorno de resíduos sólidos de alguns produtos.

Segundo o artigo 3º, inciso XVI, da Lei nº. 12.305/10 compreende-se por resíduos Sólidos:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, e cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Segundo o inciso XII do artigo 3º da Lei 12305/2010 conceitua a Logística Reversa como:

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

O artigo 3º da Lei 12305/2010 informa que:

[...] a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Visando alcançar seus objetivos, a estrutura da PNRS estabelece planos de resíduos sólidos, e, institui os instrumentos da coleta seletiva e da Logística Reversa, os quais são metas para uma destinação final adequada aos resíduos, contribuindo

para um desenvolvimento econômico e social e assim dando uma maior responsabilidade aos fabricantes.

## **Estudos de Caso da Logística Reversa**

### ***Logística Reversa dos Pneumáticos no Brasil***

Com o desenvolvimento de tecnologia de filtração de gases provenientes da queima de pneus, foi possível a regulamentação da legislação modificadora do mercado de pneumáticos no Brasil. Com envolvimento de todos os agentes da cadeia produtiva de pneumáticos, o setor adotou a política de trabalho de acordo com o modelo 'pool de empresas do setor' na organização da Logística Reversa dos pneus usados. Segundo Leite (2009), até 2008, foi reprocessado, pelo sistema de incineração, 1.840 milhões de pneus usados no país.

Ainda segundo Leite (2009), pode-se identificar ao menos três tipos de origens diferentes para os pneus usados, como a coleta informal, a devolução nos pontos de venda ou um ciclo de reutilização por meio de remanufatura (recauchutagem, recapagem, entre outras). Quando o pneu chega ao fim de sua vida útil, é destinado ao eco ponto.

A reciclagem, no caso de trituração do pneu usado, resulta em seu desmanche; as partes de aço dos pneus são destinadas à reciclagem de aço e o composto de borracha a incineração em fornos de cimenteiras ou usinas. Além desse emprego, que representa a grande parte de reaproveitamento de pneus usados, também pode ser feito o reuso do material: a fabricação de solados de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poliesportivas, pisos industriais, além de tapetes para automóveis, manta asfáltica, etc.

### ***Logística Reversa de Pós – Consumo do setor de alumínio no Brasil***

O canal de distribuição reversa do alumínio apresenta-se como um dos mais eficientes, praticamente todo o material de processamento industrial é reciclado, e as latas de alumínio têm aumentado às quantidades recicladas no setor (NETTO, 2004).

Segundo dados obtidos pela pesquisa de Leite (2009), o processo de reciclagem de alumínio economiza o correspondente a 95% da energia elétrica utilizada para a fabricação de alumínio primário, ou seja, são gastos 15 kWh (quilowatt-hora) para fabricar um quilo de alumínio primário, contra 0,75 kWh para

fabricar um quilo de alumínio reciclado que possui as mesmas características técnicas e de qualidade do primeiro.

Esse valor se torna ainda maior quando se considera que a energia elétrica representa 70% do custo de fabricação do alumínio primário; portanto, ao reciclar alumínio, economiza-se, por insumo, cerca de 66,5% do custo do alumínio primário.

O objetivo econômico da Logística Reversa no setor dos alumínios pode ser constatado pela diferença entre o investimento em uma fábrica de produto primário e na fábrica de reciclados, na qual é detectada uma economia enorme.

Conforme Leite (2009), são investidos cerca de 5 mil dólares por tonelada fabricada para a construção de uma fábrica de alumínio primário, enquanto em uma fábrica de reciclados de alumínio (fundição de alumínio) investem-se cerca de 350 dólares por tonelada de alumínio reciclado, são quase 15 vezes maior. Os valores médios de investimento em fabricas de alumínio reciclado gira em torno de 20 milhões de dólares e em uma fábrica de alumínio primário são feitos investimentos de 300 milhões, evitando então um investimento de 280 milhões de dólares (LEITE, 2009).

Levando-se em conta que o preço de venda do alumínio primário é alto, o investimento em fabricas de reciclagem de alumínio mostra que a Logística Reversa nesse setor é muito atrativa.

### **Considerações Finais**

Com a alta competitividade e o avanço tecnológico, viu-se a grande necessidade de um descarte de materiais mais rápido. Os produtos que se tornam defasados ou adquirem defeitos, necessitam voltar a sua origem para um fim adequado. Sendo assim, novas leis foram criadas e a Logística Reversa apareceu como uma grande alternativa para a obtenção de melhores resultados ambientais e econômicos.

A organização que aplica a Logística Reversa terá em vista sempre o meio ambiente; sendo amparada com a política de reduzir, reciclar, reutilizar e reintegrar. Essa preocupação com o desenvolvimento de forma sustentável traz benefícios não só para o meio ambiente em questão, mas também para a empresa. Que será bem vista pelo consumidor; pois com o passar do tempo o mesmo está cada vez mais sensível às questões ambientais. Além disso, os produtos que se tornam inutilizados podem retornar ao processo como matéria-prima. Assim a aplicação da Logística

Reversa é também capaz de reduzir custos; trazendo benefícios não só ambientais e sociais, mas também econômicos para a empresa.

## Referências

BRASIL. **Lei nº 12305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, seção 1, pt. 3, p. 84, 3 ago. 2010.

FLEURY, Paulo Fernando. WANKE, Peter. FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento do Fluxo dos Produtos e dos Recursos**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2013. 488 p.

LACERDA, Leonardo. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas**. [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <[http://www.sargas.com.br/site/artigos\\_pdf/artigo\\_logistica\\_reversa\\_leonardo\\_lacerda.pdf](http://www.sargas.com.br/site/artigos_pdf/artigo_logistica_reversa_leonardo_lacerda.pdf)> Acesso em: 14 fev. 2017.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: Meio ambiente e competitividade**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 250 p.

LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa: Nova área da logística empresarial. **Revista Tecnológica**. São Paulo, V.78. n.1. p. 102-109.

MARTINS, Petronio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

NETTO, Rafael Mantuano. **Logística reversa: uma nova ferramenta de relacionamento**. 2004. [S.l.: s.n.], Disponível em: <<http://www.guialog.com.br/Y523.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2010.

NOGUEIRA, Amarildo. **Logística Reversa no Brasil. 2008**. [S.l.: s.n.], Disponível em: <[http://www.ogerente.com.br/log/dt/logdt-an-logistica\\_rev\\_brasil.htm](http://www.ogerente.com.br/log/dt/logdt-an-logistica_rev_brasil.htm)>. Acesso em: 22 fev. 2017.

REIS; Fernanda de Oliveira Alves. **O Ciclo de Vida do Produto e as Estratégias de Mercado na Gestão de Marcas – Sandálias Havaianas – Um Estudo de Caso**. 2007. 47p. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG. 2007.

SHIBAO. Fábio Ytoshi; MOORI, Roberto Giro; SANTOS, Mário Roberto dos. A logística reversa e a sustentabilidade ambiental. In: SEMINÁRIO EM ADMINISTRAÇÃO, 13, 2010, São Paulo. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: ISSN, 2010. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br>>. Acessado em: 20 fev. 2017.

SIMÃO, Angelo Guimarães. **Indústrias químicas e o meio ambiente: estudo das percepções de profissionais que atuam em indústrias químicas instaladas em um município paranaense**. 2008. Dissertação (Mestrado em Organizações e

Desenvolvimento) – Centro Universitário Franciscano (Unifae), Curitiba, 2008.

SOUZA, Camila Alves et al. Aplicabilidade da Logística Reversa no Contexto das Organizações: fonte de vantagens competitivas e redução de impactos Ambientais. In: SEGeT- Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 8, 2011, Rio de Janeiro: **Anais Eletrônicos...** Rio de Janeiro: AEDB, 2011. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/49114836.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

TRIGUEIRO, Felipe. **Logística Reversa: A Gestão do Ciclo de Vida do Produto**. 2003. [S.l.: s.n.], Disponível em: < <http://www.guiaalog.com.br/ARTIGO439.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2017.

## MODELO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE UMIDIFICAÇÃO POR ASPERSÃO DE VIA PÚBLICA NÃO PAVIMENTADA COM EFLUENTE TRATADO DE LAVANDERIA INDUSTRIAL TÊXTIL

Fernando Galdino de Melo<sup>1</sup>; Elder Tschoseck Borba<sup>2</sup>; Márcia Raquel Ronconi de Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Ambiental. UNIBAVE. E-mail: fgmelo@outlook.com

<sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. E-mail: elder.tb@gmail.com

<sup>3</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. E-mail: marciarronconi@yahoo.com.br

**Resumo:** A reutilização do efluente gerado pelo processo de lavagem do jeans em uma lavanderia e a sua utilização na mitigação de materiais particulados gerados pela movimentação de veículos em uma rua não pavimentada, apresenta-se como uma possibilidade de minimização da demanda de recursos para a solução do problema ambiental detectado, principalmente no tocante a poluição atmosférica. Considerando essas possibilidades, o trabalho desenvolvido objetivou avaliar a eficácia de um sistema modelo para captação do efluente gerado por uma lavanderia industrial e reutilização do mesmo na umidificação por aspersão em uma via não pavimentada, com a finalidade de minimizar o problema da poeira. Para tanto foi realizado um estudo de caso, apoiado pela abordagem quantitativa. Os resultados apresentados na conclusão da pesquisa colaboraram para a modificação da realidade pesquisada, possibilitando a mobilização para a alteração de outras realidades diante de futuros problemas tão impactantes quanto.

**Palavras-chave:** Reutilização. Efluente. Umidificação. Sistema de Irrigação.

### Introdução

O crescimento populacional está gerando um aumento na demanda dos recursos hídricos, tanto para o abastecimento da população e agricultura, quanto para diversos outros usos, consultivos ou não, que necessitam de uma boa qualidade e quantidade suficiente para todos. Então, é de extrema importância uma gestão integrada, que possibilite os usos de forma racional e sustentável garantindo esse bem para as futuras gerações (CUNHA et al., 2011).

Diante desse fato, uma das alternativas que se destaca no cenário atual da crise hídrica é o reuso de água, importante instrumento de gestão ambiental e para o qual têm sido desenvolvidas tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização. O termo *água de reuso* passou a ser utilizado com maior frequência a partir de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras,

onerando o produto final quando usadas no processo de fabricação (PHILIPPI JR, 2003).

Além da utilização da água para o suprimento de suas necessidades metabólicas, o homem tem feito uso da mesma de outras formas, como na indústria, agricultura e nos grandes centros urbanos, sendo que a irrigação é responsável pelo consumo de aproximadamente 70% (setenta por cento) da água doce do mundo. A demanda atual de água doce pode superar a oferta de água, seja pela quantidade escassa ou pela má qualidade de água disponível devido a poluição por atividades antrópicas (BRAGA et al., 2005).

Ressalte-se que o Brasil é um país com grande diversidade produtiva e em praticamente sua totalidade necessita dos recursos hídricos em sua produção, podendo-se mencionar o setor têxtil que vem se destacando no cenário nacional, com demanda considerável de água no processo de lavação.

O setor têxtil no estado de Santa Catarina possui a maior concentração de indústrias da América Latina, sendo que o segmento exporta acima de US\$ 260.000.000,00 (duzentos e sessenta milhões de dólares), ou seja, 3,2% (três vírgula dois por cento) do volume estadual, e, além disso, esse setor emprega aproximadamente 155.000 (cento e cinquenta e cinco mil) pessoas. Percebe-se, portanto, que o setor do vestuário exerce preponderante papel na economia catarinense (SANTA CATARINA, 2016).

O processo da produção têxtil é composto por várias etapas que tem grande impacto nos recursos hídricos, iniciando pela fabricação do tecido, seguindo para o corte e costura e, por fim, passando pelo processo de lavagem onde também tingem, amaciam, branqueiam e estonam as peças de roupas. (LAVANDERIA SANTANA, 2010).

O processo de lavagem é umas das etapas com maior impacto dos recursos hídricos, pois o consumo de água é muito alto chegando a 120 (cento e vinte) litros por peça. Além da alta demanda hídrica, o processo de lavagem gera efluentes líquidos, que geralmente são lançados em um curso d'água, o que pode resultar em variações de suas características, como pH, temperatura, composição de cada componente. Os seres que dependem direta ou indiretamente neste curso d'água sofrerão as consequências destas variações (LAVANDERIA SANTANA, 2010).

Quanto à regulamentação dessa questão, importante mencionar a legislação aplicável ao tratamento de efluentes industriais, citando-se a Política Nacional de

Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), além da Resolução nº. 20/1986, que trata de critérios de classificação dos corpos d'água e de lançamento de efluentes líquidos, e a Resolução nº 430/2011, que dispõe acerca do lançamento direto no corpo receptor, ambas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Tais dispositivos legais, por sua vez, dispõem sobre a classificação das águas e definem os padrões de lançamento dos efluentes em corpos receptores.

Importante destacar que a Política Nacional de Recursos Hídricos, no artigo 49, inciso II, considera infração o ato de implantar um empreendimento com utilização de recursos hídricos e que implique em sua alteração seja no regime, quantidade ou qualidade, sem autorização de órgãos competentes (CAVALCANTI et al., 2014).

De tal forma é de extrema importância que as lavanderias possuam uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), com acompanhamento de um técnico que faça as análises periodicamente e que sejam mantidos os níveis aceitáveis, conforme Resolução n.º 430, do CONAMA (BRASIL, 2011).

Nesse sentido se justifica o presente artigo, fruto da pesquisa realizada como trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária onde se pretendeu analisar a viabilidade da reutilização do efluente tratado de uma lavanderia industrial de jeans para umidificar a via de acesso (não pavimentada) à empresa por um sistema de aspersão.

Para isso, o efluente (em plenas condições de reuso, destaca-se) foi captado da caixa de inspeção localizada na estação de tratamento, através de um sistema modelo desenvolvido para tal função, com a finalidade de, posteriormente, lançar o mesmo efluente pelo método de aspersão na via não pavimentada de frente com a lavanderia. A finalidade desse sistema modelo é conter o material particulado gerado pela via, decorrente do movimento dos automóveis, sendo que esse poluente acarreta inúmeros problemas, citando-se dentre os mais relevantes, alteração da saúde do homem, fauna e flora.

O sistema de irrigação por aspersão se faz pela divisão de jatos de água em pequenas gotas no ar, que caem sobre o solo na forma de uma chuva artificial. Ressalte-se que esse sistema surge como alternativa ao método de controle de poluição por partículas de poeira até então utilizado, que era executado por meio de caminhões-pipa, o qual apresenta um custo elevado de operação, variando em torno de R\$150,00 (cento e cinquenta reais) a R\$380,00 (trezentos e oitenta reais) por hora, conforme pesquisa realizada no site Mercado Mineiro (2016).

Os objetivos da pesquisa foram pautados na avaliação dos fatores relevantes da realidade cotidiana de uma lavanderia e o seu envolvimento na redução dos possíveis impactos ambientais verificados na localidade pesquisada, a partir do desenvolvimento e aplicação do sistema modelo de umidificador, o qual possibilitou a conciliação do reuso do efluente com a mitigação dos problemas locais apresentados, impactando assim, positivamente nos aspectos sociais e ambientais em relação à lavanderia.

### **Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa propôs-se ao desenvolvimento de um estudo de caso, com utilização de uma abordagem quantitativa, por meio de cálculos e levantamentos aplicados em uma lavanderia industrial têxtil situada na Estrada Geral da localidade de Barro Vermelho no município de Gravatal/SC, aproximadamente a 150 metros da Rodovia SC 430 km. As coordenadas de referência da lavanderia: 28°18'22.50"S; 49°1'15.74"O.

O estudo esteve baseado em visitas a campo, com a observação do funcionamento do processo de lavagem do jeans e conhecimento do sistema de tratamento de efluentes (ETE); no desenvolvimento de um modelo de sistema de umidificação passível de utilização na redução de poeira de vias não pavimentadas, para, posteriormente, avaliar a eficiência do sistema criado por meio da aferição da quantidade de efluente reutilizado e do nível de redução de poeira. Obteve-se acesso ao memorial descritivo e a planta do projeto.

### **Resultados e Discussão**

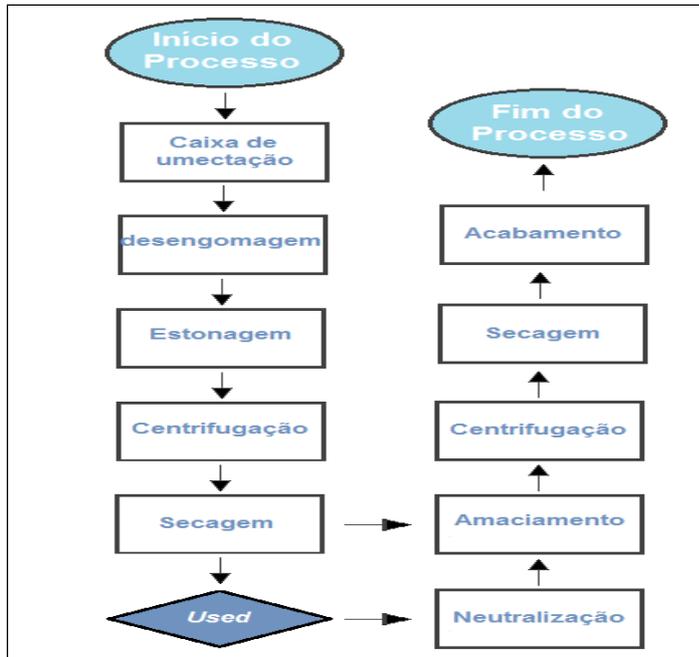
#### ***Descrição do processo de lavagem do jeans***

A empresa na qual o estudo foi realizado possui atualmente 12 (doze) funcionários, sendo 01 (um) administrador e dono da empresa, 01 (um) supervisor geral da produção e os demais realizam o trabalho de serviços gerais. Um profissional químico é contratado terceirizado para as análises da ETE.

Segundo o administrador da lavanderia, a lavagem mensal gira em torno de 20.000 (vinte mil) peças de *jeans*, utilizando-se nesse processo aproximadamente 1.600.000 (um milhão e seiscentos mil) litros de água, sendo que para cada peça de jeans que passa pelo processo completo de lavagem se gasta em torno de 80 (oitenta)

litros de água. Toda a água utilizada no processo sofre drásticas mudanças em suas características, necessitando após sua utilização ser tratada para se adequar às normas vigentes para futuro lançamento em um corpo receptor. Todas as etapas estão sendo representadas pela Figura 1.

**Figura 1** - Fluxograma do processo de tratamento do efluente.



Fonte: Autores (2016).

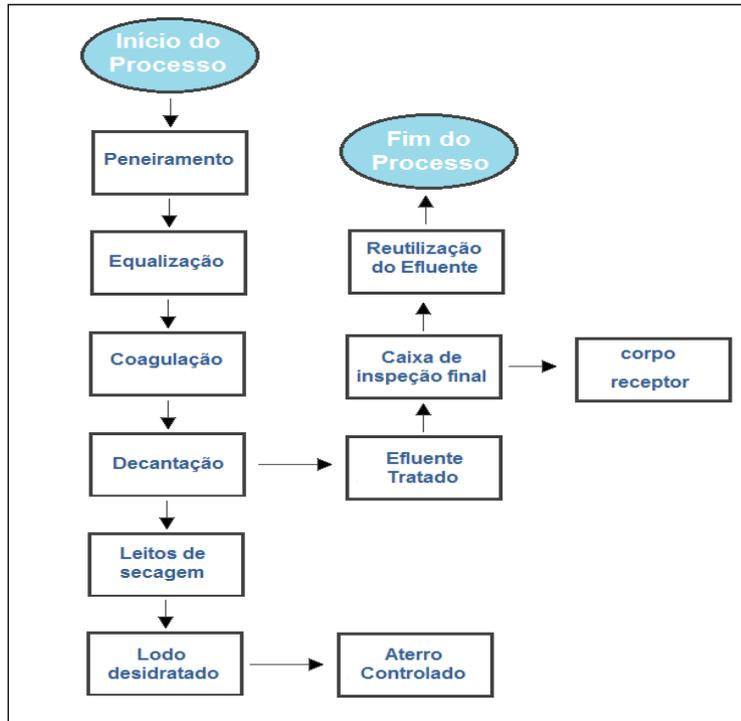
### **Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)**

A lavanderia industrial têxtil abordada trabalha com o processo de lavagem de *jeans* e para o tratamento do efluente gerado optou por adotar o sistema de tratamento físico-químico para atingir o grau de reuso, com total remoção de cor, adequação de DQO e DBO para utilização no processo, e estabilização de sólidos dissolvidos.

Este procedimento é atualmente o mais recomendado, pois prevê o total reuso do efluente, e vem de encontro às necessidades para o cumprimento da legislação em curso, de fazer o reuso sempre que possível, a exemplo da ETE estudada, que faz o tratamento de 80.000 l (oitenta mil litros) de efluente por dia.

Todas as etapas estão representadas pela Figura 02.

**Figura 2 - Fluxograma do processo de tratamento do efluente.**



Fonte: Autores (2016).

### **Sistema modelo de umidificação por aspersão**

A área abrangida pelo sistema modelo de umidificação foi a via de acesso à empresa estudada, na qual se verifica o problema com a poluição através do material particulado que é disperso no ar com o movimento de automóveis. Essa via tem 07m (sete metros) de largura e 36m (trinta e seis metros) de comprimento, sendo esta distância da empresa até a estrada geral.

As principais vantagens apresentadas por esse método são a dispensa de um processo de adequação do terreno, o fato de não possuir restrição quanto ao horário de aplicação, não causar problemas de erosão do solo e a uniformidade na aplicação com o melhor cobrimento da área. A uniformidade e a eficiência do sistema dependem diretamente da pressão da água que chega até o aspersor e também do tamanho do(s) seu(s) bocal (is) (BISCARO, 2009).

Os aspersores escolhidos trabalham com uma pressão média de 20 m.c.a (vinte metros coluna água) e uma vazão de 2 m<sup>3</sup>/hora (dois metros cúbicos por hora). Possuem a capacidade de cobertura com um raio de aproximadamente 08m (oito metros).

A tubulação selecionada, responsável pela condução da água sob pressão, da captação até os aspersores, possui uma polegada de diâmetro e é produzida com o

material de polietileno, sendo este tipo de mangueira o produto com menor preço de mercado. Para tanto, foram utilizados 03 (três) aspersores setoriais de plástico.

Conforme Biscaro (2009), quanto ao sistema de rotação, os mesmos podem ser do tipo estacionário ou rotativo. Neste último, o giro pode ser do tipo setorial, que possui regulagem de amplitude de giro ou completo 360° (trezentos e sessenta graus). No caso estudado a regulagem dos aspersores ficou em 180° (cento e oitenta graus).

A pressão de funcionamento do sistema de irrigação deve ser compatível com a de trabalho do aspersor; caso essa pressão seja excessiva ou insuficiente pode ocorrer danos ao aspersor, além de prejudicar a pulverização. Em ambos os casos ocorrem a desuniformidade e baixa eficiência de aplicação de água no dimensionamento de uma linha de irrigação, deve-se calcular a perda de carga com base na vazão total que a mesma irá transportar e no seu comprimento (BISCARO, 2009).

A capacidade de vazão máxima necessária no sistema é a soma das três vazões dos aspersores de 2 m<sup>3</sup>/hora (dois metros cúbicos por hora); logo, a vazão total necessária é:

$$2\text{m}^3/\text{hora} \times 3 = 6 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Como a pressão é constante e não muda com a quantia dos aspersores e cada um possui 20 m.c.a (vinte metros coluna de água), somando a essa pressão que o aspersor necessita, conta-se também com as perdas de carga da tubulação e o desnível do terreno (CASA DAS BOMBAS, 2007).

A perda de carga foi calculada através da fórmula de Darcy apresentação americana, conforme é possível observar abaixo, onde o coeficiente de perda de carga (f) segundo o programa *HIDROM* é f= 0,0250 para mangueiras de borracha.

O diâmetro (D) como já foi citado, foi utilizado de 01" (uma polegada), que equivale a 0,0254m (zero virgula zero duzentos e cinquenta e quatro metros).

Já a vazão (Q), que já foi calculada, correspondente a 6m<sup>3</sup>/h (seis metros cúbicos por hora) para atender as unidades da formula transformou-se para m<sup>3</sup>/s (metros cúbicos por segundo) resultando assim em Q= 0,0017 m<sup>3</sup>/s.

$$hf = 0,81056 f \frac{LQ^2}{D^5 g} \quad 5.g$$

Em que:

$h_f$  – perda de carga (m)

$f$  – coeficiente de perda de carga

$L$ - comprimento (m)

$D$  – diâmetro (m)

$Q$  – vazão (m<sup>3</sup>/s)

$g$  – aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Resolução:

$$h_f = 0,81056 \cdot 0,0250 \frac{54 \cdot 0,0017^2}{0,0254^5 \cdot 9,8}$$

$$h_f = 30 \text{ m}$$

$$h_f = 30 \text{ (m)} \cdot D \text{ (m)} \rightarrow 30 \cdot 0,0254 \rightarrow 0,762 \text{ m.c.a}$$

A perda de carga ao longo da tubulação total do projeto encontrada é de 0,762 m.c.a (zero vírgula setecentos e setenta e dois metros coluna de água). Conforme Casa das Bombas (2007) para encontrar a perda de carga total do sistema é preciso antes, calcular a perda de carga localizada entre a saída do reservatório onde contém o efluente até os aspersores que está descrita abaixo no Quadro 01.

**Quadro 1** - Perdas de carga localizada.

Peças (DN=25,4mm)	Comprimento Equivalente (EC)	Perda de Carga total (m.c.a)
1 Tê de saída bilateral	3,1	0,078
6 Curva 90°	0,6	0,091
1 Joelho 90°	1,5	0,038
<b>Total</b>	<b>8,2</b>	<b>0,207</b>

Fonte: Autores (2016).

Segundo Casa das Bombas (2007), depois de encontrar as perdas de carga então a perda de carga total do projeto, entre a saída do reservatório onde contém o efluente e os aspersores é somada à (1) perda de carga ao longo da tubulação com as (2) perdas de carga localizada, tem-se então:

$$(1) 0,762 + (2) 0,207 = 0,969 \text{ m.c.a.}$$

A distância (L) da mangueira do ramal principal é de 30m (trinta metros) com uma inclinação de 01m (um metro); já nos ramais dos aspersores temos um desnível de 01m (um metro) com o comprimento de mangueira de 24m (vinte e quatro metros); sendo assim, um desnível total de 02m (dois metros).

Para somar a pressão necessária da bomba segundo Casa das Bombas (2007), basta somar todas as resistências, conforme já calculadas anteriormente, tem-se então:

(1) Pressão do Aspersor + (2) Desnível + (3) Perdas de Cargas:

Resolução:

Pressão= (1) 20 mca + (2) 2 metros + (3) 0,969 mca

Pressão= **22,969 m.c.a.**

Para o melhor funcionamento do sistema de umidificação em estudo foi utilizada uma bomba centrífuga monoestágio para atender a pressão necessária de 22,969 m.c.a (vinte e cinco vírgula novecentos e sessenta e nove metros coluna de água) e uma vazão de 6 m<sup>3</sup>/h (seis metros cúbicos por hora). A bomba selecionada possui uma capacidade de vazão correspondente a 6,9 m<sup>3</sup>/h (seis vírgula nove metros cúbicos por hora) e uma pressão de serviço de 24 m.c.a. (vinte e quatro metros coluna de água) e potência de 1,5 CV (um vírgula cinco cavalo vapor), atendendo assim às necessidades do sistema, e garantindo a máxima eficiência dos irrigadores.

Com essa vazão é possível obter a quantia de efluente que é lançado na via, sendo que a área total é 252 m<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta e dois metros quadrados) e a vazão do sistema 6m<sup>3</sup>/h (seis metros cúbicos por hora) ou 1,66 l/s (um vírgula sessenta e seis litros por segundo); dividindo-se esse valor pela área se obtém a quantia de litros de efluentes lançados a cada segundo por metro quadrado que é 0,0066 l/s/m<sup>2</sup> (sessenta e seis décimos de milésimos litros por segundo por metro quadrado).

Com o intuito de se aferir a quantia de efluente necessária para realizar a umidificação da via, considerando as condições normais de um dia seco e com a

temperatura aproximada dos 25°C (vinte e cinco graus Celsius) e desprezando a ação dos ventos, que no dia aferição era mínima, foi realizada uma estimativa, cronometrando-se o tempo que o sistema necessita para umidificar a via de acesso a lavanderia.

Através dessa estimativa, observou-se que a estrada se apresentava úmida, com o passar de 10 (dez) minutos em que o sistema esteve em funcionamento contínuo, constatando-se, dessa forma que ao passar um automóvel pela via, não ocorreu à geração de poeira.

Para que fosse possível manter a via úmida durante o período do dia, quando a propagação da poeira é maior, foi realizada a umidificação pela primeira vez às 07 (sete) horas da manhã; com o passar do tempo, o movimento dos veículos começou a dispersar o material particulado, sendo que a partir das dez horas da manhã o sistema foi acionado novamente.

O processo ocorreu dessa forma por mais três vezes ao longo do dia, intercalando-se um período de duas a três horas de intervalo, sendo que entre as dez horas até as dezesseis o intervalo de tempo foi menor, por influência da maior incidência solar.

Realizados os cálculos, conclui-se que são necessários para uma plena umidificação da via, cerca de no mínimo 01 m<sup>3</sup> (um metro cúbico) de efluente, para a área total da via apresentada que é de 252 m<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta e dois metros quadrados), sendo assim, cerca de 3,96 l (três vírgula noventa e seis litros) a cada 1 m<sup>2</sup> (um metro quadrado).

Logo, para realizar a umidificação cinco vezes diárias são necessários 05 m<sup>3</sup> (cinco metros cúbicos) de efluente.

De tal maneira, pode-se concluir que dos 80.000 (oitenta mil) litros de efluente gerado diariamente, com o sistema de umidificação por aspersão implantado é possível reutilizar 5.000 (cinco mil) litros, ou seja, 6,25% (seis vírgula vinte e cinco por cento), ressaltando que esta quantia é reutilizada apenas nos dias secos, nos quais é necessário utilizar o sistema de umidificação.

Com a via totalmente umidificada se obtém a solução do problema da poeira e minimizam-se os seus efeitos nocivos à saúde, que podem ser caracterizados pela irritação nos olhos, irritação no trato respiratório, irritação da pele e doenças respiratórias. Além dos efeitos a saúde a poeira também prejudica a visibilidade, causa danos aos materiais e também a flora local.

## Custos

O sistema de umidificação por aspersão se mostra com grande viabilidade, além dos pontos positivos já mencionados no presente estudo, o valor orçamentário final, mostra-se acessível para a lavanderia, ou até mesmo, para ser utilizado por órgãos públicos na umidificação de vias não pavimentadas, como pode ser observado abaixo no Quadro 02:

**Quadro 3 – Orçamento do sistema de umidificação por aspersão.**

Quantia	Peças (DN=25,4mm)	Preço unitário R\$	Preço total (R\$)
1	Tê de saída bilateral	1,50	1,50
6	Curva 90°	3,00	18,00
1	Joelho 90°	4,50	4,50
54 metros	Mangueira	1,50/metro	81,00
1	Bomba d'água 1.5 CV	1.685,00	1.685,00
3	Aspersor setorial	19,50	58,50
		<b>Total</b>	1.848,50

Fonte: Autores (2016).

## Considerações Finais

Apesar de atualmente grande parte das lavanderias industriais têxteis estar se adequando às normas vigentes quanto à questão do tratamento dos seus efluentes gerados no processo de lavagem, poucas delas buscam destinar o mesmo para reutilização e apenas o lançam em um corpo receptor. Nos dias atuais, quaisquer que sejam os métodos de reciclagem, qualquer ação é benéfica para o meio ambiente, pois essas minimizam a quantia de recursos naturais retirados da natureza.

Com a implantação do sistema modelo, a lavanderia estudada, além de estar reutilizando o efluente, também deixa de utilizar um recurso natural para a umidificação da via que fica em frente à empresa, que antes era umidificada com água potável. Possibilitou-se, desse modo, uma alternativa viável e de um impacto social positivo para empresa, por estar reutilizando o efluente gerado pela mesma que antes era apenas descarte em um corpo receptor, e aliado a isso, combatendo um tipo de poluição, que nesse caso causada pela poeira.

Ressalte-se que a presente pesquisa abre portas para a criatividade dos empresários locais, afim de que eles se espelhem em atitudes semelhantes visando à melhoria da qualidade ambiental.

O presente estudo se desenvolveu de maneira muito positiva e sem grandes entraves; com o efluente tratado em boas condições de reutilização e dentro dos padrões exigidos por parâmetros das leis vigentes, aliado ao bom funcionamento do sistema modelo foi possível umidificar a via com grande eficiência e de forma uniforme mantendo toda a área pretendida bem umidificada, sugere-se apenas que sejam aprofundados os estudos na quantia ideal de efluente para se umidificar a via, para se evitar o desperdício.

No desenvolver do estudo percebeu-se, ainda, a oportunidade para estudos futuros sobre a reutilização do mesmo efluente em um sistema de umidificação da cobertura do galpão, a fim de minimizar a temperatura interna do mesmo em dias quentes no verão. Esse sistema já existente e utilizado já em algumas empresas poderia ser instalado também nas lavanderias de jeans em uma forma de reuso do seu efluente.

## Referências

BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. O desafio do desenvolvimento sustentável. 2.ed. São Paulo. Prentice Hall Brasil, 2005. 318p.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº430**, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília: Brasil, 2011. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol\\_lanceflue\\_30e31mar11.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2016.

BREGA FILHO, Darcy. Conceito de reuso de água. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; DOS SANTOS, Hilton Felício. **Reuso de Água**. São Paulo: Manole Ltda, 2003. p.21-37.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Sistemas de Irrigação por Aspersão**. Dourados, MS: Editora da UFGD, 2009.134p.

CASA DAS BOMBAS. **Como irrigar sua área**. Londrina, 2007. Disponível em: [http://www.bombaslondrina.com.br/irrigacao/como\\_fazer\\_irrigacao\\_sistema.html](http://www.bombaslondrina.com.br/irrigacao/como_fazer_irrigacao_sistema.html)>. Acesso em: set.2016.

CAVALCANTI, Fernanda Maria D'Emery et al. Considerações sobre o uso e o descarte da água em lavanderias têxteis industriais. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e sustentabilidade**, CONGESTAS, 2, 2014, Pernambuco.

CUNHA, Ananda Helena Nunes et al. O reúso de água no Brasil: A importância da reutilização de água no País. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, vol.7, n.13, p. 1225 – 1248, out./nov. 2011. Disponível em: [http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias %20ambientais/o%20reuso.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf). Acesso em: abr. 2016.

LAVANDERIA Santana. Rio Branco - MG. 2010. Disponível em: <http://www.lavanderiasantana.com.br/site/jeans.php>. Acesso em: 12 abril 2016.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3.ed. São Paulo: Átomo, 2010. 490 p.

MAGALHÃES, Lucas Carlúcio. **Estudo do material particulado atmosférico e metais associados às partículas totais em suspensão na cidade de Ouro Preto, MG**. Ouro Preto. 2005. 81p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2005.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; DOS SANTOS, Hilton Felício. A escassez e o reúso de água em âmbito mundial. In:\_\_\_\_\_. **Reuso de Água**. São Paulo: Manole Ltda, 2003. p. 1-21.

MERCADO MINEIRO. **Pesquisa, cotação e comparação**. Belo Horizonte. n.d. Disponível em: <<http://www.mercadomineiro.com.br/pesquisa/caminhao-pipa-pesquisa-precos>>. Acesso em: jun2016.

PHILIPPI JR, Arlindo. Reúso de água: uma tendência que se afirma. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; DOS SANTOS, Hilton Felício. **Reuso de Água**. São Paulo: Manole Ltda, 2003. p. IX-XIII.

QUEIROZ, Caroline Bressan. **Otimização da técnica de eletrofoculação de via análise de superfície de resposta aplicada ao efluente de uma indústria têxtil**. 2011. 52p.Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal - (UTFPR), Paraná, Campus. 2011.

RESENDE, Fernando; CARDOSO, Francisco Ferreira. Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras. 23p **Boletim Técnico da Escola Politécnica**. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo – (USP), São Paulo. 2008.

SANTA CATARINA. Governo estadual. **Economia de Santa Catarina é rica e diversificada**. Florianópolis, 2014. Disponível em: <http://www.sc.gov.br/economia>. Acesso em: 05 set. 2016.

## MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA: OBJETO DE ESTUDO DE CAMPO PARA A DISCIPLINA DE GEOLOGIA

**Fábio Boeing**

Professor do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE). [fabioboeing@unibave.net](mailto:fabioboeing@unibave.net)

**Resumo:** O presente artigo consiste na sistematização de aulas de Geologia ministradas nos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil do Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE, no primeiro semestre de 2017. A abordagem do tema Movimentos Gravitacionais de Massa fez-se de forma prévia em sala de aula mediante estudos bibliográficos e de artigos científicos, sendo posteriormente abordado numa saída à campo para visualização *in loco* de encostas íngremes localizada nas margens da Rodovia SC 390, ainda em perímetro urbano do município de Orleans, Santa Catarina. Com objetivo de proporcionar aos acadêmicos maior compreensão do tema, a abordagem das aulas de Geologia foi norteadas por um ensino inovador, cuja metodologia suplantou o modelo tradicional ao abordar o tema em saída à campo para realizar o estudo do meio, complemento que, no caso em questão, facilita a compreensão do objeto de estudo.

**Palavras chave:** Movimentos gravitacionais de massa. Ensino de geologia. Saída à campo.

### Introdução

A Geologia é uma disciplina do campo das ciências naturais, que além de ser estudada no próprio curso de graduação de Geologia, também pertence a estrutura curricular de inúmeros outros cursos, dentre os quais, podemos destacar: Geografia, Ciências Biológicas, Agronomia, Agrimensura, Engenharia Florestal, Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil, e outras. Portanto, por tratar-se da ciência que estuda a Terra, é imprescindível que seus estudos não se limitem a serem realizados em sala de aula.

Diante do exposto, o presente artigo trata-se de uma abordagem descritiva sobre a metodologia abordada na disciplina de Geologia, que, indissociavelmente contempla a abordagem tradicional com saídas a campo para realizar o estudo do meio a partir de suas características geológicas e geomorfológicas. Para produção deste artigo, fez-se essa saída à campo com as turmas de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil, afim de verificar *in loco* as características geológicas e geomorfológicas decorrentes de um corte no talude para construção de uma rodovia.

Portanto, eis aqui, por meio de um ensino que contempla teoria e prática, sala de aula e campo, o relato de uma disciplina que contemplou em sua essência a metodologia ativa, uma vez que acadêmicos foram instigados a reflexão, diante do problema exposto *in suto*, sobre alternativas eficientes para solucioná-los.

### **Geomorfologia urbana e movimentos gravitacionais de massa: conceitos e análise**

Jorge (2011), ressalta ser a geomorfologia urbana uma nova subdivisão da geomorfologia. A geomorfologia urbana tem como objeto real de estudo a intervenção dos processos naturais e antrópicos que associados ocasionam transformações geomorfológicas. As intervenções humanas cada vez mais frequentes sobre o ambiente físico, sobretudo nas cidades, é um dos produtos da urbanização que induz alterações na forma do relevo capaz de suplantar danos meramente físicos, estendendo-se, também, com efeitos nocivos as sociedades humanas.

A necessidade de se explorar essa nova subdivisão da geomorfologia deve-se à preocupação com as diversas mudanças que o homem tem provocado no meio, já que grande parte dos problemas enfrentados pela sociedade refere-se a problemas visíveis nas cidades. Essas mudanças estariam relacionadas a um ambiente construído e modificado em diversas escalas (JORGE, 2011, p. 117).

Jorge (2011), destaca que as mudanças que vem ocorrendo de forma acelerada nas cidades estão relacionadas ao crescimento populacional e desordenado do espaço urbano, fenômeno comum principalmente nas cidades de médio e grande porte, uma vez que seu crescimento, muitas vezes, não respeita os condicionantes biofísicos do local original de implantação.

Boeing (2009), corrobora com essa problemática urbana ao ressaltar que inúmeras cidades se materializaram sobre o espaço *in natura* num processo pelo qual as ações humanas sobrepõem-se aos condicionantes naturais formando o espaço geográfico – espaço construído. Todavia, esse contínuo processo de (re) produção do espaço geográfico faz-se primordialmente nas *urbes*, sendo que inúmeras delas se materializaram no decurso do tempo sobre sítios naturais que não sustentam essas ações antrópicas.

Boeing (2009), também salienta que o crescimento expressivo das cidades, sobretudo daquelas situadas em sítios naturais declivosos são espaços potencialmente propícios aos desastrosos movimentos gravitacionais de massa. Para

o autor, esse é um fenômeno socioespacial comum às cidades brasileiras, uma vez que há expressiva associação entre dois fatores cruciais: a expansão do tecido social em direção as encostas íngremes (fator antrópico), e os elevados índices pluviométricos comuns a Zona Térmica Intertropical da Terra (fator natural).

Os ambientes alterados pela ação do homem começaram a ser motivo de preocupação há algumas décadas, quando ele começou a sentir uma queda na qualidade de vida urbana; esse período caracteriza-se pela crise ambiental urbana (JORGE, 2011, p.118).

Boeing (2014), estabelece uma série de fatores fundamentais para a construção da crise ambiental que assola os espaços urbanos na contemporaneidade, dentre os quais, destaca-se, talvez como um dos mais problemáticos, a ocupação desordenada do espaço urbano, pois além de comprometer a estética da paisagem, induz, se associado aos taludes declivosos, prejuízos econômicos, degradação biofísica e perda de vidas humanas, quando ocorrem os movimentos gravitacionais de massa.

Wicander e Monroe (2014), destacam que o movimento gravitacional de massa é um fenômeno que, embora associado a ação antrópica, sobretudo nos grandes centros urbanos, antecede a origem do homem. Diante do exposto, constata-se que esses processos geodinâmicos exógenos eram originalmente naturais, porém de distribuição geográfica limitada aos taludes mais declivosos.

Na contemporaneidade, há uma contradição quanto a localização geográfica dos movimentos gravitacionais de massa, pois, se na fase precedente a origem humana estes eventos associavam-se às topografias íngremes, que, à saber, eram geralmente pontos anecúmenos da Terra, hoje, tais fenômenos são desastrosos pois localizam-se, na maioria das vezes, em áreas urbanas, habitadas (ecúmenas), conforme destaca a citação a seguir.

A distribuição geográfica dos escorregamentos, revela que os acidentes em encostas se concentram nas vertentes dos maciços montanhosos e morros localizados mais próximos ao centro administrativo da cidade. Nestas, as feições de relevo, em geral extremamente íngremes, marcadas por diferenças de cota topográfica muito elevada, não são mais significativas do que em outras regiões da cidade, mas o número de favelas é bem superior (AMARAL E FEIJÓ, 2004, p. 197).

A terminologia movimentos gravitacionais de massa é utilizada de modo geral ao fenômeno geodinâmico que os geógrafos e geólogos costumam chamar de

deslizamento de encostas. No entanto, há algumas tipologias que a definem em conformidade com sua morfologia. O consagrado Dicionário Geológico – Geomorfológico do saudoso geógrafo Antônio José Teixeira Guerra, define os movimentos gravitacionais de massa como deslizamentos, que a saber é:

**DESLIZAMENTOS** – Deslocamentos de massas de solo sobre um embasamento saturado de água. Os deslizamentos dependem de vários fatores, tais como: inclinação das vertentes, quantidade e frequência das precipitações, presença ou não da vegetação, consolidação do material, etc. a ação humana muitas vezes pode acelerar os deslizamentos, através da utilização irracional de áreas acidentadas (GUERRA, 1978, p.130).

Wicander e Monroe (2014, p. 243), definem como movimento gravitacional de massa “o movimento de decida, pela encosta abaixo, de material, sob a influência direta da gravidade”.

Fernandes e Amaral (2000), sinalizam que, face aos inúmeros critérios disponíveis para identificar os movimentos gravitacionais de massa, não é surpresa a existência na literatura de várias classificações, bem como a existência de muitos conflitos em relação a terminologia.

Existem na natureza vários tipos de movimentos de massa, os quais envolvem uma grande variedade de materiais, processos e fatores condicionantes. Dentre os critérios geralmente utilizados para a diferenciação destes movimentos destacam-se o tipo de material, a velocidade e o mecanismo do movimento, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água (FERNANDES e AMARAL, 2000, p. 127).

Muito embora, nossa intenção não é demonstrar as várias tipologias de movimentos gravitacionais de massa, é imprescindível que, num estudo dessa natureza, venhamos a abordar os fatores que condicionam a existência deste fenômeno. Tema esse que relatamos no título a seguir.

### **Fatores Condicionantes dos Movimentos Gravitacionais de Massa**

Wicander e Monroe (2014), ressaltam que os movimentos gravitacionais de massa são fenômenos que se manifestam quando a força gravitacional, que age sobre um talude, é superior à força de coesão do regolito ou da rocha, ocorrendo o colapso da encosta por sua incapacidade de sustentação. Esse evento geomorfológico existe por inúmeros fatores naturais e antrópicos, dentre os quais, o autor sinaliza os

seguintes: declividade da encosta, intemperismo e clima, conteúdo de água, vegetação e sobrecarga.

**Declividade da encosta:** a declividade da encosta é, provavelmente, a maior causa da movimentação gravitacional de massa. De modo geral, quanto mais íngreme é a encosta, menor é sua estabilidade, existindo, assim, maior probabilidade de não suportar a gravidade.

**Intemperismo e clima:** os movimentos gravitacionais de massa são fenômenos que ocorrem com maior frequência nas superfícies de taludes constituídos por material desagregado ou mal consolidado. Com isso, a rocha inalterada subjacente a superfície tem maior coesão e menor probabilidade movimentar-se. Tão logo as rochas se expõem à superfície da crosta, num fenômeno que a geociência denomina cratóns aflorados, que já se manifestam os processos pedogenéticos pela ação do intemperismo físico, químico e biológico, reduzindo, portanto, sua resistência ao cisalhamento e aumentando sua suscetibilidade à movimentação gravitacional. Assim, Wicander e Monroe (2014), complementam que, quanto mais profundo a zona de interferência do intemperismo, maior é a probabilidade de ocorrência desse fenômeno geológico-geomorfológico.

O autor ainda sinaliza que variadas litologias se manifestam diferentemente ao clima, existindo, portanto, rochas mais suscetíveis ao clima em relação às outras. Na Zona Térmica Intertropical, onde os volumes pluviométricos e a temperatura são mais elevados, verifica-se o intemperismo mais expressivo e atuante no interior da crosta. Em regiões árida e semiárida, a zona intempérica é normalmente mais superficial, todavia, a presença de volumes pluviométricos expressivos e localizados, aliado à pouca vegetação para absolver essa água, pode ocasionar processos erosivos de maior potencial.

**Conteúdo de água:** um fenômeno influente na estabilidade dos taludes é a quantidade de água na rocha e no solo. O peso adicional que a água acrescenta às encostas pode ser crucial para ocorrerem os danosos movimentos gravitacionais de massa. Ademais, a água ao percolar pelos interstícios do material rochoso e pedológico, ajuda a diminuir o atrito entre os grãos, contribuindo para a perda de coesão no material. Assim, encostas constituídas por argilas secas são mais estáveis que as encostas constituídas por argilas hidromórficas, que perdem a adesão e o atrito interno, tornando-se uma pasta instável.

**Vegetação:** sua presença contribui de diversas formas para a estabilidade dos taludes. Ao absorver a água pluvial, a vegetação reduz a saturação das encostas, diminuindo, assim, as chances de cisalhamento do material consolidado. O sistema radicular das plantas também auxilia na estabilidade das encostas, pois assegura a junção das partículas do solo, segurando-o ao substrato rochoso.

A remoção natural da vegetação, ou a supressão pela atividade antrópica é a maior causa de muitos movimentos gravitacionais de massa. O solo das encostas desnudas torna-se facilmente saturado, facilitando as corridas de lama, tipo de movimento gravitacional de massa que apresenta enormes danos socioeconômicos e ambientais, com grandes custos de recuperação para as áreas afetadas.

A imagem a seguir demonstra que a encosta utilizada como objeto real de estudo nesta saída à campo, além de possuir elevado grau de inclinação, encontra-se ausente de cobertura vegetal.

**Figura 1** - Talude analisado na saída à campo.



Fonte: Autor (2017).

**Sobrecarga:** consiste, na maioria das vezes, em decorrência da ação humana por meio do despejo, aterro ou empilhamento de material desagregado, enfraquecendo a encosta e tornando-a mais vulnerável.

Wicander e Monroe (2014), destacam que os fatores condicionantes dos movimentos gravitacionais de massa, elencados acima, individualmente podem promover a existência deste fenômeno, todavia, quando associam-se mais de um destes condicionantes, os riscos e as consequências dos movimentos gravitacionais de massa tendem a ser mais expressivos.

## Procedimentos Metodológicos

Fez-se o presente artigo com objetivo de tornar público no meio acadêmico uma experiência pedagógica no ensino da disciplina de Geologia nos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil do UNIBAVE. Para isso, ao abordarmos o tema movimentos gravitacionais de massa, fenômeno geológico e geomorfológico relevante para os estudos e pesquisas geotécnicas no país, conciliamos métodos tradicionais de ensino com uma saída à campo para o estudo do meio.

A saída à campo, método de ensino também conhecido como excursão geográfica, foi às margens da Rodovia SC 390, localizado logo na saída de Orleans com sentido ao município de Pedras Grandes. O local é de grande complexidade para as ciências ambientais, pois reúne uma obra de engenharia sobre um espaço *in natura* dotado de beleza cênica e características geocológicas tuteladas pela legislação ambiental vigente.

As características físicas, biológicas e socioeconômicas do local, nos conduziram a uma abordagem que supera os marcos disciplinares do conhecimento, pois a exposição de componentes naturais e sócio construídos fez-se como embasamento para uma perspectiva epistemológica interdisciplinar, pautada no holísmo como matriz metodológica norteadora do diálogo entre fronteiras do conhecimento. Assim, o tema movimentos gravitacionais de massa foi abordado com consideração às demais características do espaço, que se comporta como um laboratório *in natura* para estudos de natureza complexa, por envolver a interface entre questões sociais, econômicas e ambientais.

## Considerações Finais

O ensino no campo da geociência e das ciências ambientais têm se utilizado muito dessa metodologia que contempla as aulas com saídas à campo, conciliando teoria e prática, uma vez que o estudo do meio consiste num reforço eficaz para aprendizagem do conteúdo estudado previamente em sala de aula. Para tanto, cabe ressaltar que essa dinâmica não é recente, haja visto que cursos de graduação de geografia, geologia, ciências biológicas, oceanografia, história, engenharias e outros, já o fazem há tempos.

As contribuições para o processo de ensino aprendizagem são marcantes, pois o acadêmico consegue visualizar *in loco*, fenômenos atinentes a disciplina de geologia e suas relações com outras áreas do conhecimento, que o ambiente acadêmico (sala

de aula) é incapaz de fornecer. Logo, considera-se as saídas à campo para o estudo do meio em suas condições biofísicas e socioeconômicas como um suporte à aprendizagem do acadêmico, sendo que, sem o uso dessa metodologia ativa, pois o aluno faz parte do processo e se vê envolvido com a realidade local, o ensino torna-se comprometido.

Um ensino inovador e dinâmico, por conciliar sala de aula e ambiente externo, tende a lograr maiores êxitos ao processo de aprendizagem. Consoante ao exposto, é o que expressa a acadêmica Cleiner Veronez Coan, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

As aulas de campo são importantíssimas para a compreensão dos movimentos gravitacionais de massa e de outros fenômenos geológicos, suas interações com os elementos biológicos e com a ação humana, como elementos transformadores da paisagem por meio dos agentes geomorfológicas. Assim, compreendemos que as ações do homem interferem na natureza, e que a própria natureza, quando é agredida pela ação humana, produz influência negativa nos processos de engenharia, a exemplo dos movimentos de massa, que são acidentes geomorfológicos induzidos na maioria das vezes pela ação antrópica. Cleiner Veronez Coan (sic).

Diante da citação exposta pela acadêmica e de nossas constatações, desenvolvemos este artigo como forma de relatar uma experiência que, embora não é recente, é inovadora por abordar os movimentos gravitacionais de massa a partir de uma perspectiva epistemológica integradora, unificada por um diálogo de interface entre disciplinas das ciências naturais que se correlacionam, com disciplinas do campo das ciências sociais, que, embora aparentam serem distantes, quando inseridas num só diálogo, complementam-se num todo.

## Referências

AMARAL, Cláudio; FEIJÓ, Rogério Luiz. Aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. (Orgs.). VITTE, Antônio Carlos; GUERRA, Antônio José Teixeira. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 193-223.

BOEING, Fábio. **O processo de urbanização**: um estudo sobre a ocupação em áreas de riscos socioambientais no bairro Alto Paraná em Orleans, Santa Catarina. 2009. p.93. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma. 2009.

\_\_\_\_\_. Da geologia a verticalização urbana: a história geográfica de Orleans, um município centenário. **Revista Geográfica Catarina**, Florianópolis, n. 06, p. 72-82, 2014.

FERNENDES, Nelson Ferreira; AMARAL, Cláudio Palmeiro do. Movimentos de Massa: um abordagem geológico-geomorfológica. *In: **Geomorfologia e meio ambiente***. (Orgs.). GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da. da. 3ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 123-194.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 6ª ed. / Revista e atualizada pelos geógrafos Ignez Amélia Leal Teixeira Guerra e Antônio José Teixeira Guerra. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 448p.

JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. *In: **Geomorfologia Urbana***. (Org.). Antônio José Teixeira Guerra. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-145.

WICANDER, Reed; MONROE, Janes S. **Fundamentos de Geologia**. (Trad.) Harue Ohara Avritcher. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

## PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE PORTAS NO RAMO DE ISOLAMENTO TÉRMICO

Hélio Henrique Junior<sup>1</sup>; Glaucea Warmeling Duarte<sup>2</sup>; Lucas Crotti Zanini<sup>1</sup>; Mário Sérgio Bortolatto<sup>1</sup>; Alessandro Cruzetta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Engenharia de Produção. Unibave. [eprodução@unibave.net](mailto:eprodução@unibave.net).

<sup>2</sup>Núcleo de Pesquisa e Extensão em Tecnologia e Informação – NUTEC. Unibave. [nutec@unibave.net](mailto:nutec@unibave.net)

**Resumo:** No processo produtivo das portas de isolamento térmico, há uma limitação ligada à gestão entre os materiais utilizados na fabricação, os métodos de elaboração das etapas de montagem e a implantação da padronização ao setor produtivo. Portanto, este artigo procura evidenciar os benefícios que a padronização traz aos processos envolvidos na produção da porta de isolamento térmico. As análises são realizadas em um produto específico, estabelecendo métodos a serem seguidos e alterando o projeto do produto, modificando a forma de montagem com o projeto otimizado. Estabelecendo os critérios de comparação antes e depois da padronização estar implantada ao setor produtivo, observa-se uma redução da quantidade de material utilizado para o acabamento interno da porta, uma redução de 72,45% de custos com o acabamento, 50% de redução da mão-de-obra do setor e uma redução de 5% do custo total para fabricação do modelo padrão.

**Palavras-chave:** Portas de isolamento térmico. Projeto otimizado. Modelo padrão.

### Introdução:

Pela necessidade de proporcionar um planejamento da produção interna e conseguir se estabelecer a padronização de setores produtivos, verifica-se a necessidade de adquirir a quantidade específica de materiais para fabricação de produtos, determinar o custo para fabricação, através da elaboração detalhada dos materiais e dividi-los por etapas de fabricação, facilitando o procedimento de produção e ordenando da melhor maneira possível. Portanto, busca-se realizar uma série de procedimentos que auxiliem para aplicação dos melhores métodos aos setores industriais relacionados.

A indústria de isolamento térmico mostra grande desenvolvimento tecnológico, buscando meios de proporcionar, cada vez mais, a melhoria da produção e a qualidade das câmaras frias. Isto tudo para que haja a conservação e o mantimento eficaz dos produtos, sendo consideradas imprescindíveis à diversos setores

industriais que procuram um ambiente climatizado e limpo (PICCHI, 2015; MBP ISOBLOCK, 2015).

Como grandes setores industriais, as obras de isolamento térmico possuem uma série de limitações. Porém, para se manter o clima desejado, muitos requisitos devem ser verificados e controlados, possibilitando a garantia e conservação da temperatura ideal do suprimento (RAPIN, 2001).

A abordagem de estudo neste artigo é a análise da otimização do projeto da porta, empregada ao setor produtivo no processo de montagem e aplicação do acabamento interno das portas de isolamento térmico, as quais são montadas com painéis em EPS (Poliestireno Expandido) e PUR (Poliuretano), por terem baixa condutividade de calor, sendo próprias para aplicações em câmaras frias (MBP ISOBLOCK, 2015).

Como o aumento da produtividade é importante à empresa, buscam-se métodos de padronização que estabeleçam as maneiras eficazes de realização das tarefas, proporcionando um aumento gradativo à produtividade, a redução do tempo de montagem e uma melhor compreensão das ações a serem tomadas.

Contudo, para analisar a viabilidade do estudo, serão identificadas as variações ocorridas antes e depois da otimização do projeto, a definição dos critérios de comparação, encontrando viabilidade no modelo de fabricação atual.

Portanto, para solucionar a limitação ligada à gestão entre os materiais utilizados para a fabricação das portas e com finalidade de aprimorar as etapas de montagem e implantar a padronização ao setor produtivo, procura-se estabelecer qual o melhor método de padronização aplicado ao produto, por meio da identificação das variações ocorridas antes e depois da padronização do processo, da definição dos critérios comparativos relacionado às portas de isolamento térmico e, portanto, encontrar o melhor modelo de fabricação padrão, conforme dados contextuais.

### ***Planejamento e controle da produção (PCP)***

Considera-se, “PCP”, o responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de modo a atender plenamente aos planos empresariais estabelecidos (LUSTOSA et al., 2011).

De acordo com o avanço tecnológico e o crescimento do número de pequenas empresas, torna-se imprescindível ao administrador preconizar a comunicação entre os departamentos. Para que haja troca de informações, o planejamento e controle da

produção atua para que se estabeleça o objetivo de cada função, de cada cargo correspondente e diminua a probabilidade de erros. Possibilitando obter-se um ambiente de trabalho funcional, que promova a estabilidade ao nicho de mercado em questão, adaptando-se aos sistemas de melhoria contínua da produtividade, criando sistemas flexíveis, objetivando atender as necessidades do cliente e aperfeiçoando os sistemas de produção (BALLESTERO-ALVAREZ, 2009; LUSTOSA et al., 2011).

O Planejamento e Controle da Produção pode ser um vínculo estratégico entre o sistema produtivo, que gera a transformação de itens de entrada em um produto de saída e o processo de determinar a quantidade de recursos para suprir o sistema, no momento adequado e no nível de qualidade adequado, com o intuito de determinar: O que vai ser produzido; quanto vai ser produzido; como vai ser produzido; onde vai ser produzido; quem vai produzir e quando vai ser produzido (Slack et al., 2009; FUSCO; SACOMANO, 2007).

Para apoiar o planejamento dos recursos no negócio, na quantidade e no momento do fluxo, é decisório se utilizar a ferramenta de planejamento de necessidades de materiais (MRP), onde se pretende auxiliar de forma rápida no planejamento de acordo com os itens em estoque e as necessidades requeridas para a produção. É evidente que todos os dados mantidos em registros devem estar concisos ao que corresponde à realidade do estoque físico, com o objetivo de facilitar os requerimentos e evitar erros sistemáticos, tendo como embasamento “ter materiais certos, no lugar certo e na hora certa”, favorecendo a redução de estoques em toda a cadeia produtiva, controlando e planejando as prioridades de operação para os itens e planejando a capacidade de modo a abastecer o sistema de produção. (RICCI; CONCEIÇÃO; LIMA, 2013; HEIDRICH, 2005).

Através da verificação do melhor método de planejamento e controle da produção a ser empregado, é possível a melhoria do processo, possibilitando melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da engenharia de produção (SHINGO, 1996).

De acordo com Shingo (1996), o planejamento da produção pode ocorrer através do plano agregado de produção, destacado na Figura 1, sendo ele de longo prazo (anual, semestral, trimestral), pelo plano mestre de produção mensal e pelo plano detalhado que consiste na sequência prática de produção por uma semana, três dias, ou um dia.

**Figura 1** - Contexto do PCP nos diferentes níveis de planejamento.



Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2011).

Como o processo de planejamento é de grande necessidade para a organização produtiva, se realiza uma análise de necessidade para suprir a capacidade a qual se almeja. Partindo deste princípio, buscam-se técnicas lógicas em sistemas, nos quais se baseiam nas necessidades futuras para programar o que se visa produzir em um futuro próximo (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2010).

### **Padronização**

A padronização é um caminho para a produtividade e competitividade, pois é uma das premissas do gerenciamento moderno. É uma atividade sistemática, estabelecida através do intermédio de discussões entre pessoas, que objetiva obter o melhor procedimento, defini-lo como padrão e aplicá-lo em um grupo, em uma sociedade, ou em uma organização. A padronização e a simplificação das tarefas podem aumentar a eficiência operacional e podem reduzir os custos operacionais (MEEGEN, 2002; CHIAVENATO 2007).

A padronização de procedimentos permite a execução das atividades de uma maneira uniforme, sendo possível gerar resultados cada vez mais confiáveis. Portanto, deve-se proporcionar a maneira correta de realização das ações, simplificar a compreensão do método de padronização e detectar e corrigir eventuais erros (FALCONI, 2006).

Grande parte da fabricação e da padronização moderna está baseada nos princípios de engenharia industrial. Observa-se que a padronização influencia

diretamente as organizações, tanto no aumento da produtividade, como na redução dos custos. Quando se padroniza um processo significa dizer que aquele conjunto de operações é a melhor forma de serem realizadas até aquele momento. A padronização não se encerra após serem escritos os padrões. Tem que se garantir que todos os envolvidos no trabalho entenderam e estão utilizando o padrão no seu dia-a-dia, para isso, é imprescindível realizar auditorias periódicas (CAMPOS, 1998).

Busca-se promover o mais prático e ágil método de padronização, através da metodologia de elaboração, e empregá-lo como uma ferramenta diária à rotina dos colaboradores, sem que haja complexidade, para que se atenda o requerimento do padrão e não deixe de ser seguido (ARANTES, 1998).

### *Trabalho padronizado*

Considerada uma ferramenta para a melhoria contínua, o trabalho padronizado é essencialmente a “melhor prática”. Tido como um conjunto consensual de procedimentos de trabalho que procura estabelecer os métodos mais eficientes, confiáveis e seguros, assim como a sequência lógica para cada processo e para cada trabalhador. Através de um ambiente de trabalho padronizado, é possível a percepção de que todos possuem papéis e responsabilidades claros. Busca-se, através do trabalho padronizado, o alcance do potencial mais pleno de pessoas e máquinas, assim como as cargas de trabalho distribuídas igualmente. Para se manter o fluxo e para que se garanta a produtividade mais elevada e o melhor uso do tempo, torna-se imprescindível seguir os métodos de trabalho padronizado, pois é parte integrante da produção enxuta e deve ser incorporado em algum momento (ORTIZ, 2010).

Para se aperfeiçoar determinada área, dentro do ramo industrial, é necessário estipular operações padrão e ter um planejamento tático que direciona a sua finalidade àquele setor e não a empresa como um todo. Portanto, decompõe seus objetivos em etapas que de forma geral, visam o desenvolvimento padronizado operacional, eliminando o excesso de trabalho desnecessário (OLIVEIRA, 2011; MONDEN, 2015).

Entende-se que o Trabalho Padronizado é a especificação do trabalho do operário para atingir as especificações do produto. De acordo com a Figura 2, destaca-se também que, embora o Trabalho Padronizado enfatize o trabalho do operário, isto é, presente foco na operação, seu objetivo é, essencialmente, reduzir a variabilidade, ou seja, aumentar a estabilidade para garantir um tempo de ciclo adequado à demanda do cliente (LIKER; MEIER, 2008).

**Figura 2** - Vantagens da padronização para supervisores e executantes.

<b>Vantagens para os supervisores</b>	<b>Vantagens para os executantes</b>
Avaliações na forma mais técnica	Conforto e segurança no posto de trabalho
Eliminação das interferências no trabalho do subordinado	Participação e elaboração do próprio método de trabalho
Supervisão sem a necessidade de ordens	Diminuição dos problemas da rotina
Eliminação de problemas repetitivos	Realização do trabalho sem a necessidade de ordens do supervisor
Aumento da previsibilidade dos resultados	Redução de retrabalhos
Base para treinamento de novos funcionários	Aumento de confiança ao executar a tarefa
Grande oportunidade para exercer liderança	Trabalho mais perfeito e com menor esforço

Fonte: Adaptado de Arantes (1998).

O trabalho padronizado é utilizado na manufatura para conservar a estabilidade nos processos, garantir que as atividades sejam realizadas sempre em uma determinada sequência e em um determinado intervalo de tempo, buscando o mínimo de desperdício para alcançar elevada qualidade e alta produtividade. O trabalho padronizado gera ganhos mensuráveis na produção, na redução de falhas, na redução do tempo das operações, por realizarem a mesma função com mesma quantidade de materiais, na regulamentação das funções e na melhoria da organização do espaço físico (BERKENBROCK et al., 2009).

### **Custos de produção**

Para Ferreira (2007), são utilizados três termos para descrever amplamente os custos de produção, custo do material direto, custo de mão-de-obra direta e custos indiretos de fabricação, descritos abaixo:

- Custos dos materiais diretos: são os custos de aquisição de todos os materiais (matéria-prima) essenciais para a produção do produto final;

- Custos de mão-de-obra direta: é a apropriação no produto do valor pago ao funcionário responsável pela produção, podendo ser medido e identificado por produto;
- Custos indiretos de fabricação: são todos os custos considerados parte do custo do produto final, porém, não podem ser medidos e identificados especificamente para um produto específico. Ex.: energia elétrica utilizada no processo de fabricação do produto.

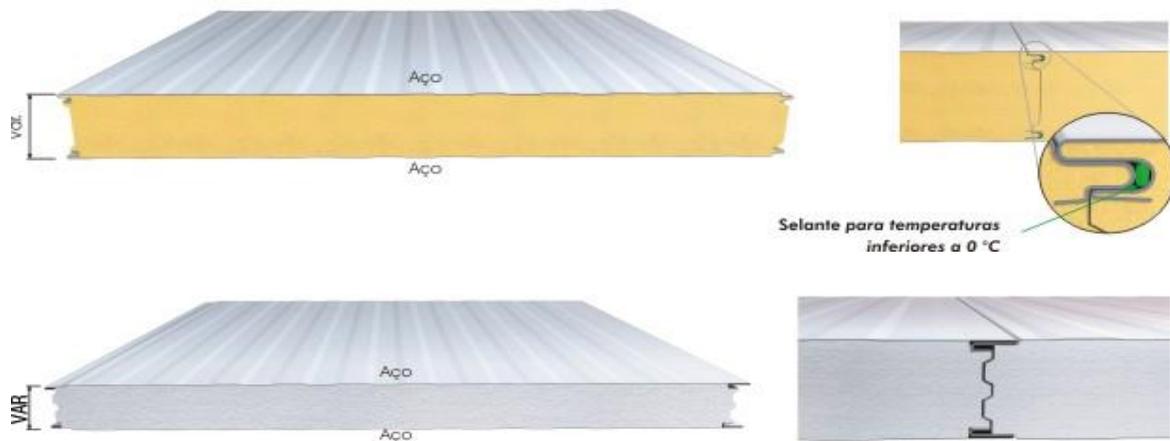
### **Câmara de isolamento térmico**

O abastecimento dos grandes centros depende cada vez mais das câmaras frias ou frigoríficas que, além de proporcionarem um perfeito condicionamento dos produtos resfriados e congelados, apresentam um aspecto limpo, sendo imprescindíveis para estar dentro das especificações da lei, tanto pelo mercado interno, quanto pelo mercado externo (RAPIN, 2001).

Para se ter uma câmara eficiente e durável, os cuidados com o isolamento térmico têm de ser redobrados. Como o frio é difícil de produzir, há necessidade de isolar bem as paredes, dessa forma, uma câmara com isolamento e impermeabilização corretos, garantem temperatura adequada e constante e um menor consumo de energia. Sendo que tal eficiência isolante de um material é inversamente proporcional ao seu peso específico. Devem-se empregar matérias de baixa densidade, com muita pouca condutividade térmica e não inflamáveis. Segundo Rapin (2001) e a ABRAPEX (2015). Os principais materiais isolantes utilizados na indústria de isolamento térmico são o poliestireno expandido (EPS) ou isopor, e o poliuretano (PUR).

O isolamento realizado em uma câmara fria tem uma enorme importância no funcionamento geral da instalação. Se for muito fraco, facilita a entrada de calor pelas paredes, se for muito forte, pode ser origem da existência de umidade na câmara. Dessa forma, as câmaras são realizadas com painéis em PUR e EPS, de acordo com a Figura 2, revestidos em aço zincado pré-pintado na cor branca ou aço inoxidável. Sistemas de encaixe do núcleo tipo macho/fêmea, o que garante perfeita união e estanqueidade dos painéis (RAPIN, 2001; MBP ISOBLOCK, 2015).

**Figura 3** - Painéis em Poliuretano (PUR) e Poliestireno Expandido (EPS).



**Fonte:** Isoeste (2015).

### Procedimentos metodológicos

Para realizar o estudo, priorizou-se o produto que possui maior número de produção entre os realizados pela empresa, o que possibilita a análise das características do modelo e a verificação da quantidade produzida em um determinado intervalo de tempo. Assim, é possível quantificar o número de acabamentos utilizado no procedimento de montagem antigo e no que se considera procedimento padrão, equalizando o processo, diminuindo erros decorrentes da variabilidade na reprodução do produto e aumentando a confiabilidade para a realização das etapas.

O método de fabricação, realizado para a montagem das portas de isolamento térmico, passará por uma avaliação que atenda ao projeto padronizado, a listagem de materiais envolvidos nos procedimentos, a distinção das etapas de elaboração do produto e a formação dos modelos padrões.

A partir da elaboração do modelo padrão, por meio do software de desenho, é realizada a separação das etapas de fabricação, que seriam definidas pela formação do marco da porta, da montagem da porta com os painéis de isolamento térmico e pela fixação das portas nas obras de câmaras frias respectivamente, representadas pela Figura 4 na página seguinte.

**Figura 4** - Separação das etapas de fabricação da porta de isolamento térmico.



**Fonte:** Adaptado do autor/ Gfrio (2015).

Procedendo pela elaboração e certificação das fichas técnicas já estabelecidas, que se torna imprescindível para realizar alterações futuras dos materiais de sua composição e a elaboração do custo final da porta, arquivando-as no sistema utilizado pela empresa e realizando a implantação do modelo padrão ao setor produtivo.

## Resultados e discussão

Conforme objetivos da pesquisa e seguindo a metodologia adequada, foram estabelecidos os critérios para padronizar, levando em consideração três aspectos determinantes para validar o método de padronização, que seriam: a redução de custos, a diminuição do tempo de montagem e a uniformização das etapas produtivas.

Dessa forma, para estabelecer o modelo padrão e aplicá-los aos processos envolvidos, é necessário, primeiro, conhecê-los:

- Projeto e características do modelo: Para elaborar o projeto da porta, é necessária a utilização do software de desenho (*Solidworks*), permitindo criar o produto ideal, com as características do modelo em questão e a verificação da matéria-prima utilizada para a construção.
- Elaboração da ficha técnica: Como é imprescindível à empresa estabelecer o custo de seu produto, realizou-se uma análise dos materiais envolvidos para a fabricação da porta, definindo-os por etapa de fabricação (marco da porta, montagem e fixação).
- Construção do marco da porta: O marco é desenvolvido através do projeto criado, utilizando o material advindo do desenho para a construção da

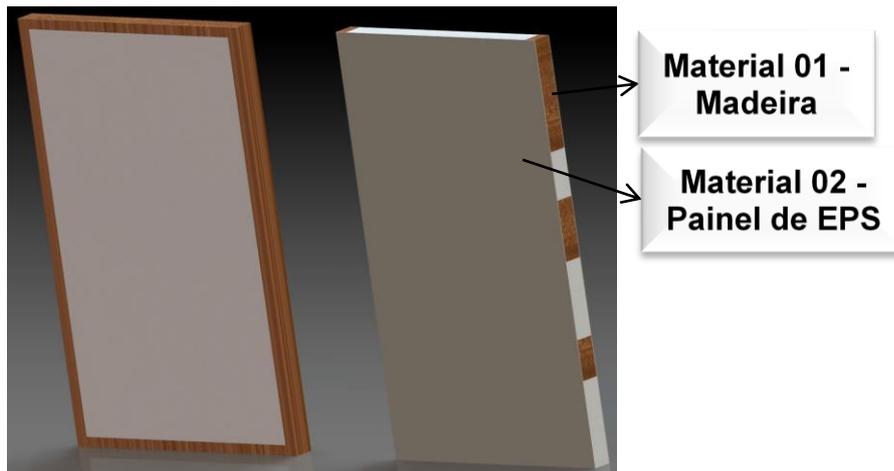
estrutura, sendo enviado ao setor produtivo na forma de desenho, para realização do corte da matéria-prima em uma serra fita e em seguida é realizado a soldagem das peças cortadas para a montagem do marco final.

- Montagem da porta com painéis de isolamento: Para utilização em obras de câmaras frias, a porta deve ser realizada com um material que não deixe passar o calor, ou seja, deva ser de baixa condutividade térmica. Assim, os painéis utilizados são cortados no tamanho ideal, em seguida são encaixados e por fim é realizada uma inspeção de qualidade.
- Aplicação dos acabamentos: São utilizados os acabamentos de acordo com as características da porta, dando maior importância as madeiras utilizadas como acabamento interno para fixação dos itens externos da porta, os rebites para fixação das chapas ao painel e borracha para o encaixe da porta em câmaras frias.
- Fixação da porta na câmara fria: Após o término da fabricação, de acordo com as características e os devidos acabamentos, tem-se a porta para a fixação na câmara fria, sendo instalada com os devidos materiais, separados pela ficha técnica da fixação, possibilitando obter um perfeito isolamento térmico à câmara fria.

Os procedimentos utilizados para análise das etapas foram incorporados com objetivo de agregar dados e informações, agrupá-las e analisá-las, para que seja capaz de estabelecer o modelo padrão, através da elaboração e separação das etapas de fabricação da porta. De acordo com a criação da ficha técnica, foi desenvolvido um kit para o marco da porta, para a montagem e para a fixação da porta na câmara fria, facilitando a separação dos materiais correspondentes de cada setor. Dessa forma, tornando-se possível a utilização dos materiais certos, na quantidade certa e de um modo padronizado.

Como a criação da porta se inicia a partir do projeto, esta foi a primeira etapa analisada para estabelecer o projeto otimizado. Através da verificação do projeto antigo, realizou-se a otimização do projeto, através da redução da quantidade do acabamento em madeira. Para visualização, o projeto foi desenvolvido na forma de desenho em 3D que representa a fixação do acabamento no projeto não otimizado e a fixação do acabamento no projeto otimizado, sendo visualizado através da Figura 5 da página seguinte.

**Figura 5:** Modelo do projeto padronizado da porta giratória de 1,00 x 2,10 metros.



Fonte: Autores (2016).

Verificando a otimização do projeto, nota-se a redução do material utilizado para o acabamento interno da porta. Portanto, descarta-se a casualidade de desperdícios do material e efetiva o método otimizado à área produtiva.

Para constatação da diminuição do material utilizado no modelo padrão, verificou-se a quantidade do material fixado às portas realizadas pelo projeto não otimizado e comparou-o com o projeto otimizado estabelecido, destacando-o no Quadro 1. Além disso, devido à redução da matéria-prima utilizada no projeto otimizado, há também a redução considerável do custo.

**Quadro 1** - Quantidade de madeira utiliza antes e depois da otimização do projeto.

Matéria Prima	Porta Giratória	Modelo Antigo	Modelo Otimizado
Madeira	1,00 X 2,10 metros	5,2 metros	1,42 metros
Custo	1,00 X 2,10 metros	R\$ 3.403,40	R\$ 937,31

Fonte: Autores (2016).

Para o setor responsável em separar os materiais utilizados na produção das portas, era necessário despachar à fábrica uma quantidade excessiva de material, para que não faltassem itens na fabricação das portas. Por não se ter a ficha técnica detalhada do produto e por não ser separado as etapas, acaba reduzindo a eficiência

do processo devido a mistura entre os materiais que seriam para a montagem e as matérias que seriam para a fixação e instalação da porta nas câmaras frias. Já com a ficha técnica elaborada para cada etapa de fabricação e para cada setor, fica muito mais prático, possibilitando uma melhoria na logística dos materiais, sendo mais eficiente à etapa por disponibilizar os materiais no setor correspondente, na quantidade correta e no momento adequado.

Ao setor de montagem era imprescindível saber realizar a tarefa de uma maneira uniforme, para reproduzir o produto sempre de modo igualitário, diminuindo o tempo de montagem, aumentando a confiança na realização da etapa e reduzindo a possibilidade de erros. Porém, por não ter em vigor um método estabelecido como a melhor maneira de realizar a tarefa, ou até pela falta de cobrança relacionada à uniformidade das portas, não se conseguia atender a demanda esperada. Conforme a otimização do projeto foi sendo implantada ao setor de montagem, foi possível obter informações a respeito deste novo método, averiguando a eficiência decorrente do produto otimizado, sendo mais prático ao operário a realização da montagem, com a quantidade de materiais estabelecidos e com a maneira de fixação dos acabamentos definido, verificou-se então uma redução do tempo de montagem de 50% relacionado à fixação do acabamento interno da porta.

Esta tempo de montagem do acabamento interno da porta, por serem realizados com procedimentos diferentes, sendo que o modelo antigo demanda de maior tempo por necessitar que a madeira seja pregada antes de implantá-la à porta, depois de pregada necessita ser fixada de forma correta, para que esteja no esquadro e para que se mantenha a qualidade do produto, de acordo com a Figura 9. De acordo com o projeto otimizado, foi possível reduzir o tempo de fixação de tal acabamento, sendo de uma praticidade elevada e de maior compreensão para quem executa a tarefa.

De acordo com a repetibilidade na realização do procedimento otimizado, surgem benefícios à empresa, por reduzir aproximadamente 5% do custo final do produto, diminuir o tempo de aplicação dos acabamentos internos e fornecer ao operário a confiança e a automação vinculada ao setor correspondente.

**Figura 9** - Procedimento de montagem do acabamento, modelo antigo e modelo otimizado



Fonte: Autores (2016).

### **Considerações finais**

Devido ao aumento da utilização das câmaras frias pelas indústrias regionais, torna-se imprescindível à empresa estabelecer métodos de melhoria constante, aprimorando quando possível o meio fabril, estipulando e elaborando procedimentos que proporcionem resultados positivos ao setor produtivo, sendo elementar às indústrias estabelecerem seus preços, definir seus objetivos e padronizá-los para que se tenha, sempre, o resultado esperado. No caso estudado, o aspecto alterado dentro do setor produtivo foi de implantar procedimentos padronizados, com intuito de auxiliar o fluxo de materiais entre os setores envolvidos, reduzir o custo e o tempo de fabricação, possibilitando alavancar, de diversas formas, o setor.

O objetivo deste estudo é implantar métodos de padronização ao setor produtivo, aliando a otimização do projeto, a separação das etapas envolvidas no processo de montagem e a criação da ficha técnica separada por setor, priorizando a redução de custos e o aumento da produtividade.

Contudo, para viabilizar o estudo, mostra-se necessário a análise entre as variações ocorridas antes e depois da otimização do projeto, a definição dos critérios de comparação dentre as ações realizadas, encontrando viabilidade no modelo de fabricação atual.

Portanto, a solução avaliada no estudo é a padronização entre os modelos de portas, a elaboração dos conjuntos padrões utilizados em diferentes etapas do processo e a definição do projeto otimizado da porta, possibilitando reduzir o custo do acabamento utilizado, diminuindo o tempo de montagem e facilitando a compreensão de quem realiza as etapas.

Após a otimização do projeto estar vinculada aos processos produtivos, comprovou-se que o efeito é positivo, de acordo com a redução da mão-de-obra em 50%, a redução de custo com materiais de 72,45% e uma redução total da porta em até 5%. Sendo utilizado nos procedimentos padrões, pois os limites da padronização

foram alcançados, facilitando o entendimento para o realizador das etapas, reduzindo mão-de-obra e custos, que consideravelmente mostraram ser relevantes.

Dessa forma, tal estudo comprova-se útil à empresa em questão, possibilitando futuras análises em outros setores produtivos, com intuito de gerar benefícios à empresa de forma geral.

## Referências

- ABRAPEX. **O que é EPS**. Disponível em:  
<<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 02 nov. 2015.
- ARANTES, Aloysio Sergio de. **Padronização participativa nas empresas de qualidade**. São Paulo: Nobel S.a., 1998.
- BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. **Administração da qualidade e da produtividade**: Abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas S.a., 2001. 484 p.
- BERKENBROCK, T.; RENÓ, G. W. S.; MARTINS, A. A.; SEVEGNANI, G.; FISCHER, D. A; **Estudo do Trabalho Padrão em Linhas de Montagem de Refrigeradores**: Engep, Salvador, 2009
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 7. ed. Belo Horizonte: EDG, 1998. 276 p.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração da produção**: Uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 5ª Reimpressão.
- CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2010.
- FERREIRA, José Ângelo. **Custos Industriais**: Uma ênfase gerencial. São Paulo: Sts, 2007.
- FUSCO, José Paulo Alves; SACOMANO, José Benedito. **Operações e gestão estratégica da produção**. São Paulo: Arte & Ciência, 2007.
- GFRIO **preço câmara fria** [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em:  
<<http://www.gfrio.com.br/preco-camara-fria.html>>. Acesso em: 07 novembro 2015.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999
- HEIDRICH, L.P. Contribuição do MRP na gestão estratégica da manufatura, 2006, Rio de Janeiro. **Anais do II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT**. Rio de Janeiro: 2006.

ISOESTE painéis térmicos. [S.l.: s.n]. 2015. Disponível em:  
<[http://www.isoeste.com.br/produto\\_categoria/paineis-termicos/](http://www.isoeste.com.br/produto_categoria/paineis-termicos/)>. Acesso em: 02 novembro 2015.

LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O Talento Toyota: o modelo aplicado ao desenvolvimento de pessoas**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LUSTOSA, Leonardo et al. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MBP Isoblock Sistemas Termo isolantes S.A. **Produtos e segmentos**: câmaras frigoríficas industriais, 2015. Disponível em:  
<[http://www.mbp.com.br/site\\_isoblock/index.php?land=produtos-e-segmentos](http://www.mbp.com.br/site_isoblock/index.php?land=produtos-e-segmentos)>. Acesso em: 07 novembro 2015.

MEEGEN, Rene Alberto Van. **Análise crítica da utilização da padronização no sistema de melhoria dos centros de distribuição domiciliária dos correios**. 2002. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2002

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de produção**: Uma abordagem integrada ao just-in-time. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Tradução de: Ronald Saraiva de Menezes.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico**: Conceitos; Metodologia; Práticas. 29. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2011. 335 p.

ORTIZ, Chris A.. **Kaizen e implementação de eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010. Tradução de: Luiz Claudio de Queiroz Faria.

PICCHI, Vasco. **História, ciência e tecnologia da carne bovina**. São Paulo: Paco Editorial, 2015. 452 p.

RICCI, Juliana; CONCEIÇÃO, Gislaine Cristina da; LIMA, Anderson Barbosa de. **Ferramentas MRP aplicadas no controle de estoque**. São Paulo: Clube de Autores, 2009, 2013. 152 p.

SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de produção**: Do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p. Tradução: Eduardo Schaan.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas S.a., 2009. 526 p.

## PESQUISA DE MERCADO: ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE UMA NOVA TECNOLOGIA EM GARRAFAS TÉRMICAS

**Maria Eduarda Neves Corrêa<sup>1</sup>; Eduarda Berto Bittencourt<sup>1</sup>; Vanessa da Silva<sup>1</sup>;  
Josué Alberton<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NUTEC - Engenharia de Produção. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE.  
meduardanc@gmail.com

**Resumo:** A pesquisa de mercado desempenha papel fundamental nas organizações, viabilizando tomadas de decisões. O objetivo do trabalho é apresentar o estudo de mercado do produto garrafa térmica, onde é identificado público alvo, principais locais de utilização, verificada a aceitação do mercado consumidor e delimitado o preço de venda. Na coleta dos dados foram utilizados formulários *online* e impressos, sendo entrevistadas uma amostragem com 155 pessoas. Os resultados mostraram que o produto foi indicado pelo público jovem para práticas esportivas (futebol com 38,8%), no entanto, também pode ter o uso direcionado em atividades trabalhistas. Os entrevistados pagariam pelo produto valores entre R\$ 30,0 e R\$ 70,0.

**Palavras-chave:** Garrafa térmica. Inovação. Pesquisa de mercado.

### **Introdução:**

Diante de um ambiente competitivo, devido a exigências de aperfeiçoamento e novas tecnologias, os consumidores buscam confiabilidade e acessibilidade nos preços dos produtos. Visto de outro ângulo, a empresa preza pela satisfação do cliente, mas também necessita de metas a serem alcançadas, como a lucratividade, seja pela diminuição do ciclo de vida dos produtos, alavancando o consumismo ou pela diminuição nos custos de produção.

Desenvolver e satisfazer as necessidades dos clientes é um papel decisivo a ser desempenhado pela empresa, com destaque no marketing, que são atividades fomentadoras no processo de desenvolvimento de novos produtos (TROTT, 2012).

A inovação industrial e o desenvolvimento de novos produtos avançaram consideravelmente nos últimos anos (TROTT, 2012). Devido à evolução industrial, novas técnicas de elaboração de produtos surgiram, elas contam com ferramentas como a estratégica de negócio, que é a definição da missão da empresa, ou seja, sua visão do futuro. E é a partir da missão que são definidos os objetivos da empresa, composto por indicadores essenciais como mercados, custos, lucros, e outros mais específicos. Derivando dos princípios anteriores, surge o planejamento do produto que

inclui: a identificação de uma oportunidade para aplicação, pesquisa de mercado (marketing), análise dos produtos concorrentes e elaboração da proposta do novo produto (BAXTER, 2011).

A pesquisa de mercado, em especial, refere-se ao conhecimento sobre o produto a ser desenvolvido através de pesquisas com públicos diferentes. De acordo com Baxter (2011), a pesquisa das necessidades de mercado usa um conjunto de método para descobrir o que os consumidores esperam de um tipo particular de produto. O mesmo autor relata que “entender as necessidades dos consumidores é fundamental para identificar especificar e justificar uma oportunidade de produto. Isto é feito pela pesquisa das necessidades de mercado”.

Para iniciar qualquer projeto ou inovação tecnológica, é necessário analisar a base científica, desenvolvimento de tecnologias e necessidades de mercado. A Figura 1, apresenta as etapas necessárias para o processo de inovação.

**Figura 1** - Etapas para o processo de inovação.



Fonte: Trott (2012, p. 2).

A organização mantém-se ativa no mercado devido às necessidades humanas, porém sua expectativa de sobrevivência se dá pela busca incessante por novas tecnologias versus sua capacidade de desenvolver produtos, fomentando a competitividade (SILVA, 2001).

Segundo Jordan (2004, p. 28), “cada produto novo faz parte de uma etapa para cumprir a missão da empresa, e reforça que é com a definição da missão que inicia a formulação de uma estratégia de negócios”.

Para isto, há quatro etapas no processo de planejamento do produto: estratégia de inovação do produto, que é a orientação geral e estabelece os objetivos; início do desenvolvimento de um produto específico, que seria o estímulo para produção;

pesquisa e análise de oportunidades e restrições onde há um período de pesquisa; e especificação e justificativas do projeto. As empresas precisam de mão de obra especializada como os engenheiros de produção, para elaborar estratégias capazes de manter seus produtos competitivos no mercado. A engenharia de produção atua minimizando os custos de produção, distribuição e comercialização. Um produto pode ser descrito em termos funcionais ou físicos. Os elementos funcionais são aqueles referentes às funções do produto, os físicos, por sua vez, são suas peças e componentes (BAXTER, 2011).

Sabe-se que atualmente no mercado existem vários produtos consolidados e que geram grande competitividade. No ramo das garrafas, encontramos as plásticas, as térmicas e as de vidro, que atendem superficialmente as necessidades básicas. Porém para um público alvo como os que praticam esportes, sentiu-se a necessidade de um produto mais específico. Daí surgiu a ideia de projetar uma garrafa que possibilita resfriar líquidos a temperatura ambiente.

De acordo com Jugend (2006, p.9), no projeto de desenvolvimento de produto:

Existem muitas dificuldades para prever informações críticas sobre vários fatores em relação aos produtos a serem desenvolvidos, dentre os quais, pode-se destacar: potencial de mercado, custo do projeto, tecnologia do produto, capacidade de produção da empresa, materiais a serem usados, projeto do processo de fabricação, qualificação dos funcionários, entre outros.

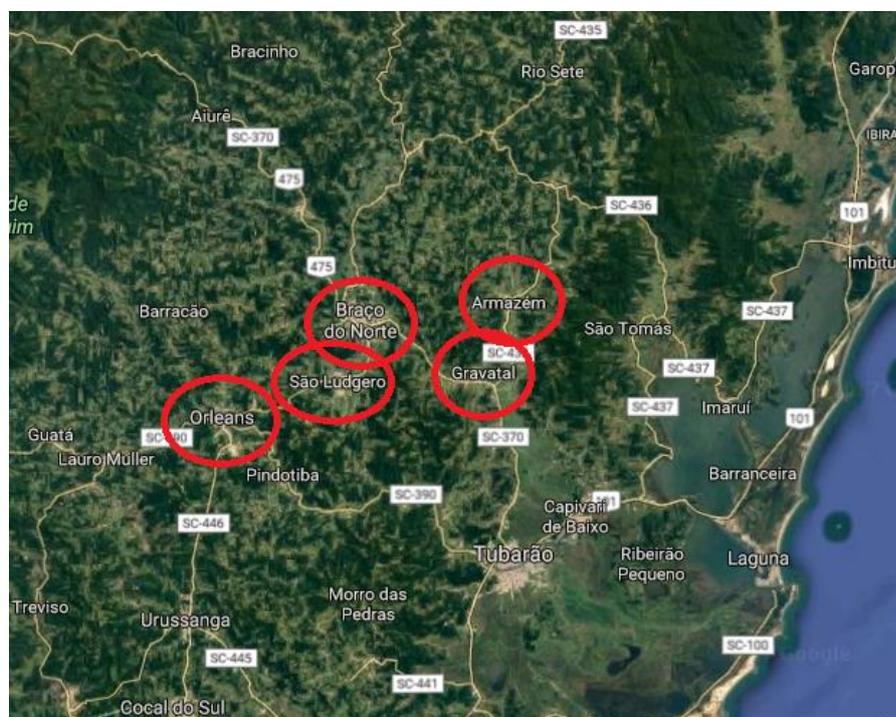
Neste trabalho será apresentado o planejamento para a introdução de uma garrafa térmica no mercado. A garrafa térmica apresenta como características armazenar líquidos, como água, com a possibilidade de filtragem, assim como café, sucos e chás, apenas retirando o seu filtro. O sistema de resfriamento ocorre por meio de baterias recarregáveis e pastilhas Peltier. É importante ressaltar, que este trabalho é fruto de um projeto integrador, onde a etapa de desenvolvimento do produto foi proposta e elaborada pelos acadêmicos da 9ª fase, matriculados na disciplina engenharia do produto (2017-1) do curso de engenharia de produção do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi apresentar o estudo de mercado referente ao produto garrafa térmica. E os objetivos específicos foram avaliar a introdução do produto no mercado, identificar o público alvo, identificar os principais locais de utilização, verificar a aceitação do mercado consumidor e delimitar preço de venda de acordo com o mercado.

## Procedimentos Metodológicos

Neste trabalho foi realizada pesquisa quantitativa exploratória aplicada a área de engenharia do produto. Na aquisição dos dados foram utilizados formulários *online* *Google Forms* e entrevista presencial com os acadêmicos dos cursos de graduação em farmácia, engenharia ambiental e sanitária, engenharia de produção e educação física do UNIBAVE. O processo de inferência estatística é referente a uma amostragem de 155 (cento e cinquenta e cinco) pessoas. A Figura 2, apresenta a região de abrangência geográfica onde a pesquisa foi realizada.

**Figura 2** - Região de abrangência da pesquisa.



Fonte: Google Maps (2017).

No formulário utilizado para a coleta dos dados da pesquisa foram elaboradas perguntas para verificar a percepção dos clientes em relação a aceitação do produto no mercado. Entre os itens pesquisados estão sexo; idade; identificação do público alvo quanto a prática de esportes; utilização de algum tipo de artigo esportivo pelo entrevistado; interesse pelo produto da pesquisa (garrafa térmica); compra e valor pago pelo produto; em quais ocasiões faria uso do produto; indicação da garrafa térmica para outras pessoas e uma questão aberta de sugestões para melhorias do produto.

A mineralização dos dados foi realizada a partir das respostas dos formulários. Para facilitar a interpretação dos resultados foram elaborados tabelas e gráficos de barras e setores.

## Resultados e Discussão

Dos 155 entrevistados, 45,2% são do sexo masculino e 54,8% feminino. A Tabela 1 apresenta a idade das pessoas entrevistadas.

**Tabela 1** - Faixa etária dos entrevistados.

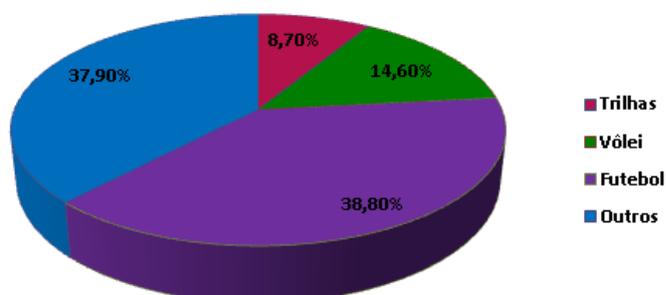
Idade (anos)	Porcentagem dos pesquisados (%)
10-15	1,3
15-25	74,9
25-35	14,8
Acima de 35	9,0
Total	100

Fonte: Autores (2017).

Nota-se que a maior porcentagem está na faixa etária entre 15 e 25 anos, mostrando que o público jovem é um dos maiores praticantes das atividades esportivas.

Os resultados mostraram que 65,8% dos entrevistados praticam alguma atividade física, conforme apresenta a Figura 3.

**Figura 3** - Modalidades de esportes praticados pelos entrevistados.

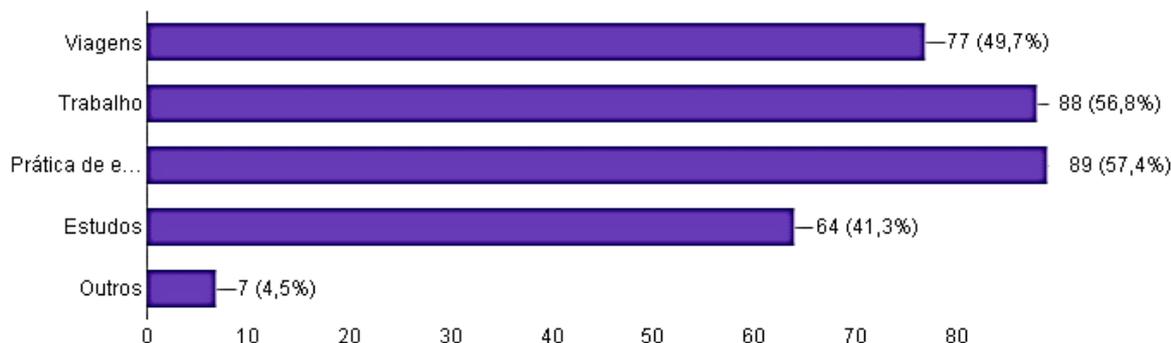


Fonte: Autores (2017).

Na modalidade “Outros” (37,9%) foram citadas como práticas esportivas danças, lutas, ciclismo e musculação.

De acordo com a pesquisa realizada, as principais circunstâncias para uso do produto estão apresentadas na Figura 4.

**Figura 4 - Principais ocasiões de uso.**

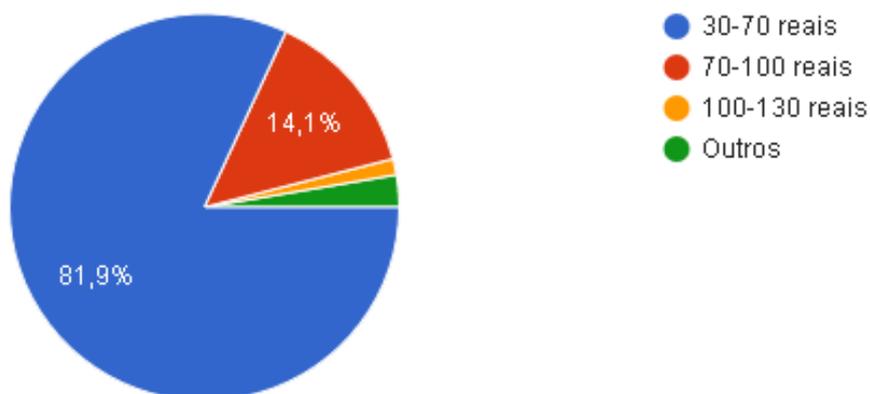


Fonte: Autores (2017).

De acordo com os resultados obtidos, o maior uso da garrafa térmica é na prática de esportes (57,4%), no entanto, 56,8% dos entrevistados também mostrou interesse em utilizar o produto no local de trabalho.

Dos entrevistados, 93,5% tem a intenção de comprar o produto com preço previsto para venda conforme apresentado na Figura 5.

**Figura 5 - Preço sugerido pelas pessoas entrevistadas.**



Fonte: Autores (2017).

Os resultados mostraram que 81,9% dos entrevistados considera que o preço pago por unidade de produto deve estar entre R\$ 30,0 e R\$ 70,0.

Na questão aberta de melhorias do produto foram apontadas as seguintes sugestões:

- Adaptável para bicicletas;

- *Design* indicado para cada uso, esportes, trabalho, estudos, entre outros;
- Ser livre de material que contenha BPA (Bisfenol A, substância que quando aquecida ou resfriada libera substância cancerígena).

### Considerações Finais

Os resultados da pesquisa mostraram que o mercado consumidor tem influência no estudo da viabilidade de inserção desta nova tecnologia em garrafas térmicas.

De acordo com o estudo, o público jovem é um dos maiores praticantes das atividades esportivas, sendo apontado, como principais modalidades trilhas (8,7%), vôlei (14,6%) e futebol (38,8%). Além das práticas esportivas, grande parte dos entrevistados mostraram que o produto também pode ter o uso direcionado para atividades trabalhistas. O produto foi aceito por 93,5% dos entrevistados, no entanto, para 81,9% o preço por unidade de produto deve estar entre R\$ 30,0 e R\$ 70,0.

Dessa maneira, sugere-se que a organização responsável pela produção do produto realize estudos avançados de viabilidade econômica da garrafa térmica para atender a demanda do mercado.

### Referências

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: guia prático para o designer de novos produtos. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2011.

JORDAN, M. B. P. **Processo de desenvolvimento de produto**: um estudo para a indústria têxtil. Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.

JUGEND, Daniel. **Desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas de base tecnológica**: práticas de gestão no setor de automação de controle de processos. São Carlos: UFSCar, 2006.

SILVA, C. E. S. **Método para avaliação do desempenho do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese submetida para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

TROT, Paul K. **Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos**. 4 ed. São Paulo: Bookman, 2012.

## PESSOAS NO CONCRETO: RELACIONAMENTOS NO CANTEIRO DE OBRAS

**Adriana Zomer de Moraes<sup>1</sup>; Ana Paula da Silva Fortunato<sup>2</sup>; João Paulo Mendes<sup>3</sup>; Júlio Preve Machado<sup>4</sup>; Valter Salvaro<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. azomermoraes@gmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. anapaula.azm@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. eng.joaopaulomendes@gmail.com

<sup>4</sup>Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde. juliopreve@hotmail.com

<sup>5</sup>Engenharia Civil. Construtora LOCKS. valtersalvaro@hotmail.com

**Resumo:** O setor da construção civil atualmente vivencia grandes mudanças, exigindo de suas empresas a reformulação e aprimoramento da qualidade, principalmente nos aspectos relacionados às pessoas envolvidas no canteiro de obras. Diante disso, o objetivo deste artigo foi conhecer como se estabelecem as relações interpessoais no canteiro de obras. Esta pesquisa caracteriza-se como estudo de caso, dentro de uma abordagem quantitativa. Para a coleta de dados realizou-se a aplicação de questionários, com 31% dos trabalhadores do canteiro de obras de uma determinada construtora localizada no Sul do estado de Santa Catarina. O estudo realizado revelou que as relações humanas que permeiam o canteiro de obras analisado são agradáveis e harmônicas. As interações entre os trabalhadores se mostraram pautadas no respeito mútuo. Não foram evidenciadas dificuldades de convivência, pois as pessoas declararam se sentirem bem e valorizadas no ambiente de trabalho.

**Palavras-chave:** Canteiro de obras. Construção civil. Relações interpessoais.

### Introdução

O setor da construção civil tem sentido a necessidade por reformulação e aprimoramento da qualidade nos aspectos relacionados aos processos, tecnologia, dados envolvidos no processo de concepção e principalmente às pessoas envolvidas no canteiro de obras. Quanto à mão de obra, seu uso intensivo e o ritmo sempre acelerado de produção acarretam problemas, com relação à gestão dos trabalhadores na construção civil. (ARROTÉIA; AMARAL; MELHADO, 2014).

A qualidade das edificações é de responsabilidade das construtoras, preocupadas com a reputação no mercado e com os custos adicionais com manutenção depois da entrega da obra. As atividades de projeto e execução de uma obra são desenvolvidas por diferentes pessoas, com responsabilidades, objetivos e metas em prazos distintos. Essas características tornam ainda mais complexa a correta e eficaz interação entre as pessoas dentro do canteiro de obras (ARROTÉIA; AMARAL; MELHADO, 2014; COSTA; TOMASI, 2014).

A interação das equipes de projeto e de construção está diretamente relacionada à forma como são estruturadas as práticas de comunicação empregadas no ambiente de trabalho. Sendo assim, para gerenciar a equipe de projeto e execução, deve-se estabelecer um coordenador. Na maioria dos casos esse coordenador é o engenheiro civil, que além de suas atribuições técnicas, é responsável pelo planejamento e execução das atividades, pela integração das equipes e pelo cumprimento dos cronogramas de trabalho da obra (ARROTÉIA; AMARAL; MELHADO, 2014).

Diante do exposto, o propósito deste artigo é identificar as relações humanas que permeiam o canteiro de obras. Visto que, as especificidades do setor da construção civil acarretam um ritmo próprio no desenvolvimento do empreendimento. Sabe-se que além dos conflitos dos operários com o engenheiro civil, seja por conhecimento técnico divergente ou distribuição das tarefas, também ocorrem dificuldades de convivência no canteiro de obras entre os próprios trabalhadores.

Então, este artigo se propôs por meio da pesquisa de campo, delinear o perfil do trabalhador da construção civil, descrever as relações humanas estabelecidas no canteiro e identificar aspectos relacionais positivos e negativos e suas implicações na produtividade dos trabalhadores. Avaliando deste modo, a importância das relações humanas no ambiente de trabalho dessa indústria tão peculiar e tão importante para o crescimento econômico do país, que é o setor da construção civil.

### **Procedimentos Metodológicos**

A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste estudo é de natureza aplicada, com método de pesquisa em nível exploratório. Estudos desta natureza objetivam gerar informações para uso prático, direcionados à solução de problemas. Quanto às pesquisas exploratórias, estas têm o intuito de ampliar, elucidar e alterar conceitos. Proporcionam uma visão mais ampla acerca da investigação de determinado caso (GIL, 2009).

Do ponto de vista da abordagem, a pesquisa caracteriza-se como quantitativa, pois se utiliza de recursos e de técnicas estatísticas. As pesquisas quantitativas são conhecidas pela precisão dos resultados, pois torna tudo quantificável, transformando em números as opiniões coletadas para análise e classificação dos dados (OTANI; FIALHO, 2011).

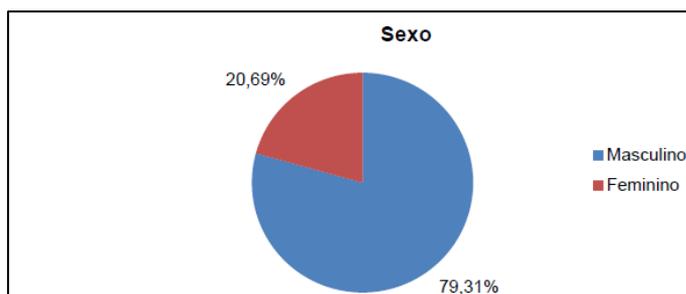
Quanto ao procedimento, caracteriza-se como estudo de caso, que é definido como sendo um “[...] estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”, de acordo com Gil (2009, p.57). O autor ressalta ainda que este tipo de procedimento, o estudo de caso, pode ser empregado tanto em pesquisas de caráter exploratórias quanto descritivas e explicativas.

Para a realização deste trabalho, a população da pesquisa limita-se aos trabalhadores do canteiro de obras de uma determinada construtora localizada no sul do estado de Santa Catarina, atualmente com 93 funcionários, dos quais participaram da pesquisa 29, o que corresponde a 31% do total de funcionários da construtora. Esta amostra foi definida por acessibilidade. Optou-se por a aplicação de questionário, com questões fechadas direcionadas aos objetivos do estudo.

## Resultados e Discussão

Para a realização deste estudo foi identificado o perfil do trabalhador da construção civil nos quesitos: sexo, idade, estado civil, escolaridade e função exercida. Então, diante dessas variáveis coletadas foi possível traçar e delinear o perfil dos trabalhadores que atuam na atividade construtora. Sendo assim, a Figura 01 mostra a distribuição por sexo dos trabalhadores analisados.

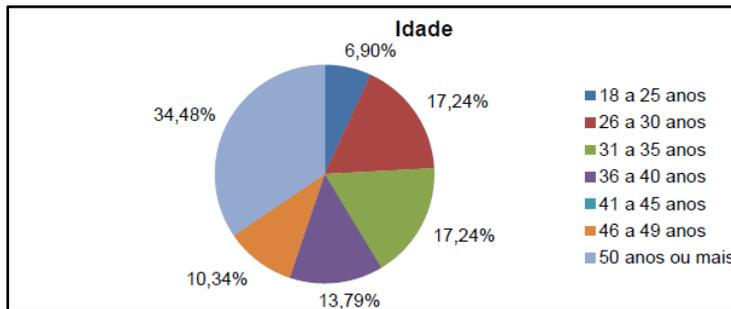
**Figura 1** – Distribuição por sexo



Fonte: Autores (2017).

Quanto à distribuição por idade da amostra da pesquisa, a figura 02 mostra os resultados obtidos pelos autores.

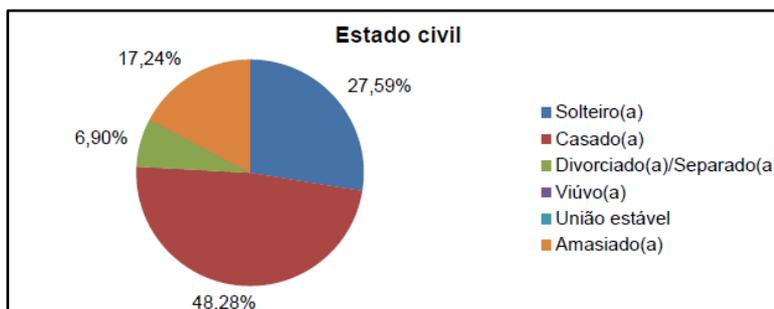
**Figura 2 – Distribuição por idade**



Fonte: Autores (2017).

Em relação ao estado civil dos trabalhadores, a figura 03 representa a distribuição dos resultados coletados.

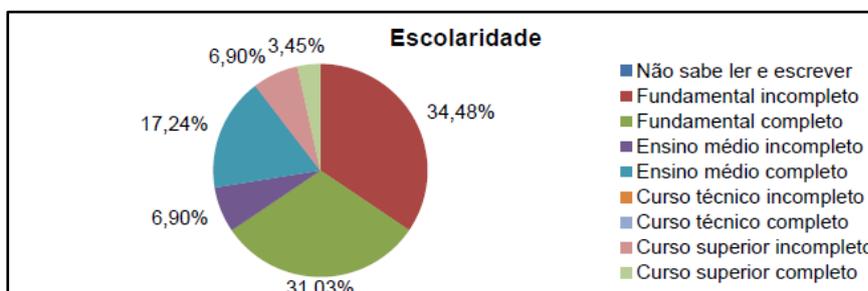
**Figura 3 – Distribuição por estado civil**



Fonte: Autores (2017).

Já de acordo com a figura 04 é possível interpretar os resultados sobre a distribuição por escolaridade dos trabalhadores questionados.

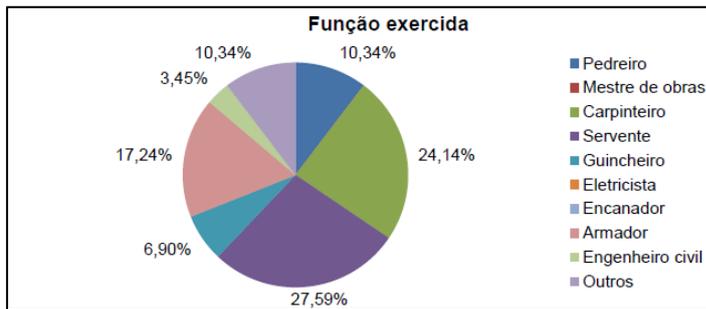
**Figura 4 – Distribuição por escolaridade**



Fonte: Autores (2017).

A Figura 05 refere-se à distribuição da amostra, de acordo com a função exercida dentro do canteiro de obras escolhido para a realização desta pesquisa.

**Figura 5 – Distribuição por função exercida**

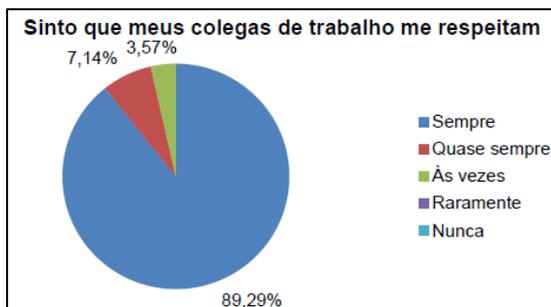


Fonte: Autores (2017).

Após a identificação do perfil dos trabalhadores, foram aplicadas aos mesmos, 15 afirmativas sobre como se dá o relacionamento entre as pessoas dentro do ambiente de trabalho. Essas afirmativas tinham como opções as seguintes alternativas: Sempre, Quase sempre, Às vezes, Raramente e Nunca.

Assim sendo, a figura 06 ilustra sobre o respeito percebido pelo trabalhador questionado, referente aos seus colegas no ambiente de trabalho.

**Figura 6 – Respeito aos colegas**



Fonte: Autores (2017).

Quando questionados se os colegas de trabalho os respeitam, quase que a totalidade dos trabalhadores, 89,29%, responderam que sempre se sentem respeitados pelos colegas. Enquanto 7,14% disseram que isso ocorre quase sempre, 3,57% relataram que se sentem respeitados pelos companheiros de trabalho somente às vezes. Nesse sentido, Tavares e Longo (2012) relatam que o respeito mútuo entre os trabalhadores torna o convívio no canteiro de obras muito mais harmonioso e que, conseqüentemente, proporciona um clima organizacional que estimula o alcance das metas almejadas pela construtora. Quanto ao sentimento de valorização pelo trabalho percebido pelos trabalhadores, a figura 07 apresenta os resultados obtidos.

**Figura 7 – Valorização do trabalho**



Fonte: Autores (2017).

Referente ao fato do trabalhador sentir-se valorizado pelo desenvolvimento do seu trabalho no canteiro de obras, 60,71% da amostra relataram que sempre são valorizados. Enquanto 28,57% sentem que são valorizados quase sempre, 7,14% sentem que não são valorizados. Apenas 3,57% dos trabalhadores sentem que são valorizados somente às vezes. Esse ponto de vista é defendido por Kramer e Faria (2007), ao afirmarem que o indivíduo sente necessidade de ser reconhecido e valorizado pelo próprio trabalho. Os autores citam ainda que, cada pessoa possui a sua forma de se sentir valorizada, pois o ser humano é um ser subjetivo. Alguns indivíduos percebem-se valorizados por receberem altas remunerações, outros por ocuparem uma posição respeitável e outros por serem homenageados ou serem tratados com respeito. Para dar sequência à análise dos resultados, a figura 08 trata sobre a percepção dos trabalhadores em relação ao cumprimento de prazos.

**Figura 8 – Pressão com o cumprimento de prazos**

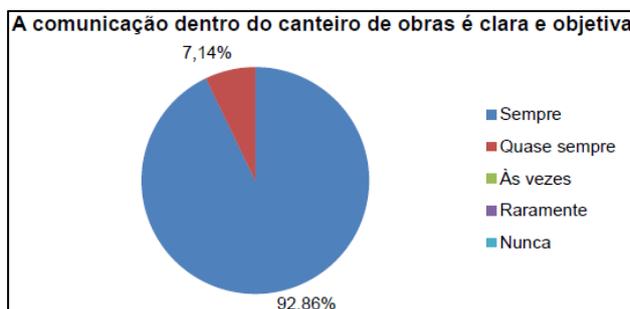


Fonte: Autores (2017).

Com vistas à percepção por parte do trabalhador sobre sentir-se pressionado com os prazos a cumprir, 82,14% concordaram que nunca se sentem pressionados. Mas, em contra partida, 10,71% dos trabalhadores relataram que sempre se sentem pressionados nessa situação. Já 3,57% destes, afirmaram raramente se sentirem

assim e, 3,57% quase sempre se sentem pressionados em relação aos prazos a cumprir da obra. Um dos fatores que determinam o cumprimento de prazos cada vez menores para a entrega da obra, segundo Arrotéia, Amaral e Melhado (2014) é a crescente competitividade no setor da construção civil. A competitividade exige das construtoras mais qualidade em menos tempo, pois é preciso um diferencial, um ponto no qual se destaque e avance sobre os outros concorrentes. Sob a ótica da comunicação dentro do canteiro de obras a figura 09 representa os resultados obtidos.

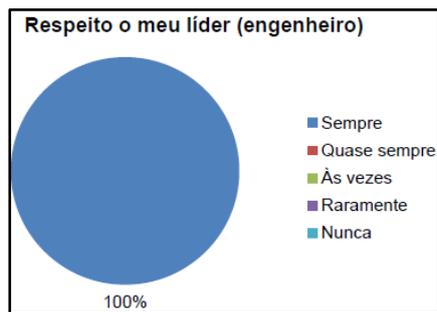
**Figura 9 – Comunicação no canteiro de obras**



Fonte: Autores (2017).

Quando tratou-se de identificar se os trabalhadores consideram a comunicação dentro do canteiro de obras clara e objetiva (Figura 09), o resultado se mostrou positivo, pois 92,86% avaliaram que esse tipo de situação sempre ocorre e 7,14% disseram que a comunicação dentro do ambiente de trabalho é quase sempre clara e objetiva. Cardia (2014) defende que o modo como acontece a comunicação entre os trabalhadores é um aspecto de grande relevância para a empresa. A autora afirma que é por meio da troca eficaz de informações que a ação da comunicação proporcionara efeitos positivos e duradouros no desempenho das atividades dentro do canteiro de obras. Entende-se que o líder no ambiente de trabalho tem função de suma importância para a empresa. Diante disso, a figura 10 representa os resultados alcançados referentes ao respeito ao líder por parte dos liderados.

**Figura 10 – Respeito ao líder**



Fonte: Autores (2017).

Quando os trabalhadores foram apresentados à afirmativa referente ao respeito direcionado por eles ao líder (engenheiro), 100% declararam que sempre agem com respeito perante o engenheiro responsável pela obra. Diante disso, de acordo com Gonçalves e Mota (2011) é necessário que os liderados saibam que o líder dá suporte às suas atividades e que manter um convívio baseado no respeito é primordial para o alcance dos objetivos da empresa.

Sentir-se à vontade no ambiente de trabalho é um fator de grande valor ao ser humano. Sendo assim, a figura 11 ilustra as percepções dos entrevistados quando questionados em relação à exposição de ideias aos colegas.

**Figura 11 – Expor ideias aos colegas**



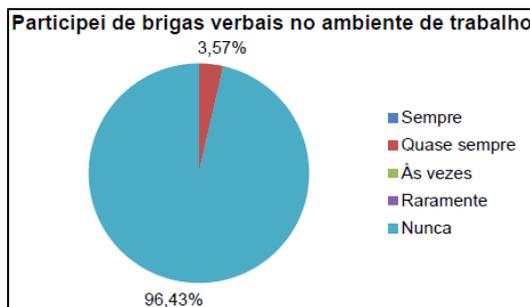
Fonte: Autores (2017).

Analisando sobre se os entrevistados sentem abertura para exporem suas ideias aos colegas (figura 11), pôde-se constatar que a maioria, 89,29%, acredita que sempre se sentem à vontade para apresentar suas ideias aos colegas. Logo, 7,14% dos trabalhadores alegaram quase sempre se sentirem à vontade e 3,57% concordaram que raramente sentem abertura para exporem suas ideias aos colegas de trabalho. Peresluha (2005) defende que os mais importantes agentes de mudança

nas organizações são os seres humanos. A autora afirma ainda que, essas transformações, no ambiente de produção, somente podem ser alcançadas quando é dada ao homem a liberdade de realizar escolhas, pois é diante das suas performances que as decisões são tomadas e que estas afetam o indivíduo e o grupo.

Sob a ótica dos conflitos, a figura 12 demonstra os resultados obtidos quando os trabalhadores foram questionados se já participaram de brigas verbais no canteiro de obras.

**Figura 12 – Brigas verbais no ambiente do trabalho**

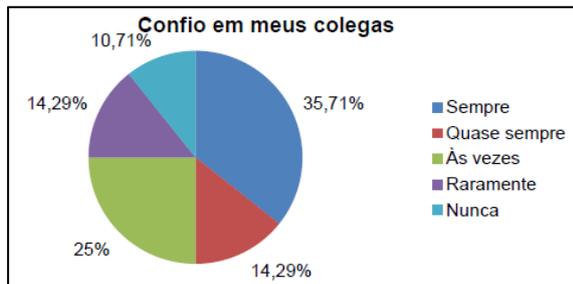


Fonte: Autores (2017).

No que se refere à participação dos trabalhadores em brigas do tipo verbal no espaço de trabalho, a maioria destes, 96,43%, relataram nunca terem participado de brigas verbais. Os 3,57% restantes da amostra alegaram que participaram desse tipo de situação quase sempre. Observa-se, a partir desses resultados, que os trabalhadores entrevistados se utilizam conscientemente do respeito, evitando assim, esse tipo de conflito no canteiro de obras. De acordo com Elias, Dalmau e Bernardini (2012), as brigas verbais no ambiente de trabalho são entendidas como conflitos do tipo discussão. Os autores destacam que esse tipo de conflito origina-se, comumente, de questões relacionadas à execução de tarefas, à divisão do trabalho e à dificuldade na troca de informações.

Quanto ao sentimento de confiança nos colegas, percebido pelos trabalhadores, a figura 13 ilustra as opiniões da amostra da pesquisa.

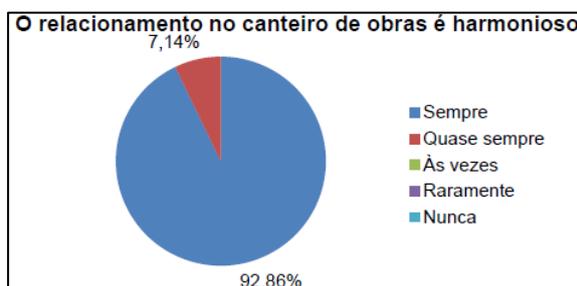
**Figura 13 – Confiança nos colegas**



Fonte: Autores (2017).

Expostos à questão referente à confiança depositada nos colegas de serviço, os trabalhadores se mostram divididos, gerando um resultado bem heterogêneo. Onde, 35,71% dos entrevistados alegaram que sempre confiam em seus colegas. Os trabalhadores que sentem que somente às vezes confiam, somaram 25%. Já para as opções de resposta quase sempre e raramente obteve-se 14,29% do total. E, 10,71% destes afirmaram que nunca confiam em seus colegas de trabalho. Sobre esse ponto de vista os autores Elias, Dalmau e Bernardini (2012), defendem que além das falhas de comunicação, a falta de confiança entre as pessoas propicia o aparecimento de conflitos no ambiente de trabalho. Os autores ressaltam ainda que, a confiança gera familiaridade entre os membros do grupo, levando-os a expressarem abertamente suas opiniões aos colegas. Sendo assim, a figura 14 ilustra as variáveis alcançadas referentes ao relacionamento interpessoal no canteiro de obra percebido pelos trabalhadores.

**Figura 14 – Relacionamento no canteiro de obras**



Fonte: Autores (2017).

No que se refere à percepção por parte dos trabalhadores quando questionados sobre a existência de harmonia nas relações interpessoais no ambiente de trabalho (Figura 14), 92,86% responderam que o relacionamento entre os

trabalhadores é harmonioso e 7,14% destes relataram que quase sempre esse tipo de situação ocorre. Desta forma, segundo Tavares e Longo (2012), as relações humanas que prezam pela existência da harmonia, por meio da boa convivência entre seus membros, garantem a produtividade do grupo no canteiro de obras.

Quanto à aceitação do indivíduo no grupo de trabalho no qual está inserido, a figura 15 demonstra os resultados encontrados através da pesquisa de campo.

**Figura 15 – Aceitação no grupo de trabalho**



Fonte: Autores (2017).

Analisando a figura 15, percebe-se que 92,86% dos trabalhadores disseram ser aceitos no grupo de trabalho. Em contrapartida, 7,14% destes relataram que não se sentem aceitos pelo grupo. Segundo Fernandes e Zanelli (2006), o trabalho é um fator de grande importância para o ser humano, pois é por meio dele que o homem dá sentido à sua realidade e integra-se em contextos grupais. Ao entrar em uma organização, diferentes pessoas interagem e compartilham características distintas. Portanto, sentir-se aceito no grupo de trabalho é fundamental na busca de objetivos pessoais e profissionais.

Quanto à produtividade do grupo, a figura 16 demonstra se o tipo de relação tida com os colegas de trabalho implica na própria produtividade.

**Figura 16 – Relação com os colegas e a produtividade**

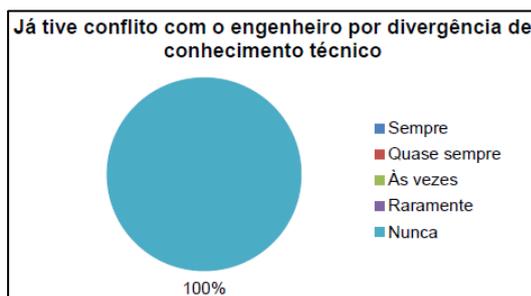


Fonte: Autores (2017).

Quando questionados se o modo como acontece o relacionamento interpessoal no canteiro de obras implica na produtividade, quase a totalidade dos trabalhadores, 96,43%, relatou que não deixam esse fator influenciar em sua produtividade. E, apenas 3,57% destes afirmaram que raramente isso implica no cumprimento da sua produção no canteiro de obras. O resultado mostrou-se positivo, pois apresenta que os trabalhadores analisados sabem distinguir um fator do outro e não deixam que isso influencie na sua produção. Pois para Duarte e Cordeiro (1999), como o canteiro de obras é um setor de extrema variabilidade, manter a colaboração entre os trabalhadores é crucial, uma vez que, os grupos se alteram não só durante a obra, mas também de uma obra para outra.

Por fim, quanto aos conflitos entre os trabalhadores e o engenheiro, a figura 17 ilustra os resultados encontrados.

**Figura 17 – Conflito com o engenheiro**



Fonte: Autores (2017).

Analisando a figura 17, percebe-se que a totalidade dos trabalhadores pesquisados respondeu que nunca tiveram qualquer tipo de conflito com o engenheiro. Este resultado alcançado vai totalmente contra aos resultados obtidos por Tavares, Longo e Sueth (2014) em seus estudos, os quais apontam que 90,20% dos engenheiros civis relataram já ter enfrentado esse tipo de conflito na construção civil enquanto gestores de pessoas.

### Considerações Finais

Diante do cenário atual, as mudanças vivenciadas pelo setor da construção civil exigem às construtoras necessidades de reformulação e aprimoramento da qualidade. Deste modo, sabe-se que o grande potencial competitivo deste setor está ligado às pessoas envolvidas no canteiro de obras. Portanto, conhecer como se estabelecem

as relações de interação entre os trabalhadores é de grande valia para a indústria da construção civil.

Sendo assim, o estudo realizado revelou que as relações humanas que permeiam o canteiro de obras são agradáveis e harmônicas. As interações entre os trabalhadores são pautadas no respeito mútuo, tanto entre eles quanto entre o líder (engenheiro). Não se encontrou dificuldades de convivência, pelo contrário, as pessoas declararam se sentirem bem e valorizadas, o que é um fator estimulante para a produtividade do grupo.

Os resultados desta pesquisa se mostraram bem diferentes dos resultados encontrados em outras literaturas existentes. Tais como as comprovações obtidas, através de ensaio de campo, por Tavares, Longo e Sueth (2012, 2014), da existência de conflitos na realidade profissional da construção civil. Diante disso, os autores Arrotéia, Amaral e Melhado (2014) e Costa e Tomasi (2014) também relataram em seus estudos que devido à característica da indústria da construção civil de ser tão incerta e peculiar, a correta e eficaz interação entre os trabalhadores se torna complexa de ser executada.

Em relação ao perfil do trabalhador da construção civil, notou-se a inserção das mulheres nesse setor, além do fato de a maioria dos trabalhadores pesquisados possuírem acima de cinquenta anos. A maior parte dos trabalhadores é casada e exerce funções como servente e carpinteiro. Contudo, um dos fatores que explica a predominância dessas funções é a baixa escolaridade dos trabalhadores, pois grande parte deles possui apenas o Ensino Fundamental incompleto. É conveniente considerar ainda que, a baixa escolaridade pode estar diretamente ligada à faixa etária dos trabalhadores, pois se sabe que as oportunidades de estudo antigamente eram difíceis e muitas vezes inacessíveis.

É importante destacar que os aspectos relacionais do canteiro de obra analisado são aspectos positivos em relação à produtividade dos trabalhadores. Pôde-se perceber que o canteiro de obras analisado é muito bem gerido. E que, a produtividade das pessoas envolvidas é uma consequência da forma como essa gestão ocorre.

Este estudo indicou que é possível manter o bom relacionamento entre as pessoas no canteiro de obras. Pois, o fato de nutrir e conservar a boa interação entre os seus membros depende da configuração de cada organização. Diante disso, Kramer e Faria (2007), apontam que essa configuração se origina dos objetivos e das

estratégias organizacionais, o que significa que tais características próprias as diferencia das demais organizações.

Sugere-se para artigos futuros aprofundar o estudo em relação à população da pesquisa, analisando dois ou mais canteiros de obras de construtoras distintas para que se possa realizar a comparação dos resultados. Uma pesquisa comparativa ainda poderia ser feita, analisando diferentes obras, com o objetivo de compreender o que diferencia uma obra da outra no que refere as relações interpessoais e, quais fatores contribuem positiva ou negativamente para interações humanas positivas na construção civil.

## Referências

- ARROTÉIA, A. V.; AMARAL, T. G. do; MELHADO, S. B. Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.14, n.4, p.183-200, out./dez., 2014.
- CARDIA, A. N. Comunicação interna e gestão da qualidade total: o caso Volkswagen - unidade Resende. **Produção**, v.14, n.2, 2004.
- COSTA, L. R.; TOMASI, A. de P. N. De peão a colaborador: racionalização e subcontratação na construção civil. **Caderno CRH**, Salvador, v.27, n.71, p.347-365, mai./ago., 2014.
- DUARTE, F. J. de C. M.; CORDEIRO, C. V. C. A etapa de execução da obra: um momento de decisões. **Produção**, v.9, p.5-27, 1999.
- ELIAS, L.; DALMAU, M. B. L.; BERNARDINI, I. DE S. **A Importância da Gestão de Conflitos nas Relações de Trabalho**: um estudo de caso na Secretaria de Saúde de Biguaçu/SC. v 8, 2012. (Coleção Gestão da Saúde Pública)
- FERNANDES, K. R.; ZANELLI, J. C. O Processo de Construção e Reconstrução das Identidades dos Indivíduos nas Organizações. **RAC - Revista de Administração Contemporânea**, v.10, n.1, p.55-72, jan./mar., 2006.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GONÇALVES, H. S.; MOTA, C. M. D. M. Liderança situacional em gestão de projetos: uma revisão da literatura. **Produção**, v.21, n.3, p.404-416, jul./set., 2011.
- KRAMER, G. G.; FARIA, J. H. de. Vínculos organizacionais. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.41, n.1, p.83-104, jan./fev., 2007.
- OTANI, N.; FIALHO, F. A. P. **TCC: métodos e técnicas**. 2.ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

PERESZLUHA, C. M. **Gestão das relações humanas:** um dos fatores críticos do desenvolvimento de organizações inteligentes. In: V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria em América del Sur, Mar del Plata, dez., 2005.

TAVARES, A. da S. LONGO, O. **Conflitos na gestão de pessoas na construção civil:** Um estudo descritivo. 2012. 82p. Dissertação (Pós-Graduação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2012.

TAVARES, A. da S.; LONGO, O.; SUETH, R. **Conflitos na gestão de pessoas na construção civil.** In: XI Simpósio de Excelência em gestão e tecnologia, out., 2014.  
ZANELLI, J. C. Interações Humanas, significados compartilhados e aprendizagem organizacional. UFSC. EnEO, p.1-10, 2000.

## PRODUÇÃO MAIS LIMPA: UMA CORRELAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO EM DIVERSOS RAMOS

**Eduarda Berto Bittencourt<sup>1</sup>; Fabiana Sartori Magagnin<sup>2</sup>; Maria Eduarda Neves  
Corrêa<sup>3</sup>; Vanessa da Silva<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. eduardaberto8@gmail.com.

<sup>2</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. fabimagagnin@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. meduardanc@gmail.com.

<sup>4</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. azm\_vanessa@hotmail.com.

**Resumo:** O presente artigo relaciona estudos de caso incorporados em empresas brasileiras de diversos ramos de atuação com grande exigência em adotar metodologias em prol da sustentabilidade, para alcançar os menores índices de poluição e impacto ambiental possíveis em seus processos produtivos. Tendo como objetivo, a identificação de possíveis implantações das técnicas de Produção Mais Limpa, assim como enfatizar sua eficiência e benefícios para as organizações, com base em estudos de caso e na literatura já existente. A P+L busca a redução da geração de resíduos antes mesmo que eles sejam produzidos, por meio de técnicas aplicáveis em qualquer área. Como resultado das análises, obteve-se a comprovação de que nos casos analisados, a Produção Mais Limpa é eficaz na redução de poluição e degradação ambiental.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Produção Mais Limpa. Poluição. Resíduos.

### Introdução

A Revolução Industrial foi um marco que levou a uma considerável degradação ambiental e foi através dela que se alterou a maneira de produzir. Com isso, trouxe técnicas produtivas para atender ao mercado em grande escala e ao consumismo exagerado, que levou a um aumento da economia. Grandes quantidades de poluentes foram emitidos na atmosfera, como: ácidos, gases de efeito estufa e substâncias tóxicas. Esses resíduos gerados pela sociedade acarretam grande impacto ambiental, pois uma vez que o meio ambiente se degrada é necessário certo período de tempo para se recuperar, trazendo assim consequências para futuras gerações (BARBIERI, 2011).

Nas últimas décadas, a sociedade, na busca incessante de novas tecnologias e evolução, tem considerado o meio ambiente como fonte inesgotável de matéria-prima e o resultado desse pensamento é a geração e o agravamento de problemas ambientais (BARBIERI, 2011).

O conceito central de Produção Mais Limpa ou P+L consiste em prevenir a

geração de resíduos, efluentes e emissões antes mesmo que eles sejam produzidos (MELLO; NASCIMENTO, 2002). Grandes são as barreiras para a implementação de um sistema que não polua, mas em compensação são consideráveis os benefícios sociais, econômicos e ambientais para a organização, para a sociedade e para o meio ambiente.

A Produção Mais Limpa prevê a prevenção da poluição, sendo definida como uma abordagem de proteção ambiental sistemática, que considera todas as fases do processo de manufatura ou ciclo de vida do produto, com objetivo de prevenir e minimizar os riscos tanto para os seres humanos, quanto para o meio ambiente, a curtos e longos prazos. Ela trata de vários conceitos básicos e integra outros como DIES - Desenvolvimento Industrial Ecologicamente Sustentável, que deve atender pensamentos que promovam o desenvolvimento respeitando os seguintes critérios: usar com eficiência os recursos não renováveis, conservar os renováveis e não ultrapassar a capacidade do meio ambiente de assimilação de resíduos (BABIERI, 2011).

Dentre os objetivos presentes neste artigo, o primordial é identificar em estudos de caso aplicações físicas de produção mais limpa. Porém, pode-se destacar outros objetivos que o complementam:

- a) Denotar os benefícios ambientais, econômicos e sociais obtidos com a implantação de Produção Mais Limpa;
- b) Promover o desenvolvimento de pesquisas científicas para tecnologias mais limpas de produção;
- c) Disseminar as práticas de produção mais limpa.
- d) Apresentar conceitos e definições metodológicas acerca da produção mais limpa.

### **Procedimentos Metodológicos**

O desenvolvimento deste artigo enquadra-se em pesquisa de revisão bibliográfica. Sendo que os dados foram coletados em artigos, periódicos, dissertações e testes disponibilizados online, em especial, pelo Banco de Teses e Dissertações da Fundação Capes e pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), assim como livros encontrados no acervo da biblioteca do Centro Universitário Barriga Verde. Utilizou-se preferencialmente Produção mais limpa como palavra-chave e buscou-se estudos de caso mais recentes.

## **Princípios da Produção mais limpa**

Cada inovação científica e/ou tecnológica tem como consequência a possibilidade de geração de um novo tipo resíduo, seja em maiores proporções ou condição adversa. Da mesma forma surge sempre um novo desafio que é definir o manejo adequado deste, para minimizar danos ao ambiente (VICENTE, 2014).

Os problemas ambientais são reflexos do crescimento econômico e populacional sem o devido controle, baseado na despreocupada exploração dos recursos naturais, provocando seu esgotamento ou contaminação (FIGUEIREDO, 2014).

Em contrapartida tem-se a ideia de que o crescimento econômico deve estar completamente relacionado ao “desenvolvimento sustentável”, ou seja, manter a disponibilidade de um determinado recurso, a ser usado por esta geração e pelas gerações futuras (MOURA, 2000). Portanto, paralelo ao pensamento de desenvolvimento sustentável chega-se à Gestão Ambiental, que propõe um potencial competitivo e uma preocupação com o meio ambiente, de modo que satisfaça os empregadores (lucratividade) assim como a proteção ambiental (SILVA FILHO; SICSÚ, 2003).

Sabe-se que um dos maiores desafios atuais do setor industrial é a produção de bens e serviços com o menor índice de emissão de resíduos e de poluição. Com este objetivo surgiu a técnica de Produção mais limpa (P+L), que através da adoção de práticas eficientes e sustentáveis, visa a minimização de impactos ambientais causados pelos processos produtivos. A P+L baseia-se na utilização eficiente de recursos naturais, como água, energia e matérias-primas relacionadas ao processo, tornando-se estratégia competitiva global (MELLO; NASCIMENTO, 2002).

Mediante o envolvimento de produtos e processos, podemos caracterizá-la de acordo com uma hierarquia de prioridades dentro de uma organização:

**Figura 1** – Prioridades da P+L



**Fonte:** Adaptado de BARBIERI (2011, p.126).

As mudanças concebidas pelo método de Produção Mais Limpa objetivam a redução de qualquer perda dentro de um processo produtivo, e elas acontecem principalmente por: boas práticas ambientais, substituição de materiais e mudanças na tecnologia (BARBIERI, 2011).

O produto é o propósito da indústria, porém além deste que é desejado são gerados outros materiais, de origem não intencional, os resíduos. Desta forma, o setor industrial está consciente da necessidade de adotar práticas de gestão ambiental para redução destes resíduos (FIGUEIREDO, 2014). Dentre estas ações podemos destacar: planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras ações realizadas com objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, tanto reduzindo, como eliminando a poluição (BARBIERI, 2011).

Sabendo que a P+L é um sistema de produção que busca a redução de impactos ambientais (MELLO; NASCIMENTO, 2002) ela torna-se viável para implantação, e para isto é necessário seguir algumas etapas, conforme listadas no quadro 1.

**Quadro 1 - Etapas de implantação de Programa de Produção Mais Limpa**

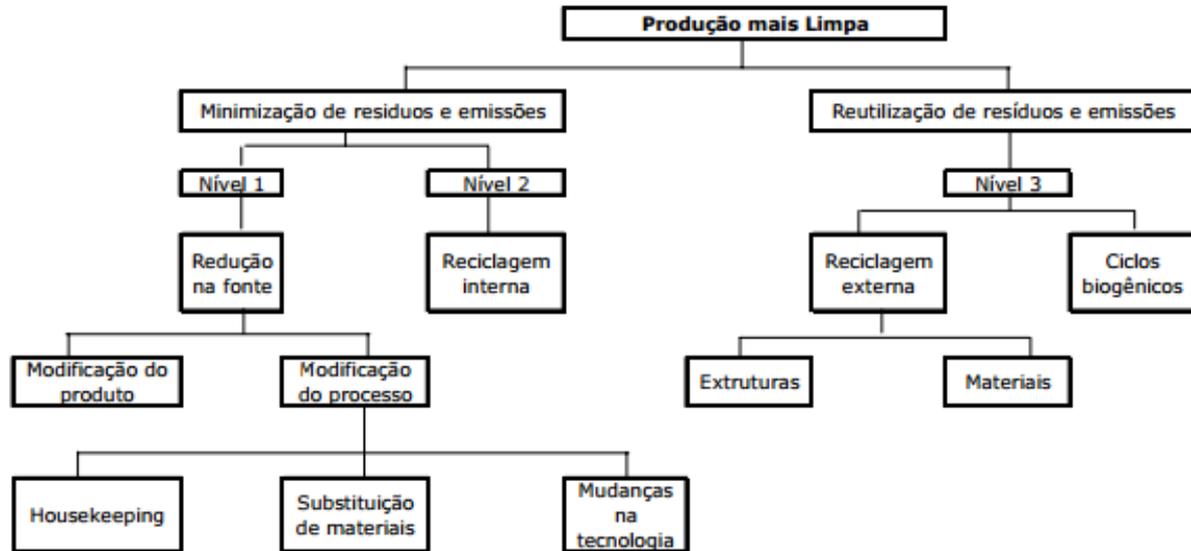
<b>Etapas de implantação</b>	<b>Características</b>
Planejamento e organização	Etapa do comprometimento da direção, gerência e funcionários. Pois, são quem detêm o conhecimento de como e quais são os resíduos gerados e o que fazer para minimizá-los.
Inventário de dados	Elaboraram-se os fluxogramas do processo produtivo e o diagnóstico ambiental, para identificação principalmente das perdas. Os colaboradores auxiliam no monitoramento e na quantificação dos resíduos gerados.
Interpretação dos impactos	Identificam-se as possíveis alternativas para prevenção da poluição em todos os níveis, referenciando outras empresas, produções bibliográficas, fornecedores e outras fontes.
Implantação e monitoramento	Realiza-se um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Analisando o processo de modo geral, levantamento de custos de implantação, impactos negativos e positivos para o meio ambiente, e com os resultados, determina-se a possibilidade de implantação.

Fonte: Adaptado de SILVA; MORAES; MACHADO (2015).

A implantação de um projeto de Produção Mais Limpa requer monitoramento através de indicadores ambientais e de processo. Estes indicadores contam com estudos e avaliações aplicados a área, inovações tecnológicas, conscientização e colaboração por parte de todos os envolvidos (OLIVEIRA NETO et al., 2009).

Para todo resíduo gerado dentro de um processo produtivo agrega-se certo valor. Enquanto tratado como resíduo, ele é considerado um produto de valor econômico negativo, e as técnicas de P+L, servem para estes casos. O objetivo é tratar o resíduo para que seu índice de geração seja menor, ou para que tenha uma disposição final ambientalmente correta, conforme a Figura 2. Referenciando o conceito de reutilização que seria a atuação direta do resíduo tratado, formas da logística reversa (FILHO; SICSÚ, 2003). Esta visa direcionar o retorno dos bens ao ciclo produtivo por intermédio de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo (SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010). Portanto, a produtividade e os benefícios financeiros da empresa podem ser alavancados pela redução do consumo de matéria-prima, água e energia ou pela redução e prevenção da geração de resíduos (FILHO; SICSÚ, 2003).

**Figura 2 – Produção mais Limpa - Níveis de Intervenção**



Fonte: BARBIERI (2011, p. 128)

Como observado na Figura 2, os projetos de produção mais limpa proporcionam ganhos diretos no mesmo processo de produção, por meio da minimização de resíduos e emissões, como também ganhos indiretos pela eliminação de custos associados com o tratamento e a disposição final de resíduos, através da reutilização de resíduos e emissões (MELLO; NASCIMENTO, 2002). Visando a competitividade global, assim como a lucratividade, as empresas veem nas técnicas de Produção Mais Limpa a oportunidade de alcançar o alicerce, sendo ele o agrado social, econômico e ambiental.

A seguir estão listados alguns casos em que a P+L pôde contribuir positivamente em vários ramos industriais.

### ***Produção Mais Limpa na área da saúde***

Numa análise mais detalhada, para explicação concreta de estudos de caso com aplicação direta da P+L, pode-se observá-la na área da saúde. Devido ao crescente aumento e necessidade de transfusões de sangue, sejam elas pelos mais variados motivos, intensificaram-se as preocupações com as doenças transmissíveis por elas, tornando-se um sério problema da saúde pública. Visando obter um maior controle do sangue coletado, foi implementado o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), conforme Resolução CONAMA nº 5/1993, os Hemocentros começaram a se organizar para atender a esta legislação de segurança transfusional (SANTOS, 1991 *apud* VICENTE, 2014).

Por ser um dos principais produtos do serviço, a geração do resíduo que pode ser infecto contagioso necessitou de uma ação reversa, surgindo os questionamentos sobre suas causas alavancando as melhorias nos processos e sua minimização. O material de descarte - bolsas coletoras de sangue e todo resíduo de serviços de saúde - até meados de 1991 no Brasil eram feitos pela forma de incineração, mas devido a estudos frequentes na área há classificações diferentes assim como leis para seu descarte. A classificação requer separações em grupos dos tipos de resíduo, de acordo com este estudo sobre as bolsas coletoras de sangue, ela enquadra-se no Grupo A1 Biológicos (VICENTE, 2014).

No presente os órgãos regulamentadores vigentes são: a Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC ANVISA nº 306/2004 (ANVISA, 2014 *apud* VICENTE, 2014) que define o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Juntamente com a Resolução CONAMA nº 358/2005 (CONAMA, 2013 *apud* VICENTE, 2014) que dispõe sobre o tratamento e a disposição final do resíduo dos serviços de saúde, destinando a outras providências.

Concluiu-se neste caso que a Produção Mais Limpa possibilitou a redução de perdas, gerando economia por meio do controle de processos. Proporcionando recursos financeiros para melhorias no mesmo processo ou em outros. Encontram-se também benefícios ambientais, como a menor geração de resíduos, e sociais, pois os pacientes terão maior qualidade em seus tratamentos (VICENTE, 2014).

### ***P+L na indústria alimentícia***

No ramo alimentício, foram apresentadas sugestões em uma empresa de laticínio que fabrica queijo do tipo prato e mussarela, localizada no oeste do estado do Paraná. Onde foram identificados os seguintes impactos ambientais: alto consumo de água, geração de efluentes com alta concentração de orgânicos, alto consumo de energia, geração de resíduos e emissões atmosféricas (MORO; ADAMY, 2015).

Através da P+L comprovou-se que pode ser reduzida a geração de resíduos, por meio de alterações no processo produtivo dos queijos e reaproveitando alguns resíduos para outros fins, como é o caso do soro e da água (MORO; ADAMY, 2015). Esses resíduos podem ser tratados como reciclagem interna de nível 2, que segundo MORO; ADAMY (2015, p. 8): “se houver resíduos que não puderem ser evitados, devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa”.

O soro, por exemplo, pode ser utilizado como matéria-prima para fabricação de

alimentação animal, soro em pó, leite fermentado, entre outras. Reduzindo assim o custo de tratamento do efluente e de sua carga orgânica, gerando benefício econômico (MORO; ADAMY, 2015).

### ***Produção Mais Limpa na indústria de polímeros***

Com ênfase na indústria de polímeros, a Produção mais limpa foi implementada numa empresa nacional de pequeno porte que possui refugo de produtos de borracha em seu processo produtivo, afetando negativamente no ecossistema. Através de uma decisão estratégica que visa produtividade com responsabilidade ambiental, a empresa viu a necessidade de projetar uma reciclagem interna do refugo, buscando reduzir na fonte a emissão de resíduos prejudiciais ao meio ambiente. Transformando em matéria prima novamente os produtos oriundos de devolução de clientes (OLIVEIRA NETO et al, 2009).

No processo de reciclagem de borracha se faz necessário investimento em maquinário e contratação de mão de obra, além do aumento nos custos com energia elétrica. A empresa em questão, por sua vez, conseguiu incorporar a reciclagem no processo de produção sem precisar de contratação de mão de obra, possibilitando rotatividade dos colaboradores na micronização e reciclagem do material. Nesta empresa foi concluído que com a P+L ocorreram benefícios financeiros, economia em material e dinheiro, ao utilizar o pó de borracha reciclada (OLIVEIRA NETO et al, 2009).

Atualmente vem crescendo o número de empresas que buscam alguma alternativa para reduzir os resíduos provenientes de seus processos produtivos, neste artigo evidenciou-se como a P+L pode ser enquadrada nas mais diversas organizações atendendo às deficiências que as mesmas encontram.

### **Considerações Finais**

Sabe-se que todo e qualquer processo produtivo possui desperdícios e gera resíduos, que por sua vez representam uma considerável parcela nos custos de produção e ocasionam degradação do meio ambiente. Através da aplicação das técnicas de Produção mais limpa, é possível evitar ou reduzir os desperdícios e a geração de resíduos aumentando a lucratividade e reduzindo o impacto ambiental.

Um aspecto muito interessante da Produção Mais Limpa é o fato de poder ser aplicada a qualquer processo de produção, já que seu princípio básico é eliminar a

poluição antes e durante a fabricação dos bens e serviços. Ela atua como intermediadora entre sustentabilidade e economia, pois os resíduos gerados, além de degradarem o meio ambiente, representam custos com a disposição e/ou tratamento, além do desperdício com matéria prima, mão de obra e energia.

Recentemente, as organizações têm constatado que os consumidores atuais buscam fabricantes que possuam preocupação ambiental e por isto, sabem que tornar seu processo produtivo sustentável é a melhor maneira de inovar, reduzir custos e atingir níveis consideráveis de competitividade. Portanto comprovou-se que a P+L realmente tem a capacidade de beneficiar as empresas e toda a sociedade em geral, contribuindo para redução dos índices de degradação do meio ambiente de forma que as gerações futuras possam usufruir.

Sendo assim, torna-se evidente através da P+L a qualidade ambiental por meio de novas práticas de produção, incorporando os princípios da prevenção, reuso e reciclagem. Apresentando-se como estratégia eficaz ao combate à degradação do meio ambiente, sensibilizando a sociedade atual e as futuras gerações.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília: DOU, 10 dez. 2004 *apud* VICENTE, C. L. Produção mais limpa aplicada nos processos de produção e transfusão de hemocomponentes. UNICAMP. Campinas, 2014.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3 ed., atual. e ampl. São Paulo, SP: Saraiva, 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução RDC n o 358 de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. DOU, Brasília, DF, 04 mai. 2005 *apud* VICENTE, C. L. Produção mais limpa aplicada nos processos de produção e transfusão de hemocomponentes. UNICAMP. Campinas, 2014.

FIGUEIREDO, B. A. C. **Proposta de Produção mais Limpa Estudo de caso em uma indústria de laticínios**. Florianópolis: UFSC, 2014. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC.

FILHO, J. C. G. S.; SICSÚ, A. B. **Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais**. ENEJEP. 2003.

MELLO, M. C. A.; NASCIMENTO, L. F. **Produção Mais Limpa: um impulso para a inovação e a obtenção de vantagens competitivas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

MORO, M. F.; ADAMY, A. N. M. **Produção Mais Limpa como alternativa para o gerenciamento de resíduos em laticínios.** Universidade Federal de Santa Maria. Roraima: 2015.

MOURA, Luiz Antônio Abdala de. **Economia Ambiental: gestão de custos e Investimentos.** São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

OLIVEIRA NETO, G. C. et al. **A Implementação da Produção Mais Limpa na Indústria de Borracha – um Estudo de Caso.** São Paulo, 2009.

SANTOS, L A C A. **Hemoterapia no Brasil de 64 a 80.** Physis, Rio de Janeiro. 1991. v. 1, n. 1, p. 161-181 *apud* VICENTE, C. L. Produção mais limpa aplicada nos processos de produção e transfusão de hemocomponentes. UNICAMP. Campinas, 2014.

SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; SANTOS, M. R. **A logística reversa e a sustentabilidade empresarial.** XII SEMEAD. São Paulo: Set 2010.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L. **Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de eco design e logística reversa.** Engenharia Ambiental e Sanitária. v.20 n.1. jan/mar 2015

VICENTE, C. L. **Produção mais limpa aplicada nos processos de produção e transfusão de hemocomponentes.** UNICAMP. Campinas, 2014.

## PROJETO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE COMPOSTAGEM NO CENTRO EDUCACIONAL PROFESSOR HENRIQUE BUSS EM SÃO LUDGERO/SC

Larissa Miranda<sup>1</sup>; Luana Furlan Orbem<sup>2</sup>; Milene Marques Da Corejo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UNIBAVE. larissasl07@hotmail.com

<sup>2</sup>UNIBAVE. luana.orbem@hotmail.com

<sup>3</sup>UNIBAVE. milenedacoregio@hotmail.com

**Resumo:** A educação ambiental tem por objetivo contribuir para a formação de sujeitos capazes de compreender o mundo e agir de maneira consciente; considerando esse conceito a temática trabalhada com crianças é uma forma de semear desde cedo a conscientização ambiental nas mesmas. O lixo quando descartado de forma incorreta gera poluição, no entanto, a reciclagem é uma forma de minimizar este problema. O trabalho em tela, tem por objetivo apresentar o projeto de educação ambiental aplicado em uma escola da rede pública municipal, onde buscou-se ensinar aos alunos reciclagem dos resíduos orgânicos, reaproveitando-os através da confecção de uma mini composteira. Os métodos utilizados foram, a pesquisa de campo e a pesquisa bibliográfica. Como resultado houve a sensibilização dos alunos, demonstrada na escola e também com seus familiares, vizinhos e amigos; buscando melhorar a qualidade de vida na escola e em suas casas, destinando corretamente os resíduos orgânicos.

**Palavras-chave:** Reciclagem. Resíduos orgânicos. Composteira. Educação ambiental.

### Introdução

Trabalhar o tema meio ambiente é aparentemente uma missão fácil, já que ele vem ganhando cada vez mais espaço em nosso dia a dia. No entanto, só faz sentido abordá-lo se houver a intenção de criar uma nova consciência nos ouvintes.

A Educação Ambiental é uma prática educativa que tem como objetivo causar alguma correção de rota no comportamento do ser humano, e nas crianças germinar a semente da cidadania e da responsabilidade. Partindo disso, elaborou-se uma forma de incentivar as crianças de uma escola neste processo, levando o projeto de compostagem com o intuito de aproveitar os restos orgânicos e de reciclar. O projeto foi realizado no Centro Educacional Professor Henrique Buss, no município de São Ludgero, o qual disponibiliza ensino à crianças de 1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> série. Os alunos da 2<sup>a</sup> série foram os escolhidos para ajudar na montagem das mini composteiras nas dependências da escola.

A iniciativa do tema para este projeto deu-se pelo fato de a escola possuir um problema com o desperdício de comida por parte das crianças. Então, no primeiro momento houve uma conversa relacionada a isso, conscientizando-as que os resíduos orgânicos poderão sim serem reutilizados de forma muito prática e fácil. Com a mini composteira, eles aprenderam a produzir fertilizantes naturais, diminuindo a quantidade de lixo na escola, além de levarem essa nova ideia para suas casas através de atividades.

### **Procedimentos Metodológicos**

Na produção do presente artigo, utilizou-se o tipo de pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica que é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, publicações avulsas e imprensa escrita. Exploramos materiais de vários autores envolvendo o assunto de compostagem, devido aos excessos de matéria orgânica que são desperdiçados; além de materiais da internet.

### **Compostagem**

De acordo com Oliveira, Sartori e Garcez (2008), as atividades agrícolas e agropecuárias geram grande quantidade de resíduos, como restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais, os quais, em alguns casos, provocam sérios problemas de poluição.

Entretanto, quando manipulados adequadamente, podem suprir, com vantagens, boa parte da demanda de insumos industrializados sem afetar adversamente os recursos do solo e do ambiente. O aproveitamento dos resíduos agrícolas, industriais, urbanos e florestais pode ser realizado através de um processamento simples denominado compostagem, em pequena, média e grande escala desde que não causem distúrbios ao meio ambiente e a saúde pública. (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008, p. 2)

O termo compostagem está associado ao processo de tratamento dos resíduos orgânicos sejam eles de origem urbana, industrial, agrícola ou florestal. Trata-se de um processo natural, em que os únicos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, serão os microrganismos, como os fungos e as bactérias. Ainda, é possível definir a compostagem como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008, p. 2).

## Resíduos compostáveis

Os resíduos orgânicos que podem ser compostados classificam-se em dois grupos:

- Os castanhos contêm maior proporção de carbono em relação ao nitrogênio, possuem cor acastanhada, baixo teor de umidade e decomposição lenta;
- Os verdes contêm maior proporção de nitrogênio, alto teor de umidade, e decomposição mais rápida do que os castanhos.

O quadro 1 exemplifica a classificação de resíduos que podem ser usados na compostagem.

**Quadro 1** - Resíduos verdes e castanhos.

Verdes	Castanhos
Cascas de batata	Feno
Restos de vegetais crus	Palha
Restos de cascas de frutos	Aparas de madeira e serragem
Cascas de frutos secos	Aparas de relva e erva seca
Borras de café (incluindo filtros)	Folhas secas
Restos de pão	Ramos pequenos
Arroz e massas cozinhadas	Pequenas quantidades de cinzas de madeira
Cascas de ovos esmagados	
Cereais e sacos de chá	
Restos de comida cozida	

Fonte: Meira et al., 2012

Deve-se ter muito cuidado com os resíduos colocados em seu composto, os quais não são indicados (quadro 2), pelo fato de seus odores característicos, insetos e gorduras, que são fatores importantes na hora da decomposição realizada pelos microrganismos.

**Quadro 2 - Resíduos não indicados.**

<b>Materiais não indicados</b>
Carne, peixe, laticínios e gorduras
Queijo, manteiga e molhos
Excremento de animais
Resíduos de jardim tratados com pesticidas
Plantas doentes ou infectadas com insetos
Cinzas de carvão
Têxteis, tintas e pilhas
Vidro e metal
Plástico e medicamentos

Fonte: Meira et al., 2012

### Como acontece a compostagem?

Antes de mais nada, é preciso ter conhecimentos de que em todos os modelos de composteira existem alguns fatores que favorecem a própria compostagem dos resíduos, fazendo com que seu resultado apresente maior qualidade, não esquecendo que todos os fatores devem ser combinados.

Os **organismos** são os responsáveis pela decomposição. Segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008), são eles quem irão decompor toda a matéria existente, metabolizando nutrientes, e também eliminarão microrganismos patogênicos.

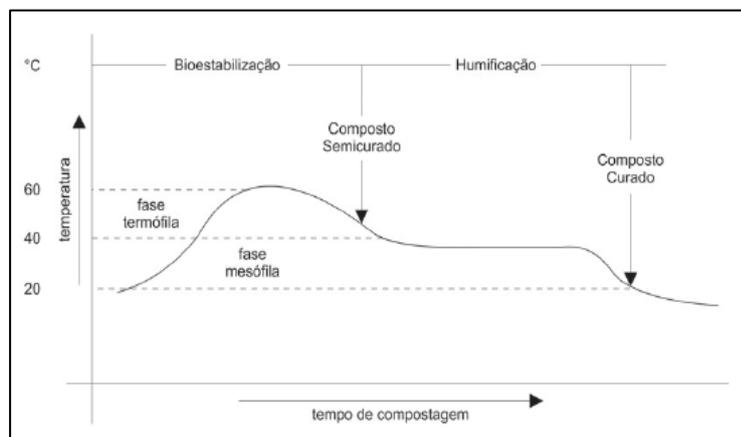
A **temperatura** possui grande importância devido ao fato de que os microrganismos irão metabolizar a matéria orgânica. Este fator é fundamental, pois é a mudança de temperatura que marca as duas etapas da compostagem.

A **umidade**, porque é fundamental durante todo o processo, pois influencia diretamente nas atividades dos microrganismos. Meira et al (2012) explica que o teor de umidade deve ficar por volta dos 50%, enquanto Oliveira, Sartori e Garcez (2008) mostram uma porcentagem de 40 a 60%.

E a **aeração**, que é o mecanismo de fornecimento de oxigênio para os microrganismos. Além de evitar odores e insetos indesejados, quanto mais úmida for a matéria mais pobre em oxigênio ela será, então recomenda-se revirar o composto de forma periódica, o que faz acelerar o processo de compostagem (MEIRA et al., 2012).

Para que ocorra a compostagem desejada, é necessário que se tenha a combinação de diversos fatores. Dessa forma, o site *Ecycle* ressalta, que ela possui duas etapas: a mesofílica, e a termofílica, como mostra a Figura 1.

**Figura 1** - Fases da compostagem.



Fonte: D'Almeida; Vilhena, 2000.

A primeira fase é chamada de mesofílica, e ocorre quando os fungos e bactérias mesófilas, que são as bactérias ativas somente próximas as temperaturas ambiente, elas começam a se proliferar assim que a matéria orgânica é aglomerada na composteira. Elas vão metabolizar principalmente os nutrientes mais facilmente encontrados, ou seja, as moléculas mais simples (FETTI, 2013). Nesta fase, as temperaturas são moderadas, cerca de 40°C e tem duração de aproximadamente de 15 dias. Em consequência da

A segunda fase é mais longa, e pode se estender por até dois meses, dependendo do material que está sendo compostado. Fetti (2013) explica que nessa fase, entram em cena os fungos e bactérias denominados de termofílicos ou termófilos, que são capazes de sobreviver a temperaturas entre 65°C e 70°C, à influência da maior disponibilidade de oxigênio promovida pelo revolvimento da pilha inicial.

A terceira, conhecida como a fase de maturação dos compostos, pode durar entre um e dois meses. Nela ocorre a diminuição da atividade dos microrganismos, e as quedas gradativas das temperaturas até chegar a temperatura ambiente. É um período onde a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus, livre de toxicidade, metais pesados e patógenos. O mesmo autor ainda ressalta que é quando ocorre a diminuição da acidez antes observada no

composto, o que poderia ser prejudicial às culturas caso fosse aplicado diretamente na agricultura.

A partir desse processo, o composto gerado poderá ser utilizado em qualquer horta, jardim ou até mesmo fins agrícolas. Contribuindo para um solo rico em nutrientes orgânicos naturais e diminuindo os fertilizantes sintéticos.

### **Fertilizantes sintéticos x Fertilizantes orgânicos**

Existem dois grandes grupos de fertilizantes: os inorgânicos e os orgânicos. O primeiro é formado por compostos químicos não naturais, feitos a partir de nutrientes específicos, necessários ao crescimento das plantas. Os mais comuns levam nitrogênio, fosfatos, potássio, magnésio ou enxofre e a maior vantagem desse tipo de fertilizante está no fato de conter grandes concentrações de nutrientes que podem ser absorvidos quase que instantaneamente pelas plantas (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2017).

Em geral, os fertilizantes sintéticos são aqueles que tenham sido fabricados ou refinados a partir de ingredientes naturais. O impacto destes fertilizantes é geralmente imediato, mas de curta duração. As composições químicas dos fertilizantes sintéticos comuns incluem sulfato de amônio, cloreto de potássio, fosfato de monoamônio, ureia e processada.

Já os fertilizantes orgânicos estão em sua forma natural, ou que tenham sido submetidos a processamento mínimo. Estes são geralmente menos concentrados do que fertilizantes sintéticos, porém apesar da atuação mais lenta, os efeitos dos fertilizantes orgânicos são mais duradouros. A composição química destes fertilizantes orgânicos incluem o chorume, farelo de algodão, culturas de cobertura, peixe subprodutos, compostagem, minerais brutos, e farinha de ossos. A maioria dos fertilizantes orgânicos são produtos naturais e contêm uma mistura variável de nutrientes essenciais, enquanto os sintéticos são cuidadosamente formulados, e podem conter apenas um, ou vários, dos nutrientes essenciais (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2017).

### **Processo prático**

Foi iniciado o projeto com algumas visitas no local, onde foi entregue às crianças um bilhete para estarem informados, junto com seus pais, da atividade que participariam. Este projeto foi dividido em duas etapas, realizadas em dois dias.

No primeiro dia, foi apresentado para as crianças modelos de compostagem, métodos e materiais que podem ser reaproveitados, para onde vai todos os nossos resíduos, para então montar a composteira. Os alunos se agruparam em duplas para trabalharem também o espírito de equipe e responsabilidade mútua com sua mini composteira.

Os materiais utilizados e levados para a escola foram de total responsabilidade dos autores deste artigo. Todos os instrumentos e materiais eram de pequeno porte e de fácil utilização, para que as crianças realizassem com segurança. Um componente importante para a montagem de uma mini composteira são garrafas Pet de 2L. Estas passaram pelos processos de lavagem, secagem e corte, para depois formar a mini composteira. Os restos de alimentos foram reaproveitados do dia a dia das casas dos autores. Foram utilizados restos de madeira que foram recolhidos de uma madeireira, e um pouco de terra.

Dentro de cada recipiente de Pet foram colocados a terra, o material orgânico, os restos de madeira e água. Com tudo em seu lugar, se deu início à montagem do composto orgânico, colocando a terra, os restos orgânicos, e depois os restos de madeira. Feito isso, toda a superfície foi coberta com mais terra e adicionado certa quantidade de água.

Cada material utilizado para a compostagem foi dividido de forma proporcional para se obter um melhor resultado, evitando odores desagradáveis, facilitando a aeração e absorção, facilitando o processo de compostagem e também o produto final, que é o chamado adubo orgânico.

Todas as mini composteiras foram deixadas na escola, tampadas por um tecido fino, onde é possível entrar água e ar, entretanto animais não conseguem passar. Os alunos ficaram livres para observar seu composto quando quiseram, com o acompanhamento de uma professora.

No final do primeiro dia um questionário foi aplicado para estimulá-los, contendo as seguintes perguntas:

- O que vai acontecer com os restos colocados no composto?
- Será que o volume do composto vai aumentar ou diminuir?
- Que material vai apodrecer primeiro?
- Por que apodrecem?
- O que é apodrecer?
- De onde vieram os micróbios que comeram os restos? Etc.

O segundo dia de aplicação do projeto foi após 20 dias, tempo considerado necessário para os resíduos se decomporem. O objetivo então foi de mostrar o resultado do composto orgânico, onde as duplas foram até sua garrafa, abriram e observaram. Feito isso, responderam algumas perguntas como:

- Que materiais ainda podem ser reconhecidos?
- O que já apodreceu?
- Ocorreu surgimento de algum bicho?
- Tem cheiro de que?
- O cheiro é forte ou fraco? Etc.

Todos os adubos orgânicos formados foram misturados na terra da horta do Centro Educacional, assim os nutrientes da terra que estava na mini composteira se incorporaria na que já estava ali, formando uma terra fértil para plantações, onde os alimentos plantados ali cresceriam mais fortes e saudáveis.

### **Importância da compostagem para a população e o meio ambiente**

Sabe-se que boa parte do lixo doméstico é direcionado para aterros sanitários ou grandes lixões. Mas segundo o IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, o volume de resíduos orgânicos correspondem cerca de 52% de todo o lixo que vai para os aterros, ou seja, praticamente metade do lixo que é produzido pela população em geral é orgânico. Com um destino correto, certamente essa quantidade mudará significativamente, trazendo vários benefícios para a sociedade e o meio ambiente. Segue abaixo um quadro de acordo com a Fragma (2016), com algumas vantagens e desvantagens da compostagem (quadro 3).

**Quadro 3** - Vantagens e desvantagens da compostagem.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminui em até 50% o lixo descartado, o que resulta na redução do acúmulo de resíduos em lixões ou aterros;</li> <li>– Forma-se gás carbônico, água e biomassa, também chamada de húmus. Não ocorre formação do gás metano (que é muito mais poluente), como ocorreria nos aterros sanitários;</li> <li>– Menor gasto no transporte e armazenamento desses resíduos;</li> <li>– Melhoria da aeração do solo e menor erosão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É preciso realizar o procedimento da compostagem corretamente. Caso contrário, a matéria que está sendo degradada pode atrair insetos como moscas, baratas e ratos, pragas urbanas que podem transmitir doenças;</li> <li>– Para que seja realizada corretamente, a compostagem exige atenção em detalhes como temperatura, umidade e arejamento. Esse cuidado pode tornar o processo um pouco complicado.</li> </ul>

Fonte: Autores, 2017.

Durante a prática do projeto do presente artigo, buscou-se mostrar a importância da compostagem, além da necessidade da reciclagem, foi realizada uma atividade levando em conta os 3Rs, que têm como significados reduzir, reciclar e reutilizar. Fazendo uma analogia à compostagem, se houver reutilização da matéria orgânica, então dessa forma, poderíamos pensar em outros resíduos também, como por exemplo, o alumínio que pode ser reciclado com um nível de reaproveitamento de quase 100%. De acordo com o site Sua Pesquisa (2017), o alumínio quando derretido, retorna para as linhas de produção das indústrias de embalagens, reduzindo os custos para as empresas.

### Considerações Finais

Neste trabalho elaborado em parceria com o Centro Educacional Professor Henrique Buss, revelou-se a importância de um educador ambiental no decorrer do aprendizado das crianças na vida escolar, levando as mesmas a conhecerem e interagirem com o meio ambiente. Com o projeto de reciclagem de resíduos orgânicos, através do processo de compostagem, trazendo a elas a responsabilidade e preocupação com o meio onde vivem, minimização dos problemas de poluição locais, além de ter em mente que cada um pode fazer a diferença, mudando comportamentos e trabalhando os valores ambientais tanto em sala de aula, quanto em sua vida social.

## Referências

ECYCLE. **Compostagem: o que é e como ela funciona? entenda melhor os diversos benefícios.** Disponível em:

<<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67/2368-compostagem-o-que-e-como-fazer-compostar-composteira-tecnica-processo-reciclagem-decomposicao-destino-util-solucao-materia-organica-residuos-solidos-lixo-organico-urbano-domestico-industrial-rural-transformacao-adubo-natural.html>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

FRAGMAC. **Conheça as vantagens e desvantagens da compostagem do lixo caseiro.**

Disponível em: <<http://www.fragmaq.com.br/blog/conheca-vantagens-desvantagens-compostagem-lixo-caseiro/>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

MEIRA, et al. **Manual básico de compostagem:** Conhecendo os resíduos. 2012.

23p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba. 2012.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida De; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B.. **Compostagem.** 2008. 19p. Monografia (Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2008.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Fertilizantes.** Disponível em:

<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/meioambiente/fertilizantes>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

RESEARCHGATE. **Fases da compostagem.** Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/figure/306400371\\_fig1\\_figura-1-fases-da-compostagem-fonte-d%27almeida-vilhena-2000](https://www.researchgate.net/figure/306400371_fig1_figura-1-fases-da-compostagem-fonte-d%27almeida-vilhena-2000)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SUAPESQUISA.COM. **Reciclagem.** Disponível em:

<<http://www.suapesquisa.com/reciclagem/>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Evolução da matéria orgânica durante o processo de compostagem.** Disponível em:

<<http://www.rc.unesp.br/ib/ceis/mundoleveduras/2013/compostagem-georgefetti.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

## REAPROVEITAMENTO DE ENTULHOS CERÂMICOS PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO

Caroline Schlickmann<sup>1</sup>; Julia Schlickmann<sup>1</sup>; Kelvin Machado<sup>1</sup>; Júlio Preve Machado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Barriga Verde Unibave.  
juliopreve@hotmail.com.

**Resumo:** Os materiais cerâmicos são largamente utilizados na construção civil, gerando grandes volumes de resíduos, decorrentes de processos produtivos artesanais, provocando impactos ambientais e econômicos para a sociedade. Transformar esses resíduos em subprodutos para o processamento de materiais como concreto, pode representar uma solução para a diminuição desses problemas. Diante disso, este artigo teve como objetivo avaliar a resistência à compressão do concreto, substituindo parcialmente os agregados graúdos por materiais cerâmicos triturados, descartados em obras de construção e demolição. Para a realização dos ensaios, foram moldados corpos-de-prova cilíndricos de concreto com 10 cm diâmetro e 20 cm de altura. Os resultados obtidos com o ensaio de compressão, mostram que os concretos com o material reciclado apresentaram uma diminuição da resistência em cerca de 22,0%, comparado com o concreto sem adições de resíduos. Por outro lado, a ductilidade do mesmo obtida também no ensaio de compressão, apresentou um aumento de 29,0%.

**Palavras-chave:** Materiais cerâmicos. Reutilização. Concreto Reciclado

### Introdução:

O ramo da construção civil sempre esteve relacionado a perdas e desperdícios. A cada ano, o volume de entulhos está aumentando gradativamente. Em 2015 cerca de 45 milhões de toneladas de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) foram coletados pelos municípios brasileiros, considerando apenas os resíduos lançados ou abandonados nos logradouros públicos (ABRELPE, 2015).

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 307 (2002) os resíduos da construção civil são provenientes de construções, reformas, reparos de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. Esta resolução classifica como **classe A**, os resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassas, concretos, tubos, meio-fio, solos de terraplanagem, etc.

Esses resíduos muitas vezes são jogados em terrenos baldios, em beiras de estradas e córregos. Quando lançados em lixões e aterros, saturam rapidamente a

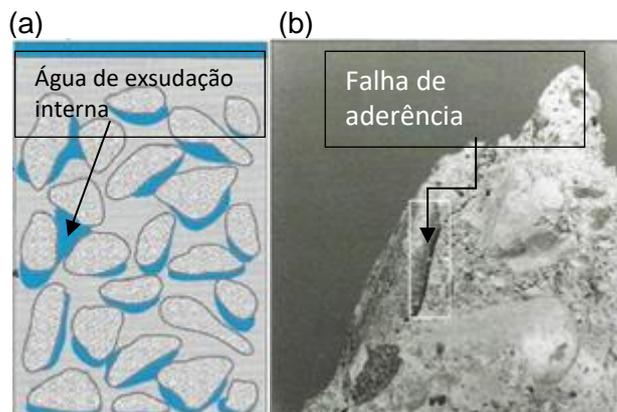
capacidade do local em função de seus grandes volumes. Pela maneira de como o mesmo é disposto, a proliferação de insetos e bactérias ocorre com facilidade, gerando além de prejuízos ambientais e econômicos, grandes problemas de saúde pública (COSTA, 2010).

Na busca pela redução dos problemas gerados por esses resíduos, o uso de concretos reciclados, substituindo agregados naturais por agregados reciclados, oriundos do beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD), se torna uma alternativa promissora para a diminuição dos impactos ambientais (ARAGÃO, 2007).

Entende-se por concreto de cimento Portland um material resultante da mistura homogênea de cimento, agregados miúdo, agregados graúdos e água, podendo ou não incorporar componentes minoritários como aditivos químicos e adições. Suas propriedades são obtidas através do endurecimento da pasta de cimento (cimento e água) (NBR 12655, 2015). Esses concretos podem ser utilizados em barragens, revestimentos de canais e pavimentos, estacas, fundações, lajes, vigas, pilares, coberturas, muros externos e tubos (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Dentre os fatores que podem influenciar nas características dos concretos, pode-se destacar os tipos de agregados. A porosidade, a forma e a textura dos agregados graúdos afetam as propriedades do concreto. Dependendo do tipo de rocha e da escolha do britador, o agregado britado pode conter partículas achatadas ou alongadas, que afetam negativamente muitas propriedades do concreto. Quanto maior o tamanho das partículas dos agregados graúdos que compõem os concretos, menor será a necessidade de água de amassamento, contribuindo para a obtenção de melhores resistências quando comparados com os concretos que contêm agregados menores. Por outro lado, agregados maiores tendem a formar uma zona de transição na interface mais fraca, contendo uma maior quantidade de microfissuras, comparando com concretos de agregados menores. Esse fenômeno, conhecido como exsudação, pode ser visualizado na Figura 1 (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

**Figura 1** - (a) Representação esquemática da exsudação no concreto fresco recém-lançado; (b) falha de aderência por cisalhamento em um corpo de prova ensaiado à compressão uniaxial



Fonte: Mehta e Monteiro (2014).

Os agregados reciclados também podem influenciar na resistência do concreto. Laserna e Montero (2016) realizaram uma pesquisa variando o consumo de agregado graúdo reciclado em 0,0%, 20,0%, 50,0% e 100,0% em relação ao agregado graúdo natural. Eles variaram também o consumo de cimento em 260, 300 e 340 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Aos 28 dias, as amostras foram submetidas a ensaios de compressão, onde os concretos com 50,0% de agregado graúdo reciclado e natural, utilizando um consumo de cimento de 340 kg/m<sup>3</sup> de concreto, obtiveram os melhores valores médios de resistência à compressão, chegando a 51,2 MPa.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é avaliar a resistência à compressão do concreto, substituindo parcialmente os agregados graúdos por materiais cerâmicos triturados, descartados em obras de construção e demolição, no município de São Ludgero. Pretende-se incluir em substituição parcial do agregado natural, entulhos cerâmicos triturados no tamanho de agregados graúdos. Este concreto será submetido a ensaios de resistência à compressão, assim como os concretos de referência, produzidos sem o uso de agregados reciclados.

### Procedimentos Metodológicos

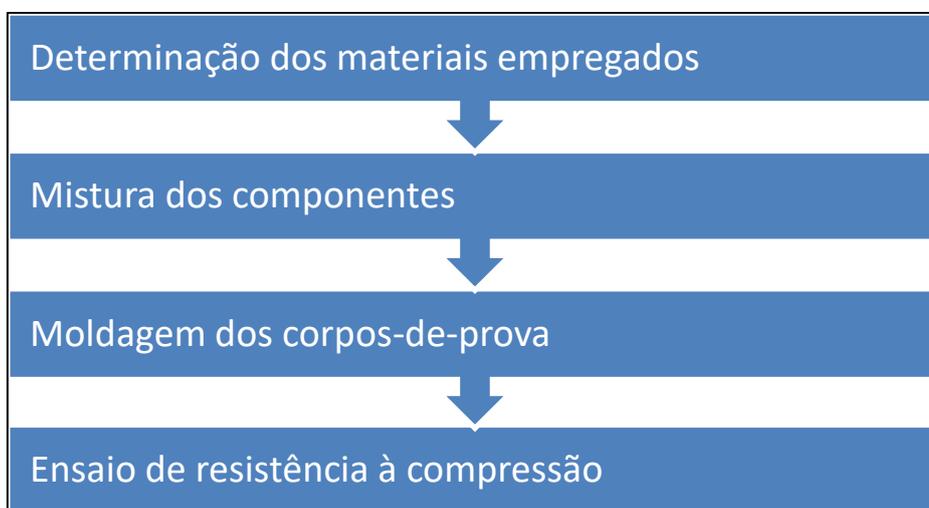
Esta pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa de natureza aplicada, pois envolve interesses locais e tem como objetivo resolver um problema específico, resultando num produto aplicado e atendendo as demandas sociais (OTANI; FIALHO, 2011). Se tratando da forma de abordagem do problema trata-se de uma pesquisa

quantitativa, onde considera a possibilidade de tudo ser mensurado, traduzido em números e informações para analisa-las.

No que diz respeito aos fins da pesquisa, esta é caracterizada como explicativa, pois se preocupa em identificar os fatores que determinam a ocorrência dos fenômenos, aprofundando mais o conhecimento da realidade. Quanto ao procedimento, trata-se de um estudo comparativo, onde é investigado os fenômenos ou fatos que visam ressaltar as diferenças e igualdades entre eles (GIL, 2008).

As atividades experimentais para esta pesquisa esta ilustrada no fluxograma apresentado no Figura 2.

**Figura 2** – Fluxograma das atividades



Fonte: Autores (2017).

### ***Materiais utilizados***

Nesta pesquisa os corpos-de-prova de concreto de referência serão produzidos utilizando cimento CP IV, areia média, brita granítica nº 1 e água. Já para os corpos-de-prova de concreto reciclado, 50% da brita nº 1 empregada será substituída por resíduos cerâmicos triturados.

### ***Mistura dos componentes***

A Tabela 1 apresenta as dosagens utilizadas para a produção dos concretos convencional e reciclável.

**Tabela 1** – Tabela de dosagens dos concretos

<b>Tipo do concreto</b>	<b>Cimento (dcm<sup>3</sup>)</b>	<b>Agregado Graúdo (dcm<sup>3</sup>)</b>	<b>Agregado Miúdo (dcm<sup>3</sup>)</b>	<b>Agregado reciclado (dcm<sup>3</sup>)</b>	<b>Fator A/C (dcm<sup>3</sup>/dcm<sup>3</sup>)</b>
Referência	1,57	3,93	3,93	0	0,55
Reciclado	1,57	1,96	3,93	1,96	0,55

Fonte: Autores (2017).

Quanto ao procedimento de mistura, a sequência iniciará inserindo 100% da brita nº1, 50% da quantidade de água e deixando misturar utilizando uma betoneira de 120 litros por 1 minuto. Após esse período, com a betoneira em funcionamento, são inseridos 50% da areia média, 100% de cimento, 50% restante da areia média e os 50% restantes de água, deixando a betoneira operar por mais 4 minutos. Os resíduos cerâmicos inseridos no concreto reciclado foram adicionados juntos com a brita nº 1.

### ***Moldagem dos corpos-de-prova***

Nesta pesquisa foram produzidos 4 corpos-de-prova de concreto de referência e 4 corpos-de-prova de concreto reciclado, sendo moldados em corpos-de-prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura. Após a moldagem, os corpos-de-prova foram armazenados em local coberto durante 48 horas. Após esse período, os mesmos foram desformados e submersos em água, sendo curados durante um período de 12 dias.

### ***Ensaio de compressão***

Após 14 dias de idade os corpos-de-prova foram submetidos a ensaios de compressão. Esse ensaio foi realizado utilizando uma prensa hidráulica pertencente ao laboratório de ensaios mecânicos da empresa Librelato SA, localizada na filial existente no município de Içara – SC.

### **Resultados e Discussão**

Através da realização dos ensaios de compressão, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Resultados obtidos dos ensaios de compressão

Amostras	Resistência à compressão (MPa)	
	Concreto referência	Concreto reciclado
1	3,53	3,83
2	7,08	3,74
3	5,88	5,58
4	5,62	4,13

Fonte: Autores (2017).

Tratando estatisticamente os resultados obtidos obtém-se os valores médios com desvios padrão dos concretos de referência e reciclado de **5,53 ± 1,48 MPa** e **4,32 ± 0,86 MPa**, respectivamente.

Os ensaios de compressão também disponibilizaram informações relacionadas a ductilidade dos corpos-de-prova. Neste sentido, o concreto reciclado apresentou um valor médio de ductilidade de, aproximadamente, **29,0%** superior ao concreto de referência. O desvio padrão dos valores de ductilidade dos concretos referência e reciclado foram de **6,36%** e **6,55%**, respectivamente.

### Considerações Finais

Os resultados obtidos nesta pesquisa vem a contribuir para o desenvolvimento científico de soluções que visam minimizar prejuízos ambientais e econômicos originados dos resíduos provenientes da construção civil.

Com tais resultados pode-se perceber que o uso de resíduos cerâmicos em substituição parcial aos agregados graúdos graníticos diminuiu a resistência mecânica do concreto em aproximadamente 22%, mas melhorou em, aproximadamente, 29% de sua ductilidade.

A ductilidade é uma propriedade importante para os materiais, permitindo sinais de deformação dos mesmos antes de sua ruptura. Tem um carácter de segurança no sentido de o material estar “avisando” que problemas estruturais estão acontecendo e que medidas de correção devem ser adotadas antes de sua **ruína**.

Como sugestão para futuras pesquisas podem ser citadas:

- Uso dos mesmos resíduos com a utilização de outros tipos de cimento;
- Realização de ensaios de resistências em outras idades;

- Adição dos mesmos resíduos após outras formas de processamento como moagem para obtenção de agregados de tamanhos menores.

## Referências

ARAGÃO, G.A. Análise estrutural de lajes pré- moldadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição. Maceió:2007. Dissertação (Mestrado em estruturas) – Programa de Pós-graduação em Engenharia civil. Universidade Federal de Alagoas;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015. 92 p.;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2015. 23 p.;

BRASIL. Resolução Conama nº 307, de 05 de julho de 2002. **Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil**. Brasília: Diário Oficial da União, 17 jul. 2002;

COSTA, N. A. A. **A Reciclagem do Resíduo da Construção e Demolição: Uma Aplicação da Análise Multivariada**. Florianópolis, 2010. 188 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção;

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo. Atlas, 2008;

LASERNA, S.; MONTERO, J.. Influence of Natural Aggregates Typology on Recycled Concrete Strength Properties. **Construction and Building Materials**, Spain, v. 115, p. 78-86, 8 abr. 2016;

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M.. **Concreto - Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2014;

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **TCC: Métodos e Técnicas**. 2.ed. rev. Atual. Florianópolis: Visual Bookz, 2011. 160 p.

## SISTEMA DE INFORMAÇÃO CONTÁBIL E GESTÃO AMBIENTAL: UMA BUSCA SISTEMÁTICA

Cláudia Neubert Savóis<sup>1</sup>; Anderson Correa Benfatto<sup>2</sup>; Ana Paula Silva dos Santos<sup>3</sup>; Cristina Yamaguchi Keiko<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Contábeis. UNESC. claudianeubertsav@hotmail.com.

<sup>2</sup> Bacharel em Ciências Contábeis. UNESC. andersonbenfatto@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Desenvolvimento Socioeconômica. UNESC. ana.paulasilvadossantos@hotmail.com.

<sup>4</sup> Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento. UNESC. criskyamaguchi@gmail.com.

**Resumo:** O uso de um sistema da informação auxilia na implantação da gestão ambiental com foco contábil, possibilitando a tomada de decisão baseada em um conhecimento mais específico e completo. A pesquisa objetiva evidenciar o cenário de estudos envolvendo o uso de sistemas de informação contábil para gestão ambiental. Para tanto, se caracteriza quanto aos procedimentos metodológicos, como interdisciplinar, qualitativa, exploratória e análise de dados, expostos em uma busca sistemática que foi estruturada com o uso de palavras-chaves: *Software*, Contabilidade, Contábil e Ambiental, aplicadas em uma ordenação específica nos repositórios Scielo e Spell. De um modo geral, é possível avaliar que os artigos encontrados vêm com o intuito de demonstrar a utilização de sistemas de informação contábil, como uma ferramenta para facilitar a gestão sustentável, permitindo realizar a associação de um *Software* contábil para contribuir com o desenvolvimento da contabilidade ambiental.

**Palavras-Chave:** Sustentabilidade. Tecnologia da Informação. Ferramentas para Gestão Sustentável.

### Introdução

A gestão ambiental, embora ainda seja considerada um desafio no que diz respeito a implantação em análises contábeis, não consiste em um diferencial competitivo para a organização. Este fato é bastante importante, quando observado da ótica das análises contábeis, onde há um grande número de empreendimentos que não utiliza a distinção destes dados, nas informações contábeis.

A sequência de eventos a nível mundial, com foco no desenvolvimento de ações que relacionam o objetivo das organizações, ou seja, a obtenção de lucro e proteção ambiental, em proporcionar cada vez mais técnicas que facilitem a aplicação da gestão ambiental nas empresas.

Neste contexto, cada vez mais se tem discutido sobre a temática de aspectos ambientais, as ações ambientais das empresas, o quanto as empresas podem ser

sustentáveis e os impactos causados pelas organizações ao meio ambiente. Nesse sentido, surge a questão da utilização de sistemas de informações contábeis e gerenciais com o intuito de contribuir para uma gestão sustentável.

Assim, objetivando evidenciar o cenário de estudos envolvendo o uso de sistemas de informação contábil para gestão ambiental, a pesquisa foi construída em dados bibliográficos. Para tanto, foi formulado uma busca sistemática, aplicada em dois repositórios, Spell e Scielo.

O alcance ao objetivo justifica-se devido a importância de haver estudos que evidenciam uma espécie de relatório de possibilidades e metodologias já utilizadas, que podem ser adaptadas a novas organizações. Essas pesquisas também proporcionam uma análise de factíveis resultados de implantação. Sua relevância se deve ao fato dos sistemas de informação contábil para gestão ambiental permitir a automatização de processos, desta forma facilitar que a informação chegue de maneira precisa e tempestiva para a tomada de decisões. Com relação a oportunidade, o estudo baseou-se em repositórios de livre acesso, caracterizados por sua amplitude nacional e sul americana.

Buscando facilitar a compreensão do estudo, a próxima seção é caracterizada por expor as correntes teóricas referentes aos temas apresentados. Seguido, o estudo dispõe dos procedimentos metodológicos, mais facilmente compreendido na apresentação de dados. Por fim são dispostas as análises de dados e as considerações finais.

### ***Sistemas De Informação Contábil***

A Contabilidade Ambiental é um ramo da contabilidade que se direciona ao controle do patrimônio Ambiental. A ciência contábil pode propor soluções para temas que podem não ser prioridade para governo e empresas, soluções estas que poderão ser disseminadas entre a sociedade para contribuir ao crescimento sustentável. (MOREIRA, SEIXAS e COLARES, 2016).

Neste contexto, Yamaguchi, Santos e Watanabe (2015, p. 19) afirmam:

“Percebe-se que grande parte dos contabilistas ainda desconhece dos benefícios dessa modalidade contábil e as possíveis razões para o baixo grau de conhecimento sobre contabilidade ambiental indicam que há uma incipiência do tema no Brasil, a falta de pesquisas acadêmicas e a não cobrança legal por órgãos competentes e o fato de não verem a necessidade de aplicá-la.”

Moreira, Seixas e Colares (2016) afirmam que a contabilidade ambiental busca a utilização de metodologias e sistemas com o intuito de identificar e acompanhar os impactos ambientais causados pelas organizações.

Tinoco e Kraemer (2004), referem-se aos critérios da Contabilidade Ambiental, tais como a contabilidade nacional ambiental, que tem como seu principal eixo, os estoques, recursos naturais e custos ambientais, com foco no desempenho ambiental nas organizações, já a contabilidade financeira ambiental, tem como objetivo levantar os passivos, custos e despesas ambientais, com o intuito de registrar os impactos que influenciam as questões econômico-financeiras, por fim, no que tange a contabilidade gerencial ambiental tem a finalidade de apoio a as tomadas de decisões, por meio de informações concentradas.

Segundo Peleias (2002), a informação é o apoio e o resultado da ação executada, com isso é necessário que seja complementado os esforços para munir os gestores com as ferramentas de informática que auxiliam e permitam no planejamento, controle e na tomada de decisão em todas as fases de gestão, contudo é de suma importância o domínio e a manutenção desses sistemas de informação.

Para Oliveira, Perez Jr e Silva (2014), é muito importante que exista nas organizações o registro correto de todas as informações, uma vez que informações errôneas e distorcidas poderão levar a decisões prejudiciais tanto a usuários externos quanto aos internos, com a ausência de controles internos são sucessivos os desperdícios e erros involuntários.

Os sistemas de informação são considerados imprescindíveis para a organização contábil e gerencial das empresas, uma vez que a automatização de processos que antes eram realizados de forma manual, contribui para a aceleração dos resultados esperados, impactando diretamente no quesito tempo e dinheiro. (MOREIRA; SEIXAS; COLARES, 2016)

Padoveze (2009) enfatiza que a informação deve ser gerada para quem necessita dela, e não para quem a produz, e esta por sua vez, deve ter precisão, exatidão e ser gerada em tempo hábil para sua utilização. Sendo assim, os softwares contábeis vem ao encontro desta necessidade de planejamento e controle.

Segundo Frezzatti et al.,2009 (apud MOREIRA; SEIXAS; COLARES, 2016) um sistema de informação deve coletar os dados relativos a eventos, processar estes dados com a finalidade de gerar informações sobre essas atividades, para que possa

orientar as ações dos gestores na tomada de decisões confiáveis, voltando-se para os usuários internos e externos.

A incorporação das práticas ambientais aos sistemas de informações contábeis possibilitam identificar eventos ambientais separados por natureza e relevância, e assim demonstrar problemas ambientais que podem vir a impactar na tomada de decisões, como por exemplo, nos casos de contingências ambientais, apurando seus riscos e estimativas associadas. Nesse sentido, empresas que se utilizam de sistemas de informação gerencial e contábil podem administrar melhor suas práticas ambientais (MOREIRA; SEIXAS; COLARES, 2016).

Tendo em vista a importância da utilização de Softwares para o auxílio do controle contábil, bem como sua eficiência, identifica-se que os mesmos são elementos que devem ser utilizados também como uma ferramenta para promover a gestão ambiental nas organizações. (FIORINI; JABBOUR, 2014).

### **Sistema De Gestão Ambiental**

As organizações tem se preocupado com o monitoramento das informações, com a finalidade de identificar e gerenciar os riscos sociais, ambientais e éticos, deste modo surge a importância dos sistemas de informação e o conhecimento contábil para auxiliar a gestão ambiental (WALKER, 2007).

Segundo Padoveze (2009), os sistemas de apoio à gestão são utilizados como aglutinadores de informações essenciais para a organização da gestão, com a integração dos componentes de todos os setores da organização, que por meio da tecnologia da informação podem ser disponibilizados os dados a empresa.

Sistemas de custos orçamentos e desempenho do negócio estão entre eles, que estão por sua vez ligados os setores administrativos da organização, com a finalidade de prestar informações confiáveis para o controle e a tomada de decisão (PADOVEZE, 2003).

De acordo com Fiorini e Jabbour (2014), “apesar de toda relevância da gestão ambiental e dos sistemas de informação no contexto organizacional, a literatura referente à relação dos mesmos é ainda considerada escassa.” Os autores ainda afirmam que a tendência é de tratar a importância da gestão ambiental e dos sistemas de informação de forma isolada. Nesse sentido destacam a importância de avaliar de forma integrada sistemas de informação e gestão ambiental.

Com o advento da globalização, e a busca pela conscientização de uma sociedade que trate as questões ambientais lado a lado com o desenvolvimento econômico, surge a necessidade de conciliar e adaptar processos produtivos com a questão ambiental. (FIORINI; JABBOUR, 2014)

Conforme Fiorini e Jaboor (2014), as competências para uma gestão sustentável, consistem em habilidades para realizar ações voltadas ao desenvolvimento econômico, ambiental e social, isto para adequar as empresas as exigências do movimento ambientalista.

Colares, 2012 (apud MOREIRA; SEIXAS; COLARES, 2016), aponta que “um Sistema de Gestão Contábil é o conjunto de responsabilidades organizacionais, procedimentos, processos e meios adotados para a implantação de uma política ambiental em determinada empresa ou unidade produtiva.” O autor cita ainda, que um SGA é uma metodologia empregada para que a organização possa se manter em funcionamento conforme as normas e alcançar os objetivos de sua política ambiental.

Segundo Moreira, Seixas e Colares (2016), a Contabilidade Ambiental possui um grande potencial de aplicação dentro de um sistema contábil. Os autores ainda afirmam que os sistemas de informação contábil contribuem para a redução de custos operacionais ambientais, e o monitoramento contábil de obrigações relacionadas ao meio ambiente permite que se tenha uma visão financeira diferenciada por parte da gestão.

### **Procedimentos Metodológicos**

Toda pesquisa, para ser considerada uma pesquisa científica, é composta por procedimentos metodológicos pré-estabelecidos. Neste sentido, o presente estudo, caracterizado como interdisciplinar, por mover-se entre os campos da ciência contábil, a ambiental e tecnologia da informação, dispõe de um roteiro pré-estabelecido.

Com a abordagem de pesquisa qualitativa, o estudo se deu com o objetivo de pesquisa exploratório. Assim, o uso da estratégia de pesquisa bibliográfica é formalizado, considerando que a amostragem tratada nos dados advém de bases de dados, sendo caracterizados por artigos científicos (GIL, 2009).

A técnica de pesquisa análise de dados é feita após a busca sistemática. A mesma foi estruturada com o uso de palavras-chaves, aplicadas em uma ordenação específica nos repositórios Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e Spell (*Scientific Periodicals Electronic Library*). Seguindo os preceitos de Pocinho (2008),

este baseados no Cochrane Handbook, elencam sete princípios constituintes de uma revisão sistemática, conforme o quadro 1:

**Quadro 1 – Constituição da Revisão Sistemática**

	<b>Etapas Segundo a Cochrane Handbook</b>	<b>Pesquisa</b>
1	Elaboração de uma pergunta bem definida	Qual o cenário de publicações brasileiras envolvendo o uso de sistemas de informação contábil para sistema de gestão ambiental?
2	Localização e seleção de estudos	Levantamento na base <i>Spell</i> e <i>SciELO</i> .
3	Avaliação crítica dos estudos	A avaliação dos estudos foi desenvolvida pelo seguimento dos filtros pré-estabelecidos.
4	Recolha de dados	O levantamento se deu com a seleção de palavras-chaves, tanto em português como em inglês. A validação das palavras em inglês foi por meio da pesquisa de estudos já publicados. A aplicação dos termos nos repositórios seguiu uma estrutura pré-estabelecida de filtragem.
5	Análise e apresentação dos dados	Se desenvolveu por meio do uso de ferramentas com quadros, onde inicialmente pesquisou um panorama com um número maior de publicações, reduzindo a amostragem para um maior aprofundamento.
6	Interpretação dos resultados	Apresentado nas seções a seguir. Com relação aos benefícios, o mesmo possibilita a compreensão do que já foi estudado com relação ao tema e as formas de interação das mesmas.
7	Aperfeiçoamento e atualização	A última atualização dos dados ocorreu no mês de março de 2017. No entanto, o mesmo apresenta-se aberto para o recebimento de críticas e sugestões a serem incorporados.

Fonte: Adaptado de Pocinho (2008).

A próxima seção expõe, com maior detalhamento os processos seguidos nas buscas pela amostragem da pesquisa.

## **Resultados e Discussão**

Em busca da compreensão de como tem sido explorada a área da contabilidade ambiental quanto a utilização de *software* para gestão sustentável, a pesquisa objetiva evidenciar o cenário de estudos envolvendo o uso de sistemas de informação contábil para gestão ambiental. Para alcançar os objetivos, utilizou-se as bases de dados *Spell* e *SciELO*.

A seleção dos repositórios se deu pelo foco nas publicações nacionais. A Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), consiste em um formato de publicação eletrônica, caracterizada por compor uma cooperativa entre periódicos científico sediados na internet. Esta cooperação tem foco em países em desenvolvimento da América Latina e Caribe.

Já a base de dados Spell (*Scientific Periodicals Electronic Library*) é caracterizada pela atuação nas áreas de administração, ciências contábeis e turismo. Sua formação foi no ano de 2012, todavia é composta por estudos desde 2008, construída por organizações brasileiras.

A busca foi realizada pelo uso de filtragens, baseada nas palavras-chaves “Sistema de Informação”, “*Software*”, “Contabilidade”, “Contábil” e “Ambiental”. Conforme quadros 2, 3, 4 e 5 é possível visualizar os estudos encontrados conforme a adição de cada filtro.

**Quadro 2 – Filtragem.**

Palavra-Chave	Estudos	Spell	Scielo
Sistema de Informação	2660	42	2618
Contábil	35	4	31
Ambiental	2	0	2

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

**Quadro 3 – Filtragem.**

Palavra-Chave	Estudos	Spell	Scielo
Software	8236	200	8036
Contabilidade	12	1	11
Ambiental	1	0	1

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

**Quadro 4 – Filtragem.**

Palavra-Chave	Estudos	Spell	Scielo
Sistema de Informação	2660	42	2618
Contabilidade	41	0	41
Ambiental	3	0	3

Fonte: Dados da pesquisa, 2017

**Quadro 5 – Filtragem.**

Palavra-Chave	Estudos	Spell	Scielo
Software	8236	200	8036
Contábil	5	2	3
Ambiental	0	0	0

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Como resultado da busca, encontrou-se 4 artigos envolvendo a temática proposta. Neste contexto, foram excluídos os repetidos. Assim, o repositório Spell não trouxe resultados com os filtros utilizados, já o repositório Scielo apresentou 4 estudos, sendo 3 deles nacionais, em língua portuguesa e 1 internacional, em língua espanhola. O quadro 6 demonstra o perfil das publicações:

**Quadro 6 – Perfil das publicações.**

	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Revista</b>	<b>Repositório</b>
1	2012	Influência do eco- controle no desempenho ambiental e econômico das empresas	Ilse Maria Beuren	Revista Contabilidade e Finanças	Scielo
			Viviane Theiss		
			Sodemir Benedito Carli		
2	2003	Contribuição ao estudo da mensuração, avaliação e evidenciação de recursos humanos	João Eduardo Prudêncio Tinoco	Revista Contabilidade e Finanças	Scielo
3	2015	La contabilidad y los conflictos ambientales em el sistema financeiro: estudio de caso em el sector bancario argentino	Viviana Andrea Martinez	Cuadernos de Contabilidad	Scielo
			Maurício Gomez Villegas		
4	2007	Scorecard Ambiental: Monitoração dos custos ambientais através da Web	Orlando Duran	Revista chilena de ingenieria	Scielo
			Vicente Bergamini Puglia		

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Com base no perfil das publicações encontradas, fica evidente estudos isolados, onde o princípio se deu em 2003, posteriormente em 2007, 2012 e 2015 também apresentaram publicações. Ainda é possível salientar que não há um autor especialista no tema, ou até mesmo uma revista, porém a Revista Contabilidade e Finanças apresentou dois estudos, sendo a única revista brasileira, os demais artigos foram publicados em revistas internacionais.

## Análise De Dados

Conforme dados apresentados, a busca resultou em quatro estudos. Estas pesquisas dispõem do uso de temas como a contabilidade ambiental aos sistemas de informação contábil. O quadro 7 foi elaborado com a finalidade de demonstrar as relações dos artigos encontrados, com aspectos da contabilidade ambiental e da utilização de sistemas de informação contábil.

**Quadro 7 – Relação Sistema de Informação Contábil e Contabilidade Ambiental**

	<b>Título</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Contabilidade Ambiental</b>	<b>Sistema de Informação Contábil</b>
1	Influência do eco-controle no desempenho ambiental e econômico das empresas	Verifica a influência do eco-controle no desempenho ambiental e econômico das empresas	O eco-controle influencia o desempenho econômico de forma direta	Fomenta a literatura com insights sobre a contribuição da contabilidade gerencial ao desenvolvimento sustentável
2	Contribuição ao estudo da mensuração, avaliação e evidenciação de recursos humanos	Contribui para o estudo da contabilidade estratégica de recursos humanos	Informações mais transparentes aos usuários, para tomada de decisões preditivas	Sistema de informação contábil enfatiza o passado e não focaliza o futuro
3	La contabilidad y los conflictos ambientales em el sistema financeiro: estudio de caso em el sector bancario argentino	Aborda o caso do setor bancário argentino e estuda o papel da informação contábil ambiental no setor financeiro	A contabilidade pode facilitar a visualização ou o ocultamento de conflitos ambientais	Não foi encontrada situações que enfatizem o sistema de informação contábil
4	Scorecard Ambiental: Monitoração dos custos ambientais através da Web	Apresenta os resultados obtidos no projeto de construção de um sistema de monitoramento dos custos ambientais via WEB, chamado de Scorecard Ambiental	Mensuração de custos ambientais se destaca para gerar informação para a gestão. No entanto, tem esbarrado nas limitações dos instrumentos da contabilidade tradicional	Sistemas integrados de gestão posicionam num mesmo plano as questões relativas as dimensões financeiras, da qualidade e do desempenho ambiental

Fonte: Dados da pesquisa, 2017

Com base no quadro 7, da relação entre cada artigo encontrado, e a relação com os sistemas de informação contábil com a Contabilidade Ambiental, pode-se explicar as seguintes temáticas tratadas nos artigos.

O estudo de Beure, Theiss e Carli (2012), trata da influência do eco-controle no desempenho ambiental e econômico das organizações, onde nos resultados da pesquisa o autor comprova as hipóteses levantadas de que o eco-controle influencia de forma direta no desempenho econômico da empresa. Este estudo teve por base a metodologia já utilizada em um estudo anterior que apontou que o eco-controle não tinha influência no desenvolvimento econômico empresarial. No entanto, a pesquisa em questão tratou de avaliar o contexto brasileiro com empresas de capital aberto listadas na BM&FBOVESPA, onde destacam que gradualmente estas companhias vem se preocupando e valorizando aspectos relacionados ao meio ambiente, de eco-controle e sustentabilidade.

Enquanto Tinoco (2003), tende a contribuir para os estudos ligados a contabilidade estratégica de recursos humanos, no que se refere aos aspectos de mensuração, avaliação e divulgação para atender as necessidades dos *stakeholders*. O trabalho em questão possui um enfoque em demonstrar que os recursos humanos fazem parte de um capital intelectual, que contribuem para agregar valor nas organizações, e que por este motivo devem ser reconhecidos no balanço patrimonial das entidades. Nesse sentido, surge a questão de que os sistemas de informação contábil enfatizam as relações passadas e não focalizam o futuro, onde poderiam se colocar com informações relevantes para auxiliar a tomada de decisões. Além disso, destaca um conjunto de indicadores para serem disseminados de forma transparente entre os usuários da informação contábil, social, financeira e ambiental, possibilitando também a tomada de decisões preditivas.

Martinez e Villegas (2015), apesar de não evidenciar o uso de sistemas de informação, aborda sobre a temática de que o sistema financeiro tem um papel determinante na produção dos conflitos ambientais. Dessa forma, o trabalho propôs um estudo de caso no setor bancário argentino para explicar o papel da informação contábil ambiental no tratamento dos conflitos ambientais deste setor. Nesse sentido apresentou-se como resultados o fato de que apesar dos avanços do setor bancário quanto a publicação de relatórios de sustentabilidade, os conflitos relacionados ao meio ambiente não são assimilados de maneira correta para enfrentar os desafios do desenvolvimento sustentável.

Já os autores Puglia e Duran (2007), expõem o fato da gestão ambiental ser considerada um elemento chave dentro da gestão empresarial. O estudo apresenta que os sistemas integrados de gestão posicionam num mesmo plano de ações, questões relativas a finanças, a qualidade e desempenho ambiental. Nesse contexto, busca mensurar custos ambientais por meio de um sistema de informação que foi chamado de *Scorecard Ambiental*, onde permite que o usuário acompanhe as informações de custos e as variáveis ao longo dos períodos. No entanto, ainda foi elencado no estudo que a mensuração de custos ambientais tem esbarrado nas limitações dos instrumentos de contabilidade tradicional.

De um modo geral, é possível avaliar que os artigos citados vêm com o intuito de demonstrar a utilização de sistemas de informação contábil como uma ferramenta para facilitar a gestão sustentável, permitindo realizar a associação de um *Software* contábil para contribuir com o desenvolvimento da contabilidade ambiental.

Na associação entre contabilidade ambiental e sistema para informação contábil, é possível perceber que existem poucos estudos sobre a temática, isto se deve ao fato da utilização dos *Softwares*, serem apenas como um meio de facilitar o cumprimento das obrigações legais. Ou seja, a tecnologia da informação é pouco explorada quando se trata de evidenciar, registrar, controlar o patrimônio sobre o aspecto ambiental.

Conforme os traços ressaltados no quadro pela análise dos artigos, a contabilidade convencional tem limitado a integração de ferramentas de gestão com o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, vale ressaltar que as informações relativas desempenho financeiro dependem também da qualidade e do desempenho ambiental.

Conforme mencionado na teoria por Moreira, Seixas e Colares (2016) a contabilidade ambiental busca a utilização de metodologias e sistemas para identificar e acompanhar os impactos ambientais causados pelas organizações. Os autores ainda afirmam que os sistemas de informação contábil contribuem para a redução de custos operacionais ambientais, e o monitoramento contábil de obrigações relacionadas ao meio ambiente permite que se tenha uma visão financeira diferenciada por parte da gestão.

Desse modo, relaciona-se com os pontos destacados no quadro 7, em que apontam que a contabilidade facilita a identificação de conflitos ambientais e proporciona informações claras e objetivas para auxiliar na tomada de decisão.

Ressalta-se ainda o uso dos sistemas de informação contábil para registrar o passado e não enfatizam na sua utilização para focar no futuro. A mensuração de custos ambientais, a administração dos recursos humanos pode vir a posicionar as empresas estrategicamente no mercado.

Sendo assim, é possível evidenciar que a utilização de sistemas de informação contábil pode contribuir de forma significativa para a gestão ambiental nas organizações, porém ainda é pouco utilizado neste sentido. Com base na análise realizada nos artigos com resultados diversos, seja pelo setor, época ou foco dos estudos, o fato elencado é que a contabilidade tradicional caminha na direção de atender a legislação e dificulta o desenvolvimento da contabilidade ambiental para auxiliar no crescimento das organizações.

### **Considerações Finais**

A pesquisa em questão procurou demonstrar o cenário de publicações brasileiras com a temática de sistemas de informação contábil para gestão ambiental. De maneira geral os estudos encontrados demonstram a utilização de sistemas de informação contábil como ferramenta de gestão sustentável, combinando o *Software* contábil para apoiar com a evolução da contabilidade ambiental.

Os resultados encontrados evidenciam que os sistemas de informação são utilizados, porém são pouco explorados, quando se trata de, registrar, controlar o patrimônio sobre o aspecto ambiental, por consequência da não obrigatoriedade do registros ambientais, o estudo propõe que deve haver uma conscientização por parte das organizações, sobre a importância do registro contábil ambiental, para o fortalecimento da gestão ambiental.

Como resultado da busca, encontraram-se quatro artigos envolvendo a temática proposta, evidenciando um pequeno número de publicações. A pesquisa em questão se utilizou das bases de dados Scielo e Spell, que pode ter corroborado a pequena amostragem encontrada, com isso sugere-se para estudos futuros o levantamento de dados aplicados em mais bases de dados, que tratem os temas expostos no objetivo.

## Referências

BEUREN, Ilse Maria; THEISS, Viviane y CARLI, Sodemir Benedito. Influência do eco-controle no desempenho ambiental e econômico de empresas. **Contad. Adm** [online]. 2013, vol.58, n.4, pp.9-37. ISSN 0186-1042.

COLARES, Ana Carolina Vasconcelos; MOREIRA, Márcia Athayde; SEIXAS, Waulian Modesto de. Contribuição dos sistemas de informações contábeis no monitoramento das contingências ambientais. **20º Congresso Brasileiro de Contabilidade**. Ceará, 2016. Disponível em: <<http://cbc.cfc.org.br/comitecientifico/images/stories/trabalhos/196C.pdf>> Acesso em 10 de abril de 2017.

DURAN, Orlando y BERGAMINI PUGLIA, Vicente. SCORECARD AMBIENTAL: MONITORAÇÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS ATRAVÉS DA WEB. **Ingeniare. Rev. chil. ing.** [online]. 2007, vol.15, n.3, pp.291-301. ISSN 0718-3305. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052007000300009>.

FIORINI, Paula de Camargo; JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta. Análise do apoio dos sistemas de informação para as práticas de gestão ambiental em empresas com ISO 14001 -estudo de múltiplos casos. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.19, n.1, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v19n1/05.pdf> > Acesso em 10 de abril de 2017.

GIL, A. C.. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas. 2009.

MARTINEZ-PULIDO, Viviana Andrea and GOMEZ-VILLEGAS, Mauricio. La contabilidad y los conflictos ambientales en el sistema financiero: estudio de caso en el sector bancario argentino. **Cuad. Contab.** [online]. 2015, vol.16, n.41, pp.281-306. ISSN 0123-1472.

OLIVEIRA, L. M. de; PEREZ JÚNIOR, J. H.; SILVA, C. A. dos S. **Controladoria estratégica**. São Paulo: Atlas, 2014.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Contabilidade Gerencial: Um Enfoque em Sistema de Informação Contábil**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PADOVEZE, C. L. **Controladoria estratégica e operacional**. São Paulo. 2003. 483 p.

PADOVEZE, C. L. **Controladoria estratégica e operacional: conceitos, estrutura e aplicação**. – 2. ed. - São Paulo: Cengage Learning, 2009.

PELEIAS, I. R. **Controladoria: gestão eficaz utilizando padrões**. São Paulo: Saraiva, 2002.

POCINHO, Margarida. **Lições da Metanálise**. 2008. Disponível em: <[http://docentes.ismt.pt/~m\\_pocinho/Licoes\\_de\\_revisao\\_sistematica\\_e\\_metanalise.pdf](http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/Licoes_de_revisao_sistematica_e_metanalise.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2016.

TINOCO, João Eduardo Prudêncio. Contribuição ao estudo da mensuração, avaliação e evidenciação de recursos humanos. **Rev. contab. finanç.** [online]. 2003, vol.14, n.spe, pp.66-78. ISSN 1808-057X. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-70772003000400004>.

TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004

WALKER, D.; PITT, M.; THAKUR, U. J. Environmental management systems: Information management and corporate responsibility. **Journal of Facilities Management**, v. 5, n. 1, p. 49-61, 2007.

YAMAGUCHI, Cristina Keiko; SANTOS, Ana Paula Silva dos; WATANABE, Melissa. Contabilidade ambiental: um estudo bibliométrico. **Espacios**, v. 36, nº 11, 2015.

## SISTEMA DE TRATAMENTO COMPLEMENTAR DE EFLUENTE LÍQUIDO EM UMA MADEIREIRA

**Camila Jacinto Fraga; Rossano Umberto Comelli**

**Resumo:** Sabe-se que tanto em empresas quanto nas residências ocorre a geração de efluentes líquidos, condição esta que implica na disponibilidade de um sistema efetivo de tratamento, para que evite a deposição dos rejeitos e a poluição do meio ambiente. Nesse sentido, esta presente pesquisa teve como objetivo analisar qual o sistema complementar de tratamento dos efluentes líquidos mais adequado em uma empresa do setor madeireiro. A pesquisa se constituiu em um estudo de caso, com análise de caráter comparativo e abordagem quali-quantitativa. O resultado apontou que a melhor alternativa para a empresa estudada é a instalação de um tanque de contato (cloração) juntamente com a instalação de valas de infiltração. Este sistema permite que os efluentes domésticos sejam despejados no solo sem contaminação.

**Palavras-chave:** Efluentes Líquidos. Sistema de Tratamento. Sistema Complementar.

### Introdução

A poluição ambiental tem sido apontada como um dos maiores problemas que afeta a humanidade, e se deve basicamente ao acréscimo populacional, acompanhado do aumento industrial e agrícola e a “[...] intensificação de outras atividades humanas, gerando cada vez mais resíduos domésticos e industriais.” (BORGES, 2016, p. 35).

De acordo com Nuvolari (2011), desde os tempos mais remotos, quando os homens se fixaram nas cidades, a coleta de águas servidas, que hoje chamamos de esgoto sanitário, já era uma preocupação daquela população.

Os efluentes líquidos domésticos são as águas residuárias que resultam das atividades de higienização ou de limpeza, os mesmos são compostos em grande parte de água e unido a ela mistura-se materiais sólidos suspensos ou sólidos dissolvidos, matéria orgânica e organismos patogênicos como bactérias, helmintos e protozoários, como também nutrientes como o nitrogênio e o fósforo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7229/93).

A disposição dos efluentes líquidos “[...] doméstico sanitário no ambiente sem o devido tratamento pode provocar a proliferação de organismos patogênicos e de doenças veiculadas a estes devido à poluição do solo e dos corpos d’água.” (ROSATO; LEITE *et al* 2009, p. 1).

Segundo Giordano (2004), para a escolha do processo de tratamento dos efluentes líquidos são feitos testes e é utilizado de várias operações unitárias. Sendo que esses processos podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos em função da natureza dos poluentes e ou das operações unitárias utilizadas.

Neste estudo, a pesquisa se comprometeu com a análise dos métodos testados, buscando identificar qual o melhor método de tratamento tais como: o tanque séptico, o filtro anaeróbio, a vala de infiltração e o tanque de contato (cloração).

Destaca-se que a empresa já possui implantada no seu parque fabril o sistema de fossa séptica, porém este sistema de tratamento não está atendendo a demanda de produção dos efluentes. Essa condição motivou este estudo, por meio do qual se pretendeu analisar e propor um sistema de tratamento complementar ao sistema já implantado na empresa com a finalidade de este suprir as necessidades expostas.

### ***Efluentes líquidos domésticos***

De acordo com a NBR 7229 de 1993, efluentes líquidos domésticos são águas residuárias provenientes das diversas modalidades do uso da água em qualquer edificação que tenha banheiro, cozinha, lavanderia etc.

Os efluentes domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos. Esta última fração é composta de sólidos orgânicos como proteínas, carboidratos e lipídios; sólidos inorgânicos como amônia, nitrato, ortofosfatos; microrganismos como bactérias, fungos, protozoários, vírus, helmintos (VON SPERLIN, 1996, p. 59).

Um sistema de tratamento de efluente líquido tem por objetivo diminuir a carga orgânica poluidora, filtrar e eliminar patógenos contaminantes para posterior despejo e descarte ao meio ambiente. (GANGHIS, 2013).

Hoje, para gerenciamento de um sistema de tratamento de águas residuárias se requer o conhecimento das características quantitativas e qualitativas dos efluentes, que em conjunto com outros aspectos definirão qual o sistema mais adequado de tratamento a ser indicado (JUNIOR; MALHEIROS, 2005).

Para isso torna-se necessário conhecer também os processos de tratamento que existem, sendo eles os físico-químicos e biológicos.

### **Processos físico, químicos e biológicos**

Conforme Nunes (2011), o tratamento de águas residuárias são processos artificiais que envolvem depuração, remoção de poluentes e adequação dos parâmetros das águas residuárias, de modo que a torne adequada para lançamento e disposição final no corpo receptor. Para tais tratamentos se utilizam processos físico, químicos e biológicos.

**Quadro 01** – Processos físico, químico e biológico.

<b>Físicos</b>	<b>Químicos</b>	<b>Biológicos</b>
São processos de tratamento de águas residuárias em que se utilizam fenômenos da natureza física, tal como gradeamento, peneiramento, sedimentação, floculação, decantação, filtração, resfriamento, entre outros.	São processos de tratamento de água residuárias que são feitos através de aplicação de produtos químicos ou de reações químicas, tais como coagulação, correção de pH, precipitação, redução, adsorção, desinfecção entre outras.	São processos de tratamento de água residuárias que se faz através de atividades biológicas ou bioquímicas. Em processos biológicos a remoção de matéria orgânica pode ser aeróbia ou anaeróbia, tais como lodo ativado, lagoa de estabilização, lagoas aeradas, filtros biológicos, entre outros.

Fonte: Nunes, 2011.

Segundo Alencar Pinto (2009) geralmente, esses grupos não atuam isoladamente e o processo mais apropriado ao seu efluente será definido a partir de alguns itens, tais como: as características do efluente a ser tratado; o atendimento às exigências legais; a área disponível; o custo envolvido.

### **Métodos de tratamento**

A instalação de um sistema de coleta e tratamento de esgotos [...] promove a melhoria da saúde global e do saneamento, e por consequência, a redução da propagação de doenças de veiculação hídrica, o que ajuda aliviar o sistema de saúde (MUGA *et al.* 2009 apud GUIMARAES *et al.*, 2014, p.20).

O que dificulta muitas vezes a instalação dos métodos para tratamento de efluentes geralmente são os altos custos. E dentre os métodos de tratamento de efluentes vamos citar a seguir os seguintes: tanque séptico, filtro anaeróbio, e vala de infiltração (DIAS *et al.*, 2012).

Para iniciarmos a falar sobre os métodos de tratamento, faz-se necessário discorrer antes sobre como acontece, e de que forma se pode fazer a desinfecção da água para que assim os efluentes sigam seu tratamento adequadamente.

### **Desinfecção**

Os processos de desinfecção têm como finalidade a destruição ou inativação de organismos patogênicos, que podem causar doenças.

Conforme o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) 2006, o tanque de contato é um recipiente, ou dispositivo, onde se faz a desinfecção final do efluente. Além de um ponto de dosagem de cloro, o tanque de contato tem a função de homogeneizar a ação do cloro na água. Suas dimensões e características permitem que todas as quantias de água no sistema possuam total desinfecção.

O cloro é o desinfetante mais empregado no Brasil e no mundo, sendo sua ampla utilização pautada aos aspectos técnicos: facilidade de implementação, tecnologia mundialmente difundida, eficácia de inativação, principalmente bacteriana, assim como quanto ao aspecto econômico, por ser um desinfetante de baixo custo (SOUZA *et al*, 2012).

### **Tanque séptico**

De acordo com a NBR 7229/93, o sistema de tanques sépticos aplica-se primordialmente ao tratamento de esgoto doméstico e, em casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário.

De acordo com Junior e Malheiros (2005), o sistema de tratamento com tanque séptico é utilizado para tratar esgotos em locais desprovidos de rede coletora de esgoto.

Para tal tratamento utiliza-se um tanque de sedimentação dimensionado para remoção de sólidos sedimentáveis. O material sedimentado forma uma espécie de lodo que se deposita ao fundo do tanque, que se mantém anaeróbio e se estabiliza depois de alguns meses.

Realiza o tratamento primário do efluente, com eficiência de remoção de DBO entre 70 a 80% com tratamento biológico (VON SPERLIN *et al*, 1996 *apud* JUNIOR; MALHEIROS, 2005).

Por ser um sistema de fácil operação e baixo custo é bastante implantado. Tendo por desvantagem o acúmulo de lodo em seu fundo, tendo que ser retirado ao menos uma vez ao ano.

### **Filtro anaeróbio**

A NBR 13.969 de 1997 descreve filtro anaeróbio como sendo:

[...] um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microrganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. Este é utilizado mais como retenção dos sólidos.

Todo processo anaeróbio, é bastante afetado pela variação de temperatura do esgoto; sua aplicação deve ser feita de modo criterioso. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que as outras condições sejam satisfatórias. Os efluentes do filtro anaeróbio podem exalar odores e ter cor escura.”

### **Vala de infiltração**

De acordo com a FUNASA (2014), as valas de infiltração são escavadas no solo, próximo à superfície, não sendo impermeabilizadas, e são destinadas à disposição final do efluente tratado em tanque séptico/filtro biológico, e a mesma não pode ter contato com as pessoas e animais.

Utilizadas comumente quando o lençol freático é raso não sendo possível utilização de sumidouros. O tipo de solo e quantidade de pessoas na instalação predial é que definirá o tamanho e a forma das valas de infiltração a serem implantadas (FUNASA, 2014).

### **Procedimentos metodológicos**

Para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar o método que possibilitou chegar a essa produção. Define-se método como um caminho para se chegar a determinado fim. E “[...] método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento [...]” (GIL, 1999, p. 26).

O delineamento desta pesquisa foi constituído por um estudo de caso, que se designa como um estudo empírico que averigua um fenômeno atual dentro do seu contexto real, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são visivelmente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência (YIN, 2005).

Também foi utilizado método comparativo que consiste em investigar indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, com vistas a ressaltar as diferenças e similaridades entre eles (GIL, 1999).

Quanto à abordagem foi utilizado a quali-quantitativa. A abordagem quali-quantitativa explorara melhor as questões pouco estruturadas, os territórios ainda não

mapeados, os horizontes inexplorados, dificuldades que envolvem contextos e processos (ENSSLIN, VIANNA, 2008).

A pesquisa quali-quantitativa, como o próprio nome indica, representa a combinação das duas modalidades. Requer, portanto, o uso de recursos e de técnicas estatísticas, porém não abdica da interpretação dos fenômenos e da atribuição de significados aos dados (FILLOS *et al*, 2012, p.5).

Neste sentido a abordagem quali-quantitativa torna-se relevante para este estudo, pois o pesquisador procurara se aprofundar na compreensão do fenômeno e também utiliza da mensuração para a análise.

O estudo foi realizado em uma Madeireira no Município de Orleans, empresa que apresenta dificuldade quanto ao seu sistema de tratamento de esgoto. Entre os procedimentos de pesquisa, foi feita uma visita à empresa com a finalidade de analisar e propor um sistema de tratamento complementar ao sistema já implantado na empresa com a finalidade de este suprir as necessidades expostas. Durante esta visita além da observação, foi realizado um levantamento fotográfico para melhor compreensão do caso.

## **Resultados e discussão**

Ao realizar a visita na empresa pode-se perceber que a mesma já possui o sistema de tratamento tipo tanque séptico, construído de alvenaria com capacidade de 70.000 litros, mas o mesmo não estava atendendo as necessidades, pois o efluente ficava retido sem destinação final para o líquido, sendo que com uma contribuição de 3500L diários a mesma atinge sua capacidade máxima em média de 20 dias, tendo a empresa que fazer a retirada deste líquido com caminhão limpa fossa, o que gera gastos.

O tanque séptico nada mais é que um tanque enterrado, que recebe o esgoto. Ele retém a parte sólida e começa o processo de depuração do efluente, o qual é finalizado através da infiltração no solo (BRASIL, 2001).

Ainda segundo Brasil (2001) o uso do tanque séptico torna-se indispensável para a melhoria das condições de higiene das empresas de pequeno porte, até mesmo pelo baixo custo de instalação e do simples modo de manuseio.

Neste sentido a empresa no qual este estudo está sendo embasado, acreditou que o tanque séptico já iria atender as suas necessidades, no início até atendeu, mas com o tempo e com o aumento no número de funcionários perceberam que

precisavam fazer algum sistema que auxiliasse o tanque séptico já que este não estava suprindo as necessidades, como mostra as imagens abaixo:

**Figura 01** – Fossa implantada na empresa estudada.



Fonte: Autores, 2016.

**Figura 02** – Infiltração no solo.



Fonte: Autores, 2016.

Como mostra as imagens, apesar de todas as vantagens do tanque séptico a eficiência para remoção de matéria orgânica ainda é moderada, precisando de um pós-tratamento para obter um grau de remoção da matéria orgânica aceitável (ALTVATER et al., 2009).

E segundo Avila (2005, p.31):

O tratamento do esgoto pelo tanque séptico não apresenta alta eficiência, mas produz efluente de qualidade razoável, que pode ser encaminhado a um pós-tratamento complementar, de preferência aquele que remove matéria orgânica dissolvida.

Neste sentido fica claro que na empresa estudada, obter um sistema de tratamento como o tanque séptico de primeiro momento foi uma boa opção, mas, viu-se que precisa de algo que o auxilie na sua eficiência.

De acordo com Jordão e Pessoa (1995 *apud* AVILA, 2005), os processos mais competentes e econômicos de disposição do efluente líquido dos tanques sépticos são: lançamento em corpo d'água receptor, vala de infiltração, vala de filtração ou até mesmo filtro de areia. E para saber qual a melhor opção é necessário avaliar:

A escolha do processo depende de vários fatores: padrão de lançamento de efluentes segundo a resolução CONAMA 20 de 18/06/1986, legislação ambiental estadual, natureza, utilização e grau de permeabilidade do solo, profundidade do lençol freático, utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano, volume e taxa de renovação das águas de superfície (JORDÃO; PESSÔA, 1995 *apud* AVILA, 2005, p.32).

De acordo com FUNASA (2014), tanques sépticos devem ser construídos a uma distância de 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza. Na empresa observada vimos que o ponto de captação de água fica a 25 metros de distância da fossa séptica.

Sendo assim, ao analisarmos a situação, vimos que para solucionar e melhorar a condição que se encontra o tratamento de efluente da empresa, optamos por sugerir a implantação da vala de infiltração como melhor alternativa no momento.

Esse sistema é composto por canalizações assentado a uma profundidade racionalmente fixada, em um solo cujas características aceitem a absorção do esgoto efluente da fossa séptica ligada ao sistema (PPEA, 2008).

A percolação do líquido por meio do solo deixará a mineralização dos esgotos, " [...] antes que o mesmo se transforme em fonte de contaminação das águas subterrâneas e de superfície que se deseja proteger. As tubulações podem ser de manilhas de grés cerâmicas, com juntas abertas, tubos porosos ou tubulações de PVC para drenagem" (PPEA, 2008, p.35).

Contudo, para garantir que o efluente saia desinfectado, sugerimos colocar um tanque de contato (cloração) antes da vala, é indispensável para que esses efluentes ao serem despejados no solo não contaminem a água.

O tanque de contato (cloração) serve para que destruam os organismos patogênicos que podem provocar doenças. Para efetuar a desinfecção de águas de abastecimento utiliza-se de um agente físico ou químico (desinfetante), o cloro, e por isso o termo desinfecção é comumente substituído por cloração (SAAE, 2006).

Como a ETE da empresa examinada está instalada em um local onde o lençol freático é próximo à superfície (aproximadamente a 2m em comparação ao poço de

captação de água) e tem capacidade de receber os efluentes, as valas de infiltração vão fazer o trabalho de distribuição do efluente para infiltração no solo.

A seguir discorreremos dos cálculos efetuados para confirmarmos que a vala de infiltração juntamente com o tanque de contato neste estudo foram as melhores alternativas para sanar o problema. Cálculos sobre as dimensões tanto, do tanque séptico, quanto do tanque de contato, e também para sabermos quantas valas de infiltração será necessário na empresa estudada.

### Cálculo volume tanque séptico

Os cálculos a seguir foram embasados pelo livro Tratamento Biológico de Águas Residuárias (NUNES, 2011, p.78).

$$V = 1000 + N x (C x Td + K x L_f)$$

Onde:

V é o volume útil em litros;

N é o número de contribuintes;

C é a contribuição de esgoto em litros por pessoa ao dia;

T é o período de detenção em dias;

K é a taxa de acumulação de lodo em dias;

L<sub>f</sub> é a contribuição de lodo fresco em litros por pessoa ao dia.

$$V = 1000 + 50 x (70 x 0,83 + 65 x 0,3)$$

$$V = 1000 + 50 x (58,10 + 19,5)$$

$$V = 1000 + 50 x (77,60)$$

$$V = 1000 + 3880$$

$$V = 4.880 \text{ litros}$$

$$V = 4,88 \text{ m}^3$$

### Dimensões do tanque séptico

Os cálculos a seguir foram embasados pelo livro Tratamento Biológico de Águas Residuárias (NUNES, 2011, p.78).

$$V = L x B x H$$

Onde:

H é a profundidade útil adotada: 1,80m  
adotar L = 2B

$$4,88 = 2B^2 x 1,80$$

$$4,88 = 3,6B^2$$

$$B^2 = \frac{4,88}{3,6}$$

$$B = 1,16m$$

$$L = 2 x 1,16$$

$$L = 2,32m$$

Dimensões do tanque: 2,32 x 1,16 x 1,80m.

A empresa possui instalada em seu parque fabril uma fossa séptica com capacidade de 70.000 litros (dimensões 10x3,20x2,20m), o que está acima do necessário, porém como o líquido fica retido, sem uma continuidade de tratamento. De acordo com a contribuição diária de 3.500L, a limpeza tem que ser feita a cada 20 dias. Em conversa com o proprietário este nos informou que a limpeza é realizada a cada 40 a 60 dias (devido a infiltração no solo causada pela má impermeabilização das paredes).

### **Cálculo tanque de contato (cloração)**

#### *Volume do tanque (v)*

Os cálculos a seguir foram embasados pelo livro Tratamento Biológico de Águas Residuárias (NUNES, 2011, p.78).

$$Q = N \times C$$

Onde:

Q é a vazão de pico do esgoto em m<sup>3</sup>/dia;

N é o número de contribuintes;

C é a contribuição de esgoto em litros por pessoa ao dia.

$$Q = 50 \times 70$$

$$Q = 3.500 \text{ L/dia}$$

$$V = Q \times t$$

Onde:

Q é a vazão do esgoto em m<sup>3</sup>/dia ;

t é o tempo de detenção igual a 30 min. = 0,02 dia.

$$V = 3,5 \times 0,02$$

$$V = 0,07 \text{ m}^3$$

### **Dimensões do tanque**

Adotando L = 2B e profundidade H = 0,55m, de acordo com Nunes, 2011.

$$V = L \times B \times H$$

$$0,07 = 2B^2 \times 0,55$$

$$0,07 = B^2 \times 1,10$$

$$B^2 = \frac{0,07}{1,10}$$

$$B^2 = \frac{0,07}{1,10}$$

$$B = 0,30\text{m}$$

$$L = 2 \times 0,30$$

$$L = 0,60\text{m}$$

Dimensões do tanque: 0,30m x 0,60m x 0,55m.

### Quantidade de hipoclorito

$$q = \frac{Q(L/d) \times D(mg/L)}{C(\%) \times 10}$$

Onde:

q é a quantidade de hipoclorito em g/dia;

D é a dosagem de de hipoclorito em mg/L;

C é a concentração do hipoclorito utilizado em %.

$$q = \frac{3500(L/d) \times 9(mg/L)}{12(\%) \times 10}$$

$$q = \frac{31500}{120}$$

$$q = 262,5 \text{ g/d}$$

### Cálculo dimensionamento de vala de infiltração

Os cálculos a seguir foram embasados pelo livro Tratamento Biológico de Águas Residuárias (NUNES, 2011, p.78).

### Área de infiltração

$$A = \frac{Q}{C_i}$$

Onde:

Q é a vazã do esgoto em m<sup>3</sup>/dia;

C<sub>i</sub> é o coeficiente de infiltração no solo.

$$A = \frac{3500}{80}$$

$$A = 44 \text{ m}^2$$

Adotando a largura do fundo  $b = 0,40\text{m}$  e largura das superfícies laterais inclinadas  $h = 0,30\text{m}$ , de acordo com Nunes, 2011. Como mostra a Figura 3.

$$x = 2h + b$$

$$x = 2 \times 0,30 + 0,40$$

$$x = 1,00\text{m}$$

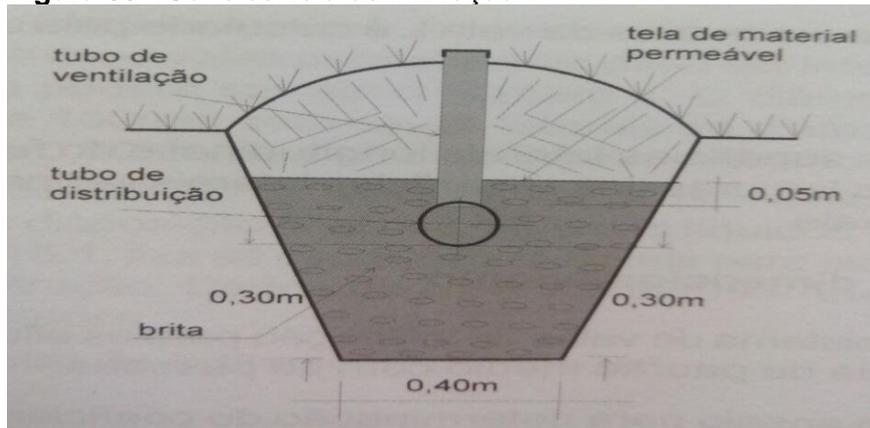
$$L = \frac{A}{x}$$

$$L = \frac{44}{1}$$

$$L = 44\text{m}$$

Será proposto adotar duas valas de 22m de extensão, largura do fundo (b) igual a 0,40m e largura das laterais (h) iguais a 0,30m.

**Figura 03** - Corte da vala de infiltração.



Fonte: Nunes, 2011.

Após análise e os cálculos vimos que o sistema de infiltração de efluentes oriundos do reator anaeróbio fossa séptica da empresa estudada, deve contar com 2 valas de infiltração.

### Considerações finais

Sabendo o que são despejos provenientes das atividades humanas e que se não tiverem um bom tratamento, causam danos ambientais. O tratamento dos efluentes líquidos domésticos é muito importante para a preservação do meio ambiente. Se não tiverem o devido tratamento, pode contaminar o solo e recursos hídricos, tanto pelo excesso de sedimentos como por micro-organismos que podem causar a veiculação de doenças.

Neste sentido, analisando a ETE da empresa, vimos que o sistema que estão utilizando, o tanque séptico, não está atendendo as necessidades, fazendo com que ocorra gastos desnecessários com a limpeza periódica da mesma. Causando assim danos ao meio ambiente pela infiltração do líquido no solo, causada por falta de impermeabilização adequada nas paredes do tanque séptico.

E para solucionar o problema da ETE da empresa, depois de avaliarmos e calcularmos, propomos então, que a instalação de um tanque de contato para desinfecção juntamente com as valas de infiltração será a melhor alternativa para a disposição final do efluente da fossa séptica.

Como pesquisadores, o resultado desta pesquisa foi satisfatório, pois podemos apresentar soluções a ETE da empresa estudada, e dentre as sugestões feitas propor a que melhor se adequa tanto as condições financeiras quanto de disponibilidade de espaço. O tanque de cloração e vala de infiltração assim como a fossa séptica são de

fácil operação e manutenção, dando a oportunidade de a empresa estar atendendo as legislações e contribuindo com o meio ambiente, evitando sua degradação e contaminação.

A pesquisa contribuiu para ampliar o conhecimento acerca de uma temática complexa, como um sistema que auxilie no tratamento de efluentes líquidos domésticos.

Após a implantação dos sistemas auxiliares de tratamento, sugere-se a análise periódica do efluente que sairá do tanque de cloração, para se ter certeza de que sua qualidade está de acordo para ser distribuído no solo através das valas de infiltração.

## Referências

ALENCAR PINTO, Karla Gomes de. CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV REGIÃO (SP) **Tratamento de efluentes industriais e domésticos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. São Paulo, 28/08 - Campinas, 29/08/2009

ALTVATER, P. K.; SANTOS, D. C.; MANNICH, M. Sistema biológico alternativo para pós tratamento de esgoto. **Revista DAE**, n. 181, p. 23-32, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ÁVILA, Renata Oliveira de. **Avaliação Do Desempenho De Sistemas Tanque Séptico-Filtro Anaeróbio Com Diferentes Tipos De Meio Suporte**. Rio De Janeiro, Rj - Brasil Fevereiro de 2005.

BORGES, Msc. Marisa Soares. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - **Curso Técnico De Petróleo Tratamento De Água E Efluentes Industriais**, S/A.

BRASIL. EMBRAPA. **Fossa Séptica Biodigestora**. São Carlos, 2001.

DIAS, Isabel Cristina Lopes. ANDRADE, José Ronilmar. ALMEIDA, Rosângela Borges. CARVALHO, Conceição de Maria. **Tratamento De Efluentes Domésticos: Alternativas Técnicas E Educacionais Para Melhor Uso Da Água**. 2012. Educação Ambiental em Ação. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1339>>. Acesso em: 27 de setembro de 2016.

ENSSLIN, Leonardo. VIANNA, William Barbosa. **O Design Na Pesquisa Quali-Quantitativa Em Engenharia De Produção –Questões Epistemológicas**.

Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis –SC –Brasil - ISSN 1676 - 1901 / Vol. 8/ Num. 1/ março de 2008.

FILLOS, Leoni Malinoski. BEDNARCHUK, Joanice Zuber. ZEN, Priscila Dombrovski. NADAL, Karla. BURAK, Dionísio. **Uma Discussão Sobre Os Aspectos Metodológicos Das Investigações Em Modelagem Matemática Do Xi Eprem.** 2012.

FUNASA, Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares** - Funasa / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 44 p.

GANCHIS, Marcelo Pestana e Diógenes. **Apostila de Tratamento de Efluentes. Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/BA.** 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e controle de efluentes industriais.** 2004. 81 p. Apostila (Efluentes Industriais). Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente.

GUIMARÃES, e Lia Buarque de Macedo *et al.* **Métodos De Tratamento De Esgotos Domésticos: Uma Revisão Sistemática.** REA – Revista de estudos ambientais (Online) v.16, n. 2, p.20-36, jul./dez. 2014 ISSN 1983 1501.

JORDÃO, Eduardo P.; PESSÔA, Constantino A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

JUNIOR, Arlindo Philippi; MALHEIROS, Tadeu Fabricio. Águas Residuárias: Visão de Saúde Pública e Ambiental. In: JUNIOR, Arlindo Philippi. **Saneamento, Saúde E Ambiente.** Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 2 ed. São Paulo: Manole, 2005. Pg 181-219.

NUNES, José Alves. **Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** 2. ed. – Aracaju: Gráfica Editora J. Andrade. 2011.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário: coleta, transporte e reuso agrícola/ coordenação Ariovaldo Nuvolari.** 2.ed. Ver. Atualizada e ampl. – São Paulo: Blucher, 2011.

PPEA, Projeto Permanente de Educação Ambiental. **Sumidouros E Valas De Infiltração.** 2008

**QUANTIFICATION OF DOMESTIC SEWAGE PRODUCED ON A RURAL AREA (CINTURÃO VERDE, ILHA SOLTEIRA-SP).** Marina Munhoz Rosato\*; Maurício Augusto Leite; Mariana Regina Durigan; Renato A. Momesso Franco; Fernando Braz Tangerino Hernandez. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Campus de Ilha

Solteira - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - Agronomia.  
\*marinamrosato@ig.com.br, Bolsista PROEX. 2009

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Sistemas de Tratamento de Água**.  
Aracruz, 2006. p.10. Disponível em:  
<[http://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento\\_de\\_Agua.pdf](http://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf)>. Acesso em:  
23 de agosto de 2016.

SOUZA, Jeanette Beber de. VIDAL, Carlos M. de S. CAVALLINI, Grasielle S.  
QUARTAROLI, Larissa. MARCON, Lucas R. C. **Avaliação do emprego da  
radiação ultravioleta na desinfecção de esgoto sanitário**. Semina: Ciências  
Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 33, n. 2, p. 117-126, jul./dez. 2012

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de  
esgotos**. Marcos Von Sperling. - 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia  
Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre:  
Bookman, 2005.

## SITUAÇÃO ATUAL DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM CANTEIROS DE OBRAS, NO MUNICÍPIO DE ORLEANS-SC, PARA SUGESTÃO DE MELHORIAS DE ACORDO COM O CONAMA 307.

Danielly Pereira Borges<sup>1</sup>; Márcia Raquel Ronconi de Souza<sup>2</sup>; Cláudio da Silva<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Engenheira Civil. E-mail: dani.borges1@hotmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Civil. UNIBAVE. E-mail: marciarronconi@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Civil. UNIBAVE. E-mail: dinhoeng@hotmail.com

**Resumo:** A construção civil é uma das mais importantes atividades econômicas do país. Este setor é responsável pelo alto consumo de recursos naturais e grande geradora de impactos ambientais, apresentando na maioria dos casos, inexistência de gestão eficaz para os resíduos gerados. A Resolução CONAMA nº 307/02, exige especificações quanto ao correto gerenciamento dos resíduos de construção civil. Este estudo objetiva, identificar as práticas atuais empregadas em três obras civis no município de Orleans – SC, quanto ao gerenciamento de seus resíduos dentro dos canteiros de obras, e analisar com a Resolução CONAMA nº 307/02. A metodologia utilizada foi bibliográfica e estudo de caso, com aplicação de questionários e visitas *in loco*. A partir dos resultados obtidos com a pesquisa verificou-se várias deficiências quando ao correto gerenciamento dos resíduos, podendo sugerir melhorias de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02 para o adequado gerenciamento.

**Palavras-chave:** Resíduos de Construção Civil. Resolução CONAMA nº307/02. Gestão de Resíduos da Construção Civil.

### Introdução

Nosso atual modelo de desenvolvimento, está associado a ideia de que o planeta possui fontes inesgotáveis de recursos naturais e que pode assimilar os resíduos indefinidamente, sendo a construção civil responsável por um alto consumo de recursos naturais. Porém, esta forma de exploração dos recursos naturais com a geração de resíduos e sua disposição muitas vezes irregular, está ocasionando graves problemas ambientais e econômicos ao país.

Tendo como os principais impactos associados à má gestão dos resíduos de construção civil: o consumo de novos recursos naturais em vez do reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos, o desperdício, que geralmente está associada a ausência de planejamento, deficiência no processo de capacitação da equipe executora, mau aproveitamento dos materiais, etc. E também a ausência de local adequado para

**resíduos perigosos que acabam gerando a contaminação de solo e águas subterrâneas. (NAGALLI, 2014).**

A organização no canteiro de obra tem a vantagem de evitar desperdício na utilização e na aquisição de novos materiais para substituição, visto que materiais espalhados podem ser descartados como resíduos. Nesse processo de organização, é muito importante treinamento dos funcionários, tornando-os conhecedores da maneira correta de segregação, a classificação dos resíduos e a importância ambiental que isso representa. Para isso, a comunicação visual na obra é de extrema importância, pois irá alertar e sinalizar às pessoas os locais de armazenamento para cada resíduo, lembrando sempre a necessidade da separação correta de cada um dos resíduos gerados (CREA-PR, 2009).

Percebendo - se a necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, formulou a Resolução 307/02, que responsabiliza os geradores de resíduos do processo de novas construções, como também de reformas, reparos e demolições de estruturas e rodovias, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos, por sua destinação final. Além disso, estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. (BRASIL, 2002).

**Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo identificar as práticas atuais empregadas em três obras civis de diferentes empresas do município de Orleans-SC, quanto ao gerenciamento de seus resíduos, e analisar através da Resolução CONAMA 307/02, se as mesmas estão adequadas. Podendo sugerir melhorias conforme recomenda a referida resolução.**

### **Procedimentos Metodológicos**

Este tipo de pesquisa trata-se de uma abordagem qualitativa, pois há uma relação entre o mundo real e não pode ser traduzido em números, tendo a interpretação dos fenômenos e sem uso de métodos e técnicas estatísticas, onde o instrumento chave é o pesquisador e a fonte direta para coleta de dados é o ambiente natural (OTANI; FIALHO, 2011).

É uma pesquisa aplicada, tendo como objetivo a solução de um problema específico, envolvendo verdades e interesses locais. Tendo também pesquisa

exploratória, onde proporciona entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e assumindo em geral pesquisas bibliográficas e estudo de caso (PEREIRA, 2012).

Onde a pesquisa bibliográfica, utiliza dados de fontes secundarias, como materiais publicados, teses, legislações, revistas. E o estudo de caso caracteriza-se por um estudo de caso específico, permitindo um amplo e detalhado conhecimento do fato estudado, através do processo analisado (OTANI; FIALHO, 2011).

Este estudo foi realizado a partir da identificação e análise do sistema de gestão de resíduos de construção civil empregado em três obras civis localizadas no município de Orleans-SC, com o propósito de sugerir melhorias em sua gestão baseada nas orientações da Resolução Conama 307.

As obras escolhidas são duas edificações verticais e uma residência unifamiliar, todas de construtoras com sede neste município, devidamente inscritas e registradas na junta comercial.

**As etapas realizadas neste trabalho iniciaram com a revisão bibliográfica e o estudo de caso, possibilitando o levantamento das deficiências decorrentes da atividade e identificação de propostas de melhorias técnicas, no que diz respeito a gestão de resíduos de construção civil, visando um enquadramento quanto ao que diz a Resolução Conama 307.**

### **Área de estudo**

O município de Orleans é localizado ao sul do Estado de Santa Catarina e pertencente à Microrregião da Região Carbonífera e da Associação dos Municípios da Região Carbonífera – AMREC, tendo como limites territoriais ao norte; os municípios de Grão Pará e Urubici; ao sul, Lauro Muller, Pedras Grandes e Urussanga; a leste as cidades de Braço do Norte, São Ludgero e Tubarão e a oeste o município de Bom Jardim da Serra. A Figura 01, mostra a localização da cidade de Orleans.

**Figura 01-** Localização da cidade de Orleans.



Fonte: IBGE, (2015).

O município possui uma área de 550 km<sup>2</sup> de acordo com dados do censo realizado pelo IBGE a população de Orleans em 2015, estimada é de 22.449 habitantes.

**A pesquisa bibliográfica foi realizada em estudos de vários autores compreendendo legislações, entre elas a Resolução Conama 307, trabalhos, teses, artigos e dissertações voltadas para o conceito e aplicação de gestão de resíduos de construção civil, contribuindo fundamentalmente em propostas de melhorias na aplicação da gestão nas três obras estudadas.** A partir da análise na Resolução CONAMA 307, foi possível identificar as medidas voltadas ao gerenciamento de resíduos.

**A análise realizada no sistema de gestão das três obras, contou com visitas in loco e aplicação de questionário com perguntas abertas e fechadas.** As perguntas foram formuladas considerando as recomendações contidas no texto da Resolução do CONAMA 307, para identificar as práticas de disposição e gestão de resíduos da construção civil, avaliar o grau de conhecimento que os trabalhadores, supervisores, mestres de obras possuem em relação aos RCD, para que com os resultados encontrados se pudessem propor melhorias de acordo com a referida resolução.

## **Resultados e Discussão**

**A partir de visitas in loco e aplicação de questionários com os envolvidos foi possível fazer uma análise da atual gestão de resíduos sólidos praticada em três obras no município de Orleans, SC.**

**A análise da Resolução CONAMA, 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, possibilitou o levantamento das deficiências decorrentes da disposição dos resíduos e a identificação de propostas de melhorias técnicas, visando a minimização dos impactos ambientais e, conseqüente a redução de custos.**

De acordo, o artigo 4º da Resolução nº CONAMA 307/02 os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração, secundariamente a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

Os resíduos não poderão ser dispostos em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’ água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei, desde 2004.

De acordo com o artigo 10 da Resolução CONAMA nº 307/02, os resíduos da construção deverão ser destinados das seguintes formas: I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas; IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

### ***Aplicação do questionário***

O questionário foi aplicado no dia 17 de julho de 2016 com os funcionários responsáveis pelas três obras. A estrutura do questionário, bem como as perguntas aplicadas encontram-se no Quadro 1.

**Quadro1** - Questionário aplicado aos Engenheiros responsáveis por obras de Construção Civil na Cidade de Orleans – SC.

QUESTIONÁRIO		PERGUNTA FECHADA	PERGUNTA ABERTA
1	Você conhece o CONAMA 307, e suas diretrizes?	X	
2	Existe separação de resíduos (RCC) no canteiro de obra?	X	
3	Sua empresa já desenvolveu alguma regra ou norma pra gestão dos resíduos? Qual?		X
4	Existe alguma orientação por parte da empresa para minimização da quantidade de resíduos gerados nas obras?	X	
5	Você já recebeu alguma orientação da empresa sobre a disposição correta de resíduos de construção civil? Que tipo?		X
6	Você acha importante a aplicação de diretrizes para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais?	X	
7	Sua empresa já recebeu alguma notificação com relação aos resíduos (RCC)?	X	
8	Você considera a empresa geradora de resíduos, responsável por seus resíduos?	X	
9	Em sua opinião deveria haver fiscalização da gestão e destinação correta dos resíduos da construção civil e aplicação de multas quando não cumprida suas diretrizes?	X	
10	Você tem conhecimento de algum local no município que receba resíduos de construção civil recicláveis? Onde ou Qual?		X
11	Sua empresa destinou ou destina resíduos para centrais de triagem e reciclagem? Para onde sua empresa destina os resíduos gerados?		X
12	Como é destinado os resíduos Classe C (resíduos que não possuem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam reciclagem ou recuperação) e D (tintas, solventes, óleos)?		X
13	Você acha possível a efetiva aplicação de uma gestão para os resíduos da construção civil para minimização dos impactos ambientais, como é solicitado no CONAMA 307.		X
14	Existe algum controle de desperdício de materiais dentro da sua empresa? Se sim, de que forma isso é feito?		X
15	Como é destinado os resíduos Classe A (bloco cerâmico, bloco concreto, telha, concreto, solo)?		X
16	Como é destinado os resíduos Classe B (plásticos, metais, papéis, vidros, madeiras e gesso) ?		X

Fonte: O Autor (2016).

A partir dos resultados do questionário aplicado nas três obras analisadas, obtiveram-se as seguintes informações:

Dos três responsáveis pelas respectivas obras dois afirmaram que conhecem a Resolução CONAMA nº 307/02, e um afirmou que não. Com relação à separação dos resíduos todas as obras afirmaram que separam seus resíduos.

Quando questionado sobre gestão na separação dos resíduos na obra 1, a resposta foi que os materiais tais como: madeira, papelão, plástico e latas de tinta são separados. Já na obra 2, foi informado que é realizado um aproveitamento do que possui viabilidade econômica. Na obra 3, não há nada estabelecido neste sentido.

Nas três obras, foi afirmado que há intenção de minimizar a quantidade de resíduos gerados.

Quanto a orientações sobre a disposição correta dos resíduos de construção civil, na obra 1, foi respondido que os mesmos são separados por classe, tais como A, B, C e D. Na obra 2, também existe orientações quanto a correta disposição, e na obra 3 nunca foi recebido orientação.

Em todas as obras os técnicos acham importante aplicar gestão dos resíduos gerados, com intuito de minimizar os impactos ambientais.

Foi informado também que nas três obras, nunca houve notificação com relação à disposição inadequada dos resíduos, porém as três empresas entendem que são responsáveis pelos seus resíduos gerados.

Todos os técnicos entendem também que deveria haver fiscalização quanto à correta gestão dos resíduos de construção civil.

Todos informaram que no município existe um local para disposição final dos resíduos de construção civil e informaram ainda que os resíduos não são separados e reciclados no canteiro de obras.

Com relação aos resíduos classe C e D, as obras 1 e 2 informaram que devolvem esses resíduos aos fabricantes, já a obra 3, informou que esses resíduos são misturados com os demais em caçamba de entulho. Porém em todas as obras, foi afirmado que é importante que se faça uma gestão mais adequada dos resíduos de construção civil.

No item que questiona sobre o desperdício dos materiais, a obra 1 comunicou que faz um controle mais específico na ferragem visando diminuir o custo com estes materiais, a obra 2 afirma que realiza um levantamento detalhado na compra dos materiais e também a obra 3, realiza um levantamento criterioso na compra dos materiais.

Com relação à destinação dos resíduos, classe A em todas as obras os mesmos são utilizados como aterro.

E os resíduos classe B, segundo a obra 1, são separados individualmente para destinação, o papelão é entregue para os catadores. A madeira é entregue para as empresas que precisam usar na queima de fornos, caldeiras, etc. O ferro é aproveitado para grampo, para travar as caixarias e as sobras de vidro são devolvidos ao fornecedor.

A obra 2 destina plásticos, papeis, vidros e o gesso em caçambas estacionárias de entulho. Os metais são vendidos e a madeira doada para os catadores. E na obra 3, tudo é misturado juntamente nas caçambas estacionárias de entulho.

### ***Sugestões de melhorias de acordo com Resolução CONAMA nº 307/02***

A partir da análise detalhada da Resolução CONAMA nº 307/02, foram identificadas oportunidades para sugestão de melhorias quanto à gestão dos resíduos de construção civil nas três obras estudadas.

As três obras identificadas para elaboração deste trabalho foram classificadas como: obra 1, obra 2 e obra 3.

#### *Obra 1*

Residência unifamiliar com área construída de 74,55m<sup>2</sup> e *pilots* com área de 70,29m<sup>2</sup> totalizando uma área de 144,84m<sup>2</sup>. Aproximadamente 5 funcionários atuaram no canteiro de obras.

De acordo com as informações obtidas no questionário aplicado e a visualização *in loco*, pode-se perceber que alguns dos resíduos são depositados no canteiro de maneira separada, porém no momento transporte para a destinação final os mesmos, são misturados. A figura 2A, ilustra aspectos da disposição de resíduos classe D – resíduos perigosos e a figura 2B, ilustra os resíduos de madeira acondicionados sem identificação.

**Figura 2**—Disposição de resíduos no canteiro da obra 1.



Fonte: O Autor (2016).

De acordo com o artigo 9º da Resolução CONAMA nº 307/02 os resíduos devem ser acondicionados até a etapa do transporte garantindo as condições de reutilização e de reciclagem. Percebe – se também que os resíduos apresentados na figura 2A, resíduos considerados perigosos estão dispostos diretamente no chão, sendo que suas propriedades químicas são prejudiciais ao contato com solo.

A sugestão de melhoria, é que esses resíduos devem ser separados e, identificados pelo gerador no canteiro de obras de forma a garantir a sua reutilização e reciclagem, e que principalmente para os resíduos perigosos tenha um lugar com coberturas e piso em blocos estruturais, mantendo um distanciamento do solo. A figura 3, mostra um modelo de como pode-se realizar o acondicionamento correto de alguns resíduos.

**Figura 3-** Acondicionamento de resíduos com identificação.



Fonte: Premiun Engenharia Inteligente (2012).

A empresa correspondente da obra 1, afirma que seus resíduos apresentam destinos diversos, porém todos são descartados com base nas tecnologias disponíveis no mercado para o seu reaproveitamento e reciclagem. Os resíduos que apresentam estas características são doados ou comercializados, os demais, são dispostos em caçambas estacionárias, e o destino final fica sob responsabilidade da empresa proprietária das caçambas.

De acordo com a recomendação da Resolução CONAMA nº 307/02 o gerador é responsável pela destinação final dos resíduos gerados, cabe a este solicitar a licença ambiental de transporte e descarte final desses resíduos.

#### Obra 2

**Edificação multifamiliar com área construída de 4.335,13m<sup>2</sup>. A obra é composta no pavimento térreo por 2 subsolo de garagem, 4 pavimentos comercial, e o restante da edificação é constituído por uma torre com 5 pavimentos residencial, totalizando 11 andares e tendo aproximadamente 12 funcionários atuando no canteiro de obras.**

De acordo com a visita *in loco* da obra 2, e informações obtidas através de questionário, foi possível verificar o acondicionamento dos resíduos no canteiro de obras. Os resíduos de madeira são acondicionados sem identificação como mostra a figura 4.

**Figura 4**—Disposição de resíduos de madeira.



Fonte: O Autor, (2016).

De acordo com artigo 9º da Resolução CONAMA nº 307/02, o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos. Da mesma forma como sugerido na obra 1, esses

resíduos devem ser identificados no canteiro de obra, para sua reciclagem ou reutilização, evitando desperdícios na obra.

Já com as informações obtidas no questionário a empresa responsável pela obra 2, afirma que seus resíduos Classe B, apresentam vários destinos no descarte, para seu reaproveitamento e reciclagem, e que os resíduos ilustrados na figura 4, são doados para catadores, sendo responsabilidade dos mesmos a destinação final.

### Obra 3

**Edificação multifamiliar com área construída de 5.000,0 m<sup>2</sup>. A obra é composta no pavimento térreo por 2 pavimentos de garagem, 2 pavimento comercial, e o restante da edificação é constituído por uma torre com 9 pavimentos residenciais, sendo que 2 pavimentos são cobertura, totalizando 12 andares e tendo aproximadamente 10 funcionários atuando no canteiro de obras.**

A partir das informações obtidas no questionário aplicado na obra 3 o responsável afirmou que todos os resíduos são misturados na caçamba de entulho, porém a partir de visualização *in loco*, pode-se perceber que alguns resíduos são depositados de maneira separada porém sem identificação.

Para melhorar e manter a separação dos resíduos na obra, sugere-se que seja realizado palestras com todos os funcionários da empresa e também da empresa de coleta e destinação final com exposição dos problemas ambientais decorrentes da disposição inadequada desses resíduos.

A figura 5 ilustra os resíduos classe B – resíduos recicláveis para outras destinações.

**Figura 5** - Resíduos classe B no canteiro da obra 3.



Fonte: O Autor, (2016).

Já a figura 6 ilustra a disposição de resíduos classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, que na obra 3 estão sendo reutilizáveis como aterro.

**Figura 6** – Reutilização de resíduos classe A no canteiro da obra 3.



Fonte: O Autor, (2016).

De acordo com artigo 3º da Resolução CONAMA 307/02 os materiais compostos por componentes cerâmicos, argamassa, concreto, produzidos nos canteiros de obras, constituem nos resíduos Classe A, em relação suas propriedades químicas, não causam danos diretos ao solo e água. Considerando estes tipos de observação sugere-se que este material seja reutilizado na própria obra como aterro. Porém quando em grande volume, terá que ter disponíveis áreas de aterro de construção civil para disposição destes resíduos para permitir a sua utilização ou reciclagem futura como consta no artigo 10º da referida Resolução.

Cabe ressaltar ainda que para utilização dos resíduos Classe A como aterro a empresa deverá solicitar uma autorização/licença do órgão de fiscalização ambiental.

### **Considerações Finais**

A realização dos questionários possibilitou verificar como é feita a gestão de resíduos, principalmente a disposição, separação, transporte nas três obras.

Em duas obras os responsáveis afirmaram que conhecem a Resolução CONAMA nº 307/02, e um afirmou que não.

Nesse sentido percebe-se que um sistema de gestão de resíduos fica comprometido pela falta de informação quanto ao correto gerenciamento, diante da falta de conhecimento da legislação.

Com relação à redução na geração dos resíduos na obra, os funcionários afirmam que fazem um criterioso levantamento dos materiais de construção necessários na obra.

No que diz respeito ao reaproveitamento de resíduos, observou-se, através de relatos dos envolvidos, bem como verificação *in loco*, nas três obras foram adotadas algumas práticas.

Outra questão observada com o questionário é a separação dos resíduos na obra e sua correta disposição final estas duas questões são dissociadas, uma vez que os resíduos são separados dentro da obra e misturados na disposição final.

Pode-se visualizar por ocasião das visitas que há falta de identificação e sinalização, do local de armazenamento temporário dos resíduos. Para o correto armazenamento podem ser usados dispositivos como: baias, bag, bombonas, conforme sugerido pelo SINDUSCON-SP.

Sugere-se também que seja realizado palestras com todos os funcionários da empresa quanto à correta separação e destinação final destes resíduos e também da empresa de coleta e destinação final com exposição dos problemas ambientais causados da disposição inadequada desses resíduos, pois é interessante frisar a importância das áreas licenciadas para receber os resíduos de construção civil de grandes geradores.

Em Orleans-SC a empresa responsável por recolher as caçambas estacionárias onde fica parte destes resíduos, afirma que tem um aterro próprio, com licença ambiental de operação em dia, onde os resíduos são armazenados e separados conforme sua classificação em local coberto para ser encaminhado ao destino adequado.

Porém a licença ambiental de transporte e descarte final desses resíduos não é solicitada pela construtora geradora, onde de acordo com a recomendação da Resolução CONAMA nº 307/02, cabe ao gerador responsável solicitar essas informações.

Em comunicação com a FAMOR – Fundação Municipal Ambiental de Orleans-SC, obtivemos informações de que tanto os resíduos de construção civil e outros tipos de resíduos, são de responsabilidade do proprietário, pois caso tenha algum tipo de denúncia sobre alguma irregularidade a FAMOR entra em contato com proprietário para ir até o local e informar qual a destinação correta, mas multas por irregularidade ainda não são geradas por não ter um fiscal ambiental na constituição.

Esta pesquisa resultou em propostas para melhorias quanto ao gerenciamento de resíduos de construção civil nos canteiros de obras, e pode servir de referência para auxiliar empresários e profissionais quanto a formas mais adequadas ao gerenciamento de resíduos em seus empreendimentos.

Tendo por fim, mais uma iniciativa para melhoria de qualidade ambiental, neste ramo tão importante da sociedade, servindo como instrumento para preservação dos recursos naturais, menos impactos ambientais e de um modo geral, a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

## Referências

BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002.** Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, 2002.

CREA-PR. Conselho Regional de Engenheiro, Arquitetura e Agronomia do Paraná. **Guia para elaboração de Projeto de Resíduos da Construção Civil.** Rosimeire Suzuki Lima, Ruy Reynaldo Rosa Lima (Autores). Curitiba: CREA/PR, 2009. (Publicação CREA-PR). 58p. Disponível em: <[http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos\\_web2012.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf)> Acesso em: 08 de ago. de 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2015. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=421170>>. Acesso em: 28 abril. 2016.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 176p.

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **TCC: Métodos e Técnicas.** 2 ed. Florianópolis: Visual Books, 2011. 160p.

PEREIRA, José Matias. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012. 196p.

PREMIUN ENGENHARIA INTELIGENTE. **Sustentabilidade.** [s.d], 2012. Disponível em :<<http://www.premium.com.br/veja-mais/sustentabilidade/>>. Acesso em 16 ago. de 2016.

## **SOUNDIFY: PROTÓTIPO DE BIBLIOTECA PARA TRANSMISSÃO DE DADOS ATRAVÉS DE ONDAS SONORAS**

**Raphael Fuchter<sup>1</sup>; Marcelo de Moraes Schambeck<sup>1</sup>Nacim Miguel Francisco  
Júnior<sup>1</sup>Arlei Corrêa Zomer<sup>1</sup>Johnny Pereira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Curso de Sistemas de Informação. Centro Universitário Barriga Verde.rf17@outlook.com.br

**Resumo:** O objetivo deste estudo é o desenvolvimento de um protótipo de uma biblioteca para a transmissão de dados através de ondas sonoras. Esse protótipo de biblioteca, especificamente, faz a transformação e a transmissão de determinada informação em ondas sonoras na aplicação que ela estiver implementada e também faz a recepção destas mesmas informações transmitidas. Ele será desenvolvido para a plataforma Android e na linguagem de programação Java, utilizando normas e padrões da linguagem e da plataforma. A inovação que esta tecnologia propõe, é que ao contrário de todas as outras tecnologias de transmissão, não necessita de internet ou outro hardware especial, pois ela necessita apenas de alto-falantes e microfones. O artigo envolverá vários tópicos como tecnologias no geral, transmissão e reconhecimento de som e principalmente em quais aplicações ele poderá ser utilizado.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Transmissão. Biblioteca. Ondas Sonoras.

### **Introdução**

Conforme Aquino (2005), a evolução da tecnologia nas últimas décadas modificou e ainda está modificando profundamente as relações entre as pessoas, tanto no âmbito pessoal, quanto no profissional. Depois da revolução provocada pela Internet, uma nova onda de mudanças está surgindo, sintetizada na possibilidade de uma comunicação total sem fio, evoluindo e melhorando conceitos como conectividade e mobilidade, criando novos hábitos, relações e formas de trabalho.

A tecnologia de transmissão de dados por ondas sonoras utiliza como o próprio nome já diz, ondas sonoras para a troca de informações entre dispositivos próximos um do outro. Na prática, esta tecnologia é capaz de fazer com que um dispositivo se comunique com o outro de forma simples, rápida e segura, utilizando meramente um microfone e um alto-falante, componentes que hoje encontramos em praticamente todos os Smartphones. Nesta comunicação, o som não é somente o meio de transmissão, mas o dado em si.

Exemplos para utilização desta tecnologia são inúmeros, como: no pagamento de um boleto de consumo em um restaurante, banca de jornal, loja ou no e-commerce; para abrir uma simples porta, participar de promoções pela TV, rádio ou internet; ou até mesmo recebendo as promoções ao passar em frente a uma vitrine de um supermercado ou shopping.

No entanto, atualmente não há nenhuma biblioteca gratuita para esta tecnologia. Portanto, existe um mercado em aberto para introduzir esta tecnologia.

Nesta perspectiva, o presente trabalho se propõe a fundamentar no contexto teórico o desenvolvimento de um protótipo de uma biblioteca para auxiliar a implementação da tecnologia para transmissão e recepção de dados por ondas sonoras. Visando facilitar a sua execução, melhorar o funcionamento desta tecnologia, e aumentar a sua disseminação. E também o desenvolvimento de uma aplicação de exemplo, para demonstrar a implementação e a utilização da biblioteca.

Partindo dessa ideia, o mesmo será de suma relevância, uma vez que o seu uso virá contribuir com todas as pessoas, independentemente da classe social a que pertençam, pois sendo uma biblioteca gratuita, toda a população terá acesso ao uso da mesma, podendo inclusive, estudar o código-fonte do projeto e melhorar o seu funcionamento.

Nessa tentativa de compreensão, o presente trabalho, reunirá uma série de estudos que serão efetivados sobre o mecanismo de funcionamento da biblioteca de transmissão de dados através de ondas sonoras, como um instrumento eficiente e eficaz, capaz de abandonar métodos ora ultrapassados.

É um assunto sério e por isso, a pesquisa e elaboração do protótipo precisarão ser bem planejadas, utilizando-se de procedimentos adequados, para garantia que não se caia na “mesmice” e não seja capaz de inovar.

### **Biblioteca**

Segundo Fowler (2005), na área de computação uma biblioteca, ou *library* em inglês, refere-se a um conjunto de rotinas de programação desenvolvidas por outros programadores ou por um fabricante de um produto. As rotinas podem ser incorporadas aos programas criados, seja para implementar determinada função ou para criar a interface entre o novo programa e o sistema operacional.

O objetivo do protótipo da biblioteca a ser criada, como já citado

anteriormente, é facilitar o desenvolvimento com esta tecnologia estudada, fazendo com que a responsabilidade de comunicação e recepção dos dados fique a cargo da biblioteca, deixando para os programadores que irão utilizá-la apenas a tarefa de criar a funcionalidade da aplicação.

Esta biblioteca funciona de maneira simples: o dispositivo emissor, que tem uma aplicação utilizando a biblioteca implementada, emite um som específico que significa determinada informação; na outra ponta, o dispositivo receptor, também com a ferramenta instalada, faz a leitura das ondas sonoras e traduz os ruídos na informação enviada.

### **A Tecnologia**

Atualmente, existem várias tecnologias de comunicação sem fio dentre as quais, segundo Filho (2010), se destacam o *wireless*, *bluetooth* e *Near Field Communication* (Comunicação por Campo de Proximidade), mais popularmente conhecida pela sigla NFC. Mas todas contam com uma grande deficiência, que é necessitar de um hardware especial para o seu funcionamento. Neste cenário surge a comunicação por ondas sonoras, que não dependem de hardware especial e utilizam apenas os recursos já existentes.

Com o crescimento desse mercado, o número de opções tecnológicas para um dispositivo, sendo móvel ou não, só tende a aumentar. Assim sendo, a tecnologia de transmissão de dados por ondas sonoras têm um diferencial que é aproveitar a infraestrutura presente, pois com sua simplicidade, diferente do *NFC*, *bluetooth* e *wireless*, este recurso dispensa hardware especial, já que depende apenas dos alto-falantes e microfones dos dispositivos envolvidos para fazer a conexão.

Com base nessas informações o protótipo da biblioteca tem um grande nível de inovação, podendo ser aceito em grande escala pelos programadores que desejam implementá-la, pois toda a responsabilidade de transformação, envio e recepção dos dados fica a cargo da biblioteca e assim os programadores têm apenas a tarefa de criar a funcionalidade de sua aplicação.

### **Transmissão e reconhecimento de som**

Heidemann (2014, p. 7) diz que “há várias definições propostas para o termo som ao longo da história da humanidade, mas existem duas maneiras de explicá-

la: pela física e pela fisiologia”. De acordo com física, o som é definido como a propagação de uma frente de compressão mecânica ou onda longitudinal, se propagando tridimensionalmente pelo espaço e apenas em meios materiais, como o ar ou a água. E a fisiologia diz que o som é apenas uma sensação que se produz em nossos ouvidos.

De maneira mais técnica podemos definir o som como uma onda longitudinal, que se propaga em um alguns meios, cuja frequência varia entre 16 e 20.000 Hz. E a transmissão e a recepção do som são possíveis porque a maioria deles nos alcança em razão da influência do ar, ou seja, o ar age como agente transmissor do som.

De acordo com Nishida (2014), o som tem três propriedades físicas que são as suas qualidades: Frequência, Intensidade e Duração.

Frequência (tom; Hz) é a característica que está relacionada com a quantidade de ciclos completos (vibrações) de uma onda sonora, que ocorrem em um período de 1 segundo, e é expressa em Hertz (Hz). É através da frequência que o ouvido distingue se um som é agudo ou grave.

A intensidade (altura, volume; dB) está relacionada com a quantidade de energia transportada pela onda sonora e é medida em dB (decibéis), sendo utilizada para distinguir um som baixo de um som alto.

Duração (padrão temporal; ms) Refere-se ao tempo de um ciclo completo de uma oscilação de uma onda, ou seja, é a simples duração do vento sonoro.

### **Transformada Rápida de Fourier**

Uma transformada rápida de Fourier (Fast Fourier Transform – FFT) é um algoritmo eficiente para calcular a transformada discreta de Fourier e sua inversa. Conforme Reis (2008) este algoritmo revolucionou o uso de polinômios trigonométricos interpolatórios, organizando o problema de forma que o número de pontos usados pode ser facilmente fatorado em potências de dois. Esse método é de grande importância para várias aplicações, desde o processamento digital de sinais, como sinais de rádio, até a resolução de equações diferenciais parciais e multiplicação de inteiros grandes.

De acordo com Picciarelli (2011):

FFT, ou Fast Fourier Transform, é o algoritmo mais prevalente

em todas as ciências da comunicação e tem sido empregado sem descanso em quase tudo o que conhecemos desde quando foi composto, em meados dos anos 1960. Sem ele não seria possível, por exemplo, converter informações como notas musicais e outros dados puros na forma de uma representação matemática que pudesse ser codificada e transmitida entre dispositivos.

Na biblioteca estudada, o algoritmo FFT é parte essencial no processo de decodificação e recepção dos dados transmitidos.

### **Aplicações**

As aplicações com a tecnologia de transmissão por ondas sonoras podem ser divididas em dois tipos: aquelas que requerem rígida segurança, como para o controle de transações financeiras, e aquelas que são menos exigentes, pois fazem a troca de dados menos críticos, como texto.

E esta tecnologia poderá ter o mesmo ramo de aplicação que a tecnologia NFC. Hecke (2011) opina que “existem inúmeras formas de usar a NFC. Muitos acreditam que, em poucos anos, ela deve substituir os códigos de barras e até mesmo os cartões de crédito”. E como Hecke (2011) também diz, países como Japão já utilizam o NFC para compra de passagens de metrô e para acionamento de uma catraca. Estes exemplos, poderão também ser implementados pela tecnologia de transmissão de dados.

Outros exemplos de utilização que a tecnologia poderá ser utilizada é no pagamento de um boleto de consumo numa boate, banca de jornal, loja ou no *e-commerce*; abrindo uma simples porta, participando de promoções pela TV, rádio ou internet; ou até mesmo recebendo as promoções do dia ao passar em frente a uma vitrine de um supermercado ou shopping.

Atualmente existem apenas bibliotecas pagas para a implementação desta tecnologia por parte dos programadores. As mais relevantes são:

NearSDK: Criada em meados de 2014, ela é desenvolvida pela empresa brasileira NearBytes. A mesma está disponível para a maioria das plataformas utilizadas atualmente, como Android e iOS. Ela possui um modelo de licenciamento comercial, no qual cada dispositivo ativado com a tecnologia é cobrado 0,26 dólares ao desenvolvedor/corporação (Souza, 2014).

- ChirpIO: desenvolvida pela empresa britânica Chirp, ela utiliza uma premissa

diferente da NearBytes. Para dados considerados “pequenos”, utiliza o som para a transferência, mas para dados considerados “grandes”, utiliza um servidor em cloud (nuvem), onde os dados são enviados e após isto, o link para acessar estes dados são enviados para o receptor. Portanto ela necessita de internet para o funcionamento. A mesma também está disponível para diversas plataformas. E o preço não é revelado, pois ainda encontra-se em fase de desenvolvimento e testes.

### **Android**

O Android é um SO (sistema operacional) *open-source*, baseado em Linux, destinado a dispositivos móveis como *tablet* e smartphones. Atualmente esse sistema apresenta um grande crescimento na era da tecnologia, por ser um sistema estável, robusto e de fácil manipulação, tendo como exemplo a Google Play que é um software web com milhares de aplicativos de fácil acesso para todos os públicos (LECHETA, 2012).

Segundo Pereira e Simões (2014), o que atraiu o interesse do Google no desenvolvimento do Android, foi o objetivo do projeto, que possui uma plataforma aberta aos fabricantes, assim deixando flexível e atualizável, com intuito de permitir mobilidade ao usuário.

Sua arquitetura é dividida em Kernel, runtime, bibliotecas, framework e aplicativos.

A plataforma de desenvolvimento do Android permite o desenvolvimento e integração de aplicações na linguagem de programação Java, controlando os dispositivos através de bibliotecas desenvolvidas pela Google.

Para o desenvolvimento é utilizado a IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) Android Studio, lançada no final de 2014 (primeira versão estável), ela é mantida pela Google. As funções do software incluem a edição inteligente de códigos, recursos para design de interface de usuário e análise de performance, entre outras coisas. Antigamente a Google recomendava que os desenvolvedores utilizassem o IDE Eclipse para desenvolver os aplicativos para o Android, mas após 2014 o Android Studio se tornou a IDE oficial para Android e hoje o Eclipse não é mais suportada pelo Google.

## Java

Java é uma linguagem de programação baseada em linguagens como C e C++ criada pela Sun Microsystems em 1991, no entanto segundo Deitel (2005) “a Sun anunciou formalmente a linguagem de programação Java em uma conferência em maio de 1995”. Segue abaixo um breve histórico sobre o Java, conforme Pacievitch (2009):

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos a ser criada em 1991, na Sun Microsystems. Teve início com o Green Project, no qual os mentores foram Patrick Naughton, e James Gosling. Este projeto não tinha intenção de criar uma linguagem de programação, mas sim de antecipar a “próxima onda” que aconteceria na área da informática e programação. Os idealizadores do projeto acreditavam que em pouco tempo os aparelhos domésticos e os computadores teriam uma ligação.

Em abril de 2009, segundo Filgueiras (2015), a Oracle ofereceu 7,4 bilhões de dólares pela aquisição da Sun Microsystems e a proposta foi aceita. Essa aquisição deu à Oracle a propriedade de vários produtos, incluindo o Java. Em comunicado, a Oracle afirmou que o Java foi o software mais importante adquirido ao longo de sua história. A partir disto, a Oracle ficou responsável por corrigir erros e lançar novos recursos para a plataforma.

O Java utiliza o conceito de máquina virtual, onde existe, entre o sistema operacional e a aplicação, uma camada extra, responsável por “traduzir” o que a aplicação deseja fazer para as respectivas chamadas do sistema operacional onde está rodando no momento.

É importante frisar que a cada versão da plataforma Java, muitas são as atualizações em especificações, além, é claro, da adição de novas tecnologias. Na versão 8 da linguagem, lançada em 2014, a mudança que mais chamou atenção foi as expressões “Lambda”. Isto ocorre porque esta nova característica altera significativamente a forma como usamos a linguagem, incorporando conceitos oriundos da programação funcional. Mas as mudanças vão além segundo Silva (2015), abrangendo uma nova API para trabalhar com datas e a remoção do PermGen (Permanent Generation). Apesar de termos estas grandes mudanças, a modularização da plataforma, prevista para esta nova versão, foi mais uma vez postergada e agora está agendada para aparecer somente na versão 9.

## **Gradle**

O Gradle é um sistema de automatização de builds, que une o melhor da flexibilidade do Ant com o gerenciamento de dependências e as convenções do Maven. E as suas funções são o gerenciamento de dependências, a construção, a automação e a implantação de projetos de software.

O Android Studio utiliza o Gradle por padrão e uma das principais funções dele no Android Studio é gerenciar as dependências das bibliotecas utilizados.

Os arquivos de configuração do Gradle no Android, são chamados de *build.gradle*, e ao contrário dos formatos de construção do Ant e Maven que usam arquivos XML para a configuração, o Gradle utiliza arquivos de texto simples que usam a sintaxe da linguagem Groovy para configurar a compilação com os elementos fornecidos pelo plugin do Gradle para Android. Na maioria dos casos, você só precisa editar os arquivos de configuração de cada modulo. E por ser baseado em scripts, os arquivos do Gradle permitem que você realize tarefas de programação em seu arquivo de configuração. E ele ainda conta com um sistema de plugins que adicionam funcionalidades extras ao seu core.

O Gradle também permite a aplicação de diversos princípios de design no código da construção, afinal é muito fácil compor peças reutilizáveis de lógica, assim como definir múltiplos projetos (multiproject), gerenciar de diversas formas as estratégias de dependências (é possível acessar repositórios Maven, Ivy e repositórios locais) e migrar para o Gradle (pois ele se adapta a qualquer estrutura). Gradle é um projeto de código aberto (open-source) e é licenciado sob a ASL. (FIGUEIREDO, 2011, p. 60).

O repositório padrão para plug-ins Gradle do Android é o jCenter, ele é mantido pela empresa Bintray, e é atualmente, o maior repositório do mundo para JAVA e bibliotecas Android, conforme estatísticas da própria empresa. Mas, ele também aceita os repositórios do Maven Central e Ivy.

## **Procedimentos Metodológicos**

Tendo como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de biblioteca para transmissão de dados através de ondas sonoras, será elaborada uma pesquisa de natureza aplicada, que resultou em um produto que é o próprio protótipo. De acordo com Barros e Lehfel'd (2000, p. 78), a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o

objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”.

O trabalho a ser executado não apresentará um tema completamente inovador, pois já existem no mercado bibliotecas desse tipo, porém nenhuma de modo livre para esta tecnologia.

A abordagem de pesquisa utilizada foi a qualitativa, uma vez que exigiu um estudo de caso sobre as bibliotecas disponíveis atualmente, sobre a tecnologia e quais as dificuldades atuais que o mercado encontra para a não utilização da tecnologia em larga escala.

A abordagem do objetivo geral será exploratório, pois o tema da pesquisa, apesar de não ser tão atual, ainda é pouco estudado e explorado. Com isso, há uma necessidade de ser estudado, melhorado e desenvolvido, para ter uma maior utilização por parte do mercado e assim gerando novas soluções.

O procedimento de pesquisa realizado foi o estudo de caso, ou seja, realizou-se um estudo aprofundado sobre a pesquisa, que como já citado anteriormente, é a tecnologia de transmissão de dados por ondas sonoras, investigando o seu contexto de realidade, para então realizar o desenvolvimento do protótipo desejado.

As aplicações Android que necessitam transmitir dados através de ondas sonoras são consideradas como sujeito da pesquisa, pois no desenvolvimento dessas aplicações se encontram os problemas de desenvolvimento e melhoria da tecnologia abordada.

Dentre os instrumentos utilizados, podemos destacar a linguagem de programação Java, nativa da plataforma Android e a pesquisa bibliográfica em livros, revistas, artigos científicos, especificações de referência de projetos e documentação técnica disponibilizada pela comunidade mantedora do Java.

E após a obtenção destes materiais, foi realizado uma análise com o objetivo de identificar os pontos a serem melhorados no cenário atual da tecnologia pesquisada. Também foram desenvolvidas aplicações com as bibliotecas já existentes, para melhor entendimento da tecnologia e funcionamento da mesma e, além disto, para verificação e análise das necessidades de melhoria.

Para desenvolvimento da biblioteca e do aplicativo, foi utilizado a IDE de desenvolvimento Android Studio, que funciona a partir da linguagem JAVA. Já para realizar a publicação da biblioteca para o jCenter, foi utilizado o Gradle, que possui suporte pelo Android Studio.

## Resultados e Discussão

Após todos os estudos, podemos afirmar que a transmissão de dados por ondas sonoras é uma tecnologia extraordinária, mas que ainda é pouco explorada. Porém, com todos os avanços tecnológicos, ela poderá cada dia mais ter o seu espaço. Com o desenvolvimento do protótipo da biblioteca e do aplicativo de exemplo, foram obtidos resultados positivos com a utilização dos mesmos.

A biblioteca possibilita uma fácil implementação desta tecnologia em qualquer aplicativo. Para implementá-la, deve-se adicionar a dependência do Gradle, que está disponível via jCenter através do endereço demonstrado na Figura 1. Esta dependência contém todas as classes principais da biblioteca, incluindo o módulo para transmissão e o módulo para recepção dos dados.

**Figura 1** – Dependência do Gradle

```
compile 'com.github.rf177.soundify:soundify:0.0.1'
```

Fonte: Autor, 2016.

Depois de adicionar a dependência, a biblioteca estará disponível no aplicativo. Após este procedimento, o programador deve escolher em qual Activity (classe referente à tela do aplicativo) que a tecnologia será implementada, e criar uma instância da biblioteca nesta classe, conforme Figura 2. Ao criar esta instância, deve ser passado como parâmetro a própria Activity.

**Figura 2** – Criação da instância da biblioteca

```
Soundify soundify = new Soundify(this);
```

Fonte: Autor, 2016.

Na sequência, após a criação da instância da biblioteca, o programador tem a opção de utilizar as duas funções principais da biblioteca (enviar e receber). Para utilizar o módulo de envio, ele deve implementar o código, conforme Figura 3. Nele deve ser chamado o método “send”, onde deve ser passado como parâmetro, os dados desejados para envio, no formato de um array de bytes, ou seja, uma lista

contendo todos os dados no formato de bytes. Após isso a biblioteca transformará estes bytes em som e tocará este mesmo som.

**Figura 3** – Módulo de envio

```
soundify.send( byte[] );
```

Fonte: Autor, 2016.

Já para utilizar o módulo de recepção dos dados, deve-se primeiro executar o método “startListening”, exemplificado conforme Figura 4. Ele serve para autorizar o aplicativo e a biblioteca a “escutar” os sons, mas para esta função funcionar o aplicativo deve ter a permissão para gravar áudio, conforme Figura 5, que deve ser implementado no arquivo “AndroidManifest.xml”. Lembrando que as versões mais atuais do Android necessitam uma permissão adicional, que pode ser encontrada na própria documentação da plataforma, conforme necessidade.

**Figura 4** – Módulo de recepção – Início da gravação

```
soundify.startListening();
```

Fonte: Autor, 2016.

**Figura 5** – Módulo de recepção – Permissão AudioRecord

```
<uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO" />
```

Fonte: Autor, 2016.

Após isto, deve ser implementado o código que receberá os dados. Ele funcionará da seguinte maneira: ficará “escutando” o som, e quando “ouvir” um som específico que indica que os dados iniciaram a transmissão ele gravará estas informações e retornará para o aplicativo a informação transmitida no formato de bytes, que deve ser implementado conforme Figura 6.

**Figura 6** – Módulo de recepção – Recepção dos dados

```
soundify.setSoundifyListener((data) -> {  
    // Implementação  
    desejada});
```

Fonte: Autor, 2016.

O aplicativo de exemplo desenvolvido, tem os dois módulos da biblioteca implementados. O aplicativo tem a simples função de enviar e receber mensagens de texto pelo som. Ele conta com um campo de texto e um botão na parte inferior para envio das mensagens e conforme ele for recebendo as mensagens, irá mostrando na tela em uma lista, conforme Figura 7(a). Também possui outra tela que pode ser acessada através da tela principal, após clicar no botão que fica no canto superior direito (três pontos verticais). Nesta tela, mostrada na Figura 7(b), estão as informações sobre o desenvolvedor e os locais de contato com o mesmo, como GitHub e Android Arsenal. Nestes locais são fornecidos informações de implementação e suporte da biblioteca, como também requisições de novas funções e requisições de correções de erros.

Apesar de a tecnologia ser compatível com praticamente qualquer dispositivo Android que emita e recebe sons, a tecnologia apresenta uma limitação importante: conta com taxa de transferência de no máximo 100 bytes por segundo. Para efeito de comparação, o NFC alcança velocidades de até 424 Kbps, ou 434.176 bytes por segundo e por conta disso, o foco da utilização da biblioteca não poderá ser a troca de arquivos multimídia, como fotos, vídeos e músicas.

Outro ponto a ser considerado como deficiência da biblioteca, é o barulho externo do ambiente onde a tecnologia está sendo utilizada. Desta forma como ela utiliza ondas sonoras, qualquer som ou ruído no ambiente poderá ser interpretado como uma mensagem que está sendo enviada; portanto ela apenas funciona bem em ambientes com pouco ou sem nenhum tipo de barulho externo.

Figura 7 - (a) Envio e Recepção e (b) Sobre o App



Fonte: Autor, 2016.

### Considerações Finais

Atualmente como estamos vivendo a “Era da comunicação” ao concluir o presente trabalho, percebemos que houve grande aquisição de conhecimento científico, como acadêmico, sobre a questão em estudo.

Para que o mesmo fosse efetivado, exigiu-se muita leitura e pesquisa sobre o assunto, visto que a ciência é um processo que sempre caminha na busca da verdade. Assim, as diversas etapas percorridas durante a pesquisa, foram previamente pensadas, repensadas e sistematizadas, para que o objetivo fosse alcançado eficazmente.

Ao elaborar o protótipo de uma biblioteca para a transmissão de dados através de ondas sonoras, o trabalho tinha por finalidade esse objetivo, onde foram encontrados alguns resultados, cuja operação a ser posta em prática é viável conforme descrita durante todo o processo.

Foi apresentado um projeto de pesquisa de forma resumida, porém clara, com o intuito de elucidar e de demonstrar, de forma objetiva e didática, como ele funcionará na prática.

Planos futuros para o projeto são:

- Interferência: Como já foi explicado, a biblioteca conta com uma grande deficiência que é o barulho externo do ambiente onde a tecnologia está

sendo utilizada, portanto este é um ponto crítico que deve ser trabalhado.

- JSON: Outro ponto é a troca da forma de envio e recepção dos dados da biblioteca, que hoje é uma lista de bytes (tanto no envio e no recebimento). Uma forma melhor e que melhorará a implementação por parte dos programadores é substituir a lista de bytes por um JSON, tanto no envio como no recebimento.
- Segurança: a segurança também é um ponto importante para ser melhorado, pois se a biblioteca for utilizada por um aplicativo que faz transações financeiras, precisa uma segurança maior no envio e no recebimento.
- Outras plataformas: para a biblioteca ter uma maior utilização pelo mercado, é importante estar disponível para todas as plataformas.
- Frequências inaudíveis: outro ponto interessante é a implementação de frequências inaudíveis, que são frequências que seres humanos não escutam. Pois o som emitido por ela acaba sendo considerado irritante, e se for utilizado, por exemplo, em transações financeiras, pode ter a segurança comprometida.

A conclusão principal ao abordar e trabalhar essa temática é de que a tecnologia de transmissão de dados por ondas sonoras para a troca de informações é possível, viável, de baixo custo, de forma simples, rápida e segura. Em suma, na comunicação por ondas sonoras, o som não é somente o meio de transmissão, mas o dado em si.

## Referências

AQUINO, Sérgio. **O Futuro Está na Comunicação Sem Fio**. 2005. Disponível em:

<http://www.informazione4.com.br/cms/opencms/desafio21/autor/sergioaquino/>. Acesso em 29 de outubro de 2015.

BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

DEITEL, H. M. & DEITEL, P. J. **Java: como programar**, Editora Bookman. 6ª ed. São Paulo, 2005

FIGUEIREDO, Daniel. **Construindo Múltiplos Projetos com Gradle**. 47 Ed. São Paulo: MundoJ, 2011.

FILGUEIRAS, Fellipe. **Java – A Origem**. 2015. Disponível em: <http://tableless.com.br/java-origem/>. Acesso em: 19 de set. 2016.

FILHO, Onildo Luciano de Souza Ferraz. **Comunicação NFC (Near Field Communication) entre Dispositivos Ativos**. Recife: UFPE, 2010.

FOWLER, Martin. **InversionOfControl**. 2005. Disponível em: <http://martinfowler.com/bliki/InversionOfControl.html>. Acesso em 29 de outubro de 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6a ed. São Paulo: Atlas, 2011.

HECKE, Caroline. **Onde e como a tecnologia NFC está sendo aplicada**. 2011. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/nfc/8173-onde-e-como-a-tecnologia-nfc-esta-sendo-aplicada.htm>. Acesso em 6 de novembro de 2015.

HEIDEMANN, Erick May. **Protótipo Conversão de Áudio em Texto**. Orleans: Unibave, 2014.

LECHETA, Ricardo R.. **Google Android para Tablets: Aprenda a desenvolver Aplicações para o Android De Smartphones a tablets**. São Paulo: Novatec, 2012.

NISHIDA, Silvia Mitiko. **Comunicação Sonora**. 2014. Disponível em: [http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/profa.Silvia/Comunicacao\\_Sonora.pdf](http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/profa.Silvia/Comunicacao_Sonora.pdf). Acesso em 25 de outubro de 2015.

PACIEVITCH, Yuri. **História do Java**. Info Escola. 05, 2009. Disponível em: <http://www.infoescola.com/informatica/historia-do-java/>. Acesso em 25 de outubro de 2015.

PICCIARELLI, San. **MIT apresenta novo algoritmo 10x mais rápido que o FFT atual**. Tecnoblog. 2011. Disponível em: <https://tecnoblog.net/88767/mit-fft-10-vezes/>. Acesso em 15 de setembro de 2016.

REIS, Tiago de Albuquerque. **Implementação de uma transformada rápida de Fourier para computação reconfigurável de alto desempenho**. Santa Maria, RS: UFSM. 2008.

SILVA, Marlon. **Novidades do Java 8: Do Lambda ao Metaspace**. 2014. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/novidades-do-java-8-do-lambda-ao-metaspace/29056>. Acesso em 19 de setembro de 2016.

SIMÕES, Danielle Dias & PEREIRA, Júlio César. **Sistemas Operacionais móveis – Android x iOS**. Paranavai: Unipar. 2014.

SOUZA, Ramom de. **NearBytes: a tecnologia brasileira que está fazendo barulho (literalmente)**. 2014. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/tecnologia/50168-nearbytes-a-tecnologia-brasileira-que-esta-fazendo-barulho-literalmente-.htm>. Acesso em 19 de setembro de 2016.

## VIGAS COM ARMADURA ATIVA: CONCEITO E APLICAÇÕES

Ana Sonia Mattos; Jonas Bombazar da Silva; Thiago Pottmeier Meurer

<sup>1</sup> Professor (a) Eng. Civil. Centro Universitário Barriga Verde. Ana.mattos@satc.edu.br

<sup>1</sup> Acadêmico 6ª fase Eng. Civil. Centro Universitário Barriga Verde. Jonas.bso@gmail.com

<sup>1</sup> Acadêmico 6ª fase Eng. Civil. Centro Universitário Barriga Verde.

Thiago\_pm1@hotmail.com

**Resumo:** Este artigo apresenta uma discussão sobre os conceitos, normas e tipologias de protensão que as vigas podem ser submetidas, com um enfoque especial sobre o concreto protendido, baseando-se na norma vigente ABNT 6118/14. Sabe-se a importância da protensão, a qual se põe em tracionar as cordoalhas ou fios metálicos para gerar solicitações opostas da estrutura, provocando maior resistência, e eliminando ou limitando o aparecimento de fissuras no elemento. A protensão condiciona a possibilidade de maiores vãos de alcance, ou podem objetivar necessidades arquitetônicas que visem o uso da armadura ativa. O texto expõem de forma simples, a história do concreto protendido, com destaque da primeira obra Brasileira que utilizou esse processo na qual revolucionou o conceito de concreto.

**Palavras-chave:** Vigas protendidas. Concreto armado. Cordoalha protendida.

### Introdução

O concreto é um dos materiais mais importantes na construção civil. Seus componentes essenciais são o cimento, areia, pedra e água, materiais facilmente encontrados em várias regiões do planeta e possuem custo relativamente baixo. O concreto, apesar de possuir alta resistência à compressão, em construções civis, entre 20 Mpa e 50 Mpa, sua resistência a tração é muito pequena, na casa dos 10% da resistência à compressão. Para solucionar este problema, implementou-se a aplicação de armaduras de aço no concreto para se obter um aumento na resistência à compressão do concreto (PFEIL, 1984).

A ABNT (associação brasileira de normas técnicas) regulamenta, através da NBR 12655/15 os procedimentos para preparo, controle e recebimento do cimento Portland, que é a matéria prima principal para o preparo do concreto. Essa norma foi elaborada pela Comissão Brasileira de Estudo de Controle de Qualidade do Concreto, visando dispor métodos que garantam a qualidade do preparo do concreto.

De acordo com a ABNT NBR 6118/14, a mesma, é responsável por definir os critérios gerais que regem o projeto das estruturas de concreto simples, armado e protendido, sejam elas de edifícios, pontes, obras hidráulicas, portos ou aeroportos

etc. Assim, ela deve ser complementada por outras normas que fixem critérios para estruturas específicas.

Com este artigo, buscamos apresentar a importância de se obter conhecimento técnico sobre o Concreto com Armadura Ativa, também conhecido como Concreto Pretendido, demonstrando sua normatização, vantagens e desvantagens de utilização, e, o colocando como opção para produção de grandes vãos, gerando ganho de área útil, desafios que são empregados diariamente no ramo da construção civil.

### **Procedimentos Metodológicos**

O tipo de pesquisa adotado se condiz à revisão bibliográfica, aderindo as seguintes linhas de pesquisas:

Segundo Köach (1997), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida tentando explicar um problema através de livros, sites especializados, teses e dissertações, anais, e outras fontes de pesquisa. Assim leva o investigador levantar o conhecimento disponível na área, identificando as teorias produzidas, analisando-as e avaliando sua contribuição para auxiliar a compreender ou explicar o problema objeto da investigação. Tendo como objetivo, entender, conhecer, e analisar a parte teórica contribuinte para o enriquecimento da pesquisa, tornando-se um instrumento indispensável para qualquer tipo de pesquisa.

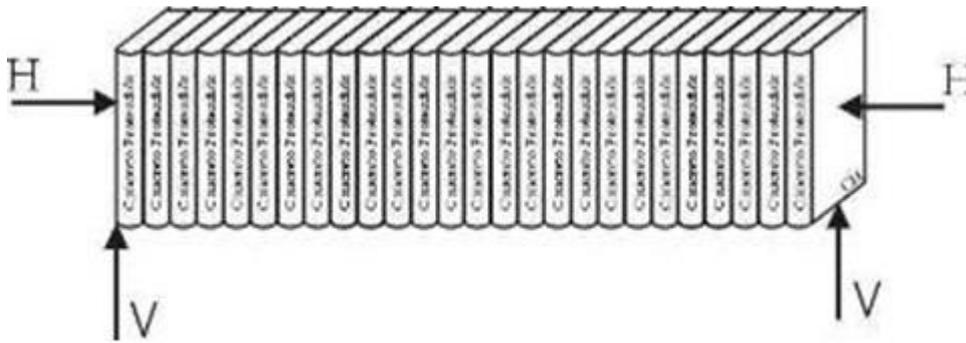
A pesquisa documental de dados, obtidos de maneira indireta, que tomam a forma de documentos, como livros, jornais, papéis oficiais, registros estatísticos, fotos, discos, filmes e vídeos, que são obtidos de maneira indireta. E neste modelo, se adota a pré-análise, fase de organização. Começando os primeiros contatos com os documentos (leitura flutuante). Em seguida, procede-se à escolha dos documentos, à formulação de hipóteses e à preparação do material para ser analisado (GIL, 2008).

### **Resultados e Discussão**

#### ***Conceitos básicos***

Segundo César Jr. e Veríssimo (1998), a palavra protensão ou pré-tensão, expressa a ideia de um estado prévio de tensão em determinado objeto. Notório, desde os séculos passados, a utilização da protensão está presente nos mais simples casos.

**Figura 1** – Representação do princípio de protensão



Fonte: ISHITANE e FRANÇA, 2002.

Uma analogia incrível de como os livros na horizontal conseguem ficar fixos no local. A representação de forças axiais aplicadas acima, é a mesma que a ação dos cabos protendidos das extremidades, não deixando os livros caírem (FILHO, 2010).

Pode-se dizer que o concreto protendido é um melhoramento do concreto armado, onde a ideia básica é aplicar tensões prévias de compressão nas regiões dos elementos estruturais que serão tracionados pela ação do carregamento externo aplicado. Desse modo, as tensões de tração são diminuídas ou até mesmo anuladas pelas tensões de compressão pré-existentes ou pré-aplicadas. A utilização do concreto protendido, basicamente surgiu para contornar a característica negativa do concreto de ter baixa resistência à tração (BASTOS, 2006).

### ***Historicidade e Pesquisas do concreto protendido***

Desde os tempos romanos, é registrado o uso de materiais semelhantes ao concreto. A partir de 1888, à o registro da primeira patente sobre o uso de protensão em placas e pequenas vigas, aumentando a resistência desses elementos estruturais. Em 1912, Mörsh e Koenen desenvolvem os princípios do concreto protendido, utilizando tensão prévia nas armaduras, com intenção de eliminar esforços de tração, além de determinar a perda parcial da protensão devido à “deformação lenta e à retração do concreto” (FERNANDES; PORTO, 2015).

Segundo Fernandes e Porto (2015), no ano de 1928 o francês Freyssinet, demonstra a importância da protensão na construção civil, sendo reconhecido por muitos como pai do concreto protendido, o qual estudou as perdas de protensão por deformação lenta e retração do concreto, desenvolvendo várias patentes. Após a

Segunda Guerra Mundial, datada em 1945, a utilização de armadura ativa no concreto alcança escala mundial.

No Brasil, a Ponte do Galeão (figuras 2 e 3) localizada no RJ (Rio de Janeiro) foi a primeira obra de concreto protendido executada no país, calculada pelo Eugene Freyssinet em 1948.

**Figura 2** – Vigas de concreto protendido para Ponte do Galeão - RJ



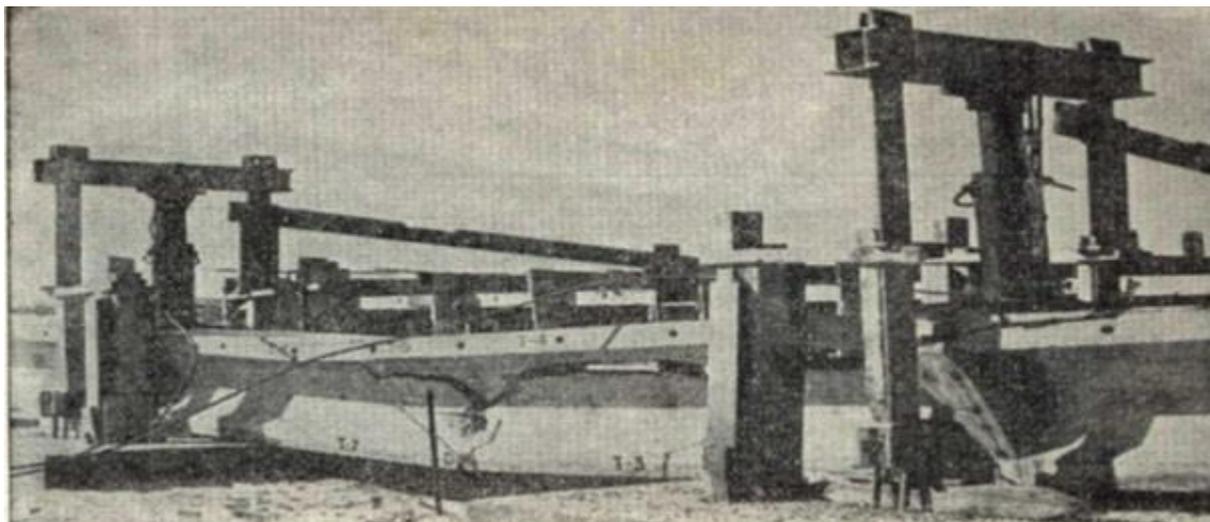
Fonte: Vasconcelos A.C. (1985).

**Figura 3** – Colocação de uma viga protendida em seus apoios - RJ



Fonte: Vasconcelos A.C. (1985).

**Figura 4** – Ensaio de carga em viga da Ponte do Galeão - RJ



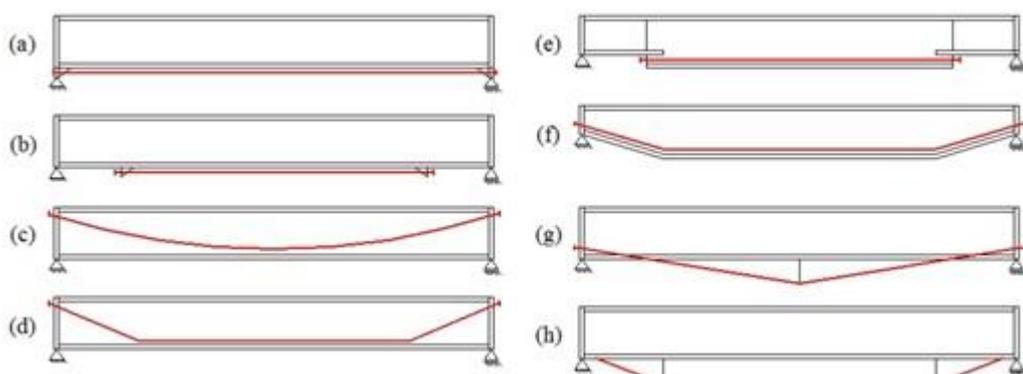
Fonte: Vasconcelos (1985).

De acordo com Thomaz, a imagem 4 demonstra o “ensaio da primeira viga de concreto protendido feita no Brasil (S.T.U.P.)”, com 19,8m de comprimento e pré-moldada, monitorado pelo Eng. Fernando Lobo Carneiro do I.N.T.

### **Protensão Externa**

Este tipo de proteção, dentro de suas vantagens, está a facilidade de inspeção e manutenção durante e após a protensão. Isto se deve pelos cabos de protensão estarem dispostos fora da área física ocupada pela seção transversal da estrutura, o que facilita uma possível substituição quando necessário e previsto em projeto. Além do traçado mais simples dos cabos e os detalhes construtivos simplificados. Contudo, apresenta algumas desvantagens devido à exposição dos cabos às influências ambientais e as possíveis vibrações que os mesmos podem sofrer, mas que podem ser solucionados com a proteção e a redução do comprimento livre do cabo, respectivamente (NELSEN e SOUZA).

**Figura 5 – Possíveis traçados de protensão externa**



Fonte: NELSON; SOUZA (2012).

### **Escolha do tipo de protensão**

#### *Classificação ambiental*

**Tabela 1-** Classes de agressividade ambiental e exigências relativas a fissuração excessiva e a proteção da armadura ativa:

<b>Tipo de concreto estrutural</b>	<b>Classe de agressividade ambiental</b>	<b>Exigências relativas ao E.L.. de fissuração excessiva</b>	<b>Combinação de ações a considerar</b>
Concreto simples (Sem protensão e sem armadura)	I a IV	Não há	
Concreto armado (Sem protensão)	I	ELS-W $\omega_k \leq 0,4\text{mm}$	Frequente
-	II a IV	ELS-W $\omega_k \leq 0,3\text{mm}$	Frequente
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração ou Pós-Tração I e II	ELS-W $\omega_k \leq 0,2\text{mm}$	Frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração ou Pós-Tração II III e IV	ELS-F	Frequente
-	-	ELS-D	Quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração III e IV	ELS-F	Rara
-	-	ELS-D.	Frequente

NOTA - ELS-W – Estado Limite de Serviço - Abertura de fissuras; ELS-F – Estado Limite de Serviço – Formação de fissuras; ELS-D – Estado Limite de Serviço – Descompressão.

Fonte: ISHITANI e FRANÇA, (2002).

Segundo Ishitani e França (2002), a tipologia de protensão é definida pela agressividade ambiental e o tipo da construção. Os não agressivos, como o interior de edifícios e estruturas protegidas adequadamente. Os pouco agressivos, interiores de construções em que apresentam alto teor de umidade, exposição da estrutura com líquidos e intempéries por um longo período. Muito agressivos, quando ficam expostos por líquidos, gases, solo agressivos, e em ambiente marinho.

### **Nível de protensão**

De acordo com Ishitani e França (2002), o nível de protensão está relacionado com o grau de intensidade da força de protensão, que por sua vez é função da proporção de armadura ativa utilizada em relação à passiva.

Nível 1 - Protensão completa: utilizadas em ambientes muito agressivo, e em combinações constantes de ações (CF), prevista no projeto, é respeitado o estado limite de descompressão (ELD); Em combinações atípicas de ações (CR), quando previstas no projeto, é respeitado o estado limite de formação de fissuras (ELF).

Nível 2 – Protensão limite: de uso nos ambientes medianamente agressivos, visando para as combinações quase permanentes de ações (CQP), previstas no projeto, é respeitado o estado limite de descompressão (ELD); Para as combinações frequentes de ações (CF), previstas no projeto, é respeitado o estado limite de formação de fissuras (ELF).

Nível 3 – Protensão Parcial: identifica-se em ambientes pouco agressivos, para as combinações frequentes de ações (CF), previstas no projeto, é respeitado o estado limite de aberturas de fissuras (ELW), com  $w_k = 0,2 \text{ mm}$

### **Normas técnicas**

Segundo a ABNT – 6118/14 vale as seguintes definições:

#### *Elementos de concreto protendido*

Onde parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais, com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura e propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último (ELU).

#### *Armadura passiva*

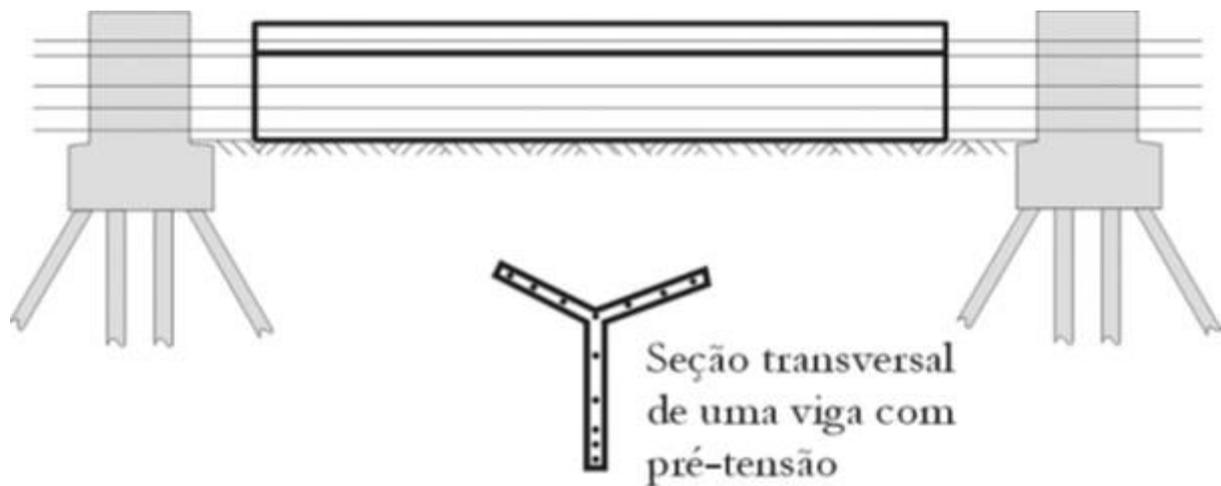
*“Qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada.”*

### Armadura ativa (de protensão)

“Constituída por barra, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, isto é, na qual se aplica um pré-alongamento inicial.”

### Concreto com armadura ativa pré-tracionada (protensão com aderência inicial).

**Figura 6 –** Pista de proteção

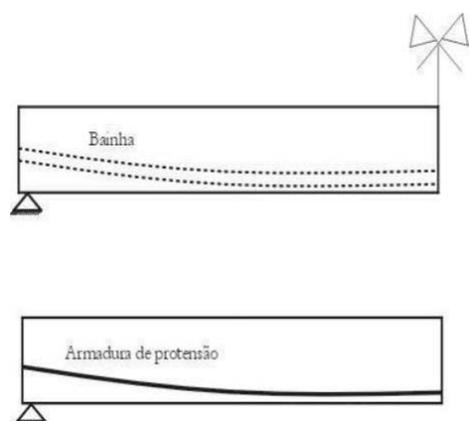


Fonte: ISHITANI e FRANÇA, (2002).

O pré-alongamento da armadura é realizada com apoios independentes do elemento estrutural, antes do lançamento do concreto, com a ligação da armadura de protensão com os referidos apoios desfeita após o endurecimento do concreto; e a ancoragem no concreto realiza-se só por aderência.

### Concreto com armadura ativa pós-tracionada (protensão com aderência posterior).

**Figura 7 –** Viga com protensão a posterior



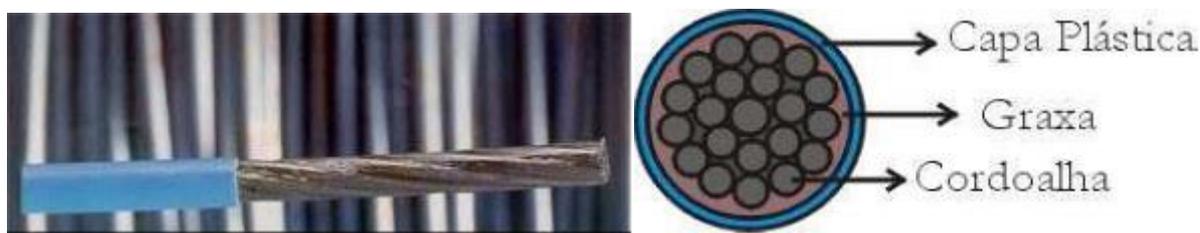
Fonte: ISHITANI e FRANÇA (2002).

O pré-alongamento é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizadas, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, criando posteriormente aderência com o concreto de modo permanente, através da injeção das bainhas.

**Concreto com armadura ativa pós-tracionada sem aderência (protensão sem aderência).**

*O pré-alongamento é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizados, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, mas não sendo criada aderência com o concreto, ficando a armadura ligada ao concreto apenas em pontos localizados.*

**Figura 8 – Cordoalha não aderente**



Fonte: ISHITANI e FRANÇA, (2002).

*Exemplos de estruturas com vigas protendidas*

**Figura 9 – Reconstrução de passarela com viga pré-moldada, Sorocaba, São Paulo**



Fonte: Foto de Pedro Henrique Negrão (2012).

**Figura 10** – Ponte com vigas pré-moldadas, Ponte Mário Andreazza, Mato Grosso



Fonte: Edson Rodrigues/Secopa, (2013).

### **Considerações Finais**

Com todos os estudos relacionados com protensão, a grande maioria, elimina a presença de seções fissuradas. Tem-se, assim, redução da flecha por eliminar a queda de rigidez à flexão correspondente à seção fissurada. A protensão permite criar sistemas construtivos diversos: balanço sucessivo, pré-moldados, levando em conta a diminuição de custos com materiais, na qual se torna significativo em uma construção.

De fato, além do custo benefício temos a variação de forma e extensão das vigas, na qual atraem principalmente arquitetos, podendo redimensionar um projeto com uma estrutura mais esbelta, e com alta performance.

Todavia, a barra protendida, continua a sofrer corrosão eletrolítica, diferenciando-se pela corrosão de tensão (stress-corrosion) – fragilizando a seção da estrutura, por esse motivo, devem ser bem protegidas. Outra desvantagem, é a perda de protensão, que pode ser imediata, ou com o passar com o tempo, como perdas por retração ou fluência do concreto.

Diante do esboço, fica claro a importância do concreto protendido que combate as forças de tração, fazendo o concreto resistir pelo menos o dobro de carga crítica sobre o elemento estrutural. E tudo isto, se deve a vários estudos e pesquisas

realizadas principalmente por engenheiros civis, dando estímulos a continuar as relativas evoluções no princípio de armadura ativa, que neste tema abrange a viga.

Vale destacar que foi necessário acolher a explicação dos temas relativos a concreto armado, concreto armado protendido, referente aos métodos utilizados em praticamente todos os tipos de elementos estruturais, na qual possuem o manuseio semelhante, mas enaltecendo as vigas pré-tensionadas ou pós-tensionadas.

## Referências

ABNT **6118/14**. Versão corrigida 07 de agosto de 2014. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgmq8AA/nbr-6118-2014-versao-corrigida-07-08-2014>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Concreto Protendido**. Disponível em:<[www.feb.unesp.br/pbastos](http://www.feb.unesp.br/pbastos)>. Acesso em: 21 jul. 2017.

FILHO, Alberto Ibiapina e Silva. **Procedimentos para ensaio de viga de concreto protendido com cordoalha não aderente**. 2010. 66p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2010/Carlos\\_Silva\\_Filho\\_Procedimentos%20de%20Ensaio%20de%20Viga%20Protendida%20com%20Cordoalha%20Nao%20Aderente.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2010/Carlos_Silva_Filho_Procedimentos%20de%20Ensaio%20de%20Viga%20Protendida%20com%20Cordoalha%20Nao%20Aderente.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220p. Disponível em:< <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2017

ISHITANE, Hideki; FRANÇA, Leopoldo e Silva. **Concreto Protendido Fundamentos Iniciais**. Escola Politécnica – USP, Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações. São Paulo: 2002. 83p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg12sAJ/apostila-concreto-protendido-prof-hideki-ishitani>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**. Petrópolis, RJ. Editora vozes, 1997. 185p. Disponível em:< <https://pt.scribd.com/doc/192008010/Fundamentos-de-Metodologia-Cien-Jose-Carlos-Koche-pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

NELSEN, Anna Carolina Haiduk; SOUZA, Alex Sander Clemente. Vigas mistas de aço e concreto com protensão externa: conceitos e aplicações. **Associação brasileira da construção metálica**. Jardins, São Paulo. [S.l.: s.n.]. p.02-19, 2012. Disponível em:< <http://www.abcem.org.br/construmetal/2012/arquivos/Cont-tecnicas/19-Construmetal2012-vigas-mistas-de-aco-e-concreto.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

PFEIL, Walter. **Concreto Protendido** – vol.2.p.02-04, 1984. Livros Técnicos e científicos editora Ltda.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso básico de concreto armado**: conforme NBR 6118/2014. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

THOMAZ, E.C.S. Ponte do Galeão / RJ – S.T.U.P. – 1949 Ensaio de Vigas Protendidas com Cabos de Protensão sem Aderência. **Revista técnica das construções**, p. 1-47, [S.l.: s.n.]. Disponível em: [http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/ponte\\_galeao.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/ponte_galeao.pdf). Acesso em: 13 jun. 2017.

VASCONCELOS, Augusto Carlos. **Concreto no Brasil**: recordes, realizações, histórias. São Paulo: Copiare, 1985.