

ANAIS  
SENPEX 2018



# IX SENPEX

profissional do futuro: cenários e desafios

Orleans, 17 e 18 de outubro 2018



## **ANAIS**

IX Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão do UNIBAVE - SENPEX  
*“O profissional do futuro: conquistas e desafios”*  
*Orleans, Santa Catarina - 17 e 18 de outubro de 2018*

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

**ISBN: 978-85-67456-30-0**

## ANAIS

IX Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão do UNIBAVE - SENPEX  
O profissional do futuro: conquistas e desafios  
Orleans – Santa Catarina – 17 e 18 de outubro de 2018.

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do UNIBAVE

---

S471

Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão - SENPEX: O  
profissional do futuro: conquistas e desafios (9 : 2018: Orleans, SC).

Anais - IX Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão - SENPEX,  
17 e 18 de setembro em Orleans, SC / Organizadores: Ana Paula Bazo;  
Dimas Ailton Rocha.

**Modo de acesso: periódicos.unibave.net**

ISBN: 978-85-67456-30-0

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  
Adriana Zomer de Moraes  
Ana Paula Bazo  
André Freccia  
Cláudio Sérgio da Costa  
Fernanda Zanette de Oliveira  
Glucea Warmeling Duarte  
Greice Lessa  
Guilherme Doneda Zanini  
Jádina De Nez  
João Fabricio Guimara Somariva  
Joélia Walter Sizenando Balthazar  
Josué Alberton  
Juliana Natal da Silva  
Julio Preve Machado  
Luiza Liene Bressan da Costa  
Mauro Maciel Arruda  
Miryam Cruz Debiasi  
William Casagrande Candiotta

## **APRESENTAÇÃO**

Nos dias 17 e 18 de outubro de 2018, no UNIBAVE aconteceu a nona edição do Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão - SENPEX do UNIBAVE, com a temática: "O profissional do futuro: conquistas e desafios".

A realização do evento é relevante para o desenvolvimento institucional e para comunidade pertencente ao entorno, uma vez que possibilita a socialização de trabalhos de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidos por docentes, discentes e egressos do UNIBAVE e de outras instituições. Destaca-se também, que o SENPEX tem possibilitado, aos docentes e discentes internos e de outras IES, a divulgação e publicação de seus trabalhos, conferindo-lhes maior experiência e visibilidade no meio acadêmico. A programação do VIII SENPEX contou com 28 oficinas temáticas (dia 17/10/2018) e com apresentação oral de 123 trabalhos acadêmicos (18/10/2018).

## SUMÁRIO

### Área temática: Administração e Ciências Contábeis

A COMUNICAÇÃO NAS EMPRESAS E O VALOR DA MARCA <i>(Ana Karoline Arent; Bruna C. Cechin; Luana Martins; Luiza L. Bressan; Maykelly de Oliveira Maccari; Stefany C. Baggio; Tiago Frol Cancelier)</i>	16
A CONTABILIDADE COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE RIO FORTUNA - SC <i>(Karin Roecker Warmling; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Ismael Mazzuco; Luiz De Noni; Volnei Margoti; Berto Warmeling)</i>	28
ANÁLISE DE CENÁRIOS UTILIZANDO A FERRAMENTA DRE: UM ESTUDO DE CASO APLICADO A UMA FÁBRICA DE FOLHAS DE PAPEL A4 <i>(Wagner Crozetta; Alessandro Cruzetta; Berto Varmeling; Claiton Uliano; Pedro Cechinel Júnior)</i>	44
COMPARATIVO DAS DESPESAS COM PESSOAL ENTRE DOIS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA <i>(Maiara Schuelter; Jose Sadi Borges; Marcos Volpato; Jádina De Nez; Vanessa Isabel Cataneo; Luiz De Noni; Jose Antonio Redivo)</i>	57
COMPARATIVO ENTRE O LUCRO PRESUMIDO E LUCRO REAL EM UMA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA <i>(Sabrina da Silva; Jose Sadi Borges; Marcos Volpato; Jádina De Nez; Julio Preve Machado; Luiz De Noni; Jose Antonio Redivo)</i>	72
COMUNICAÇÃO EMPRESARIAL E SEMIÓTICA: UM ESTUDO DE CASO DA MARCA APAE <i>(Lara Lehmkuhl Zomer; Luiza Liene Bressan; Maria Eduarda C. Gonçalves; Nadini Wernke; Volnei Margotti)</i>	88
GERENCIAMENTO E PLANEJAMENTO DE ESTOQUE: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE IMPLEMENTOS PARA CHURRASCO <i>(Pâmela Orbem Brighente, Jacira Aparecida de Souza Wagner Zanatta)</i>	102
GESTÃO DO CONHECIMENTO NO PODER JUDICIÁRIO: UMA ANÁLISE SOBRE A SUA NECESSIDADE <i>(Pedro Antonio Crocetta, Bruna Baggio Crocetta, Hugo de Pellegrin Coan)</i>	118
OS DESAFIOS DO MERCADO E AS EXPECTATIVAS DOS CONTADORES ATUANTES EM EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS CONTÁBEIS NO MUNICÍPIO DE SÃO LUDGERO - SC <i>(Taíze Kuehlkamp Fuchter, Marcos Volpato, Jádina De Nez, Vanessa Isabel Cataneo, Luiz De Noni, Jose Antonio Redivo, Jose Sadi Borges)</i>	133
SPED FISCAL: AS DIFICULDADES DO BLOCO K <i>(Ederson Mendes Volpato, Marcos Volpato, Jádina De Nez, Vanessa Isabel Cataneo, Luiz De Noni, Jose Antonio Redivo, Jose Sadi Borges)</i>	146

**Área temática: Agroveterinária**

A INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE PARTOS NAS TAXAS DE CONCEPÇÃO EM VACAS DE CORTE MANTIDAS EM PASTAGEM CULTIVADA E SUBMETIDAS À IATFK ( <i>Victor De Matos Cizeswski; Murilo Farias Rodrigues; Nicole de Mello Foerster</i> )	160
AMENDOIM FORRAGEIRO: ALTERNATIVA VIÁVEL EM SISTEMAS PASTORIS? ( <i>Karina Baesso; Laine de Neez; Mirian Daleffe Innocenti; Jaqueline Tais Cleveston; Laryssa Patriota Carvalho; Adriana Fabizack Schlickmann; Guilherme Doneda Zanini</i> )	170
APLASIA UNILATERAL DO CORNO UTERINO EM CADELA – RELATO DE CASO ( <i>Julia Souza Salazar, Sara Padilha, Lívia Gonçalves da Silva Valente, Luciane Orbem Veronezi e Guilherme Valente de Souza</i> )	181
ARTRITE SÉPTICA CANINA: RELATO DE CASO ( <i>Renata Alberton Debiasi; Guilherme Valente de Souza; Julia Daniel Damiani; Amanda Flores Teixeira; Daniel Pereira dos Santos; Gabriel Pereira Berti</i> )	190
AVALIAÇÃO DA PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO UTERINA EM VACAS LEITEIRAS FAZENDO USO DO METRICHECK ( <i>Dileuza Ascari Laipelt; Camilla Perin Branco; Natã Medeiros Godinho; Luciane Orbem Veronezi</i> )	205
CARACTERIZAÇÃO HISTOPATOLÓGICA DE NEOPLASIAS MAMÁRIAS EM CADELAS SUBMETIDAS A TRATAMENTO CIRÚRGICO ( <i>Igor Vieira da Rosa; Natã Medeiros Godinho; Andreza Verncke Schlickmann; Mateus Wiggers Kowalski; Luciane Orbem Veronezi</i> )	219
CAUSAS DE CONDENÇÃO DE CARÇAÇAS E VÍSCERAS DE SUÍNOS EM UM FRIGORÍFICO/MATADOURO COM INSPEÇÃO ESTADUAL NA REGIÃO DO EXTREMO SUL DE SANTA CATARINA ( <i>Arthur Ponciano Bonin; Natã Medeiros Godinho; Luciane Orbem Veronezi</i> )	237
CORRELAÇÃO DE PARASITISMO INTESTINAL E A EOSINOFILIA EM CÃES E GATOS ( <i>Natã Medeiros Godinho; Thais de Almeida Knopf; Camila Zomer Spindola; Laura Vieira Tonon</i> )	259
CRIPTOCOCOSE FELINA: RELATO DE CASO ( <i>Amanda Flores Teixeira; Daniel Pereira dos Santos; Julia Daniel Damiani; Tuani Batista; Lívia Gonçalves Valente</i> )	267
DETERMINAÇÃO DE GLIFOSATO NO SOLO ATRAVÉS DO MÉTODO DE CROMATOGRAFIA ( <i>André Taratrê; Éric Felipe Nolla; Gilvanio Loli Carrer; Mateus Bianco; Welinton Salvalaggio Peron; Luciano Giassi</i> )	275
FIXAÇÃO ESPINHAL SEGMENTAR MODIFICADA PARA ESTABILIZAÇÃO VERTEBRAL EM TRAUMA MEDULAR DE UM CÃO ATROPELADO: RELATO DE CASO ( <i>Deise Tomé; Lívia Gonçalves da Silva Valente; Tatiane Amancio; Guilherme Valente de Souza; Laura Vieira Tonon</i> )	289
HEMANGIOMA CONJUNTIVAL EM CÃO: RELATO DE CASO ( <i>Tatiane Amancio; Natália Heidemann Schlickmann; Lívia Gonçalves da Silva Valente; Jonis Baesso Ghizzo; Tainá Souza Gonçalves</i> )	304
INTOXICAÇÃO POR PTERIDIUM AQUILINUM (SAMAMBAIA) EM BOVINOS: UM RELATO DE CASO ( <i>Renata Bett Giongo; Natã Medeiros Godinho; Mateus Wiggers Kowalski; Andreza Werncke Schlickmann; Luciane Orbem Veronezi</i> )	312

MANEJO INTEGRADO DE HELICOVERPA ARMIGERA (HÜBNER, 1809) (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE) EM TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) (Nelson Felipe Goudinho; Janaína Veronezi Alberton; Vanuza Neckel Meurer)	334
MASTITE CLÍNICA CAUSADA POR NOCARDIA SPP. NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE (SC): RELATO DE CASO (Fabio Schmoller Meurer; Karolina Oliveira; Larissa Américo; Dalvana Loch; Renata Bett Giongo; Valdirene Teles Mello; Guilherme Drescher)	349
MASTITE GANGRENOSA EM BOVINOS LEITEIROS: RELATO DE CASO (Larissa Américo; Karolina Oliveira; Fábio Schmoller Meurer; Dalvana Loch; Jainara Bitencourt; Renata Bett Giongo, Guilherme Drescher)	356
MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DE RESVERATROL EM UVAS E SEUS DERIVADOS E BENEFÍCIOS PARA SAÚDE HUMANA (Francieli Ascari Perin; Laine De Nez; Karina Baesso; Mirian Daleffe Innocenti; Luciano Giassi)	364
O USO DE FORRAGENS NA PRODUÇÃO LEITEIRA: QUAL SUA IMPORTÂNCIA? (Wagner Luan dos Santos; Eliana Branco Ribeiro; Guilherme Doneda Zanini)	380
OBESIDADE CANINA: UM DISTÚRBO ALIMENTAR À SE DAR ÊNFASE (André Freccia; Natália Heidemann Schlickmann; Tatiane Amancio)	393
PREVALÊNCIA DAS PRINCIPAIS DOENÇAS REPRODUTIVAS EM FORMOSA DO SUL (SC) (Karolina Oliveira; Larissa Américo; Fábio Schmoller Meurer; Dalvana Loch; Jainara Bitencourt; Andreza Werncke Schlickmann, Guilherme Drescher)	401
PREVALÊNCIA DE TRISTEZA PARASITÁRIA BOVINA NA MICRORREGIÃO DE ORLEANS – SC (Adriana Schug; Karolina Oliveira; Larissa Américo; Fábio Schmoller Meurer; Dalvana Loch; Valdirene Teles Mello; Guilherme Drescher)	408
PREVALÊNCIA DE TUBERCULOSE BOVINA NO MUNICÍPIO DE FORMOSA DO SUL (SC) ENTRE OS ANOS DE 2014 A 2016 (Dalvana Loch; Larissa Américo; Karolina Oliveira; Fábio Schmoller Meurer; Jainara Bitencourt; Andreza Werncke Schlickmann, Guilherme Drescher)	415
PROCEDIMENTO CIRÚRGICO SÍNDROME DO ABDÔMEN AGUDO: RELATO DE CASO (Daniel Pereira dos Santos; Gabriel Pereira Berti; Guilherme Valente de Souza; Julia Daniel Damiani; Juliana Lopes Espíndola; Peterson Triches Dornbusch)	421
QUEIJO ARTESANAL SERRANO: DESAFIOS PARA SEU DESENVOLVIMENTO NO MUNICÍPIO DE BOM JARDIM DA SERRA-SC (Josemar Fernando Damaceno; Teresinha Baldo Volpato; Morgana Prá; Ana Paula Bazo)	432
RETENÇÃO DE PLACENTA EM BOVINOS DE LEITE: RELATO DE CASO (Hillary Giordani; Filipe Borges Rodrigues; Nicole de Mello Foerster; Murilo Farias Rodrigues)	444
SELEÇÃO DE MANDIOCA DE MESA NAS ENCOSTAS DA SERRA CATARINENSE (Sirlei de Lima Vieira; Darlan Rodrigo Marchesi; Fabiano Alberton)	458
USO DO OCLACITINIB (APOQUEL®) EM DERMATOPATIAS CANINAS COM PRURIDO CRÔNICO (Marcela Cristine Gill de Souza; André Freccia; Natália Heidemann Schlickmann)	467

**Área temática: Direito**

A (RE) CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE COMUNIDADE COMO PREVENÇÃO DA VIOLÊNCIA NA CIDADE <i>(Roberta Durante Lunardi; Joélia Walter Sizenando Balthazar)</i>	482
A DISCUSSÃO ACERCA DA (IN)COMPATIBILIDADE ENTRE O PRINCÍPIO DA PRESUNÇÃO DE INOCÊNCIA E A LEI COMPLEMENTAR N. 135/2010 (LEI DA FICHA LIMPA) <i>(Amanda Santa Helena Pereira; Ramirez Zomer)</i>	491
A LEI DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA COMO MEIO DE APLICAÇÃO DO DIREITO À MORADIA <i>(Pedro Antonio Crocetta)</i>	505
A RESPONSABILIDADE CIVIL DO SERVIDOR PÚBLICO FRENTE AO DEVER DE INDENIZAR <i>(Mireli Martignago, Geovanna Dalsasso Medeiros, Emiria Eing, Greice Lessa, Michele Barreto Cattaneo, Andiana Pickler Cunha)</i>	515
ALGUNS DOS IMPACTOS DA NOVA LEGISLAÇÃO TRABALHISTA <i>(Andiana Pickler Cunha; Gabriella Gesser Longuinho; Rafaela Roecker; Regiane Viana Silva; Richard da Silva; Thuane Lunardi Cargnin)</i>	529
ALIENAÇÃO PARENTAL: UM ESTUDO À LUZ DA LEGISLAÇÃO E DOUTRINA ATUAL <i>(Francieli Perin; Jana-isis Martins Ghisi; Luana Moraes Duarte; Andiana Pickler Cunha)</i>	544
ATIVISMO JUDICIAL: ATÉ ONDE É POSSÍVEL IR PELA JUSTIÇA? <i>(Amanda Santa Helena Pereira; Amanda Teza; Ana Paula Joaquim; Regiane Viana da Silva)</i>	553
COMUNICAÇÃO E ORATÓRIA: FERRAMENTAS-CHAVE PARA OS BACHARÉIS EM DIREITO? <i>(Axel Dihlmann; Janaína Cavanholi José; Tatiana Buss Roecker; Otávio de Souza Sampaio; Larissa Marcelino; Suzana Souza Gomes; Luiza Liene Bressan)</i>	567
DEPOIMENTO ESPECIAL E ESCUTA ESPECIALIZADA: UMA INOVAÇÃO HUMANIZADA NO ORDENAMENTO JURÍDICO <i>(Jânio Raldi Santana Júnior; Klauss Corrêa de Souza; Nair Cristine Tessmann; Regiane Viana da Silva; Rosamon Beckhauser Uliano)</i>	578
DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS PARA AS INSTITUIÇÕES PRISIONAIS E PARA A SEGURANÇA PÚBLICA: O FIM DA REVISTA VEXATÓRIA <i>(Thiago Righetto Tasca; Fernando Pavei)</i>	591
DEVOLUÇÃO DE CRIANÇAS NO ESTÁGIO DE CONVIVÊNCIA DA ADOÇÃO: A APLICABILIDADE DA RESPONSABILIDADE CIVIL <i>(Daniela Frasson; Kevilyn Marnoto; Volnei da Silva Filho; Regiane Viana da Silva; Giovani Alberton Ascari; Andiana Pickler Cunha)</i>	604
EDUCAR EM DIREITOS HUMANOS PARA MINIMIZAR AS DISCRIMINAÇÕES <i>(Gilse Pickler Bratti, Juliano Sartor Pereira, Natalia Alberton Dorigon)</i>	618
MÃE SOCIAL: UMA ANÁLISE DA LEI 7.644/87 PELO PRISMA DOS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DO TRABALHO <i>(Juliano Sartor Pereira; Francielen Mariano Sieglitz; Natália Alberton Dorigon)</i>	632
MUTAÇÃO CONSTITUCIONAL: PROCESSO INFORMAL DE MUDANÇA DA CONSTITUIÇÃO <i>(Jeison Martins)</i>	647

O CONCEITO DE BEM COMUM: UMA APROXIMAÇÃO DO PENSAMENTO DE TOMÁS DE AQUINO COM O CÓDIGO BRASILEIRO DE PROTEÇÃO E DEFESA DO CONSUMIDOR ( <i>Vilmar Vandresen; William Casagrande Candioto; Giovani Alberton Ascarí; Marlene Alberton Monteguti; Camila Mendes Pilon Ricken; Andriara Pickler</i> )	655
OS PRINCÍPIOS DA ISONOMIA E DA IGUALDADE DE TRATAMENTO À LUZ DA LEI DE INGRESSO NAS CARREIRAS DAS INSTITUIÇÕES MILITARES DO ESTADO SANTA CATARINA ( <i>Mireli Martignago</i> )	667
POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCLUSÃO ESCOLAR PARA AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA ( <i>Juliano Sartor Pereira; Deborah Ferreira Tournier; Natália Alberton Dorigon</i> )	676
PRINCÍPIO DA FUNÇÃO SOCIAL DA EMPRESA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO BRASIL ( <i>Thainá Philippi; Ana Carla Eing; Alcimar Spindola Mazon</i> )	691
RESPONSABILIDADE AMBIENTAL DAS PESSOAS JURÍDICAS DE DIREITO PRIVADO DIANTE DA POLUIÇÃO HAVIDA A PARTIR DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS ( <i>Alex dos Santos Selinger; Lara Borges Macalossi; Luiza Nack; André Garcia Alves Cunha; Pedro Zilli Neto; Greice Lessa</i> )	700
RESPONSABILIDADE CIVIL POR DANO AMBIENTAL FUTURO: UMA ALTERNATIVA DE CONTROLE DAS CONSEQUÊNCIAS DOS DANOS AMBIENTAIS ( <i>Gilse Pickler Bratti; Natália Alberton Dorigon</i> )	714

### Área temática: Educação

A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA NO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE FORQUILHINHA/SC: A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES E PROFESSOR ( <i>Jediane da Silva Teixeira; João Fabrício Guimara Somariva; Viviane Ribeiro Pereira; Vanessa da Silva da Silveira; Guilherme Neves; Miryan Cruz Debiasi; Gustavo Amancio Bonetti Meneghel</i> )	727
A IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA PARA AS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA GERED DE BRAÇO DO NORTE - SC ( <i>Kelly Roecker Warmling; Ana Isabel Pereira Cardoso</i> )	740
A INCLUSÃO DO ALUNO AUTISTA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA DA REDE PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE SÃO LUDGERO ( <i>Suelen da Silva; Marlene Beckhauser de Souza; Maria Marlene Schlickmann; Miryan Cruz Debiasi; Rosilane Damazio Cachoeira</i> )	755
A PRÁTICA AVALIATIVA DOS PROFESSORES NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA ( <i>Carla Marques; Miryan Cruz Debiasi; Marlene Beckhauser de Souza; Idê Maccari Salvan; Maria Marlene Schlickmann; Alcionê Damasio Cardoso; João Fabrício Guimara Somariva</i> )	766
BLENDED LEARNING: COMO INOVAR O ENSINO HÍBRIDO COM O USO DE VIDEOCONFERÊNCIA ( <i>Rodolfo Faquin Della Justina; Guilherme Matei Orbem</i> )	781
DESENVOLVENDO HABILIDADES, INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE NAS ENGENHARIAS A PARTIR DO ENSINO DE FÍSICA ( <i>Rosivete Coan Niehues; Anderson Volpato Alves</i> )	793

---

EDUCAÇÃO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DA GRADUAÇÃO A DISTÂNCIA SEGUNDO O CENSO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR 2015 DO INEP ( <i>Juliana Debiasi Menegasso; Carina da Luz; Ricardo Luiz de Bittencourt; Thaise Sutil; Danrlei De Conto; Marcilene Alberton dos Santos; Richard da Silva</i> )	798
ENSINO DE HISTÓRIA E CULTURA AFRO-BRASILEIRA NA PERSPECTIVA DE EDUCADORES E EDUCANDOS DE UMA ESCOLA SUL-CATARINENSE ( <i>Daiane Beza Cândido; Beatriz D'Agostin Donadel; Idê Maria Salvan Maccari; Rosani Hobold Duarte; Maria Marlene Schlickmann; Rosilane Damazio Cachoeira</i> )	810
ENSINO PROBLEMATIZADOR DA HISTÓRIA REGIONAL: APROPRIAÇÃO DO MUSEU AO AR LIVRE PRINCESA ISABEL EM VISITA TEATRALIZADA ( <i>Beatriz D'Agostin Donadel; Valdirene Boger Dorigon; Idê Salvan Maccari</i> )	822
EQUOTERAPIA E EDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO POSSÍVEL ( <i>Eliana Branco Ribeiro; Ana Maria Neto; Cláudio Sérgio da Costa; Luiza Liene Bressan; Fabiana Hoffmann; Rodrigo Morais Kruehl; Adalberto Alves de Castro</i> )	836
GESTÃO DEMOCRÁTICA: O GRAU DE PARTICIPAÇÃO E A AUTONOMIA DA COMUNIDADE EDUCATIVA EM RELAÇÃO ÀS TOMADAS DE DECISÕES NO CONTEXTO ESCOLAR ( <i>Tamy Warmeling Pacheco; Alcionê Damasio Cardoso; Maria Marlene Schlickmann; Miryan Cruz Debiasi</i> )	851
IMPLICAÇÕES DE ENSINO DA EDUCAÇÃO FÍSICA: UM ENFOQUE A PARTIR DAS RELAÇÕES ESSENCIAIS DA CULTURA CORPORAL ( <i>Gabriel Pessi da Rolt; Gustavo Amancio Bonetti Meneghel; Guilherme Neves; Márcio Justo Evaldt; Bruno Beloli Milioli; Eric Daros Coelho; João Fabrício Guimara Somariva</i> )	863
NEUROCIÊNCIA, EDUCAÇÃO E METODOLOGIAS ATIVAS: UM ESTUDO DE REVISÃO ( <i>Eliana Branco Ribeiro; Thalia Estevam; Cláudio Sérgio da Costa; Luiza Liene Bressan; Adalberto Alves de Castro</i> )	878
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CRÍTICA ( <i>Thalia Estevam; William Casagrande Candioto; Eliana Branco Ribeiro</i> )	892
O ESTEREÓTIPO DA BELEZA HUMANA E A ACEITAÇÃO DAS DIVERSIDADES CORPÓREAS: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA INSPIRADA NA OBRA DE ARTE DO ARTISTA PLÁSTICO DUDU RODRIGUES ( <i>Rosilete Amorin; Juliana Natal da Silva; Rosilane Damazio Cachoeira; Rosani Hobold Duarte</i> )	899
O PAPEL DO SEGUNDO PROFESSOR EM TURMAS DE EDUCAÇÃO INFANTIL DE UMA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DE SC: UMA REFLEXÃO NECESSÁRIA ( <i>Marília Beza Mariano; Marlene Beckhauser de Souza</i> )	912
O USO DA TECNOLOGIA DIGITAL NA EDUCAÇÃO IBEROAMERICANA ( <i>Carlos Eduardo Plens; Fresia Tamara Matamala Correa Plens</i> )	923
PARA UMA COMPREENSÃO TEÓRICA DAS ATIVIDADES DA CULTURA CORPORAL NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA: O MOVIMENTO DO PENSAMENTO SOB A LUZ DO MÉTODO DIALÉTICO ( <i>Priscilla Semonetti Pizzetti; Guilherme Neves; João Fabrício Guimara Somariva; Bruno Beloli Milioli</i> )	932

- PERSPECTIVAS INTERDISCIPLINARES: LITERATURA INFANTIL E LÚDICO COMO INSTRUMENTOS SOCIOEDUCATIVOS (*Jéssica Eiyng da Rosa; Luíza Liene Bressan; Marilete Willemann; Giovani Alberton Ascari; Alcionê D. Cardoso; Rosilane D. Cachoeira; Marlene B. de Souza*) 947
- PRESENÇA DOS ELEMENTOS QUE COMPÕEM O MARCO DOUTRINAL NO PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DE UMA ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA (*Laís Schilickmann; Morgana Padilha Debiasi; Taine de Souza; Ide Maria Salvan Maccari*) 962
- PROJETO DE EXTENSÃO “MUSEU E IMIGRAÇÃO”: UMA EXPERIÊNCIA DE EDUCAÇÃO E CULTURA (*Vanessa Isabel Cataneo; Edina Furlan Rampineli*) 970
- RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS DIGITAIS: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE APLICAÇÃO NO ESTUDO DOS CONCEITOS GEOMÉTRICOS (*Renata Manenti Da Silva, Michele Domingos Schneider, Volmar Madeira, Elisa Netto Zanette*) 981
- RELAÇÃO DOS PLANOS DE ENSINO COM A CONCEPÇÃO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DESCRITA NO PPP DE UMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO INFANTIL DA REDE MUNICIPAL DE ENSINO NO SUL DE SANTA CATARINA (*Juliana Canever; Ide Maria Salvan Maccari; Beatriz D’Agostin Donadel; Miryan Cruz Debiasi*) 997

### Área temática: Engenharia e Tecnologia

- A CULTURA DA ESCOLA COMO NORTEADORA DE PRÁTICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL (*Camila Porto de Medeiros; Joélia Walter Sizenando Balthazar*) 1012
- ANÁLISE DE COMPACTAÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DO ENSAIO DE PROCTOR PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO NO MUNICÍPIO DE ORLEANS – SC (*Evelyn Schug; Fernando Scremin; Josimar Monn; Maiane Virginio*) 1025
- ANÁLISE DE COMPACTAÇÃO DO SOLO: UTILIZANDO O ENSAIO DE PROCTOR NORMAL (*André Fernandes; Cássio Martins Coelho; Guilherme Pereira Pires; Jéssica de Oliveira; Larissa Miranda; Darlan Rodrigo Marchesi*) 1035
- APLICABILIDADE DA FÍSICA NA ENGENHARIA CIVIL (*Andrielle da Silva Raupp; Bruna Schlickmann; Douglas da Silva; Marcelo De Bona; Vinicius Carniato; Rosivete Coan Niehues; Fábio Boeing*) 1049
- AS MUDANÇAS CAUSADAS PELA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (*Rodrigo Galdino da Rosa; Nacim Miguel Francisco Junior; Dimas Ailton Rocha; Berto Varmeling; Glaucea Warmeling Duarte*) 1054
- COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE FUNDAÇÕES DO TIPO ESTACA ESCAVADA E HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA: ESTUDO DE CASO COM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ORLEANS-SC (*Chael Bosio; Júlio Preve Machado*) 1069
- COMPARATIVO ENTRE O DIÂMETRO CALCULADO VERSUS IMPLANTADO NO BAIRRO LADO DA UNIÃO NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC (*Bruno De Pellegrin Coan; Douglas Loch; Antônio De Luca*) 1084

---

CONTROLE DE ORDENS DE PRODUÇÃO: UTILIZANDO O SISTEMA ERP COM LEITOR DE CÓDIGO DE BARRAS ( <i>Elaine Oliveira Brizola Silva; Fabiana Magagnin</i> )	1099
DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO DE MELHORIA NA EMBALAGEM DE UM CARREGADOR DE BATERIA ( <i>Emerson Loch Boeing; Solange Vandresen; Glauce Warmeling Duarte</i> )	1112
ECOPONTO: UMA ALTERNATIVA PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM SÃO LUDGERO (SC) ( <i>Luana Della Giustina Stang; Marcia Raquel Ronconi de Souza; Claudio da Silva</i> )	1124
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ESTÁGIO CURRICULAR: EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA ( <i>Ismael Dagostin-Gomes Márcia Raquel Ronconi de Souza; Otávio Macieski; Angelica Cavagnoli Geremias</i> )	1141
ENSAIOS MECÂNICOS COMPARATIVOS ENTRE AÇO ABNT 1020, ALUMÍNIO 6061 E AÇO INOXIDÁVEL AISI 304 ( <i>Evandro Corrêa; Leonardo Moraes; Lucas Crotti Zanini; André Ricardo Cargnin</i> )	1147
ESTIMATIVA DA VAZÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO CAMPUS DO UNIBAVE EM ORLEANS/SC ( <i>Karine Weber Meurer; Bruno De Pellegrin Coan</i> )	1162
ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE PET ( <i>Gustavo Canever Boneli; Márcio Mason; Luiz Felipe Madeira; Júlio Preve Machado; Ana Sônia Mattos; Camila Lopes Eckert</i> )	1173
ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DE UM LAVADOR DE GÁS EXPERIMENTAL DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA EM URUSSANGA EXTREMO SUL DE SANTA CATARINA ( <i>Graziela Elias; Franciéle Burgrever; Ana Sônia Mattos; Camila Lopes Eckert; Glauce Warmeling Duarte</i> )	1183
ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DO RIO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇO UTILIZADA PARA ABASTECIMENTO DA LOCALIDADE DE BRUSQUE DO SUL NO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC ( <i>Daniely Gonçalves; Fernando Scremin; Jéssica de Oliveira; Maiane Virgínio; Rossano Umberto Comelli; Carlos Eduardo Favaretto Menossi</i> )	1194
GEPOLÍMEROS UTILIZADOS COMO MATERIAL PARA IMPRESSÃO 3D E ADSORVENTES DE METAIS: UMA BREVE REVISÃO ( <i>Ana Elise Chuch; Andrieli Germano da Silva; Josué Alberton; Maria Eduarda Neves Correa; Nathalia Policarpo; Vanessa da Silva</i> )	1207
GEPOLÍMEROS: ANÁLISE DAS PROPRIEDADES, MÉTODOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO ( <i>Glauce Warmeling Duarte; Josué Alberton; Maria Eduarda Neves Corrêa; Mônica da Silva dos Anjos; Vanessa da Silva</i> )	1217
LOGÍSTICA URBANA: ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA ATUAL ( <i>Dimas Ailton Rocha; Maria Eduarda Neves Corrêa; Nathália Policarpo; Vanessa da Silva</i> )	1233
MODELO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM FORNO PAULISTA ( <i>Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Bruna Luciano Alberton; Berto Varmeling; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco</i> )	1240
PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN NO SETOR DE ATENDIMENTO AO CLIENTE EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS ( <i>Berto Varmeling; Karine Luciano; Mario Sérgio Rosso Bortolatto; Pedro Cechinel Junior; Alessandro Cruzeta; Claiton Uliano; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco</i> )	1250

REUTILIZAÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA CONFEÇÃO DE CONCRETO LEVE ( <i>Emily Cavalheiro Batista; Leandra Boeing Boeger; Marta Salvalagio Vidal; Júlio Preve Machado; Ana Sônia Mattos; Camila Lopes Eckert</i> )	1265
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: OS IMPACTOS AMBIENTAIS DO AVANÇO TECNOLÓGICO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES ( <i>Natan Hoffmann da Cruz; Glaucea Warmeling Duarte; Nacim Miguel Francisco Junior; Alessandro Zanini; Elvis Bloemer Meurer; Johnny Pereira</i> )	1278
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA NO ESTADO DE SANTA CATARINA ( <i>Larissa Miranda; Luana Furlan Orbem; Milene Marques Da Corejo; Taynara Silvério</i> )	1293

### Área temática: Saúde

A ÉTICA NA PESQUISA COM CÉLULAS-TRONCO PARA O TRATAMENTO DA AIDS: UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA ( <i>Alexandre Consoni; Ana Elisia Martins Delfino; Giovana Jacintho; Ivam Citadin Luciano; Jaqueline da Silva Peres; Kamila Fretta Fabro; Karla Martins</i> )	1303
A PSICOLOGIA E OS ASPECTOS LÚDICOS NO SERVIÇO DE CONVIVÊNCIA E FORTALECIMENTO DE VÍNCULOS PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE 6 A 14 ANOS ( <i>Elisamara Paim da Silva; Rodrigo Moraes Krueel; Jucemara Felisbino</i> )	1314
ADEPTOS À ACADEMIA: A RELAÇÃO COM OS SINTOMAS DE ANSIEDADE ( <i>Adalberto Alves de Castro; Claudio Sergio da Costa; Rodrigo Moraes Krueel; Juliana Cidade</i> )	1327
ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA EM UM CENTRO DE ATENÇÃO PSICOSSOCIAL – CAPS I ( <i>Eliziane de Fátima Wolff Oliveira; Rodrigo Moraes Krueel; Suzana Hilbert Cascaes Galvane</i> )	1335
CONHECIMENTO E USO DE PROBIÓTICOS ENTRE ACADÊMICOS DA ÁREA DA SAÚDE DE UM CENTRO UNIVERSITÁRIO ( <i>Angela Carara Macalossi; Ana Paula Bazo; Morgana Prá; Luiz Fábio Bianco</i> )	1345
CUIDADOS PALIATIVOS NA VISÃO DE PROFISSIONAIS DE SAÚDE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA ( <i>Alisson Jofre; Kelli Pazeto Della Giustina; Leila Custodio; Karini Silva Pereira; Tatiane Boeing Marcelino; Bruna Duarte</i> )	1358
DOENÇA CELÍACA: PATOLOGIA, DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO ( <i>Jaine Correa Mendes; Cleonice Maria Michelon; Alexandre Piccinini; Candice Steckert da Silva; Fabrício Eládio Felisbino</i> )	1367
EMPREENDEDORISMO NA ENFERMAGEM: REVISÃO NARRATIVA ( <i>Bruna Duarte; Karini Silva Pereira; Tatiane Boeing Marcelino; Kelli Pazeto Della Giustina; Greice Lessa; Leila Eloísa Custódio; Alisson Jofre</i> )	1382
EXPERIÊNCIAS PSICOSSOCIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ACOLHIMENTO PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES ( <i>Débora Bergmann; Rodrigo Moraes Krueel</i> )	1389
INTOXICAÇÃO MEDICAMENTOSA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS MÉTODOS ANALÍTICOS ( <i>Amanda Vieira Nazário; Ana Carolina Walter Rodrigues; Jenifer Laiane Laureth da Rosa; Mábilly Martins Mendes; Vania Madalena Camilo; Luciano Giassi</i> )	1401

- INVESTIGAÇÃO DE INTERAÇÕES MEDICAMENTOSAS, REAÇÕES ADVERSAS E ADESÃO FARMACOLÓGICA NO TRATAMENTO DE TRANSTORNO BIPOLAR EM UM CENTRO DE ATENÇÃO PSICOSSOCIAL NO SUL DE SANTA CATARINA. (Eduarda Wolfart Lorenzi; Dieniffer Pinho da Silva; Eduardo Zanatta Medeiros; Andressa Córneo Gazola; Paulo Martins Fabro; Adalberto Alves de Castro) 1412
- MARKETING NA ENFERMAGEM: REVISÃO NARRATIVA (Bruna Duarte; Maicon Paz; Kelli Pazeto Della Giustina; Karini Silva Pereira; Tatiane Boeing Marcelino; Leila Eloísa Custódio; Alisson Jofre) 1427
- ÔMEGA 3 NO TRATAMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER: UMA REVISÃO (Eduardo Zanatta Medeiros; Patrícia Dutra; Eduarda Wolfart Lorenzi; Fernando Matheus Scremin<sup>4</sup>; Cláudio Sérgio da Costa; Adalberto Alves de Castro) 1434
- OS SENTIDOS SUBJETIVOS APRESENTADOS POR PACIENTES COM CÂNCER NO PROCESSO DO ADOECER: UM ESTUDO DE CASO (Maria Eliane da Silva; Luciano Corrêa) 1449
- PANORAMA DOS FATORES QUE INTERFEREM NA ESCOLHA DO TIPO DE PARTO (Leila Eloisa Custódio; Kelli Pazeto Della Giustina; Alisson Jhofre; Karini Silva Pereira; Tatiane Boeing Marcelino; Bruna Duarte) 1461
- PSICOCIDADANIA NO CENTRO DE REFERÊNCIA DE ASSISTÊNCIA SOCIAL/CRAS: INTERVENÇÕES PSICOSSOCIAIS (Carla Silvano Lucktenberg; Francielle Ferreira; Salete Gazinski Orben; Rodrigo Moraes KrueI; Janaini Camilo Pereira) 1470
- (RE) CONSTRUA-SE: O RESGATE DE POTENCIALIDADES DE UM CENTRO DE ATENÇÃO PSICOSSOCIAL-CAPS (Amanda Kesting; Rafaela Vieira Silva; Rodrigo Moraes KrueI; Daiani Lessa) 1483
- SISTEMA WEB PARA CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO DE MEDICAMENTOS EM FARMÁCIAS BÁSICAS DE SAÚDE (Cristiano Jocken; Nacim Miguel Francisco Junior; Ismael Mazzuco; Richard da Silva; Alexandre João Martins Neto; Claudio Sergio da Costa; Adalberto Alves de Castro) 1496
- TRANSIÇÃO DA GRADUAÇÃO PARA O MERCADO DE TRABALHO (Karini Silva Pereira; Tatiane Boeing Marcelino; Kelli Pazeto Della Giustina; Bruna Duarte; Leila Eloisa Custódio; Alisson Jofre; Karla Pickler Cunha) 1506

## **ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA E TECNOLOGIA**

## A CULTURA DA ESCOLA COMO NORTEADORA DE PRÁTICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Camila Porto de Medeiros<sup>1</sup>; Joélia Walter Sizenando Balthazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. camilaporto90@hotmail.com.

<sup>2</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. UNIBAVE. joeliasize@gmail.com.

**Resumo:** O presente estudo compôs uma parte de uma pesquisa completa que resultou no Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia Ambiental e Sanitária do UNIBAVE. A atual pesquisa tratou de analisar a articulação entre cultura escolar e Educação Ambiental em uma escola de educação básica. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, no qual foram utilizados os métodos de pesquisa a observação participante, análise documental e entrevistas semiestruturadas, a respeito do modo em que integram o tema meio ambiente e a Educação Ambiental no Projeto Político-Pedagógico e no cotidiano da escola. O estudo revelou que a Educação Ambiental na escola tem encontrado dificuldades para implementar objetivos pautados na desconstrução de paradigmas dominantes que naturalizam comportamentos do ser humano diante do discurso de apropriação da natureza, o que contribui negativamente para a manutenção da cultura predatória predominante de padrões de comportamento incoerentes com o discurso ecológico, este que a escola vem procurando demonstrar.

**Palavras-chave:** Cultura escolar. Mudança cultural. Interdisciplinaridade.

### Introdução

A Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA (Lei nº 9.795/1999) emerge com o propósito de superar o conhecimento especializado e fragmentado com vista a compreensão da complexidade e da interdependência dos fenômenos da natureza e da vida.

Deste modo, a Educação Ambiental surge para ser implementada não isoladamente em uma única disciplina, mas inter-relacionada as experiências da vida individual, social e política.

Para melhor expressar o sentido da Educação Ambiental, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental - DCNEA, (Resolução CNE/CP nº 2 de junho de 2012), conceitua:

Art. 2º A Educação Ambiental é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa

atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental. (BRASIL, 2012, p. 1).

A Educação Ambiental é responsável pela formação de valores e atitudes que são sensíveis à diversidade em relação à complexidade do mundo vivido e, particularmente, relacionada a sensibilidade quanto ser solidário perante outro ser humano e seres não humanos e a natureza.

A Educação Ambiental e a interdisciplinaridade, para Carvalho (1998), nasceram em função da mesma perplexidade do mundo, este que as revelou posturas humanas contrárias a ética ambiental, as quais estão na base de muitos comportamentos que demonstram indiferença, imprudência, intolerância e preconceito diante das relações humanas e não humanas.

Não foi por acaso que a Educação Ambiental emergiu de debates culturais e políticos a respeito dos dilemas do meio ambiente.

Os debates originados nos movimentos ambientalistas ganharam ampla repercussão em diferentes setores da sociedade civil.

Os educadores da educação formal têm acompanhando este movimento e com isso tem ampliado a compreensão da problemática socioambiental para os ambientes escolares e envolveram-se na idealização de uma nova cultura que compreende a simbiose ser humano-meio ambiente.

E este entendimento tem ocorrido através da Educação Ambiental no qual, pode-se dizer, surgiu em prol da construção de um novo projeto pedagógico para gerar mudanças de valores e posturas educativas (CARVALHO, 1998).

No âmbito das escolas, as representações da cultura podem estar relacionadas a um documento que rege o comportamento dos indivíduos integrantes na instituição de ensino.

Este documento é o Projeto Político-Pedagógico - PPP definido por Silva (2005) como a espinha dorsal da escola, devendo estruturar as dimensões ideológica; política (não partidária) relacionada ao posicionamento, a intencionalidade da escola para formar cidadãos para um modelo de sociedade que idealiza; pedagógica porque está ligado as práticas educativas; metodológica e material (SILVA, 2005).

As atuais políticas educacionais, de modo geral, reproduzem a lógica da escola como uma organização empresarial, segundo Souza (2003), uma vez que mesmo promovendo políticas contemporâneas, estas aparentemente não se concentram em

destacar a escola dentro da sua complexidade, como uma instituição composta da sua própria cultura.

Para Laraia (2001), os seres humanos são sujeitos individualizados e também, constituem-se como seres sociais. Em consequência desta última qualidade, os sujeitos são influenciados pelos meios socioculturais ao longo da vida decorrente das relações sociais.

O presente artigo teve como objetivo analisar a articulação entre cultura escolar e Educação Ambiental em uma escola de educação básica em um município do sul catarinense. Para tanto, foi analisado o cotidiano escolar, a prática designada como Educação Ambiental, bem como foram entrevistados Professores e a Direção escolar, a respeito do modo em que integram o tema meio ambiente e a Educação Ambiental no Projeto Político-Pedagógico e na rotina da escola.

Durante a formação do aluno, na escola se aprende a compreender e interagir com o mundo mediante vivências que estimulam o desenvolvimento humano e cognitivo. Com isso, a escola pode se transformar no espaço educador destinado para a formação de perfis de sujeitos ecológicos. No entanto, isso dependerá dos valores predominantes no seu contexto cultural quanto aos ideais ecológicos.

Desde modo, a relevância desse trabalho está em estudar as representações culturais da escola que se apresentam na prática educativa em relação ao meio ambiente. E, fundamentada nessa compreensão, a Educação Ambiental implementada pode ser pensada visando desconstruir paradigmas de um discurso predatório e potencializar atitudes de caráter crítico, emancipatório e político com base nas ações preexistentes e, assim, contribuir para um espaço escolar direcionado para intervenções na mudança de cultura da comunidade escolar.

### **Procedimentos Metodológicos**

O atual estudo caracteriza-se como sendo uma pesquisa qualitativa, sendo o mesmo aplicado em um estudo de caso em uma escola básica na área urbana de um município do sul catarinense (SILVA, MENEZES, 2005).

Realizou-se a pesquisa bibliográfica servindo de embasamento para interpretação do significado destes dados recolhidos, bem como aplicou-se a pesquisa documental, no qual visou buscar informações a respeito de um problema. Neste sentido foi analisado o Projeto Político-Pedagógico - PPP, a fim de possibilitar a

identificação quanto a concepção, objetivos e metas da unidade escolar a respeito da Educação Ambiental e o tema meio ambiente.

A pesquisa também contou com a técnica de observação participante, no qual Marconi e Lakatos (2003) explicam que o pesquisador se integra ao grupo que está estudando, participando das atividades habituais.

O segundo instrumento de coleta foi o diário de campo onde observou-se a rotina escolar. Para Coguiec (2016), este instrumento assume a função de testemunhar fatos para não se esquecer, de escrever o real de modo claro e constitui um instrumento de construção de conhecimento. Focado na observação, o pesquisador não julgará os acontecimentos (LANCRI, 2001 apud COGUEC, 2016).

O período de coleta de dados foi finalizado por meio da aplicação de entrevistas semiestruturadas. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), nas entrevistas semiestruturadas, o entrevistador (pesquisador) explora as questões ao longo da entrevista com indivíduos predeterminados segundo a proposta da pesquisa.

As entrevistas foram realizadas de forma individual e as respostas foram gravadas e alguns trechos foram transcritos com o consentimento dos participantes. O público alvo foram a Direção escolar e duas professoras do ensino fundamental.

O roteiro de entrevista direcionado à Direção da escola abordou assuntos relacionados a Educação Ambiental que integram a comunidade escolar, visando conhecer o entendimento da Direção sobre o conceito de Educação Ambiental e os objetivos das ações propostas. O segundo roteiro era composto de questões que tinham o objetivo de conhecer as experiências, de modo geral, em sala de aula e/ou em projetos na escola segundo a perspectiva de uma Pedagoga que lecionava na turma da 5<sup>o</sup> série e da Professora de Ciências da turma da 8<sup>o</sup> série, as quais estavam responsáveis por ações designadas como Educação Ambiental.

O método de Interpretação de sentidos, apresentado por Gomes (2010), foi elaborado para analisar e interpretar dados de pesquisas qualitativas com o objetivo de explorar o conjunto de opiniões e representações sociais a respeito do tema que se pretende investigar.

Após a leitura do conjunto de dados coletados na pesquisa de campo, fez-se necessária a construção de uma estrutura de análise para a interpretação, onde envolveu a elaboração de uma categoria de análise, na qual foram distribuídas as unidades/fragmentos que compõem os materiais analisados. As unidades são

descritas segundo a perspectiva dos sujeitos, as informações coletadas e ações observadas e, também, apresentou com o respaldo do referencial teórico.

Para Minayo (2002; 2006 apud Gomes, 2010), o método baseia-se nas perspectivas do pensamento hermenêutico (compreensão) e o dialético (crítica), e a partir da articulação delas contribui-se para a interpretação.

Na análise dos dados, os nomes dos entrevistados foram substituídos por nomes fictícios, os quais foram apresentados entre aspas e, também, as respostas aos questionamentos foram expostas entre aspas e em itálico e demais comentários que ocorreram no decorrer da conversa entre interlocutor e o locutor.

## **Resultados e Discussão**

A categoria de análise, denomina Cultura escolar, visou analisar diferentes aspectos que circundam a escola a respeito da organização do espaço físico, as relações sociais, culturais, tendo como foco as ações designadas de Educação Ambiental.

Em 2016, foi desenvolvido na escola um projeto de Educação Ambiental que objetivou revitalizar o espaço da horta escolar, no qual contou com a mobilização de “Rosa”, no qual ocupava a função de Pedagoga, “Hortência” responsável pela Direção escolar e “Íris” que lecionava a disciplina de Ciências.

O projeto foi inserido no tema transversal Educação Ambiental em substituição ao tema Meio Ambiente, como sugestão da Secretaria de Estado da Educação - SED de SC, além de outros temas para a melhoria do currículo.

O projeto e as suas ações, também, fizeram parte do Projeto Político-Pedagógico a partir de 2017, a fim de torná-lo permanente nas séries iniciais (1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>).

“Rosa”, desde 2016, relatou que desenvolve atividades de aprendizagem por meio do plantio de mudas de hortaliças e legumes, relacionando a teoria com a prática relacionadas as disciplinas em sala de aula (Matemática, Língua Portuguesa, Ciências). Enquanto, “Íris” ficou encarregada em revitalizar os jardins e o espaço da horta escolar a partir do plantio de mudas de árvores nativas.

Para “Hortência”, no papel de Diretora escolar, o projeto visou integrar as disciplinas, assim como, trabalhar, transversalmente, assuntos que circundam a vida cotidiana dos alunos. As atividades eram socializadas com a comunidade escolar e do entorno, que ocorriam por meio de oportunidades em expor o projeto em eventos locais e na escola. Foram investidos recursos financeiros, materiais e humanos, por

meio do apoio direto da Direção, dos funcionários de serviços gerais, voluntários (ex-alunos e pais ou responsáveis de alunos) e orientação profissional para o manejo adequado dos alimentos e do solo.

Para demonstração dos resultados da pesquisa, apresenta-se no Quadro 01, aspectos que podem apresentar as possíveis representações da cultura escolar.

**Quadro 01** - Categorização cultura escolar.

Fragmentos das entrevistas	Ideias
<p><b><i>“Esse ano tivemos a maior comprovação que dá certo (inserção da comunidade no projeto da horta escolar). O dia da família na escola os pais abraçaram a horta muito mais do que outros projetos.”</i></b> (Rosa).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação da comunidade escolar é isolada, apenas no atual projeto e, ainda, de forma esporádica.</li> <li>• Ausência de conceitualizações e contextualizações sobre meio ambiente.</li> <li>• Falta de formação para a Educação Ambiental.</li> <li>• Ação voltada para o consumo não consciente e ausência de perspectivas coerentes sobre o assunto sustentabilidade.</li> <li>• Ações pontuais e conhecimento fragmentado.</li> <li>• Descontinuidade de ações de EA, pois estão vinculadas somente a uma ou duas pessoas.</li> </ul>
<p><b><i>“O nosso PPP cita o meio ambiente, mas não especifica o que. Ele fala que tem que ser trabalhado. Mas não especifica o que tem sido feito.”</i></b> (Hortência).</p>	
<p><b><i>Eu acho que corrente teórica escola não tem muito claro. O que vem, vem muito na cabeça. Vamos fazer isso aqui é meio ambiente...isso aqui é educação ambiental... isso aqui é sustentabilidade. Eu sinto falta dos conceitos, o entendimento, principalmente por parte dos professores para começar a trabalhar com as crianças.</i></b> (Hortência)</p>	
<p><b><i>Presente no Dia das Mães, aí já foi uma sacola ecológica (sacola de pano). Depois para os professores, nesse ano também. Então, devagar a gente vai inserindo questões sustentáveis na escola.</i></b> (Hortência)</p>	
<p><b><i>“Conforme os anos os professores, alguns, apoiavam, outros não.”</i></b> (Rosa).</p>	
<p><b><i>“No que a gente precisa a escola apoia bastante, pois a diretora está envolvida no projeto. Ela se empenha bastante.”</i></b> (Rosa).</p>	

Fonte: Da Autora (2018).

Segundo a fala de “Hortência, o atual espaço da horta escolar foi revitalizado, pois há muitos anos a escola já tinha o projeto da horta escolar e havia um funcionário da escola encarregado pela manutenção do espaço. Os alimentos eram, especialmente, consumidos pelos professores que almoçavam na escola e, também, haviam aqueles que colhiam os vegetais para levar para suas casas.

O relato de “Hortênciã” revelou uma prática anterior que, ainda, presente no atual projeto de Educação Ambiental, deixou de existir em razão da saída do principal funcionário que desempenhava a papel de manter o espaço para utilização.

Os valores da escola foram evidenciados ao longo da leitura do PPP, como: cidadania, pluralismo de ideias; inovação; ética; compromisso com o desenvolvimento sustentável; respeito à diversidade; ecologia; inclusão social; coletividade; afetividade; cooperação, humanismo; reciprocidade. E os princípios, a saber: diálogo, respeito mútuo, solidariedade, justiça e transparência

Os valores de solidariedade, humanidade e afetividade foram evidenciados por meio de ações que ocorrem anualmente, no qual a escola, mediante uma turma e o professor, envolve-se em campanhas internas de arrecadação de mantimentos para serem destinadas a determinadas entidades.

Para Carvalho (2006, p. 120), no sentido de uma aprendizagem significativa - que desperte nos alunos e professores valores sociais, a exemplo das ações mencionadas - “[...] a intencionalidade pedagógica está na construção de novos sentidos para a vida, em que atividades, vivências, modos de fazer e informações estejam a serviço de um processo de formação de atitudes e não sejam um fim em si mesmo.”

O que se percebe são que estas ações fazem parte do cotidiano da escola, não necessariamente estão presentes no PPP, uma vez que a mobilização ocorre de forma espontânea, não estando vinculadas um professor ou turma, ou ainda, não estão relacionadas a um conteúdo em sala de aula, o que isso poderia resultar em acréscimos a nota final dos alunos como critério de participação.

Ainda, em relação as metas do PPP, foram colocadas em prática no ano anterior e no atual as ações imediatas e de curto prazo, a exemplo de: buscar orientação técnica quanto ao manejo de horta escolar; buscar parcerias com universidades e empresas para doação de mudas de árvores frutíferas; construir bancos de palites para os alunos (as); reformar e pintar bancos já existentes na escola; distribuir lixeiras recicláveis na escola.

Estas ações, segundo “Hortênciã”, foram possíveis com o apoio da Assembleia de Pais e Professores - APP, de voluntários, funcionários, evidenciando a colaboração da comunidade escolar e demais indivíduos.

As metas que envolviam conscientização, diálogo com toda a comunidade escolar e outras que necessitariam de maiores recursos financeiros ou importantes

parcerias para execução, caracterizam-se metas de longo prazo, a saber: conscientizar toda comunidade escolar no sentido de envolvê-la na implantação e execução da Horta Escolar; diminuir os resíduos sólidos da escola; redução no desperdício e uso de água.

Estas ações tratam-se de mudanças de hábitos, logo, exigem um planejamento minucioso, pois envolve preparação de materiais informações; trabalhos interdisciplinares; incentivos, cobranças e cuidados diários como os alunos para atingirem os objetivos das metas; reuniões periódicas com professores e APP; etc.

Com relação ao objetivo do estudo de analisar a concepção de práticas de Educação Ambiental no PPP, no decorrer da pesquisa documental, observou-se que o documento não mencionou a Educação Ambiental, e o tema sustentabilidade esteve presente na menção ao projeto escolar. Em meio a descrição da meta de planejamento anual de 2016 a 2019, a temática transversal Meio Ambiente foi citada como norteadora para projetos interdisciplinares, juntamente com Conservação do Patrimônio, Diversidade e Leitura.

Como um plano, o PPP deve ser elaborado como resultado de um planejamento detalhado, que requer tempo e local para ser estruturado. A ausência de perspectivas e/ou falta de contextualização do meio ambiente, por exemplo, pode estar relacionada a carência de organização de uma equipe de professores designada para definir as principais correntes teóricas, os conceitos, fazer avaliações, etc., e para isso, seriam necessários tempo e espaço destinado para estas discussões, permitindo formular ideias e contextualizar o documento.

Salienta-se a importância do planejamento dos projetos no início do ano para não contribuir, segundo Ferreira (2011, p. 144), com o aparecimento de problemas, por exemplo, da “[...] falta de tempo para trabalhar os conteúdos [...], fazendo com que se privilegie apenas o estudo da disciplina isolada de cada professor, promovendo a visão compartimentado do conhecimento.”

E o imprescindível trabalho em equipe com objetivos claros possibilita estudar e refletir a respeito do enfrentamento dos reais problemas de forma sistematizada, que viabilize e dê sentido as ações rotineiras, diminuindo o improvisado (FERREIRA, 2011).

Da mesma forma, implica em incentivo ao trabalho dos docentes e estímulos ao envolvimento dos atores no contexto da escola e da comunidade, aspectos que podem estar expressos no PPP por meio de valores que a escola defende.

Como foi constatado pela pesquisa, o atual projeto está vinculado, especificamente, a uma professora e não a uma turma. Esta circunstância pode relevar um motivo para a descontinuidade do projeto, caso esta professora se desligue da instituição de ensino. Logo, é importante constar no PPP a vinculação da prática na horta escolar a uma ou mais turmas como ação anual, incluindo o importante apoio da Direção, professores, funcionários e voluntários.

Diante das observações do dia a dia da escola foi perceptível a abordagem do meio ambiente mediante as preocupações com a limpeza do ambiente escolar, com o cuidado com o paisagismo. Dentro dessa perspectiva, destacam-se o comportamento dos funcionários contratadas das escolas. Segundo a representação da limpeza, as folhas caídas nos jardins oriundas das árvores eram motivo de reclamação por parte dos funcionários de serviço gerais. Tinham em mente a ideia de chão “liso e limpo” e, portanto, deveriam ser varridas e tratadas como lixo.

Esta postura contrariava o objetivo do projeto de Educação Ambiental idealizado pela escola, uma vez que visava a revitalização dos canteiros ociosos com o plantio de árvores nativas e plantas ornamentais.

Este fato relava a ausência de atenção ou inserção destes funcionários no projeto atual, pois como parte da comunidade escolar, são sujeitos co-responsáveis pela efetividade das práticas propostas.

A legitimação da Educação Ambiental parte do pressuposto de educar “para o meio ambiente” e provoca processos nos quais “[...] a busca individual e coletiva por mudanças culturais e sociais estão dialeticamente indissociadas.” (SORRENTINO et al., 2005, p. 285).

As ações planejadas pela escola como a revitalização dos espaços verdes, plantio de mudas de vegetais, os incentivos de uma alimentação saudável estão aos poucos sendo aceitas e valorizadas pelos sujeitos que fazem parte da comunidade escolar, o que destaca o papel social importante que a escola possui frente as expectativas construídas por estes indivíduos.

A atitudes ecológicas, segundo Carvalho (2013), são opções e não imposições, e o papel da escola e dos educadores mediante os valores, metas, concepções integradas no PPP podem ressignificar os sentimentos, as percepções dos sujeitos por meio de novas experiências que possibilitem aos mesmos enxergarem o mundo através de uma nova perspectiva.

A relação de ensino/aprendizagem envolve processos cognitivos e socioculturais de atribuição de significados, onde aprender é entendido como um ato cultural, sempre contextualizado, inserido em um universo simbólico dos sentidos sociais, individuais e coletivos, em que o próprio da ação humana é atribuir sentidos à realidade (CARVALHO, 2006).

Por fim, em relação a ação de entrega de sacolas retornáveis, esta prática tem um viés importante quanto a substituição de sacolas plásticas. No entanto, a mesma prática também revela uma preocupação, pois entende-se que determinados conceitos e valores devem ser explicitados e questionados diante de ações como estas que estão vinculadas a gestão de resíduos sólidos, bem como ao padrão de consumo.

Aprofundando-se no assunto de geração de resíduos sólidos, a introdução de uma alternativa de sacola retornável para o armazenamento de materiais sem a contextualização do assunto, em relação aos impactos ambientais, poderá induzir a manter a atual padrão de consumo de descarte, bem como resulta em mais uma ação fragmentada distante da realidade da escola, uma vez que esta não mantém um programa de gestão de resíduos sólidos.

### **Considerações Finais**

No decorrer da pesquisa ficou evidente a ausência de revisão adequado do PPP, bem como observou-se a carência de concepções a respeito de Educação Ambiental, meio ambiente e sustentabilidade. Pode-se supor que as professoras envolvidas diretamente no projeto da horta escolar estão encontrando dificuldade para determinar um tempo adequado que o PPP exige, em razão da sua complexidade.

O estudo comprometeu-se em compreender como a Direção e os professores do ensino fundamental percebem as práticas de ensino designadas como Educação Ambiental. Neste sentido e, conciliando com o objetivo anterior, percebeu-se nos discursos das professoras entrevistadas, a carência do conhecimento das demais dimensões da Educação Ambiental e da sua própria concepção, uma vez que a dimensão ecológica ou biológica predominou nas falas e nas ações planejadas desde o início do projeto escolar, demonstrando uma visão simplista e conservacionista, comumente identificada nos projetos que visam abordar a Educação Ambiental.

Não obstante, as professoras entrevistadas admitiram que precisam de uma formação complementar sobre Educação Ambiental. Em especial, “Rosa” salientou

que sente a falta de conhecimento como uma limitação. A continuidade do projeto poderá incentivá-las a adquirir mais conhecimento que exigirá muita leitura e compreensão dos conceitos.

Logo, o projeto tem encontrado dificuldades para implementar os objetivos da Educação Ambiental pautada na desconstrução de paradigmas dominantes que naturalizaram comportamentos do ser humano diante do discurso de apropriação da natureza e posicionamentos que distanciam o ser humano dos demais seres vivos diante de episódios de causa/efeito que impactam esta inter-relação.

Vale ressaltar que os comportamentos dos sujeitos, no cotidiano da escola, “[...] são informados por concepções geradas pelo diálogo entre suas experiências, sua cultura, as demandas individuais e as expectativas com a tradição ou a cultura da escola.” (Dayrell, 1996, pg, 14).

No sentido cultural, o comportamento é resultado de um processo que não é orientado apenas pela família, mas também por outras instituições, como a escola.

De forma sintetizada pode-se mencionar que o espaço físico da horta possibilita vivenciar a relação com a natureza de forma harmoniza e orientada, promovendo desenvolvimento cognitivo e humano, o autoconhecimento, a sensibilidade. A gestão deve-se compartilhar o planejamento e decisões sobre a rotina escolar, acompanhada da comunidade, respeitando os direitos humanos, a diversidade cultural, étnico-racial. E é importante a construção de um currículo que comporte a inclusão de conhecimentos, saberes e práticas sustentáveis no PPP, contextualizado na realidade local.

Na perspectiva de desenvolver uma Educação Ambiental que favoreça mudanças sociais objetivando a sustentabilidade é imprescindível o processo de reflexão a respeito das práticas diárias dos professores, considerando que para o sucesso de uma mudança significativa é necessário, por parte deles, a superação das limitações impostas pela sua realidade profissional.

Para concluir, salienta-se que a internalização das questões ambientais para a formação de um perfil ecológico ou de atitudes ecológicas não se dá apenas mediante discursos de convencimento das causas da crise ambiental para auxiliar na identificação de crianças e jovens. A conscientização dos riscos socioambientais e informações são importantes desde que sejam integradas ao contexto de relações, no qual favoreça a capacidade de ação dos sujeitos na sociedade e a sua identificação afetiva com os valores éticos.

Logo, como sugestão de novos estudos sobre as práticas de Educação Ambiental, não somente no âmbito formal, mas em quaisquer espaços da sociedade, o futuro Engenheiro Ambiental e Sanitarista, cujo objeto de trabalho é o ambiente, pode contribuir para a melhoria do espaço físico a partir de uma engenharia preventiva de problemas socioambientais da escola e no seu entorno.

Para isso, pode-se produzir estudos sobre estratégias de sensibilização frente as mudanças constantes do mundo natural, social, econômico, político, cultural, etc., mesmo sabendo-se que, dentro de um grupo, não serão todos que se identificarão com as preocupações ambientais, no entanto, estes que se sensibilizarem, tornaram-se cidadãos multiplicadores de atitudes segundo os princípios da Educação Ambiental.

## Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Meio ambiente**. Brasil: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as diretrizes curriculares nacionais para a educação ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 jun. 2012.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Em direção ao mundo da vida: interdisciplinaridade e educação ambiental**. Brasília: IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1998.

\_\_\_\_\_. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

\_\_\_\_\_. O sujeito ecológico: a formação de novas identidades culturais na escola. In: Pernambuco, Marta; Paiva, Irene. (Orgs.). **Práticas coletivas na escola**. 1 ed., Campinas: Mercado de letras, 2013, v. 1, p. 115-124.

COGUIEC, Éric le. Ficção, diário de campo e pesquisa-criação. Tradução de Mônica Dantas Fagundes, **Cena**, Por Alegre, n. 20, p. 28-38, 2016. Disponível em: <DOI: <https://doi.org/10.22456/2236-3254.68331>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

DAYRELL, Juarez. A escola como espaço sócio-cultural. In: Juarez Dayrell. (Org.). **Múltiplos Olhares sobre educação e cultura**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1996, p. 136-161.

FERREIRA, Claudia Elisa Alves. A. **O meio ambiente na prática de escolas públicas da rede estadual de São Paulo: intenções e possibilidades**. 2011. 179p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2011.

FREIRE, Laísa.; FIGUEIREDO, João.; GUIMARÃES, Mauro. O papel dos professores/ educadores ambientais e seus espaços de formação: qual é a educação ambiental que nos emancipa? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 117-125, 2016. Disponível em:< DOI: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p117-125>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

GOMES, Romeu. Análise e interpretação de dados em pesquisa qualitativa. In: Minayo, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 79-106.

LARAIA, Roque de Barros. **Cultura: um conceito antropológico**. 14 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

MARCONI, Marina de Andrade.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Fábio Deboni da. **Manual de orientação: Projeto Político Pedagógico de Centros de Educação Ambiental**. Brasília: MMA, 2005.

SORRENTINO, Marcos et al. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 285–299, 2005.

SOUZA, Ângelo R. de. A Escola por Dentro e por Fora: A Cultura da Escola, a Política e a Gestão Financeira. **Intermeio**, Campo Grande, MS, v. 9, n. 17, p. 20-33, 2003.

## ANÁLISE DE COMPACTAÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DO ENSAIO DE PROCTOR PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM LOTEAMENTO NO MUNICÍPIO DE ORLEANS – SC

Evelyn Schug<sup>1</sup>; Fernando Scremin<sup>2</sup>; Josimar Monn<sup>3</sup>; Maiane Virginio<sup>4</sup>

<sup>1</sup>NUTEC. UNIBAVE. evelynschug@hotmail.com.

<sup>2</sup>NUTEC. UNIBAVE. fernandoas51@hotmail.com.

<sup>3</sup>NUTEC. UNIBAVE. josimar@cergapa.com.br

<sup>4</sup>NUTEC. UNIBAVE. maaaysilva@hotmail.com.

**Resumo:** Pretende-se mostrar neste artigo os níveis de compactação de solo, onde planeja-se construir um loteamento. Atualmente, o local é ocupado por pastagem bovina. Tendo como objetivo quantificar uma amostra representativa do local, obter-se resultados sobre adequação do solo para tal empreendimento e capacidade de seu suporte para obras de engenharia civil. Para saber se o solo é adequado para o suporte de obras de construção civil, foi realizado o ensaio de compactação através do Ensaio de Proctor, que visa à aplicação de uma força, dinâmica ou estática, para diminuir os vazios e conseqüentemente diminuir seu volume; as análises foram conduzidas no laboratório de mecânica dos solos do Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.

**Palavras-chave:** Solos. Ensaio de proctor. Construção civil. Compactação do solo. Análises.

### Introdução

Pode-se entender o solo como o resultado do intemperismo físico, químico e biológico, sobre as rochas. Constitui-se por minerais, matéria orgânica, além da água e do ar que circundam seus espaços vazios (poros), o solo está presente na camada mais superficial da crosta terrestre, a litosfera.

Estudos mecânicos do solo, tornam-se de significativa importância na facilitação da obtenção de informações referente ao papel que o mesmo exerce na natureza e no dia a dia o homem, garantindo assim, que se haja uma proteção e conservação do mesmo (COSTA, 2007).

De modo geral, a compactação do solo consiste no aumento de sua densidade e na redução da sua porosidade que se dá quando ele é submetido a um grande esforço ou a uma pressão contínua.

A compactação do solo é vista sobre diferentes ênfases em áreas da engenharia, por exemplo, para a engenharia agrônômica, o solo é camada essencial

para o desenvolvimento animal e vegetal, ou seja, sem solo, não há vida. No momento em que o solo apresentar nível alto de compactação, as trocas gasosas ficarão extintas pela eliminação dos espaços vazios e afetará negativamente o crescimento radicular. Pelo contrário, para a engenharia civil, os solos são a base de sustentação para as diversas obras, assim a compactação do solo em níveis altos é extremamente importante para dar o suportar as cargas da obra. Segundo Pereira (2016), com a diminuição dos vazios do solo presentes no solo, haverá redução da variação dos teores de umidade, de compressibilidade e da permeabilidade e o acréscimo da resistência a erosão e cisalhamento.

Ao fazer-se o planejamento de uma obra, torna-se necessário a análise e o seu estudo. Cabe salientar, que os responsáveis deverão estudar e analisar a sustentação da construção, observando a drenagem, elevação e localização. Assim, temos que conhecer o comportamento do solo ao receber esforços. Em construção grandes, há necessidade de estudos mais técnicos e avançados, por exemplo, na sondagem no solo (LEITE, 2016).

Desta forma será exposto e discutido no presente trabalho os resultados da análise de compactação do solo realizadas no laboratório de mecânica dos solos do UNIBAVE, na qual, foi analisado se o solo do local, que fica nas coordenadas 28°21' 00.05" S e 49°15' 34.04" O, tem capacidade para o suporte de obras de construção civil.

### ***Compactação do solo***

A compactação do solo consiste no aumento da pressão sobre ele por meio de uma força continua exercida. Segundo Van Lier (2010), a compactação do solo pode ser definida como o aumento de sua densidade, que pode ser causada de várias maneiras pelo homem e pelos animais. No processo de compactação, à força aplicada faz com que as partículas do solo deslizem umas sobre a outras, ocasionando um rearranjo de partículas, aumento da densidade e redução da porosidade.

### ***Ensaio de proctor***

Na mecânica dos solos, o ensaio de Proctor é um procedimento de primordial importância para os estudos da qualidade e controle dos níveis de compactação do solo.

Este procedimento foi desenvolvido pelo engenheiro Ralph Proctor em 1933, sendo normatizada nos Estados Unidos pela *A.A.S.H.O - American Association of State Highway Officials* e no Brasil sua execução segue a norma *ABNT NBR 7182/1986 - Ensaios de Compactação* (ENSAIOS..., 2015).

Através do ensaio de compactação é possível obter a relação entre o teor de umidade e o peso seco de um solo quando compactado com determinada energia. Segundo Fernandes, o ensaio de Proctor, que consiste basicamente em compactar uma porção de solo seca ao ar e posteriormente misturá-la junto com uma medida conhecida de água com um soquete padronizado em um cilindro com volume conhecido, aonde o solo é compactado em camadas, fazendo-se modificar a umidade de forma a conseguir o ponto de compactação máxima, na qual, se obtém a umidade ótima de compactação

### **Procedimentos Metodológicos**

No dia 28/10/2017 realizou-se a saída a campo para a coleta de amostras representativas do local, no qual futuramente deseja-se construir o loteamento.

Em um primeiro momento observou-se o local e as características do solo, como cor e textura, visto que é necessário que as amostras aparentem ter características parecidas.

Após isto, escolheu-se 5 pontos ao longo do terreno com aproximadamente 4 metros de distância entre eles, fez-se covas de 30 centímetros de profundidade, com o intuito de remover toda a camada de matéria orgânica contida neste. As amostras foram coletadas com o auxílio de uma pá e uma escavadeira, posteriormente foram misturadas e armazenadas em um balde e colocadas para secar em temperatura ambiente.

**Figura 1** – Local a ser implantado o loteamento



Fonte: Autores (2017).

**Figura 2**- Local a ser implantado o loteamento



Fonte: Autores (2017).

**Figura 3-** Retirada do solo na cova

Fonte: Autores (2017).

**Figura 4 -** Profundidade de 30 centímetros para retirar o solo.

Fonte: Autores (2017).

No dia 03/10/2017, as amostras de solo foram encaminhadas ao laboratório de Mecânica dos Solos do UNIBAVE, afim de realizar-se análises de compactação através do método de Ensaio de Proctor.

### **Objetivo**

Através do ensaio de Proctor, determinar as densidades de amostras de solo úmido e seco, para obtenção de sua curva de compactação. Diante disto, analisou-se se o solo do local é apropriado para ser utilizado como suporte para construção civil.

### **Materiais/equipamentos para análise**

- Amostra representativa do solo
- Água 900 ml
- Cadinhos
- Bandejas
- Extrator de amostras
- Soquete
- Béquer
- Molde cilíndrico de 3227,68 cm<sup>3</sup>
- Balança de precisão
- Estufa
- Peneira de 2 mm

Em um primeiro momento colocou-se as amostras de solos na bandeja e foi-se macerado para eliminar os torrões. Com o auxílio da pá, passou-se todo o solo na peneira de 2 mm e levou-se para pesar na balança com peso aproximado de 6,8 kg.

Acrescentou-se aproximadamente 600 ml de água e homogeneizou-se até criar consistência, após isso, coletou-se uma pequena quantidade de solo e depositou-se no cadinho e levou-se para secar. Logo após, compactou-se a amostra no molde cilíndrico em 3 camadas e em cada uma delas golpeou-se com 26 batidas distribuídas uniformemente com o soquete caindo de 30,5 cm.

Removeu-se o colarinho e a base do cilindro, passou-se a espátula com o intuito de aplainar a superfície do material à altura do molde e pesa-se o conjunto cilindro + solo úmido compactado. Retirou-se a amostra do molde com auxílio do extrator e desmanchou-se a mesma para o início da análise da 2<sup>a</sup> amostra.

Para análise da 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> amostra foram acrescentados 150 ml de água em ambos e realizado o mesmo procedimento descrito anteriormente.

### **Cálculos**

Para a realização dos cálculos, foi utilizado as seguintes fórmulas conforme prescreve o procedimento de proctor.

#### *Determinação da Umidade (%)*

##### Amostra I, II e III

Peso amostra úmida – Peso da amostra seca = quantidade de solo seco

Peso amostra úmida – Peso do cadinho = Peso real

Peso amostra seca – Peso do cadinho = Peso real

Regra de 3

Peso real da amostra úmida ---- 100 %

Quantidade de solo seco ---- x

x = porcentagem de umidade da amostra

Densidade do solo úmido (Dsu)

Amostra I

Densidade = M/V

\* Utilizado volume do cilindro

Amostra II e III

Densidade = M/V

$$V = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot H$$

Densidade do solo seco

Amostra I, II e III

Dss = Densidade solo úmido / (1 + teor de umidade)

\* Teor de umidade = (%/100)

## Resultados e Discussões

O quadro 1 apresenta os dados dos equipamentos usados para as análises do ensaio de Proctor Normal.

**Quadro 1** – Dados do Ensaio de Compactação Proctor Normal

Peso do cilindro (g):	5600	Peso do soquete (g): 2500
Diâmetro (cm):	15,11	Altura de queda (cm): 30,5
Altura (cm):	18,00	
Volume (cm <sup>3</sup> ):	3227,68	

Fonte: Autores (2017).

O quadro 2 apresenta os resultados dos pesos das amostras de solo úmido e a umidade das amostras de solos nos cadinhos.

**Quadro 2 - Resultados**

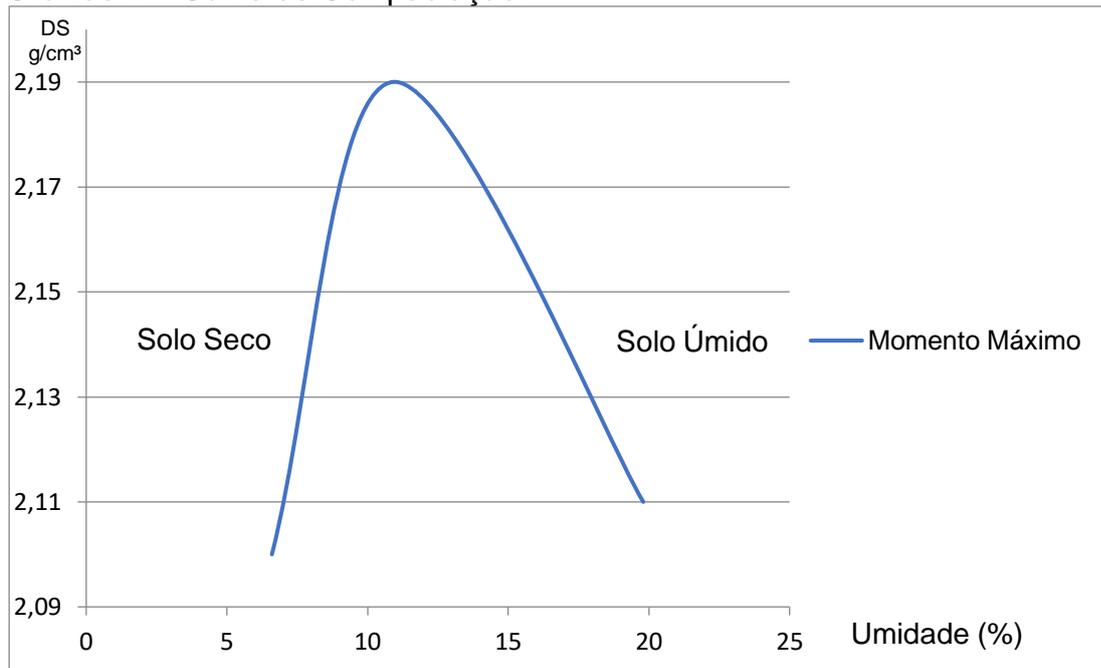
Determinações	Amostras		
	1	2	3
Peso Cilindro + solo úmido (g)	12400	12000	11600
Peso solo úmido (g)	6800	6400	6000
Densidade do solo úmido (g.cm <sup>3</sup> )	2,10	2,19	2,11
Densidade do solo seco (g.cm <sup>3</sup> )	1,97	1,97	1,76
<b>Determinação umidade na amostra do cadinho</b>			
Peso solo úmido (g)	45,8	45,54	46,7
Peso solo seco (g)	43,56	41,88	39,80
Peso da água (g)	2,235	3,6569	6,8928
Teor de umidade (%)	6,6	10,88	19,8

Fonte: Autores (2017).

Com base nos dados obtidos com o procedimento e demonstrados nas tabelas a cima, observou-se que na amostra I ao adicionar-se 600 ml de água, o solo teve boa absorção da água e um teor de umidade ideal para a compactação, tendo como início sua densidade menor se comparado as amostras II e III, devido a densidade ser proporcional a massa e inversamente proporcional ao volume.

Na amostra II, foi-se adicionado 150 ml de água, nesta, verificou-se que o solo atingiu o momento ótimo de compactação e sua densidade aumentou, devido a diminuição do volume final, conforme gráfico da curva de compactação abaixo.

Na amostra III, acrescentou-se mais 150 ml e percebeu-se que o solo sofreu alteração em sua consistência, devido a sua maior umidade, atingindo seu estado de saturação e dificultando sua compactação.

**Gráfico 1 – Curva de Compactação.**


Fonte: Autores (2017).

### Considerações Finais

Mesmo que a construção Civil Urbana esteja presente em quase todos os tipos de solos, são de suma importância uma investigação prévia, constatação da particularidade do solo, resistência e ensaios laboratoriais para o reconhecimento em termos característicos do terreno que se pretende projetar o loteamento. Ao fato, de que, com o reconhecimento específico e detalhado do solo, sabe-se determinar quais procedimentos e cuidados devem ter os profissionais da área civil. Levando assim uma execução plena e segura, sendo fundações de concreto armado *in loco*, ou pré-moldados.

Visto que os resultados obtidos no presente trabalho se mostraram favorável a condições de suporte para a construção civil, faz-se necessário estudo topográfico e elaboração de projeto arquitetônico. Uma vez que, os parâmetros de curva de compactação são de 1,50g/cm<sup>3</sup> a 3g/cm<sup>3</sup>. Sendo que obtido nos resultados 2,19g/cm<sup>3</sup>, excelente umidade para compactação do solo, como mostra o Gráfico 1 – Curva de Compactação. Levando em consideração e conformidade as Normas Técnicas, fica constatada a viabilidade para projeção de um planejamento Urbano neste local, visando que as condições deste solo são favoráveis. Porém, fica a cargo de poderes públicos responsáveis, analisarem aspectos e impactos ambientais do uso e ocupação do solo, para pertinência expansão e ocupação territorial urbana.

## Referências

COSTA LIMA, Valmiqui; RICARDO DE LIMA, Marcelo; DE FREITAS MELO, Vander de Freitas Melo 1. **A IMPORTÂNCIA DE ESTUDAR O SOLO**. 2017. Disponível em: <[http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/importancia\\_solo.pdf](http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/importancia_solo.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2017.

DE MATOS FERNANDES, Manuel. **Mecânica dos solos**: introdução a engenharia geotécnica, volume 2; 1.ed.Sao Paulo: Oficina de Texto,2014.

ENSAIOS Geotécnicos - Compactação de Solos: O Ensaio e as Energias de Compactação. O Ensaio e as Energias de Compactação. 2015. Disponível em: <<http://www.suportesolos.com.br/blog/ensaios-geotcnicos-compactao-de-solos-o-ensaio-e-as-energias-de-compactao/68/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

JONG VAN LIER, Quirijn de. (Edit.). Física do solo. 1ª.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2010. 298 p. ISBN 978-885-86504-06-8.

LUMA RIBEIRO LEITE, Barbara. **Importância do Solo na Engenharia Civil, Resumos de Engenharia Civil**. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/importancia-do-solo-na-engenharia-civil/2054413/>>. Acesso em 18 nov. 2017.

PEREIRA, Caio. **Compactação de solos**. 2016. Escola Engenharia. Disponível em: <<http://www.escolaengenharia.com.br/compactacao-de-solo/>>. Acesso em:18 nov. 2017.

## ANÁLISE DE COMPACTAÇÃO DO SOLO: UTILIZANDO O ENSAIO DE PROCTOR NORMAL

**André Fernandes<sup>1</sup>; Cássio Martins Coelho<sup>2</sup>; Guilherme Pereira Pires<sup>3</sup>; Jéssica de Oliveira<sup>4</sup>; Larissa Miranda<sup>5</sup>; Darlan Rodrigo Marchesi<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária.Unibave.andrefernandes18i3@gmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária.Unibave.cassiomartins06@gmail.com

<sup>3</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária.Unibave.guilhermee\_pires@icloud.com

<sup>4</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária.Unibave.jessica-lm-@hotmail.com

<sup>5</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária.Unibave.larissasl07@hotmail.com

<sup>6</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. Unibave.darlanmarchesi@hotmail.com

**Resumo:** O ensaio de Proctor Normal é utilizado para avaliar como um determinado solo está compactado, assim, este artigo busca avaliar um solo aterrado no município de São Ludgero, que está futuramente prometido como um bairro residencial. Desta forma, temos como o objetivo deste trabalho a campo, a avaliação da compactação deste solo, para comprovar ou não, se ele é um solo adequado para construção e habitação de pessoas. Por fim, as realizar alguns ensaios chegamos à conclusão de que o solo é argiloso e bem compactado, levando-nos a considerações de que é um solo habitável, possibilitando assim, a interligação entre as comunidades ali existentes.

**Palavras-chave:** Ensaio de Proctor Normal. Solo. Compactação. Umidade.

### Introdução

De acordo com Fabrício Carneiro, a compactação é um método de estabilização do solo que se dá por aplicação de alguma forma de impacto, vibração, compressão estática ou dinâmica, onde o seu efeito acaba causando um aumento de seu peso específico, resistência ao cisalhamento, e uma diminuição do índice de vazios, permeabilidade e compressibilidade. Assim, podemos ter uma correlação entre o teor de umidade e o seu peso específico.

O solo foi coletado no município de São Ludgero, no Bairro Parque das Acácias, numa localidade onde serão construídos loteamentos e uma junção do Bairro com outra comunidade da cidade. Nos ensaios busca-se saber até onde este solo poderá ser compactado, considerando sua densidade e a quantidade de água colocada a cada etapa, com o objetivo de concluir se este solo foi ou não compactado, considerando as forças que serão exercidas sobre ele, se é próprio para a construção

de casas e suporte para uma estrada, já que a densidade adequada varia de 1,5 a 3 g/m<sup>3</sup>.

Por fim, finalizaremos este ensaio, realizando o ensaio de Casa Grande, para verificar o seu limite de liquidez, além de calcular a quantidade de umidade presente em cada amostra de solo coletada.

### **Procedimentos Metodológicos**

Na produção do presente artigo, utilizou-se a análise dos ensaios realizados no laboratório de solos do Centro Universitário Barriga Verde-UNIBAVE para calcular seu estado de liquidez. Adotou-se critérios de escolha de autores renomados e com obras de excelente fundamento teórico para a pesquisa bibliográfica, em forma de livros, publicações avulsas, internet e imprensa, explorando, assim, materiais de vários autores.

### ***Tipos de solo***

É de extrema importância conhecer o tipo de solo onde pretende-se construir algo, desde estradas, barragens, residências e outras, já que o terreno serve de sustentação para a aplicação de qualquer peso. Sendo assim, os solos podem ser classificados em arenosos, siltosos e argilosos.

De acordo com Campos (2012), na maioria das vezes, encontraremos solos que possuam os três tipos citados, porém em quantidades diferentes, ou seja, um solo argiloso, por exemplo, é aquele que possui mais partículas de argila em sua composição.

Para Campos (2012), um solo arenoso é aquele que possui grãos grossos, médios e finos e são visíveis a olho nu. Este tipo de solo não possui coesão, dessa forma, são facilmente separados. Os solos argilosos possuem partículas vistas apenas no microscópio, possuem cores bem vivas e são impermeabilizantes, sendo assim, são fáceis de serem moldadas quando úmidas e têm dificuldade de desagregação. Já os solos siltosos, estão entre a areia e a argila, sendo assim, é um pó, como a argila, porém não possui boa coesão e nem uma boa plasticidade.

Para a construção de estradas, segundo Campos (2012), os solos arenosos são mais indicados, pois não atolam em dias de chuva e não formam poeira em dias quentes. Os solos siltosos formam barro em épocas de chuva e muito pó em dias de

seca. E os solos argilosos tornam as pistas barrentas nas chuvas e em dias quentes formam uma pista dura.

De acordo com Gurgel (2013, pg. 25) os solos “residuais de basalto são predominantemente argilosos, os de gnaiss são siltosos, os de granito apresentam teores aproximadamente iguais de areia média, silte e argila”. Porém para serem utilizados na construção civil devem ser compactados para diminuir o índice de vazios entre as partículas sólidas.

### **Compactação**

Segundo Fernandes (2014), o uso do solo como material de construção civil é tão antigo quanto a própria existência da humanidade, e entre os modos de utilização, destaca-se as obras de aterro, como: estradas, vias férreas e aeroportos. Para a construção de obras como as citadas é necessário que o solo esteja dentro dos padrões de compactação para suportar determinada tração.

Para Jong Van Lier (2010), o processo de compactação ocorre a partir da aplicação de uma força, que faz com que as partículas do solo deslizem uma em direção as outras, causando um rearranjo das partículas e incremento da densidade.

A compactação é o processo que, aplicado a uma massa de solo não saturada – logo, constituída por três componentes, sólida (partículas), líquida (água) e gasosa (ar) -, visa o aumento de sua compacidade por meio da redução do ar, conseguida à custa da aplicação repetida de cargas, (FERNANDES, p, 511, 2014).

De forma mais simples, de acordo com Caputo e Caputo (p.180, 2015), “entende-se por compactação de um solo o processo manual ou mecânico que visa reduzir o volume de seus vazios e, assim, aumentar sua resistência, tornando-o mais estável”. Logo, para uma obra de pavimentação, como o solo das amostras coletadas, é indispensável o processo de compactação.

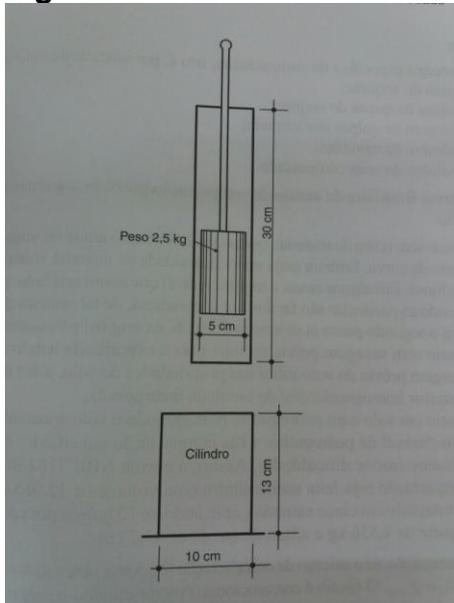
### **Ensaio de Proctor Normal**

O ensaio original para determinação da umidade ótima e do peso específico máximo de um solo é o ensaio de Proctor, proposto pelo engenheiro americano Ralph Proctor no ano de 1933, hoje em dia conhecido como ensaio normal de Proctor, padronizado pela ABNT em sua NBR 7182/86.

Segundo Caputo e Caputo (2015), o ensaio normal de Proctor, consiste em compactar uma amostra de solo em um cilindro com aproximadamente 1000 cm<sup>3</sup>, em

três camadas sucessivas, sob a ação de 26 golpes de um soquete, pesando aproximadamente 2,5 kg, caindo de 30,5 cm de altura, como ilustra a Figura 1.

**Figura 1- Ensaio de Proctor**



Fonte: Caputo; Caputo (2015)

### Procedimentos Metodológicos

Na produção do presente artigo, utilizou-se a análise dos ensaios realizados no laboratório de solos do Centro Universitário Barriga Verde-UNIBAVE para calcular seu estado de liquidez.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados os seguintes materiais: Aproximadamente 10 kg da amostra de solo; Balde; Pá; Cilindro; 4 cadinhos; Soquete; Bandejas; Socador; Espátula; Balança analítica; Balança; Trena; Paquímetro; Peneira; Aparelho de Casa Grande; Extrator;

No dia 29 de outubro de 2017, no município de São Ludgero, bairro Parque das Acácias (Figura 2), coletou-se aproximadamente 10 kg de amostra de solo para realização do ensaio de Procto normal.

**Figura 2** - Localidade aonde foi coletada a amostra



Fonte: Autores (2017).

Primeira etapa (Figura 3): pesou-se o cilindro, mediu-se o seu diâmetro e altura. Logo após, pegamos uma bandeja e colocamos nossa amostra com aproximadamente 10 kg de terra. Pegamos um socador e aplicamos sobre as superfícies maiores, para assim facilitar na hora de peneirarmos. Após realizarmos o processo de peneirar a amostra, medimos sua massa, e acrescentamos 800 ml de água mexendo manualmente até mostrar mais consistência. Com isso pegamos o primeiro cadinho, com ele já na balança analítica tiramos a sua tara e colocamos a amostra no cadinho até cobrir toda a sua superfície para pesarmos e reservamos. Juntamente com o cilindro, uma pá e o soquete, começamos a realizar a primeira etapa de compactação, a cada 3 camadas de terra, batia-se 25 vezes com soquete, e repetimos até chegar no limite necessário no cilindro. Com a primeira etapa concluída, colocamos o cilindro no extrator e retiramos um bloco homogêneo e compactado, colocamos em uma bandeja e pesamos. Seguem o quando 1, com os dados do 1º ensaio e quadro 2, com as fórmulas utilizadas para o cálculo dos resultados expressos.

**Quadro 1 - Dados do primeiro ensaio.**

Dados do 1º ensaio	Medições
Peso do cilindro (g)	5600 g
Diâmetro (cm)	15,11 cm
Altura (cm)	18,00 cm
Volume (cm <sup>3</sup> )	3227,68 cm <sup>3</sup>
1º Cadinho (g)	28,97 g
Volume de água (ml)	800 ml
Cilindro + solo úmi. (g)	9810 g
Peso solo úmido (g)	4210 g
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,30 g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Autores (2017)

**Figura 3 - Ensaio de proctor normal**


Fonte: Autores (2017).

**Quadro 2 - Fórmulas utilizadas.**

Fórmulas usadas em todas as etapas
$V = (A \times h)$
$D = \frac{M}{V}$

Fonte: Autores (2017)

Segunda etapa: depois de desmanchamos o primeiro ensaio, repetimos o mesmo processo realizado no 1º ensaio, porém com valores diferentes, e desta vez obtivemos um valor novo para a altura da amostra compactada, porque com a diminuição do volume de terra, houve a necessidade de medir sua altura. Estes dados estão apresentados no quadro 3. A figura 4 mostra o resultado desta etapa.

**Quadro 3** - Dados do segundo ensaio.

Dados do 2º ensaio	Medições
Altura (cm)	16,1 cm
Volume (cm <sup>3</sup> )	2886,98 cm <sup>3</sup>
2º Cadinho (g)	32,04g
Volume de água (ml)	300 ml
Peso solo úmido (g)	5770 g
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,99 g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Autores (2017)

**Figura 4** - Resultado da segunda compactação da amostra


Fonte: Autores (2017)

Terceira etapa: a terceira etapa foi praticamente igual a segunda, apenas diferença nos valores obtidos da amostra. Segue abaixo os dados do 3º ensaio apresentados no quadro 4 e figura 5.

**Quadro 4** - Dados do terceiro ensaio

Dados do 3º ensaio	Medições
Altura (cm)	15,5 cm
Volume (cm <sup>3</sup> )	2779,39 cm <sup>3</sup>
3º Cadinho (g)	32,80 g
Volume de água (ml)	150 ml
Peso do solo úmido (g)	5330 g
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,91 g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Autores (2017)

**Figura 5 - Resultado da terceira compactação da amostra**


Fonte: Autores (2017)

Quarta etapa: última etapa, sendo considerada a mais grudenta, que gerou dificuldades na hora da compactação com o soquete. O processo se repetiu pela quarta vez, com muita diferença em relação aos outros, devido à quantidade de água que adicionados. Segue abaixo no quadro 5 os dados obtidos.

**Quadro 5 - Dados do quarto ensaio**

Dados do 4º ensaio	Medições
Altura (cm)	17,5 cm
Volume (cm <sup>3</sup> )	3138,02 cm <sup>3</sup>
4º Cadinho (g)	45,65 g
Volume de água (ml)	650 ml
Peso do solo úmido (g)	5290 g
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,68 g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Autores (2017)

**Figura 6 - Resultado da terceira compactação da amostra**


Fonte: Autores (2017)

A altura obtida no 4º ensaio aumentou, devido à grande quantidade de água adicionada a amostra, ficando com uma aparência mais molenga e grudenta.

Após conseguirmos realizar o ensaio com quatro etapas de compactação, pegamos a última amostra e colocamos no ensaio de Casa Grande para verificarmos sua liquidez. Fizemos este ensaio duas vezes, a primeira com nossa 4ª amostra do jeito que deixamos, onde ela se juntou com 25 batidas. Segue abaixo a figura 7 do primeiro ensaio realizado.

**Figura 7** - Primeiro ensaio de Casa Grande

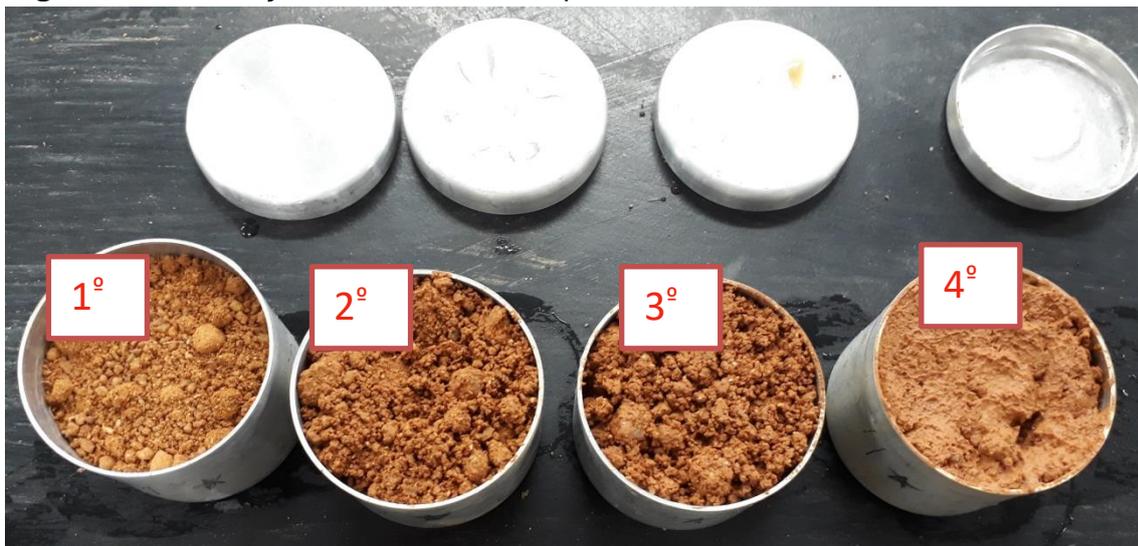


Fonte: Autores (2017)

Já no segundo ensaio de Casa Grande, colocamos um pouco mais de água para verificarmos como reagiria este solo, e ele se juntou com 20 batidas, como mostra a figura 8. Por fim, a imagem 9 demonstra a diferença nas texturas dos solos nos ensaios que foram realizados.

**Figura 8 - Segundo ensaio de Casa Grande**


Fonte: Autores (2017)

**Figura 9 - Diferença de textura das etapas**


Fonte: Autores (2017)

O método usado para determinar o teor de umidade do solo foi o método de secagem em estufa, este método é comumente usado por ser preciso e realizado de maneira prática, tendo precisão semelhante a outros métodos mais sofisticados como os métodos de expedito na frigideira e o de Speedy. Este método está fundamentado em 5 etapas, são elas:

- 1) Determinar o peso total da amostra;
- 2) Secar completamente a amostra;
- 3) Determinar o peso da amostra seca;
- 4) Por diferença obter o peso original da água ( $P_a = P_t - P_s$ ) na amostra;

- 5) Calcular o teor de umidade:  $h\% = 100 \cdot Pa / Pm$ ;

### Resultados e discussões

Pode-se perceber visualmente que a amostra bruta se tratava de um solo com baixo teor de umidade e bastante argiloso, sendo assim não foi feita a tentativa de compactar o solo sem antes adicionar a água, pois seria inviável e ineficaz, se tratando de um solo extremamente seco. Desta forma, foram adicionados 800 ml de água, para melhorar o efeito no processo de mistura água/solo e por consequência no aumento da densidade do mesmo.

Após ser realizado a mistura água/solo, e aplicado 26 batidas na amostra para posterior compactação, verificou-se que o solo reagiu bem, compactando de forma satisfatória. Esta compactação foi facilitada devido ao solo ser formado predominantemente por argila, que sendo partículas menores consegue estabelecer arranjos entre si de forma mais linear e homogênea.

Neste segundo momento foram adicionados mais 300 ml de água, e como resultado a altura e o volume na amostra veio a diminuir aumentando assim a densidade do solo.

O solo absorveu bem o fluido hidráulico nesta segunda fase do experimento, tendo como resultado uma ótima compactação e consistência, prova disto que no momento de desenformar o material do cilindro o mesmo se apresentou de forma firme e rígida, dificultando bastante para desfazer o bloco de terra formado para posterior etapa do experimento.

Com a adição de mais 150 ml de água a amostra apresentou uma diminuição da altura total e do volume, porém diferenciando pelo início da redução da densidade do solo. Este fato ocorreu devido ao solo ter atingido seu ponto ótimo de absorção e máximo de saturação, prova disto que a densidade começou a diminuir.

Nesta fase do experimento, com a adição de 650 ml de água à amostra, realizou-se novamente o ensaio de compactação com 26 batidas. A compactação do solo neste estágio foi dificultada, pois o solo estava em processo de transição entre estado sólido e um estado de liquidez, consequentemente a densidade reduziu consideravelmente, mesmo que o volume tendo diminuído. Ficou comprovado que nossa amostra havia ultrapassado o “ponto ótimo de compactação”, pois o mesmo não se apresentou mais de forma firme, rígida e consistente.

As diferenças que ocorreram entre as alturas e volumes das amostras foram atribuídas à adição de água, que se somou ao solo, aumentando o peso total. Outro fato que diferenciou altura/volume foi que durante os procedimentos ocorreram perdas de solos devido a manipulação e pequenos incidentes.

Utilizando a 4ª amostra realizou-se o “Ensaio de Casa Grande”, que consiste em moldar de forma uniforme o solo em equipamento específico, em seguida fazer um corte vertical no centro, de modo que os dois lados fiquem com a mesma massa. Com o auxílio de aparelho realizou-se batidas no suporte onde a amostra estava, foram necessárias 25 batidas para que os dois lados se unissem. Em seguida adicionamos mais água e repetimos o experimento, desta vez os lados da amostra se uniram com 20 batidas. Pode-se concluir que o solo adquiriu maior capacidade de locomoção à medida que recebe maior quantidade de água. Caso este solo esteja em uma encosta, são grandes as chances do mesmo não suportar o peso da carga de água recebida, cedendo e, ocorrendo assim, uma avalanche de terra. Comprova-se então a importância em ter o conhecimento, sabendo analisar a estrutura de solo, pois havendo construções, casas próximas a esta área, todos correm sério risco em caso de chuvas prolongadas.

#### **Determinação da umidade do solo: método da secagem em estufa**

Na análise do solo em questão, recolheu-se uma amostra de solo em todas as 4 etapas anteriores, onde cada amostra teria um teor de umidade diferente devido a adição de água no decorrer das etapas, conforme mostra o quadro 6.

**Quadro 6** - Teor de umidade (H%)

<b>AMOSTRA</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>
<b>MASSA DA AMOSTRA ÚMIDA</b>	28,97g	32,04g	32,80g;	45,65g
<b>MASSA DA AMOSTRA SECA + CADINHO</b>	31,6630g	32,8990g	32,5794g	41,4182g
<b>MASSA DO CADINHO VAZIO</b>	8,6521g	8,6521g	8,6521g	8,6521g
<b>TEOR DE UMIDADE (H%)</b>	20,5699%	24,3230%	27,0509%	28,2232%

Fonte: Autores (2017)

Na amostra 01 foram adicionados 800ml de água em 4210g de solo, posteriormente foi retirado 28,97g do solo úmido e colocado na estufa para secar por um período de 7 dias. Após esse período realizamos a segunda pesagem da amostra, já seca, desta vez junto ao cadinho, para determinarmos o teor de umidade do solo. Dessa forma, determinou-se um teor de umidade na Amostra 01 de 20,5699%.

Para a Amostra 02, na qual foi adicionado 300ml de água a mais do que na amostra 01, em uma amostra de 5770g de solo, sendo posteriormente retirado 32,04g e posto na estufa para secar. Após esse período foi usado o mesmo método tradicional de secagem em estufa. A partir do cálculo da Amostra 02 obteve-se um teor de umidade de 24,3230% de água na amostra.

No ensaio 3, na qual foi adicionado 150ml de água, além dos 1100ml já adicionados nas etapas da amostra 01 e amostra 02, em 5330g de solo, posteriormente retiramos 32,80g para ser colocado na estufa e realizar o teste que definiram o teor de umidade daquele solo. Obteve-se um valor de umidade de 27,0509%. Amostra 03 obteve um maior teor de umidade devido as diversas adições de água que a amostra recebeu durante o processo.

Ao submeter a quarta amostra observou-se que, assim como houve um aumento sucessivo no teor de umidade das amostras anteriores, na amostra 04 não foi diferente, após adicionar 600ml de água, além dos 1250ml já adicionados em etapas anteriores, em uma porção de 5290g de solo, foi retirado 45,69g e posto para secar na estufa por 7 dias, indicando uma umidade de 28,2232% de água na amostra. Sendo assim, a Amostra 04 sofreu um aumento no teor de água, assim com as amostras anteriores também vinham elevando seus teores de umidade sucessivamente.

### **Considerações Finais**

De acordo com os dados expostos, nota-se que um solo argiloso possui os atributos ideais para ser empregado como suporte, já que a argila, por possuir grãos com texturas finas, quando úmidas são fáceis de moldar e quando secas são dificilmente desagregáveis.

A partir das tabelas e cálculos apresentados, pode-se dizer que a segunda amostra possui um teor de umidade ideal para a compactação, pois a partir da segunda amostra, os solos estudados, começaram a apresentar características mais voltadas a liquidez, devido ao maior percentual de umidade presente nas amostras.

Dessa forma, após a verificação dos dados apresentados no decorrer do artigo, conclui-se que a amostra de solo do local coletado enquadra-se nos critérios de densidade aceitos/utilizados pela construção civil, sendo assim, o terreno localizado no Bairro Parque das Acácias está apto para ser utilizado como suporte/base para a construção do loteamento residencial e da estrada.

## Referências

CAMPOS, Irinê. **Conheça os três tipos principais de solo: areia, silte e argila.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=59>> Acesso em: 27/11/2017

CAPUTO, Homero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros. **Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos.** v.1, 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2015.

ESCOLA ENGENHARIA. **Compactação de solos.** Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/compactacao-de-solos/>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

FERNANDES, Manuel de Matos. **Mecânica dos solos: introdução á engenharia geotécnica.** v.2 , São Paulo: Oficina de textos, 2014.

GURGEL, John. **Apostila de solos.** Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/johngurgel/disciplinas/2.2051.1v-mecanica-dos-solos-1/apostila%20de%20solos.pdf>> Acesso em: 27/11/2017

JONG VAN LIER, Quirijn de. (Edit.). **Física do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010.

## APLICABILIDADE DA FÍSICA NA ENGENHARIA CIVIL

**Andriele da Silva Raupp<sup>1</sup>; Bruna Schlickmann<sup>2</sup>; Douglas da Silva<sup>3</sup>; Marcelo De Bona<sup>4</sup>; Vinicius Carniato<sup>5</sup>; Rosivete Coan Niehues<sup>6</sup>; Fábio Boeing<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmica . Unibave. andriele\_orleans@hotmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica . Unibave. bruh\_sch@outlook.com

<sup>3</sup>Acadêmico . Unibave. doglaslm@hotmail.com

<sup>4</sup>Acadêmico . Unibave. marcelodebona9@hotmail.com

<sup>5</sup>Acadêmico . Unibave. carniato.vinicius@gmail.com

<sup>6</sup>Professor . Unibave. rosivetenie@yahoo.com.br

<sup>7</sup>Professor . Unibave. fabioboeing@unibave.net

**Resumo:** O estudo da engenharia civil está interligado em diversas áreas do conhecimento e, em diversos pontos da engenharia, a física está inserida, como no projeto ou na sua execução, na força aplicada a uma viga ou no estudo das características de um solo para construção. A metodologia empregada neste artigo será uma abordagem bibliográfica sobre a importância da física para a engenharia civil, visto que em diversos momentos questiona-se o porquê do estudo da física neste curso, bem como na formação deste profissional. Sendo assim, concluímos que o curso de engenharia civil tem sua base a física, onde é utilizado em nosso dia a dia sem perceber, para construção de pontes, edifícios, túneis e barragens. Sendo que várias disciplinas envolvem a física no curso de engenharia civil como, resistências dos materiais, mecânica dos fluidos entre várias outras matérias.

**Palavras-chave:** Engenharia civil. Física. Importância. Aplicabilidade.

### Introdução

A física é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos. Busca compreender os comportamentos naturais e gerais do mundo em nosso redor, analisando suas propriedades, descrevendo e explicando a maior parte de suas consequências.

Vários são os caminhos na área da engenharia. Nestes caminhos, o estudo é o ponto principal para se chegar onde se deseja. No estudo da engenharia civil foram selecionadas diversas disciplinas, porém neste presente artigo dar-se-á ênfase à importância do estudo da física para a engenharia civil.

Na engenharia civil é fundamental ter noção de grandeza como lidar, saber o que significam e o que valem as unidades utilizadas para quantificar e associar esses valores com a sua materialização na realidade. Sendo assim, a necessidade do uso da física é fundamental para a engenharia civil. Partindo deste pressuposto, o

presente artigo abordará a temática sobre a importância do estudo da física na engenharia civil e sua aplicabilidade.

### **A Importância do Estudo da Física para a Engenharia Civil**

Estando presente em diversos setores, a engenharia é sinônimo de desenvolvimento, tendo em vista que ela está presente na construção civil, nas áreas de elétrica, mecânica, produção e alimentos, com objetivo principal de criar, inovar, adaptar, melhorar, e trazer para a sociedade conforto, praticidade e etc. Sabendo que a engenharia não está sozinha, há nela um aliado fundamental, a física, que possibilita ao homem atingir muitos dos ideais que existem como base a natureza e seus fenômenos.

A engenharia está sempre inovando por meio de estudos e experimentos. Como se sabe, a engenharia abrange várias áreas de atuação na sociedade, tanto que hoje existem vários tipos de engenharia atuando na produção, alimentação, construção, entre outras funções aplicadas. Falando da engenharia civil, esta oferece a toda sociedade vários benefícios, entre eles, a implantação de projetos e gerenciamentos de obras, como na produção. Com o passar dos anos, a tecnologia faz-se cada vez mais presente nas engenharias, com o auxílio das ciências exatas que são matemática, física e química. A engenharia busca cada vez ficar mais próximo na perfeição, assim sempre fazendo com que possa fazer com que a sociedade cresça (FISICA E ENGENHARIA; 2012).

A física é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos e está relacionada com a resistência dos materiais, sendo assim, busca conhecer os comportamentos gerais e da natureza no mundo em que vivemos. Com os estudos, busca-se diminuir as porcentagens de acontecer algum desastre dentro dos setores sociais. Nesse caso, no setor da engenharia, há como exemplo a construção civil, onde se busca com os estudos naturais juntamente com estudos materiais, fazendo com que as construções se tornam mais resistentes e que sofram o mínimo com os fenômenos naturais (FISICA APLICADA; 2011).

A física é extremamente importante para a engenharia civil, principalmente por estar diretamente relacionada à resistência dos materiais, junto com os sistemas térmicos e sistemas fluídos-mecânico, processos técnicos, entre outros, cujos princípios físicos são embasados. Além dos materiais, a física também está diretamente ligada na fabricação e produção, pois todas as máquinas e equipamentos

funcionam com base nas leis da física. Na verdade, aplicam-se as leis da física no nosso dia a dia e nem se percebe. Com essas leis, consegue-se aumentar a segurança nos empregos juntamente com a produção e, desse modo, une-se a tecnologia dos equipamentos com a segurança no trabalho (FÍSICA E ENGENHARIA; 2012).

A física está empregada em diversas situações na área de engenharia civil, como por exemplo, nas forças aplicadas em vigas, reações, pressão de fluídos em condutos, resistência mecânica, manutenção do ambiente físico, construções de obras como canais, barragens (Figura 01), estradas, pontes (Figura 02) e edifícios (RODRIGUES, SOARES, FERREIRA; 2008).

A física e a engenharia civil desenvolvem diversas funções juntas, sendo que o engenheiro acompanha e projeta as etapas de uma construção, estudando as características do solo, dos materiais e do meio ambiente. Por meio da física, o engenheiro é capaz de calcular o nível de torção de uma barra de ferro ou de sua dilatação perante o calor, a quantidade de trepidação máxima de uma ponte por exemplo. Como a física possui grande influência na engenharia, é possível solucionar problemas encontrados durante os projetos realizados (FÍSICA E ENGENHARIA, 2017).

O princípio da ação e reação tem, como exemplo, os motores a jato, que deslocam os aviões modernos e que têm como base fontes de energia como a energia elétrica e a energia nuclear. Sem estas formas de energia produzidas pelos fenômenos físicos, o avanço do mundo moderno não teria sido possível (FÍSICA E ENGENHARIA, 2017).

Na saúde o conceito da calorimetria é utilizado para determinar o valor energético dos alimentos, lentes convergentes e divergentes podem ser empregadas para resolver problemas de visão como a miopia e a hipermetropia. A astronomia utiliza os conceitos físicos na tentativa de desvendar os mistérios do universo. Por estar relacionada à área de formação básica da engenharia, a física ajuda o aluno a assimilar e quantificar os fenômenos físicos ali presentes, alcançando os resultados significativos. A mesma pode favorecer em seu processo de caracterização, que o aluno não só desenvolva uma estrutura conceitual, mas também possa adquirir um potencial crítico que lhe conceda conviver com o vasto volume de informações dadas pela mídia de forma bem diversificada, aprendendo a seletar e a idealizar as mais importantes (PUC, 2013).

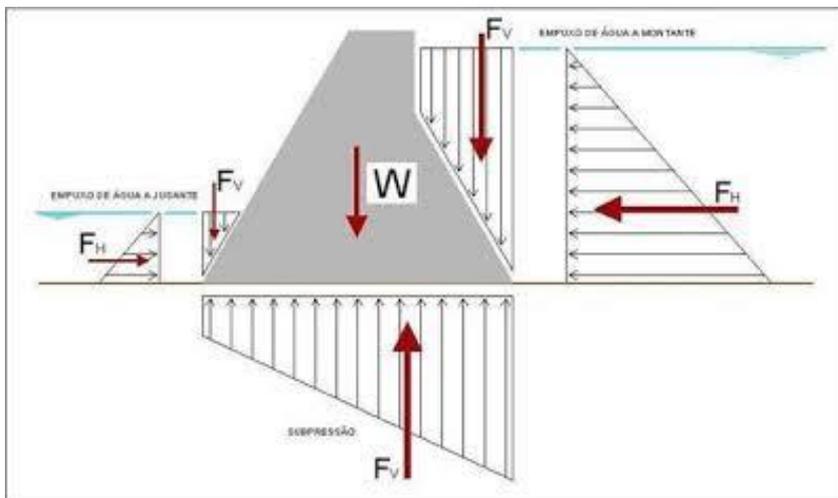
Pode, do mesmo modo, favorecer para a formação de uma cultura científica na administração do desempenho de um todo e na percepção da beleza que o conhecimento desvenda em levar à melhoria da conexão entre os seres humanos (PUC, 2013).

**Figura 01** – Ponte por balanço sucessivo



Fonte: NAKAMURA, 2012.

**Figura 02** – Demonstração de uma barragem



Fonte: HEILMANN, 2010

### Considerações Finais

Pode-se compreender que no campo da engenharia civil a física é de suma importância, pois é ela que dá embasamento no projeto com os cálculos e proporções

de estruturas e execuções, pois é necessário que tudo ocorra como planejado no momento da construção.

Por mais que se sabe e se tenha a certeza de que a física é fundamental para a engenharia civil, este assunto é pouco debatido, visto com isso que o mesmo deveria ser mais trabalhado visando à valorização desta disciplina no curso de engenharia civil e nas demais engenharias.

Após tal pesquisa, pode-se concluir com clareza o entendimento da importância da física para o profissional de engenharia, pois é uma das peças chaves para seu desenvolvimento. Ademais, tem-se a certeza de que esta disciplina é fundamental na formação do profissional/acadêmico que busca aperfeiçoamento, conhecimento e deseja atuar com competência e habilidade.

## Referências

**A FÍSICA na engenharia - tudo de física na engenharia.** [S.l.: s.n.], 2008. Disponível em: <<http://afisicanaengenharia.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 18 setembro 2018.

**A importância da física para a engenharia de produção.** [S.l.: s.n.], 2009. Disponível em: <<http://mepsilva.blogspot.com.br/2009/09/importancia-da-fisica-para-engenharia.html>>. Acesso em: 18 setembro 2018.

**APLICAÇÕES da física na engenharia.** [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/4104969/trabalho-aed-aplicacoes-da-fisica-na-engenharia>>. Acesso em: 20 setembro 2018.

**FÍSICA aplicada à engenharia civil.** [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/engenharia/fisica-aplicada-a-engenharia-civil/52154>>. Acesso em: 20 setembro 2018.

**FÍSICA e Engenharia.** [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <<https://trabalhosparaescola.com.br/fisica-e-engenharia/>>. Acesso em: 20 setembro 2018.

MONTEIRO, Newton Fernando. **Alguns princípios da física aplicados à engenharia civil.** 2007. 75p. Monografia (Graduação em física) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2007.

**ONDE a física e a engenharia se encontram.** [S.l.: s.n.], 1987. Disponível em: <<http://www.bassalo.com.br/memorias/engenharia/onde-a-fisica-e-a-engenharia-se-encontram/>>. Acesso em: 19 setembro 2018.

## AS MUDANÇAS CAUSADAS PELA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

**Rodrigo Galdino da Rosa<sup>1</sup>; Nacim Miguel Francisco Junior<sup>1</sup>; Dimas Ailton Rocha<sup>1</sup>; Berto Varmeling<sup>1</sup>; Glaucea Warmeling Duarte<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia. UNIBAVE. nutec@unibave.net

**Resumo:** O mundo encontra-se frente a uma grande transformação no que diz respeito a inovações tecnológicas e produção industrial. Esse trabalho foi desenvolvido utilizando os métodos de abordagem qualitativo, no modelo de revisão bibliográfica, com o objetivo de apresentar as mudanças causadas pela Indústria 4.0, bem como seu histórico e conceito, seus impactos no mercado competitivo e os desafios que as empresas precisam enfrentar para estarem preparadas para implementar este modelo aos seus negócios. Esse conceito de manufatura está se disseminando ao redor do mundo com tamanha força que foi conceituado como a quarta revolução industrial, onde o foco não está mais nas fábricas, e sim nos clientes. A Indústria 4.0, por englobar uma grande variedade tecnológica precisa ter uma mão de obra preparada para operar e desenvolver novas soluções tecnológicas, recurso de internet viável e equipamentos que possam operar nessa nova plataforma industrial.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Inovações Tecnológicas. Manufatura Avançada.

### Introdução

Sabe-se que, para chegar ao patamar tecnológico que o mundo se encontra hoje, muitas mudanças ocorreram na sociedade, ocasionando grandes descobertas que nos trazem maior produtividade e conforto. A Primeira Revolução Industrial foi iniciada na Inglaterra por volta de 1750, sendo impulsionada pelas tecelagens de lã. Porém, o que levou a mecanização dos processos foram as tecelagens de algodão e a produção agrícola, que possibilitou a liberação de mão-de-obra para a indústria de manufatura, que estava se expandindo e ampliando as fronteiras comerciais através de exportação de matéria prima que vinham das colônias (Índia e Estados Unidos) (VENTURINE, 2014).

A revolução industrial posterior teve como foco principal o crescimento tecnológico de indústrias de grande porte como a automobilística, ferroviária, petroquímica, siderúrgica e métodos de produção inovadoras, como a produção em série, que possibilitou maior organização e produtividade da indústria (LIMA, 1958).

Já a terceira revolução industrial teve sua gênese nos Estados Unidos após a segunda Guerra mundial apoiados pelo Plano Marshall, que visava a reestruturação

econômica dos países afetados pela guerra. Esse período foi marcado pela inserção da Robótica, que envolve a invenção dos Controladores lógicos programáveis, introdução da informática para tornar os processos mais fáceis e organizados aumentando a produtividade das indústrias, busca de fontes de energia alternativas entre outras (ARSENIO, 2008).

E agora a humanidade está vivenciando a 4ª revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, que nasceu com objetivo de trazer todo um conceito tecnológico futurístico e inovador para os processos produtivos. Sendo o assunto do momento no que se diz respeito a produção, esse assunto surgiu em meados de 2011, após o Governo Alemão em parceria com universidades e grandes empresários, com o objetivo de reposicionamento frente as tecnologias presentes no mercado atualmente (AZEVEDO, 2017).

Devido a uma grande abrangência de conceitos, esse assunto carece de uma definição exata. O conceito mais aceito é a ideia principal adotada pelos Alemães, que seria conectar digitalmente todos os envolvidos nas operações de produção, desde o fornecedor ao varejista, melhorando o compartilhamento de informações e a experiência do cliente. A indústria 4.0 está muito presente na Europa, além de estar em grande ascensão nos Estados Unidos, onde é conhecido como Indústria Inteligente, Indústria da Internet das Coisas ou Manufatura Avançada, todos termos válidos para se referir a essa revolução. A Alemanha e os Estados Unidos têm sua liderança evidente quanto a adesão ao método da Indústria 4.0 (AZEVEDO, 2017).

Muita informação a respeito desse assunto está disponível, porém, muitos ainda são leigos e estão presos aos processos de manufatura atual, sem ter conhecimento dos benefícios que essa revolução tecnológica pode trazer ao seu negócio, os trazendo o seguinte problema: será que as empresas e pessoas estão preparados para a quarta revolução industrial?

Descrito o impacto causado pela indústria 4.0 no mercado atual, o referido trabalho tem como objetivo geral trazer conceitos sobre a indústria 4.0, que estão mudando a forma das indústrias trabalhem no mundo. Esse trabalho se justifica devido a importância de os profissionais e empresários, estarem cientes da metamorfose que o mercado industrial tem sofrido e ainda sofrerá e como devem se preparar para essa nova fase no mercado competitivo. E para alcançar o propósito dessa pesquisa os seguintes objetivos devem ser cumpridos: apresentar o conceito de indústria 4.0 bem como suas tecnologias e aplicações; demonstrar qual será o impacto desse novo

modelo de produção no mercado competitivo; explicar quais os desafios principais que as empresas precisam enfrentar para poder ingressar nesta nova era industrial.

### **Procedimentos Metodológicos**

Com relação à classificação da pesquisa, este trabalho é de natureza básica, pois tem como objetivo desenvolver conhecimento para aplicação prática, orientados à melhoria e resolução de problemas que envolve verdades e interesses locais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Referente à abordagem, a pesquisa é qualitativa, pois foi utilizado o método qualitativo, buscando explicação para os acontecimentos, propondo uma solução, mas não quantificam os dados e as trocas simbólicas, nem se submetem à prova de fatos, pois os dados estudados não são de natureza numérica e se valem de diferentes abordagens. Na pesquisa qualitativa, o estudioso é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. Não é possível prever o desenvolvimento da pesquisa. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

O objetivo deste trabalho é a realização de uma pesquisa descritiva, pois exige do pesquisador uma série de informações sobre o que se está estudando, descrevendo os fatos e fenômenos de determinada realidade (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, pois o levantamento de informações é feito através de referências teóricas já analisadas e publicadas em artigos científicos, livros, monografias, dissertações, teses, *web sites*, com o objetivo de recolher informações sobre o problema que se baseia a pesquisa (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

As bases de dados utilizadas para a realização da pesquisa de conteúdo relacionado ao tema foram a biblioteca digital brasileira de teses e dissertações (BDTB), Google Acadêmico, EBSCO, *Scielo*, IBICT e Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. Além disso, foram utilizados como palavras-chave: Indústria 4.0, Conceito de Indústria 4.0, Impactos da Indústria 4.0, Componentes da Indústria 4.0 tendo como critério de exclusão todas as publicações que não continham essas informações.

## **Conceito de Indústria 4.0**

Segundo Costa (2017) Indústria 4.0 é a combinação do que há de mais avançado em tecnologia de automação, sistemas computacionais e de controle inseridas no processo produtivo. A partir sistemas computacionais colaborativos para controle de dispositivos físicos, interconectividade de equipamentos por meio de tecnologia móvel e coleta constante de dados para aprimorar os serviços ofertados, a produção industrial está a caminho de se tornar mais eficiente e inteligente.

Alguns defensores do Modelo de Indústria 4.0 nomearam quatro características principais que ajudam a compreender melhor do que é composto esse novo modelo de produção. A primeira característica fala sobre a integração vertical de sistemas de produção inteligente é referente a interconexão das fábricas inteligentes através de CPS (Sistema Cyber Físico), que permitem que as fábricas respondam rapidamente a qualquer variação ao seu processo habitual, desde a níveis de demanda, defeito de maquinário, atrasos nos processos (AZEVEDO, 2017).

Na sequência entra-se na segunda característica que é a integração horizontal através de redes de cadeia global de valor, A integração irá melhorar o processo de criação e manutenção de redes que criam e agregam valor. Falando em integração horizontal, os relacionamentos que pertencem a esse grupo vão além de parceiros de negócio e clientes, mais abrangem novos modelos de negócio e internacionalização da empresa (AZEVEDO, 2017).

A terceira característica, referente a introdução da Engenharia em toda a cadeia de valor, nos mostra que atualmente o foco é concentrado no processo produtivo, e com a submissão de todos os processos à engenharia, é possível ter um controle sistemático do processo do início ao fim (AZEVEDO, 2017).

A quarta e última característica, a aceleração através de tecnologias exponenciais, Modelos de negócio que tem como atividade a fabricação de bens de consumo, estão a mercê de uma variedade de tecnologias de acordo com sua área de atuação, parte dessa tecnologia já é antiquada. Porém, as tecnologias estão evoluindo a cada dia, tornando-se maiores e melhores. Em um curto espaço de tempo essas tecnologias estarão disponíveis para uma diversidade de empresas das mais variadas áreas e tamanhos (AZEVEDO, 2017).

O mercado atual está vivendo um momento de elevada competição e demanda instável devido a ampliação das fronteiras de consumo, fazendo com que as empresas encarem grandes desafios constantemente. Baseado nessa competição, as empresas

precisam buscar novas formas de se destacar nesse mercado tão concorrido, elevando a qualidade de seus produtos e serviços e tornar a experiência do cliente a melhor possível.

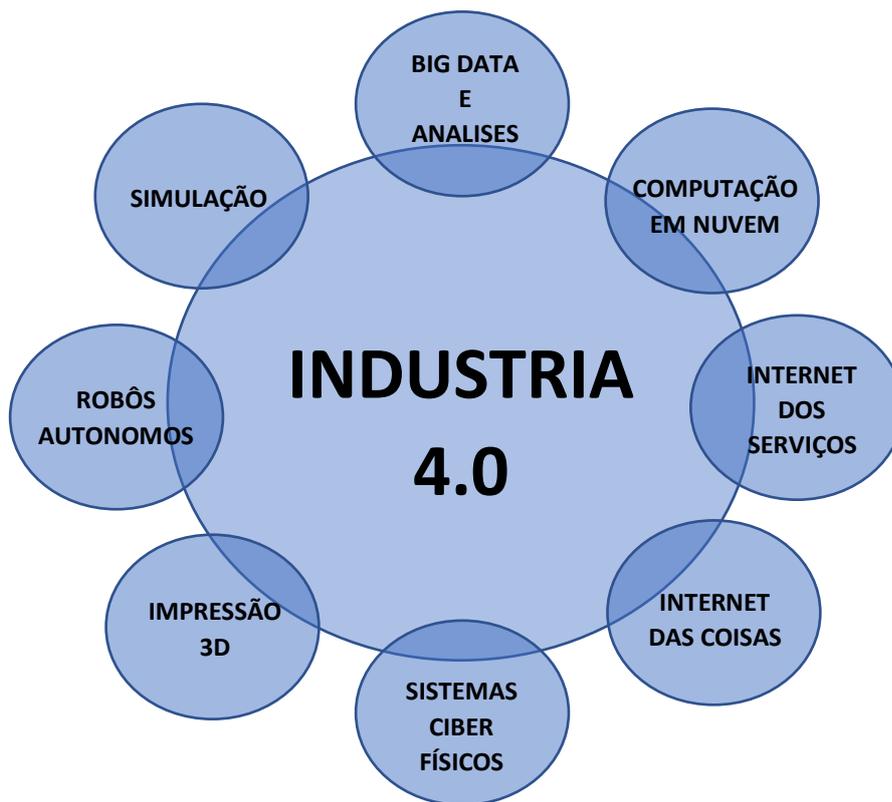
### **Componentes e aplicações da Indústria 4.0**

A elevada gama de dados coletados e disponibilizados às empresas, somados as inovações referentes a produtos e serviços conectados, é para o ramo industrial uma grande oportunidade de se destacar frente a esse mercado tão competitivo onde as inovações aparecem tão rapidamente.

À medida que se dissemina a tecnologia, novos métodos e aplicações se desenvolvem. Com tudo, para que seja possível introduzir novas tecnologias digitais na produção industrial será necessária a implementação de ferramentas de leitura, processamento e transmissão de dados. Os projetos que forem sendo criados, utilizarão a Internet das coisas para aplicações reais das novas tecnologias.

Para uma empresa poder aderir a nova era da inovação industrial ela precisa aderir a uma das tecnologias que caracterizam a internet das coisas, sendo eles sensores, identificação por rádio frequência (RFID), armazenamento em nuvem ou softwares para aplicações produtivas.

A Figura 1 apresenta de forma mais abrangente os principais componentes tecnológicos da Indústria 4.0 que são altamente complexos e repleto de outras tecnologias que complementam sua estrutura.

**Figura 1** – Os componentes da Indústria 4.0


Fonte: HEIDRICH; FACÓ; REIS (2017).

### ***Big Data – Volume de dados***

Atualmente o mundo se encontra inundado em um mar de dados, que por si só não causam muito impacto, mais se analisados e organizados em um grande banco, se tornam um bem de grande valor para as empresas poderem ofertar seus produtos e serviços, identificar seus potenciais clientes, planejar suas campanhas e volume de produção.

O Big Data, nada mais é que um grande banco de dados com uma enorme gama de informações que dão suporte a tomada de decisão das empresas. Estes dados em sua maioria são dinâmicos, ou seja, ocorrem constantes variações nos resultados analisados, em tempo real, de acordo com os eventos externos. Exemplo: a análise dos dados gerados por sensores da linha de produção de uma indústria, onde detecta-se que um determinado lote está sendo fabricado com erros que resultarão no seu descarte. Se ao invés de somente depois de produzido todo o lote, a falha for verificada, esses erros já podem ser corrigidos durante a produção, realizando-se assim os ajustes necessários durante a produção e descartando apenas poucas unidades que são incompatíveis com o padrão exigido (COELHO, 2016).

### ***Cloud Computing - Computação em Nuvem***

Computação em Nuvem é uma das grandes conquistas tecnológicas, e uma grande quebra de paradigma. Se trata de um modelo tecnológico que nos permite ter acesso a componentes computacionais infinitamente disponível e flexível, tais como servidores de arquivos, os mais variados aplicativos e serviços, disponibilidade dos recursos necessários para executar determinada atividade sem precisar dos recursos presentes no ambiente. Falando em Indústria 4.0 essa tecnologia contribui com agilidade no compartilhamento de dados, monitoramento com mobilidade e é claro, economia (RÜBMANN, 2015).

### ***Internet of Services (IoS) - Internet dos Serviços***

Esse conceito é muito presente hoje, pois muitas das atividades cotidianas, que necessitavam de muito mais trabalho, agora podem ser realizadas com mais praticidade através da internet. Esse conceito também se aplica dentro de sistemas de manufatura avançada, pois é possível disponibilizar e requisitar recursos pela internet, de forma rápida e eficiente. Os serviços de aplicativos disponíveis nessas plataformas conectarão pessoas e objetos. E os sistemas e ainda possuirão características específicas, tais como a adaptabilidade, suporte para usos colaborativos e diversos dispositivos finais móveis.

A IoS é constituída por participantes, uma infraestrutura de serviços, modelos de negócio e os próprios serviços. Os serviços são oferecidos e combinados em serviços de valor agregado por vários fornecedores. Eles são comunicados aos usuários, bem como aos consumidores e são acessados por eles através de vários canais (RÜBMANN et. al, 2015).

### ***Internet of Things (IoT) - Internet das Coisas***

Graças a esse sistema é possível integrar pessoas, processos, e dispositivos da planta industrial à internet, possibilitando um compartilhamento em tempo real de toda a informação gerada nesses setores, assim contribuindo com a agilidade na execução de rotinas produtivas, acompanhar um lote de produção em tempo real, redução de defeitos de processos, maior eficiência de lotes menores entre outras coisas (HEIDRICH; FACÓ; REIS, 2017).

### **CPS- Sistema Ciber-Físico**

Os Sistemas Ciber-Físicos (*Cyber Physical System – CPS*) consistem em um conjunto de ferramentas que fazem a ponte entre o meio físico e ferramentas computacionais (hardware e software). Estes elementos são constituídos em sua maioria por hardwares embarcados (sensores e atuadores) para controle e monitoramentos dos processos existentes. No todo, o conceito de Sistemas Ciber-Físicos surge com o processo que integra os elementos computacionais com elementos físicos, tornando-os mais independentes, porém um sistema só irá executar alguma atividade em função da ação de outro sistema do mesmo processo, assim determinando a tarefa a ser executada em sincronia com todo o sistema (GARAY, 2012).

### **Impressão 3D**

O uso de impressora 3D é, de fato uma das características mais conhecidas da manufatura avançada. Graças a essa tecnologia é possível a criação de protótipos rapidamente, sem perdas de matéria prima. Devido aos grandes avanços tecnológicos várias empresas estão investindo nessa solução com o objetivo de desenvolver novas aplicações de produção usando diretamente modelos computadorizados, dispensando ferramental, tempo e custo de maneira que acompanhe a era atual, ou seja, a indústria 4.0, devido à uma forte concorrência no mercado (AZEVEDO, 2013).

### **Robôs Autônomos**

A mão de obra humana se encontra em um momento muito delicado, pois hoje, nas empresas que investem na modernização das linhas de produção, buscam soluções que possam aumentar a capacidade produtiva com máxima qualidade e com mínimo de desperdícios. Os Robôs Autônomos não só são capazes de imprimir mais velocidade ao processo produtivo como também de identificar fases ineficientes e corrigi-las automaticamente. Por via dessa nova ferramenta as pessoas precisam estar melhor capacitadas para poder operar em conjunto com essa nova tecnologia (RÜBMANN et. al, 2015).

### **Simulação**

As ferramentas de simulação são utilizadas para auxiliar nos projetos e análises de diversos sistemas, como para reconfiguração física ou mudanças no controle e/ou

regras de operação de sistemas existentes. Esta técnica permite uma visão do funcionamento desses sistemas por meio de modelos computacionais que podem ser alterados e estudados sem a necessidade de intervenção no sistema real (CHWIF e MEDINA, 2014).

### **O que muda com a Indústria 4.0?**

O que se presencia nos dias atuais, em termos de tecnologia na área de manufatura é um processo de evolução na indústria, que vem ocorrendo desde o século XVIII.

Hoje o mundo se encontra na quarta revolução industrial, onde a indústria não dita mais as tendências e as necessidades de consumo da população. Esse quadro foi invertido e agora as pessoas praticamente “produzem” seus próprios produtos por via das informações que compartilham na rede.

O alicerce para essa mudança é a tecnologia. O que se vê é que a manufatura tem palavras importantes: colaboração e a integração. Essas mudanças devem vir para conectar o ecossistema industrial aos consumidores, suprimentos, distribuidores, entre outros (CAPUTO, 2016).

Imagine um monitoramento integrado dos acontecimentos internos e externos que influenciaram diretamente no desempenho produtivo de uma indústria, como rastreamento de matéria prima, até o monitoramento do tráfego terrestre para estipular se seus produtos estão cumprindo o prazo de entrega, alimentando uma grande base de dados que está conectada em tempo real por meio do que pode-se considerar uma grande banco de dados unificado.

A partir dessa grande base de dados, decisões são tomadas automaticamente por via da comunicação online entre os dispositivos conectados entre si, possibilitando uma melhor resposta aos eventos ocorridos.

Baseando-se nas tomadas de decisões por via de uma visão mais abrangente dos fatores, as rotinas de produção se tornam mais eficientes, minimizando os efeitos negativos e maximizando a cadeia de valor de determinado setor industrial (RÜBMANN, 2015).

Um dos efeitos mais impactantes ocasionados pela indústria 4.0 consiste no nascimento de novos modelos de negócio, pois em um mercado cada vez mais difícil de satisfazer, várias empresas já estão buscando personalizar seus produtos de acordo com a necessidade de cada consumidor. O processo de customização por

parte dos clientes se torna uma variável a mais nas rotinas de manufatura, porém, graças ao modelo de fábricas inteligentes, a Indústria 4.0, a possibilidade de personalizar os produtos levando em consideração as preferências de cada cliente, agregando alto valor ao produto final (RÜBMANN, 2015).

O modelo da Indústria 4.0 tem forte impacto econômico nas empresas, devido ao fato deste sistema produtivo elevar substancialmente a eficiência operacional, bem como desenvolvimento de novos modelos de negócio, serviços e produtos exclusivos, maior agilidade na cadeia de distribuição, com minimização de desperdícios em processo. Segundo Heidrich; Facó; Reis (2017) as organizações que estão aderindo a era digital estão passando por uma transformação que acarretará em grandes investimentos financeiros. A estimativa de participação dos investimentos relacionados a implementação de soluções da Indústria 4.0 representará mais de 50% dos investimentos de capital planejados para os próximos cinco anos. Especificamente na indústria alemã os investimentos devem chegar a 40 milhões de euros por ano até 2020. Ampliando isto para outros países europeus que adotarem a indústria 4.0 como estratégia, os investimentos anuais chegarão de 140 milhões de euros por ano (HEIDRICH; FACÓ; REIS, 2017).

O Gráfico 1 ilustra de maneira mais clara a importância que as empresas europeias dão há implementação de soluções da indústria 4.0 demonstrando a taxa percentual de investimento dos mais diferentes ramos de negócio até o ano 2020.

Outro ponto que será fortemente impactado com a introdução do modelo de manufatura avançada será a pesquisa e desenvolvimento nos campos de segurança da Tecnologia de Informação, confiabilidade da produção e interação máquina-máquina. A mão de obra atual precisará estar qualificada para atuar frente a essa nova era industrial, pois com essas alterações no desenvolvimento de produtos, novas demandas surgirão e outras não existiram mais. Muitas funções que requeriam trabalho manual repetitivo foram substituídas por soluções automatizadas, e com indústria 4.0 essas mudanças tendem a permanecer. Contudo, as demandas em pesquisa e desenvolvimento solicitam mão de obra com maior qualificação técnica, com formação multidisciplinar preparado para compreender e operar as tendências tecnológicas que compõe as fábricas inteligentes (SILVEIRA, 2017).

**Gráfico 1** – Taxas de investimentos da indústria nas soluções de Indústria 4.0 até 2020



Fonte: Koch, 2014 apud Heidrich et al., 2017)

Através do Diagrama 1 tem-se uma visão abrangente a que se refere aos impactos sofridos pelas indústrias ao adotarem as soluções tecnológicas da Indústria 4.0.

**Diagrama 1** – Visão geral dos impactos sofridos pelas empresas que utilizam soluções da indústria 4.0



Fonte: CNI (2016).

## Desafios na introdução de soluções de Indústria 4.0

Ao implementar qualquer tipo de solução a um processo produtivo, serviço ou produto, a empresa não está imune aos desafios que essas mesmas soluções, que foram adquiridas para trazer-lhes mais lucro, tendem a apresentar para que a mesma possa ser implementada. E essa situação não é diferente para a aquisição de soluções tecnológicas da quarta revolução industrial.

Para que essas mudanças ocorram, será necessário, não somente a adaptação aos processos atuais, mais o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas. Sendo assim, é de suma importância que as empresas identifiquem rapidamente os processos que precisam se adaptar a esse novo paradigma afim de se manterem competitivas no quadro internacional, independente do grau de autonomia na geração de tecnologias (CNI, 2016).

A demanda de bens e serviços referentes a soluções tecnológicas criará muitas oportunidades para que se possa desenvolver fornecedores de tecnologias digitais. O grande desafio é a criação de políticas de estímulo ao desenvolvimento tecnológico dessas empresas e a adequação de seus serviços a realidade da indústria 4.0 (CNI, 2016).

Além disso, a falta de conhecimento é um grande desafio para a disseminação da cultura da quarta revolução industrial, pois é preciso que os usuários em potencial estejam cientes de todos os benefícios que a adesão a esse modelo trará para os seus negócios. Um grande problema para se adotar essas tecnologias é a alta complexidade nas operações dessas mesmas tecnologias. É necessária que as empresas estejam munidas de profissionais multidisciplinares capacitados para desenvolvimento e permanência dessas soluções industriais (CNI, 2016).

Possibilitar intercâmbios tecnológicos entre empresas de diferentes nações se mostra uma forma muito eficiente de absorver conhecimento e estimular a competição no mercado. Assim, surge a Lei 11.196/05, que passou a ser conhecida como “**Lei do Bem**”, cria a concessão de incentivos fiscais às pessoas jurídicas que realizarem pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica (SHIMADA, 2013).

Os países que desejam implementar tais soluções em suas empresas precisam desenvolver e fortalecer métodos de apoio às inovações tecnológicas das empresas locais. Uma forma de dar início a esse projeto é identificar os nichos de mercado que sofram menor resistência e que sejam de mais simples implementação

das soluções da indústria 4.0 e em seguida dar-lhes o apoio de que precisam para dar início ao remodelamento do seu negócio (CNI, 2016).

A empresa precisa estar munida de uma estrutura sólida, pronta para receber a tecnologia da Indústria 4.0, e um dos recursos indispensáveis para que isso seja possível é possuir internet banda larga confiável de alta velocidade, pois toda essa tecnologia é baseada na conexão (CNI, 2016).

Para que a empresa possa por em prática essa reestruturação é indispensável a existência de profissionais altamente qualificados, pessoas que estão preparadas para operar e desenvolver essas novas tecnologias. As empresas devem incentivar a criação de cursos técnicos e apoiar os seus funcionários para que se preparem para essa nova era industrial (CNI, 2016).

### **Considerações Finais**

Segundo o estudo pode-se perceber como o mundo será afetado por essa nova era de tecnologia na produção industrial, nos mostrando todas as barreiras que devem ser superadas para que as empresas estejam preparadas para implementar essas soluções em seus negócios.

O mundo está se preparando gradativamente, grandes investimentos estão sendo feitos nessas novas soluções tecnológicas, pessoas estão se preparando tecnicamente para não perderem seu lugar no mercado de trabalho, novos nichos estão surgindo para dar suporte e desenvolver soluções tecnológicas.

As pessoas estão cada vez mais conectadas através da internet, e as empresas se viram na obrigação de seguir essa tendência e aprimorar cada vez mais essa experiência, aproximando cada vez mais as empresas dos clientes, oferecendo produtos customizados por informações mineradas na internet, serviços personalizados, tudo que esteja em seu alcance para tornar a sua marca mais competitiva.

Por fim, foram concluídos os objetivos do trabalho que era apresentar o conceito de Indústria 4.0, as tecnologias que a compõe e suas aplicações, os impactos sofridos e os desafios a serem vencidos, dessa forma, as empresas e as pessoas podem se preparar para ingressar nessa nova era industrial.

## Referências

ARSENIO, Evandro Pereira. **Da Terceira Revolução Industrial À Produção Enxuta Seu Impacto Na Indústria De Autopeças Caso: Mahle Metal Leve S/A**. 2008. 158p. Dissertação (Mestrado em Gestão de organizações) - Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2008.

AZEVEDO, Fábio Mariotto. **Estudo e projeto de melhoria em máquina de impressão 3D**. 2013. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo (USP), São Carlos. 2013.

AZEVEDO, Marcelo Teixeira. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil**. 2017. 177p. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2017.

CAPUTO, Victor. **Como a indústria 4.0 mudará a sociedade e o consumo**. 2016. Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/tecnologia/industria-4-0-tera-consumo-e-producao-conscientes/> > . Acesso em 2 out. 2017.

CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso C. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações**. 4.ed. ampl.rev. São Paulo, SP: Editora do Autor, 2015. 309 p.

CNI- Confederação Nacional da Indústria, 2016. Disponível em: [https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios\\_para\\_industria\\_40\\_no\\_brasil.pdf](https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf) o, acessado em 1 de junho de 2016.

COELHO, P. M. Nogueira. **Rumo a Indústria 4.0**. 2016. 65p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Faculdade de Ciência e Tecnologia Universidade de Coimbra (FCTUC), Coimbra. 2016.

COSTA, César. Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional. **POSGERE**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 5-14, abr. 2017.

GARAY, JORGE R. B.. **Cybersens: Uma plataforma para redes de sensores em sistemas ciber-físicos**. 2012. 155p. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2012.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos da pesquisa**. 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>> . Acesso em 2 out. 2017.

HEIDRICH, Felipe; FACÓ, J. F. Blumetti; REIS, C. F. De Borja. Impacto competitivo na indústria brasileira com aplicação dos conceitos da indústria 4.0. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 10, 2017, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: FGV, 2017. p. 1-14. Disponível em: <[http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2017/artigos/E2017\\_T00091\\_PCN80167.pdf](http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2017/artigos/E2017_T00091_PCN80167.pdf)>. Acesso em: 20 out.2017.

LIMA, Alceu Amoroso. **A segunda revolução industrial**. 1 ed. São Paulo: Centro e Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 1958. 50p.

MARTIN, Caroline. A Indústria 4.0 aponta caminhos para chegar à fábrica do futuro. **O Papel**, n. 93, p. 54-63, abr. 2017.

**OS PILARES da Indústria 4.0** [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em:  
< <http://www.esss.com.br/blog/2017/01/os-pilares-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 12 out 2017.

**PRIMEIRA revolução industrial**. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em:  
< <https://www.todamateria.com.br/primeira-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 12 out 2017.

RÜßMAN, Michael et al. **Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing**. Boston Consulting, p. 1–5, abr. 2015.

SHIMADA, E. **Efetividade da Lei do Bem no estímulo ao investimento em P&D: Uma análise com dados em painel**. 2013. 62p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências) Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2013.

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Indústria 4.0, a quarta revolução industrial** [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em:  
< <http://arktis.com.br/a-quarta-revolucao-da-industria/>>. Acesso em: 12 out 2017.

VENTURINE, Cleidson. **A Primeira Revolução Industrial E O Desenvolvimento Da Termodinâmica: A História Da Ciência Como Ferramenta De Apoio Ao Ensino De Física**. 2014. 128p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Espírito Santo. 2014.

## COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE FUNDAÇÕES DO TIPO ESTACA ESCAVADA E HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA: ESTUDO DE CASO COM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ORLEANS-SC

Chael Bosio<sup>1</sup>; Júlio Preve Machado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nutec. Unibave. juliopreve@hotmail.com.

**Resumo:** A realização e o controle de orçamentos na construção civil tornam-se essenciais para a garantia da lucratividade dos investimentos e para o crescimento do setor na sociedade. Em um orçamento, os serviços de fundação representam uma das etapas que mais demandam recursos financeiros. Nesse sentido, considerando a importância de se escolher soluções construtivas de menores custos, esta pesquisa teve como objetivo comparar os custos de produção dos serviços de fundação de uma obra específica, localizada no município de Orleans - SC, na qual foram utilizadas as fundações do tipo estaca escavada e hélice contínua monitorada. Baseado em orçamentos feitos por três empresas catarinenses do ramo de fundação, nos quais foram contemplados custos com mão de obra, equipamentos e material, constatou-se que a estaca do tipo hélice contínua monitorada é aquela com o menor custo direto total para o edifício tomado como amostra.

**Palavras-chave:** Estaca. Construção. Fundação. Custos.

### Introdução

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) destaca que, no ano de 2010, o setor da construção civil teve o maior crescimento entre os segmentos que compõem o Produto Interno Bruto (PIB), alcançando 7,5%. Já, em 2015, ele sofreu o maior declínio, chegando a um número negativo de 3,8% (IBGE, 2015).

Mesmo com problemas na economia, o Brasil ainda é considerado uma grande potência econômica. Segundo o Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (IPRI, 2016), o país ocupa o 9º lugar no *ranking* das maiores economias do mundo, com um PIB de 1.798,62 bilhão de dólares.

Após resultados negativos em 2015 e com nova retração em 2016, Abramatt (2016) aponta que, para a economia continuar sendo forte e sólida, devem ser elevadas as taxas de emprego e consumo imobiliário, além de se promover o aumento de renda e a concessão de crédito ao consumidor. Nesse sentido, a construção civil é a área que pode potencializar essas diretrizes, através da sua capacidade de absorver mão de obra e de se relacionar com diferentes setores comerciais.

Entretanto, essa área apresenta métodos produtivos que elevam os desperdícios de materiais e mão de obra, comprometendo, assim, a lucratividade dos investidores e sua própria participação no crescimento do país (COSTA et al., 2014). Por isso, aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção tornam-se medidas essenciais para as empresas do setor e para o país (ABRAIN, 2014).

Segundo Tisaka (2011), o orçamento de uma obra é resultante de uma série de serviços planejados, necessários à sua execução, variando conforme a modalidade do serviço. Dentre eles, podem-se destacar os serviços de fundação, os quais, dependendo da obra, podem representar até 8% do valor total do empreendimento (SINAPI, 2017). De acordo com Ribeiro, Fleury e Castanheira<sup>1</sup> (apud GEROLLA, 2016), as fundações representam de 3% a 7% do gasto total de uma obra. Esse mesmo parâmetro de custos relativos às fundações é apresentado pelo Consórcio de Investimento Imobiliário Ademilar (2013), ratificando os números apresentados por esses três autores.

Entende-se por fundações todos os elementos que têm a função de absorver e transmitir a carga recebida da superestrutura para o solo onde ela encontra-se apoiada, garantindo a integridade da edificação e a qualidade de vida dos seus usuários (ROECKER; SANTOS, 2013).

Diante desse contexto, surge o interesse e a necessidade por uma pesquisa que vise a comparar custos entre os métodos construtivos de fundações, a fim de se chegar a uma conclusão em relação àquele que, em seu contexto real e específico de aplicação, apresenta-se como o mais econômico. Visando a uma contribuição nesse sentido, a pesquisa relatada neste artigo teve como objetivo comparar os custos de produção dos serviços de fundação em uma obra específica, localizada no município de Orleans-SC, na qual foram utilizadas as fundações do tipo estaca escavada, em um dos blocos, e hélice contínua monitorada, no outro. Para tanto, na condição de objetivos específicos, buscou-se dimensionar os custos com material, mão de obra e equipamentos.

---

<sup>1</sup> Ricardo Sobral P. Ribeiro é pós-graduado em Gerência de Projetos pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e sócio-diretor e gerente da GCAT. Rodrigo Sabino Fleury é diretor executivo da DGL Urbanismo e professor do Núcleo de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia. Rosângela Castanheira é especialista com MBA em Gestão Estratégica de Custos pelo IBEC (Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos) e sócia-diretora da Tríade Engenharia de Custos.

Para encerrar estas considerações iniciais, vale ainda apresentar algumas informações de caráter metodológico. Para a coleta dos dados necessários a esta pesquisa, os trabalhos foram divididos em duas frentes: primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com o intuito de se coletar dados panorâmicos sobre a realidade da construção civil no Brasil e dados técnicos sobre as características das fundações tomadas como objetos de estudo; em um segundo momento, partiu-se para uma pesquisa aplicada e um estudo de caso, levando em consideração os orçamentos apresentados por três empresas distintas, baseados na NBR 6122 (2010), a partir dos quais foram levantados dados em relação aos custos com tais fundações.

### **Procedimentos Metodológicos**

Antes de se prosseguir com a discussão dos resultados obtidos nesta pesquisa, é válido apresentar algumas informações de caráter metodológico, de modo a ressaltar o rigor científico com o qual ela foi conduzida, a começar pela própria noção de pesquisa que aqui foi adotada. Nesse sentido, adotou-se a perspectiva de Gil (2007), segundo o qual uma pesquisa tem como objetivo propor uma resposta ao problema analisado, partindo da formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados obtidos (GIL, 2007).

Quanto à sua natureza, a pesquisa aqui apresentada trata-se de uma pesquisa aplicada, pois busca produzir conhecimentos de utilização prática, além de dirigir as respostas de problemas característicos, envolvendo verdades e interesses locais (PEREIRA, 2012).

Quanto à técnica, esta pesquisa consiste em um estudo de caso, pois pretende realizar um estudo aprofundado com poucos objetos, permitindo um amplo e detalhado conhecimento (PEREIRA, 2012).

O edifício supracitado corresponde à amostra desta pesquisa. Trata-se de um condomínio residencial, distribuído em dois blocos de edificação com 5 pavimentos cada, o qual, conforme já mencionado, localiza-se no município de Orleans-SC. Os apartamentos menores possuem a seguinte configuração: 2 quartos, sala e cozinha conjugadas, banheiro social, área de serviço e sacada. Já os maiores possuem: 3 quartos, sendo um deles suíte, sala, cozinha, banheiro social, área de serviço e sacada. Além da área privativa, ambos possuem uma vaga de garagem cada. Ao todo, o condomínio possui 80 apartamentos, 70 de dois dormitórios e 10 de três.

Para a determinação dos custos de cada modalidade de fundação – estaca escavada e estaca tipo hélice contínua monitorada –, foram realizadas cotações de preços de mão de obra, incluindo equipamentos, e quantidade de materiais com três empresas prestadoras de serviços de fundação: a empresa A, localizada no município de Turvo-SC; a empresa B, na capital Florianópolis-SC; e a empresa C, no município de Criciúma-SC.

As três empresas fizeram dois levantamentos de custos cada: um para a produção das estacas escavadas; outro para a produção das estacas tipo hélice contínua monitorada. Os custos com mão de obra, incluindo equipamentos, foram apresentados diretamente em valores reais. No que diz respeito ao material, cada uma das empresas apresentou em seus orçamentos a quantidade de concreto e de aço a ser utilizada com base em seus próprios projetos executivos. Essa quantidade foi convertida em valor real, levando em consideração o valor vigente de tais materiais, com base em preço de compra informado pela construtora contratante.

Por fim, vale informar que os projetos executivos supracitados foram pautados na planta de cargas da edificação, estas consideradas de cargas de serviço (sem ser majoradas) e dimensionadas em toneladas força (TF), apresentada na Tabela 1, e no laudo de sondagem do terreno, os quais foram ambos fornecidos pela construtora responsável pela obra.

**Tabela 1** – Planta de cargas das edificações

Dimensionamento de Carga dos Pilares					
Pilar	Carga	Pilar	Carga	Pilar	Carga
P1	77,65	M5	23,96	P54	113,09
P2	92,92	M6	112,56	P55	135,71
P3	94,68	P22	163,48	P57	48,72
P4	76,75	P23	150,26	P58	17,40
P5	38,56	P24	146,85	M10	01,60
M1	48,64	P28	112,55	M11	67,12
P7	32,62	P29a	66,02	P61	53,94
M2	01,49	M7	23,79	P62	74,64
M3	66,46	M8	113,21	P63	57,85
P10	54,77	P46	160,92	M12	36,00
P14	171,02	M9	54,93	M13	47,20
P15	219,73	P47	181,91	P65	39,68
P17	153,09	P49	179,91	P66	44,41
M4	94,63	P50	122,66	P67	21,96
P19	76,87	P53	113,84		

Fonte: Dos autores (2017).

Quanto ao laudo de sondagem, realizaram-se quatro furos no solo, nas regiões do terreno referentes às torres A e B. Nos furos 1 e 2, constatou-se que o solo é silte

arenoso, não plástico, muito compacto, de cor variegada, tendo o impenetrável à percussão em uma profundidade média de 12m, sem identificação da profundidade do nível d'água. No furo 3, constatou-se que o solo é de areia grossa, pouco argiloso, com pedregulhos, não plástico, com o grau de compactação de compacto a muito compacto, cor cinza, tendo o impenetrável à percussão a uma profundidade média de 7,10m, sendo que o nível da água foi encontrado a 6,20m. No furo 4, constatou-se que o solo é de argilo arenoso, com pedregulhos, pouco plástico, cor variegada, com o impenetrável à percussão na profundidade média de 2,0m, sem identificação da profundidade do nível d'água.

Diante das variações das profundidades do impenetrável à percussão, em se tratando de orçamento, optou-se por padronizar o comprimento das estacas em 10m, tanto para estacas escavadas quanto para estacas tipo hélice contínua monitorada.

Para a leitura dos dados coletados nesta pesquisa, utilizou-se da abordagem quantitativa, a qual, segundo Otani (2011), trabalha com a quantificação, no sentido de traduzir em números as informações coletadas, a fim de analisá-las e classificá-las.

## **Resultados e Discussão**

As empresas consultadas apresentaram suas propostas orçamentárias de mão de obra para a realização dos serviços de fundação, incluindo equipamentos necessários, através de custos unitários por metro de estaca. As quantidades de aço e concreto, conforme informado acima, foram obtidas a partir do projeto de fundação. A Tabela 2 apresenta os custos para a realização das estacas escavadas pela empresa A:

**Tabela 2 – Orçamento de estaca escavada (empresa A)**

DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO	SUB-TOTAL
			UNITÁRIO (R\$)	(R\$)
Mão de obra estaca diâmetro 30 cm	metros	60,0	R\$ 30,00	R\$ 1.800,00
Mão de obra estaca diâmetro 60 cm	metros	150,0	R\$ 50,00	R\$ 7.500,00
Mão de obra estaca diâmetro 70 cm	metros	40,0	R\$ 75,00	R\$ 3.000,00
Mão de obra estaca diâmetro 80 cm	metros	80,0	R\$ 85,00	R\$ 6.800,00
Mão de obra estaca diâmetro 90 cm	metros	20,0	R\$ 105,00	R\$ 2.100,00
Mão de obra estaca diâmetro 100 cm	metros	50,0	R\$ 120,00	R\$ 6.000,00
Mão de obra estaca diâmetro 110 cm	metros	30,0	R\$ 145,00	R\$ 4.300,00
Mão de obra estaca diâmetro 120 cm	metros	10,0	R\$ 160,00	R\$ 1.600,00
Concreto fck 20,0 MPa	m <sup>3</sup>	194,20	R\$ 250,00	R\$ 48.550,00
Aço CA-60 5,0 mm	metros	408,00	R\$ 0,46	R\$ 187,68
Aço CA-60 6,3 mm	metros	1.224,00	R\$ 0,69	R\$ 844,56
Aço CA-60 10,0 mm	metros	72,00	R\$ 1,66	R\$ 119,52
Aço CA-60 16,0 mm	metros	972,00	R\$ 4,05	R\$ 3.936,60
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>				<b>R\$ 86.738,4</b>

Fonte: Dos autores (2017).

A Tabela 3 apresenta os custos para a produção das estacas tipo hélice contínua monitorada orçados pela mesma empresa:

**Tabela 3 – Orçamento de estaca tipo hélice contínua monitorada (empresa A)**

DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO	SUB-TOTAL
			UNITÁRIO (R\$)	(R\$)
Mão de obra estaca diâmetro 35 cm	metros	140,0	R\$ 38,00	R\$ 5.320,00
Mão de obra estaca diâmetro 45 cm	metros	100,0	R\$ 48,00	R\$ 4.800,00
Mão de obra estaca diâmetro 50 cm	metros	170,0	R\$ 53,00	R\$ 9.010,00
Mão de obra estaca diâmetro 60 cm	metros	130,0	R\$ 63,00	R\$ 8.190,00
Taxa de mobilização de equipamento	vb	1,0	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Concreto fck 20,0 MPa	m <sup>3</sup>	140,00	R\$ 250,00	R\$ 35.000,00
Aço CA-60 6,3 mm	metros	1.056,00	R\$ 0,69	R\$ 728,64
Aço CA-60 12,5 mm	metros	288,00	R\$ 2,46	R\$ 708,48
Aço CA-60 16,0 mm	metros	912,00	R\$ 4,05	R\$ 3.693,60
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>				<b>R\$ 69.450,72</b>

Fonte: Dos autores (2017).

Comparando os orçamentos da empresa A, é possível identificar que a estaca escavada demonstra o maior valor em praticamente quase todos os quesitos. Em relação ao valor total cobrado pela perfuração, ocorre um aumento de 12,9% no orçamento, mesmo sendo menor o valor do custo unitário por estaca de mesmo diâmetro. O valor de aço fica em torno de 0,8% menor e o de concreto em 38,7% a mais que no caso da estaca tipo hélice contínua monitorada. Quando se verifica o preço final, a hélice contínua monitorada torna-se mais econômica, cerca de 24,9%, mesmo com uma taxa de deslocamento do equipamento e com 10 unidades de estaca a mais.

A Tabela 4 apresenta os custos para a realização das estacas escavadas conforme orçamento apresentado pela empresa B:

**Tabela 4 – Orçamento de estaca escavada (empresa B)**

DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)
Mão de obra estaca diâmetro 30 cm	metros	80,0	R\$ 32,0	R\$ 2.560,00
Mão de obra estaca diâmetro 60 cm	metros	140,0	R\$ 50,0	R\$ 7.000,00
Mão de obra estaca diâmetro 70 cm	metros	50,0	R\$ 55,0	R\$ 2.750,00
Mão de obra estaca diâmetro 80 cm	metros	80,0	R\$ 58,0	R\$ 4.640,00
Mão de obra estaca diâmetro 90 mm	metros	20,0	R\$ 62,0	R\$ 1.240,00
Mão de obra estaca diâmetro 100 mm	metros	40,0	R\$ 65,0	R\$ 2.600,00
Mão de obra estaca diâmetro 110 mm	metros	40,0	R\$ 69,0	R\$ 2.760,00
Mão de obra estaca diâmetro 120 mm	metros	10,0	R\$ 72,0	R\$ 720,00
Taxa de mobilização de equipamento	vb	1,0	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00
Concreto fck 20,0 MPa	m <sup>3</sup>	198,0	R\$ 250,0	R\$ 49.550,00
Aço CA-60 5,0 mm	metros	450,00	R\$ 0,46	R\$ 207,00
Aço CA-60 6,3 mm	metros	1.564,00	R\$ 0,69	R\$ 1.079,16
Aço CA-60 10,0 mm	metros	96,00	R\$ 1,66	R\$ 159,36
Aço CA-60 16,0 mm	metros	1.136,00	R\$ 4,05	R\$ 4.600,80
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>				<b>R\$ 95.866,06</b>

Fonte: Dos autores (2017).

A Tabela 5 apresenta os custos, também orçados pela empresa B, neste caso, para a execução das estacas tipo hélice contínua monitorada:

**Tabela 5 – Orçamento de estaca tipo hélice contínua monitorada (empresa B)**

DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)
Mão de obra estaca diâmetro 35 mm	metros	140,0	R\$ 35,0	R\$ 4.900,00
Mão de obra estaca diâmetro 45 mm	metros	90,0	R\$ 38,0	R\$ 3.420,00
Mão de obra estaca diâmetro 50 mm	metros	180,0	R\$ 48,0	R\$ 8.640,00
Mão de obra estaca diâmetro 60 mm	metros	130,0	R\$ 58,0	R\$ 7.540,00
Taxa de mobilização de equipamento	vb	1,0	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00
Concreto fck 20,0 MPa	m <sup>3</sup>	145,00	R\$ 250,0	R\$ 36.250,00
Aço CA-60 6,3 mm	metros	1.060,00	R\$ 0,69	R\$ 731,40
Aço CA-60 12,5 mm	metros	280,00	R\$ 2,46	R\$ 688,80
Aço CA-60 16,0 mm	metros	910,00	R\$ 4,05	R\$ 3.685,50
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>				<b>R\$ 90.855,70</b>

Fonte: Dos autores (2017).

Quando comparados os orçamentos da empresa B, a estaca escavada tem um custo total de perfuração 22,9% menor do que o custo total da estaca tipo hélice contínua monitorada. Em relação ao custo unitário por estaca, também apresenta um valor menor quando feito um comparativo entre os mesmos diâmetros. Já o valor de aço fica 18,4% maior na primeira modalidade de fundação, assim como fica maior o valor de concreto, neste caso, com um aumento de 36,7 %. Quanto ao deslocamento dos equipamentos, a estaca escavada permanece vantajosa, com um percentual de custo 56,3% menor do que a estaca tipo hélice contínua monitorada. Contudo, em relação ao custo total final, esta é 5,5% mais barata do que aquela, mesmo contando com 10 unidades de estacas a mais.

A Tabela 6 apresenta os custos para a produção das estacas escavadas conforme orçamento apresentado pela empresa C:

**Tabela 6 – Orçamento de estaca escavada (empresa C)**

DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)
Mão de obra estaca diâmetro 30 mm	metros	60,0	R\$ 22,50	R\$ 1.350,00
Mão de obra estaca diâmetro 40 mm	metros	50,0	R\$ 27,05	R\$ 1.352,50
Mão de obra estaca diâmetro 45 mm	metros	30,0	R\$ 28,85	R\$ 865,50
Mão de obra estaca diâmetro 50 mm	metros	30,0	R\$ 32,45	R\$ 973,50
Mão de obra estaca diâmetro 60 mm	metros	70,0	R\$ 41,45	R\$ 2.901,50
Mão de obra estaca diâmetro 80 mm	metros	40,0	R\$ 73,90	R\$ 2.956,00
Mão de obra estaca diâmetro 90 mm	metros	80,0	R\$ 96,40	R\$ 7.712,00
Mão de obra estaca diâmetro 100 mm	metros	70,0	R\$ 115,50	R\$ 8.085,00
Mão de obra estaca diâmetro 120 mm	metros	10,0	R\$ 161,25	R\$ 1.621,50
Concreto fck 20,0 MPa	m <sup>3</sup>	178,20	R\$ 250,0	R\$ 44.550,00
Aço CA-60 6,3 mm	metros	1.401,82	R\$ 0,69	R\$ 967,25
Aço CA-60 12,5 mm	metros	738,00	R\$ 2,47	R\$ 1.822,86
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>				<b>R\$ 75.157,61</b>

Fonte: Dos autores (2017).

A Tabela 7 apresenta os custos orçados também pela empresa C, utilizando estacas tipo hélice contínua monitorada:

**Tabela 7 – Orçamento de estaca tipo hélice contínua monitorada (empresa C)**

DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)
Mão de obra estaca diâmetro 30 mm	metros	60,0	R\$ 21,0	R\$ 1.260,00
Mão de obra estaca diâmetro 40 mm	metros	40,0	R\$ 28,0	R\$ 1.120,00
Mão de obra estaca diâmetro 50 mm	metros	70,0	R\$ 35,0	R\$ 2.450,00
Mão de obra estaca diâmetro 60 mm	metros	260,0	R\$ 42,0	R\$ 10.920,00
Mão de obra estaca diâmetro 70 mm	metros	90,0	R\$ 49,0	R\$ 4.410,00
Concreto fck 20,0 MPa	m <sup>3</sup>	131,09	R\$ 250,0	R\$ 32.773,75
Aço CA-60 6,3 mm	metros	576,00	R\$ 0,69	R\$ 397,44
Aço CA-60 12,5 mm	metros	1.050,00	R\$ 2,46	R\$ 2.583,00
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>				<b>R\$ 55.914,19</b>

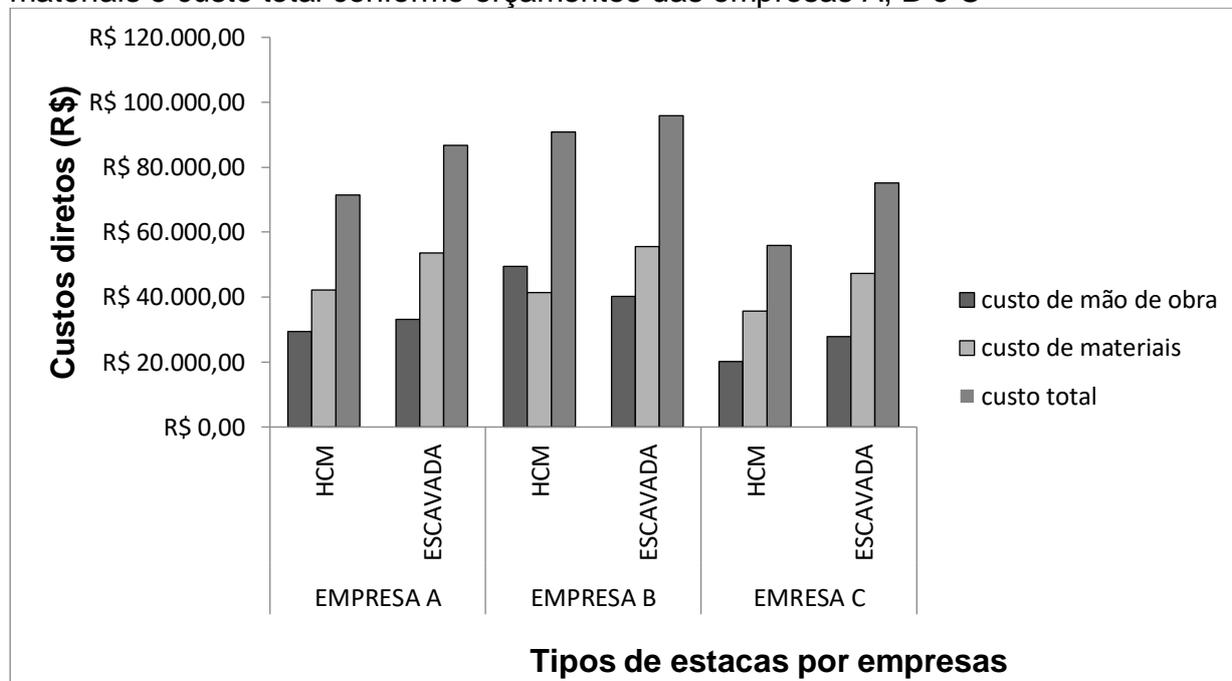
Fonte: Dos autores (2017).

Considerando os orçamentos prestados pela empresa C, é possível visualizar que a estaca tipo hélice contínua monitorada leva vantagem em relação à estaca

escavada em quase todos os quesitos: em se tratando de perfuração, o custo daquela em relação ao desta é 38,0% inferior; quanto ao concreto, a redução é de 35,9%. Somente no aço as estacas escavadas têm um custo reduzido (6,7%) em relação às estacas tipo hélice contínua monitorada. Quanto ao custo total, estas ficam 34,41% mais baratas do que aquelas, lembrando que a quantidade de estacas tipo hélice contínua monitorada é 18,18% maior.

Para obter-se uma melhor visualização de como cada empresa comportou-se em relação às suas concorrentes, o Gráfico 1 traz um comparativo entre os orçamentos realizados por todas elas, referente ao custo de mão de obra, incluindo equipamentos, custo de material e custo total.

**Gráfico 1** - Discriminação de valores de mão de obra, incluindo equipamentos, materiais e custo total conforme orçamentos das empresas A, B e C



Fonte: Dos autores (2017).

Analisando a Figura 8, o maior custo de mão de obra, incluindo equipamentos, para a produção das estacas escavadas foi de R\$ 40.270,00, valor este orçado pela empresa B, ao passo que o menor foi de R\$ 27.817,15, conforme orçamento apresentado pela empresa C. Em se tratando de custo de material para a produção desse mesmo tipo de fundação, o maior e o menor valores foram respectivamente de R\$ 55.596,32 (empresa B) e R\$ 47.340,11 (empresa C).

No que diz respeito ao maior custo de mão de obra, incluindo equipamentos, para a produção das estacas tipo hélice contínua monitorada, este foi de R\$49.500,00, ao passo que o menor foi de R\$ 20.160,00. Mais uma vez, o maior dos valores foi orçado pela empresa B e o menor pela C. Já o maior e o menor dos custos com materiais para esta segunda modalidade de fundação foram respectivamente de R\$ 42,130,72 (empresa A) e R\$35.754,19 (empresa C).

### **Considerações Finais**

A pesquisa apresentada neste artigo teve como objetivo analisar qual modalidade de fundação – estaca escavada ou estaca tipo hélice contínua monitorada – apresentou o menor custo de produção para o caso de um edifício residencial contendo duas torres, com 5 pavimentos cada, localizado no município de Orleans-SC.

Para a obtenção dos resultados desta pesquisa, foram observados orçamentos apresentados por três empresas distintas, as quais fizeram dois levantamentos de custos (material+mão-de-obra+equipamento) cada: um para a produção das estacas escavadas; outro para a produção das estacas tipo hélice contínua monitorada.

Comparando os dois orçamentos apresentados por cada uma das empresas consultadas, foi possível concluir que, em todas elas, as estacas tipo hélice contínua monitorada são aquelas que demandam o menor custo de produção para o edifício tomado como amostra. O menor custo direto total levantado para essa modalidade de fundação, considerando a soma dos custos com mão de obra, incluindo equipamentos, e com materiais, foi de R\$ 55.914,19 (20.160,00 com mão de obra e 35.754,19 com materiais); valor este orçado pela empresa C. Em se tratando do menor custo total direto para a produção das estacas escavadas, este foi de R\$75.157,26 (27.817,15 com mão de obra e 47.340,11 com materiais), em orçamento igualmente apresentado pela empresa C. Em suma, com base nesta empresa, o custo para a produção das estacas do tipo hélice contínua monitorada no edifício em estudo é R\$ 19.243,07 inferior ao custo para a produção das estacas escavadas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa adquirem relevância à medida que os custos com fundação podem corresponder até 8% do custo final de uma obra. Sendo assim, poupar recurso nessa etapa é fundamental para assegurar a sua conclusão. Além disso, o recurso poupado pode contribuir na comercialização do imóvel, seja por

possibilitar uma redução no preço de venda, seja por possibilitar a sua aplicação em segmentos mais visíveis e atrativos ao consumidor.

Diante da delimitação do tema e da especificidade de objetivos que caracterizam toda pesquisa científica, os resultados desta apontam para alguns questionamentos a serem investigados futuramente. Nesse sentido, encerra-se este artigo com duas sugestões para pesquisas futuras: 1ª ) investigar se os projetos de fundação apresentados pelas empresas consultadas cumprem com todas as prescrições da NBR 6122 (2010); 2ª) avaliar a diferença de custos entre o que foi previsto em orçamento e o que, de fato, foi gasto com a execução das fundações, levando em consideração possíveis variáveis não observadas no processo de sondagem.

## Referências

ADEMILAR, Consórcio de Investimento Imobiliário. **Tabela com o percentual de gastos para cada etapa da obra**. 2013. Disponível em: <<https://www.ademilar.com.br/blog/construcao-civil/tabela-percentual-gastos-obra/>>. Acesso em: 12 ago. 2017;

ABRAINCO, Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. **Impactos dos Investimentos em Habitação sobre a Economia no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://abrainc.org.br/estudos/2014/06/10/impacto-dos-investimentos-em-habitacao-sobre-economia-no-brasil/>>. Acesso em: 06 ago. 2017;

ABRAMAT, Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Construção. **A cadeia produtiva da construção**. Disponível em :<<http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/perfil-2016.pdf/>> . Acesso em: 06 ago. 2017;

ALONSO, Rodrigues Urbano. **Previsão e Controle das Fundações**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2011. 146 p.;

CALDERELLI, A. Enciclopédia contábil e comercial brasileira. 27ª. ed. São Paulo: CETEC, 2002;

CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e suas aplicações: Mecânica das Rochas – Fundações – Obras de Terra. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1987. v. 2. 498 p.;

CARVALHO, Flávia Vanessa Moura de. **Otimização dos custos dos projetos de estaqueamento através de uma planilha de cálculo eletrônica de fundações profundas**. 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli883.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2017;

COSTA, Wilson José Vieira da et al. Processos produtivos na construção civil: otimização do processo de reboco de fachada em edificação. In: encontro nacional de engenharia de produção, 34., 2014, Curitiba. <http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?ano=2014&area=1129&pchave=&autor=>. Curitiba: Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável: a Agenda Brasil+10, 2014. P. 1 - 27. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014\\_TN\\_STO\\_195\\_101\\_25756.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_101_25756.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2017;

COSTA, Felipe Candido Veloso. Estudo de custo em projetos de fundações com estacas. **Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 012, p.1-21, jul. 2017. Semestral. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows 7/Downloads/felipe-candido-veloso-costa-16142112.pdf>. Acesso em: 13 set. 2017;

COSTA, Lara de Oliveira et al. Comparativo de custos de execução de estaca hélice contínua e estaca raiz: estudo de caso de uma obra vertical em fortaleza. In: Congresso técnico-científico da engenharia e da agronomia (CONTECC), 2017, 74, 2017, Belém. **Semana Oficial Da Engenharia e da Agronomia**. Belém: Hangar Convenções e Feiras da Amazônia, 2017. p. 1 - 2. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/319186187\\_comparativo\\_de\\_custos\\_de\\_execucao\\_de\\_estaca\\_helice\\_continua\\_e\\_estaca\\_raiz\\_-\\_estudo\\_de\\_caso\\_de\\_uma\\_obra\\_vertical\\_em\\_fortaleza](https://www.researchgate.net/publication/319186187_comparativo_de_custos_de_execucao_de_estaca_helice_continua_e_estaca_raiz_-_estudo_de_caso_de_uma_obra_vertical_em_fortaleza)>. Acesso em: 14 set. 2017;

GEROLLA, Giovanny. **Qual percentual médio do orçamento corresponde a cada etapa da obra**. 2016. Disponível em: <<https://estilo.uol.com.br/casa-e-decoracao/listas/qual-percentual-medio-do-orcamento-corresponde-a-cada-etapa-da-obra.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2017;

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ed. São Paulo: Atlas 2007;

HACHICH, Waldemar et al. **Fundações Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. 751 p.;

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volume e Valores Correntes**. 2010. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Nacionais/Contas\\_Nacionais\\_Trimestrais/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/2010/pib-vol-val\\_201004caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2010/pib-vol-val_201004caderno.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2017;

\_\_\_\_\_, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volume e Valores Correntes**. 2015. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Nacionais/Contas\\_Nacionais\\_Trimestrais/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/2015/pib-vol-val\\_201504caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2015/pib-vol-val_201504caderno.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2017;

**IE-01. Elaboração de Orçamento de Obras Para a Construção Civil**. São Paulo: Instituto de Engenharia, 2011. 151 p. Disponível em: <<https://ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot28482.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017;

IPRI, Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais. **As 15 maiores economias do mundo**. 2016. Disponível em: <<http://www.funag.gov.br/ipri/index.php/teses-e>>

dissertacoes/47-estatisticas/94-as-15-maiores-economias-do-mundo-em-pib-e-pib-ppp>. Acesso em: 03 ago. 2017;

MILITITISKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo César; SCHNAID, Fernando. **Patologia das Fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 256 p.;

NAKAMURA, Juliana. **Profundidade técnica**: Escolha da tecnologia para execução de fundações profundas moldadas in loco é definida pela análise do tipo de estrutura e das características do solo. 2013. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/146/artigo299192-4.aspx>>. Acesso em: 11 set. 2017;

NARESI JUNIOR, Luiz Antônio. **Estacas Cravadas**. 2017. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/naresifundacoesgeotecnias/119-estacas-cravadas>>. Acesso em: 09 set. 2017;

\_\_\_\_\_, Luiz Antônio. **Estaca Hélice Contínua Monitorada**. 2017. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/naresi1968/naresi/estaca-helice-continua-monitorada>>. Acesso em: 09 set. 2017;

**NBR 6122. Projeto e execução de fundações**. 2010. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/pesquisas/?searchword=6122&x=1&y=4>>. Acesso em: 17 ago. 2017;

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **TCC: Métodos e Técnicas**. 2ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.36p.;

PEREIRA, José Matias. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2012. 196p.;

RESENDE, Rafael Junio; MARTINS, Marluccio. Estudo comparativo de viabilidade dos principais tipos de fundações profundas. **Revista Pensar Engenharia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p.1-23, jan. 2014. Semestralmente. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/635751/estudo-comparativo-de-viabilidade-dos-principais-tipos-de>>. Acesso em: 14 set. 2017;

ROECKER, Rafael Bernardo; SANTOS, Adailton Antônio dos. **Projeto geotécnico de fundações profundas tipo estaca raiz embutidas em rocha - estudo de caso**. 2013. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/2483/1/Rafael Bernardo Roecker.pdf](http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/2483/1/Rafael%20Bernardo%20Roecker.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2017;

SAVES, Vitor Grecco. **Estudo das fundações em estacas: tipos, cálculo, cuidados, execução**. 2011. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/291310723/Fundacoes-Em-Estacas>>. Acesso em: 17 ago. 2017;

SILVA, Edja Laurindo da; VANDERLEI, Romel Dias; GIONGO, José Samuel. **Concreto Armado: Projeto Estrutural De Sapatas Isoladas**. 2008. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/AndreiaCezarPedreira/sapatas-33969273>>. Acesso em: 09 set. 2017;

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil. **Relatórios de Insumos e Composições**. 2017. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_662](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662)>. Acesso em: 08 ago. 2017;

SOUZA, Franciele de. **Análise comparativa entre fundação rasa e estaca raiz para um mesmo perfil geotécnico**. 2010. 137 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense-unesc, Criciúma, 2010. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004D/00004D2C.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2017;

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custo aplicada a construção civil**. 2014. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011477.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2017;

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil**. 2 ed. São Paulo: Pini, 2011. 470 p.;

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto-investigação de subsolo-Fundações Superficiais-Fundações profundas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 568 p.

## COMPARATIVO ENTRE O DIÂMETRO CALCULADO VERSUS IMPLANTADO NO BAIRRO LADO DA UNIÃO NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC

**Bruno De Pellegrin Coan<sup>1</sup>; Douglas Loch<sup>2</sup>; Antônio De Luca<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.  
brunocoan@gmail.com.

<sup>2</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.  
eng.douglasloch@gmail.com.

<sup>3</sup>Engenharia Ambiental e Sanitária. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.  
toninhodeluca@hotmail.com.

**Resumo:** Nas áreas urbanas, há um crescente aumento de erosões, que são resultados das ações naturais e intensificadas com procedimentos realizados pelo homem, como construções de obras, que geram prejuízos na alteração da topografia agravando o problema. A presente trabalho tem por objetivo principal, analisar o diâmetro da tubulação implantada na Rua Wilibaldo Gesse. O desenvolvimento da pesquisa será através de um estudo de caso, utilizado método descritivo e abordagem qualitativa. Diante dos resultados é possível verificar que os danos causados pela erosão trazem dificuldades de acesso dos moradores. A vazão de dimensionamento da área de contribuição foi de 0,99 m<sup>3</sup>/s, sendo calculado um diâmetro comercial da tubulação de diâmetro 0,50 m para drenagem de todo o bairro, diferente da tubulação implantada que foi de diâmetro 0,40 m.

**Palavras-chave:** Erosão. Tubulação. Procedimento.

### Introdução

Para qualquer projeto que seja executado é necessário que o dimensionamento utilizado se encaixe nos parâmetros da obra a ser cumprido. Com tais medidas é possível identificar todos os tipos de melhorias que devem ser realizadas para que a obra finalizada não sofra com qualquer efeito danoso em consequência de acontecimentos como a erosão (CARVALHO, 2006). Nos estudos ligados às Ciências da Terra, o termo é aplicado aos processos de desgaste da superfície terrestre (solo ou rocha) pela ação da água, do vento, do gelo e de organismos vivos (plantas e animais), além da ação do homem. Grande parte dos processos erosivos ocorre de modo direto e previsível, como consequência da intervenção antrópica no meio ambiente. Para que os efeitos erosivos sejam minimizados, Viero (2004) menciona que é importante fazer um levantamento dos locais mais vulneráveis a esse tipo de processo, e então elaborar medidas de controle e medidas preventivas bem como práticas de ocupação adequadas.

Os processos erosivos em centros urbanos são causados principalmente pela ação da água, a situação agrava-se quando atitudes humanas impensáveis são atribuídas aos fatos, como: desmatamento, poluição, remoção de encosta e a ocupação desordenada e irregular de famílias em locais inapropriados.

A Rua Wilibaldo Gesse, localizada em Braço do Norte é um exemplo da ocorrência de processos erosivos nos períodos chuvosos e encontra-se em processo de pavimentação, com instalação do sistema de drenagem. Diante do exposto, surge a problemática da pesquisa: a tubulação que foi implantada em parte na rua atenderá toda bacia de contribuição do bairro ou apenas da rua pavimentada?

O presente trabalho tem como objetivo geral fazer um comparativo da tubulação que foi implantada na Rua Wilibaldo Gesse, verificando se a mesma suprirá vazão futura da bacia de contribuição de todo o bairro. Para que seja alcançado o resultado, alguns objetivos específicos serão mencionados: identificar os fatores que estão contribuindo para formação dos processos erosivos no bairro; definir de acordo com os usos do solo o coeficiente de escoamento superficial da bacia de contribuição do bairro; e determinar por meio do método racional, a estimativa da vazão atual de contribuição da área em estudo; verificar o atendimento do diâmetro da tubulação implantada. A justificativa da pesquisa se baseia por ser um assunto relevante tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente, haja vista que ambos dependem um do outro. O estudo tem caráter pontual, define-se em um estudo de caso, a fim de avaliar a atual situação no bairro Lado da União, na Rua Wilibaldo Gesse Braço do Norte/SC.

### **Erosão: conceito, causas e efeitos.**

Na origem, a erosão urbana está associada à falta de um planejamento adequado, que considere as particularidades do meio físico e as condições sociais e econômicas de desenvolvimento da área urbana (FENDRICH, 1984). Com a falta de Planejamento e uma ocupação desordenada a remoção da vegetação natural é a primeira etapa da ocupação do território, quando esta vegetação é removida pode desencadear um processo de erosão. Brito (2012) concorda com os autores citados acima que a ação humana pode intensificar ou não a erosão, geralmente pelo uso e ocupação inadequada do solo.

Filho e Coiado (2000) sustentam que a erosão no Brasil gera prejuízos para a sociedade através da perda tanto de solos agricultáveis, quanto de investimentos

públicos em obras de infraestrutura, devido à degradação de áreas urbanizadas ou em processo de urbanização, além das alterações nos recursos hídricos. Não somente a erosão hídrica destrói a fertilidade dos solos brasileiros, mas também a lavagem de elementos nutritivos por percolação; as queimadas; e o consumo dos nutrientes sem a devida reposição dos mesmos (BERTONI; NETO, 2012).

### **Impactos no crescimento urbano**

De acordo com Tucci e Collischonn (2000) o crescimento urbano brasileiro gerou um aumento na frequência das inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água.

Durante o crescimento urbano, o aumento da produção de sedimentos da bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpeza de terrenos para criação de novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias entre outras causas (MONTES; LEITE, 2009).

Para Tucci e Collischonn (2000) na medida em que a cidade se urbaniza os seguintes impactos se agravam: aumento das vazões máximas, decorrente da impermeabilização das superfícies, aumento da capacidade de escoamento pelos condutos e canais; aumento da produção de sedimentos, devido à desproteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos; deterioração da qualidade da água, pela lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto sanitário e pluvial.

### **Controle de escoamento**

Os métodos adotados para o controle variam de acordo com as necessidades de cada local. Os principais métodos envolvem desde soluções individuais até soluções de grande envergadura, tais como manutenção de áreas permeáveis dentro dos lotes, cobertura com lona e sacos de areia e até barragens (macro drenagem), passando por sistema de micro drenagem e pavimentação (TUCCI; GENZ, 1995).

Segundo Bidone e Tucci (1995), a micro drenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais a nível de loteamento ou rede primária urbana.

De acordo com Martins (1995) as estruturas de macro drenagem destinam-se à condução final das águas captadas pela drenagem primária, dando prosseguimento ao escoamento dos deflúvios oriundos das ruas sarjetas, valas e galerias, que são elementos englobados como estruturas de micro drenagem. Normalmente, as obras

de macrodrenagem constituem-se na retificação e ampliação das seções de canais naturais, construção de canais artificiais ou galerias de grandes dimensões, ainda em estruturas auxiliares para controle, dissipação de energia, amortecimento de picos, proteção contra erosões e assoreamento, travessias e estações de bombeamento.

A drenagem urbana, antigamente, objetivava à remoção das águas pluviais através de sistemas simplificados e de soluções instantâneas. Já os sistemas de drenagens pluviais da atualidade são projetados baseados no escoamento rápido, transferindo o ponto de alagamento (DIAS, ANTUNES, 2011).

### **Escoamento Superficial**

De acordo com Penman (apud de ALENCAR et al., 2006) o volume de água decorrente do escoamento superficial está sujeito a fatores da natureza. A geológica, climática e fisiocrático da região está diretamente relacionada.

Uma boa parte da precipitação é captada pela vegetação e outros obstáculos, onde após, acarretará na sua evaporação. Já a outra parte de água atinge o solo, onde é retida em depressões do terreno que podem vir a infiltrar e/ou escoar pela superfície quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração. A trajetória da água é determinada pelas linhas de maior declive de terreno e são influenciados por outros obstáculos. De acordo com que a água vai atingindo os pontos baixos do terreno, passam a escoar em canais sob a ação da erosão, aumentando suas dimensões, resultando no escoamento em caminhos preferenciais (PINTO et al, 1976).

### **Coeficiente de escoamento (C)**

O coeficiente de escoamento (C) também pode ser chamado de coeficiente de deflúvio. Indica a relação entre a vazão máxima e a intensidade da precipitação. O coeficiente de deflúvio depende da intensidade, duração e distribuição da chuva, da direção do deslocamento da tempestade em relação ao sistema de drenagem, da precipitação antecedente, das condições de umidade do solo no início da precipitação, do tipo do solo, da utilização da terra, da rede de drenagem existente (GENOVEZ, 1991).

## **Período de retorno**

Com o valor do período de retorno (T), evita superdimensionamento de estruturas, ou tubulações, seções de canais, dentre outras. É um comparativo para os eventos que ocorrem sejam igualados ou superados. De uma forma mais fácil de se entender o período de retorno pode se atribuir a eventos de magnitudes mínimas como estiagens ou a eventos de grande magnitude como as cheias (COSTA et al., 2007).

## **Tempo de concentração**

Para tempo de concentração, temos duas definições, segundo Tomaz (2013 p.12):

Tempo de concentração é o tempo em que leva para que toda a bacia considerada contribua para o escoamento superficial na seção estudada, também conhecido como o tempo que leva uma gota de água mais distante até o trecho considerado na bacia.

Conforme Centro Tecnológico de Hidráulica de São Paulo (CTH) o tempo de concentração não é uma constante para uma dada área, pode variar com o estado de cobertura vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. Entanto para um período de retorno superior a dez anos, a influência da vegetação parece ser desprezível (TOMAZ, 2013).

## **Procedimentos Metodológicos**

A evolução da sociedade depende de busca incessante pela produção de novos conhecimentos que garantam o avanço técnico-científico, contribuindo com estudos nos mais diferentes campos do saber. Para que um conhecimento científico seja consolidado terá que ser produzido por meio de um método, que garanta uma trajetória pautada na ciência.

Segundo Barros e Lehfeld (2000, p.45):

A metodologia corresponde a um conjunto de procedimentos a serem utilizados na obtenção do conhecimento. É a aplicação do método, através de processos e técnicas, que garante a legitimidade do saber obtido.

A pesquisa se desenvolve através de um estudo de caso, amparada pelo método descritivo e abordagem quantitativa, cuja definição está vinculada a

divulgação, por meio de princípios estatísticos / matemáticos, do que caracteriza o objeto da mesma.

De acordo com Sabino (1996) o método quantitativo, quando efetuado através de dados numéricos em consequência dos estudos, deve ser apresentado através de quadros e tabelas.

O método descritivo envolve dois tipos e de pesquisa: bibliográfica e documental. No que diz respeito a pesquisa de campo, refere-se ao local de estudo e a pesquisa realizada no ambiente. Coletar pessoalmente, as informações necessárias sobre o objeto estudado por meio de instrumentos auxiliares, tais como mapas, programas de dimensionamento geográfico, observação, entre outros.

Através do estudo de caso é possível fazer a análise do ambiente. Determinar fatores que estabelecem índices que possam ser medidos e adaptados ao estudo. Esse método de abordagem garante ao estudioso uma ampla visão do meio estudado. Permitindo gerar conclusão diante dos aspectos levantados (YIN 2015).

O município Braço do Norte teve sua colonização iniciada em 1862, dados do (IBGE) afirmam que a população é de 32.209 habitantes. Sua área territorial é de 211,864 km<sup>2</sup>, seu Bioma possui característica da Mata Atlântica. Lado da União é um bairro do perímetro urbano de Braço do Norte, no estado de Santa Catarina. Na Figura 1, pode-se observar a localização do bairro e a rua recebeu a pavimentação, junto demonstra a área de contribuição e a fluxo de escoamento superficial.

**Figura 1** - Foto da área de estudo Lado da União Braço do Norte – SC.



Fonte: Google Maps (2017)

Com a área de estudo definida foi realizada a visitação *in loco* para a obtenção de dados importantes, onde pôde-se alcançar todos os objetivos propostos nesse artigo, foram identificados os fatores que estão contribuindo para formação dos processos erosivos no bairro e observou-se também a bacia de contribuição e os usos do solo. Após coleta de dados em campo, prosseguiu-se para consulta de materiais bibliográficos, que possibilitou a indicação do método a ser utilizado em acordo com a situação do local.

Logo após de realizar a busca dos materiais e métodos a serem adotados para estimativa de vazão, foi fundamental calcular o coeficiente de escoamento superficial (a quantidade de água da chuva que escoar pelo solo), esse coeficiente é adotado de acordo com os tipos de superfícies e a intensidade de precipitação. Sendo definida através de valores tabelados que são escolhidos de acordo com as observações realizadas na área, na tabela 01 demonstram-se os valores.

**Tabela 1** - Valores do coeficiente de escoamento superficial (C).

Tipo de superfície	Coeficiente de escoamento superficial(C)
Concreto, asfalto e telhado	0,95
Área construída	0,8
Ruas asfaltadas	0,7
Pátios internos acimentados	0,9
Gramma solo arenoso	0,1
Área jardinada	0,15
Passeios de concreto	0,6

Fonte: Wilken (1978, p.132)

Em razão do uso dos solos serem diferentes, foi realizado o cálculo de ponderação do coeficiente de diferentes superfícies. Apresentando equação 1:

$$C = \frac{\sum A \times C}{\sum A} \quad (1)$$

Com essa fórmula encontramos o valor do coeficiente de escoamento superficial que será utilizada para calcular a vazão na situação atual. Em seguida será determinada a intensidade de precipitação, que apresenta em sua equação três perspectivas: Intensidade – Duração – Frequência. Os aspectos são apresentados na equação por parâmetros (k, m, n e b) que são tabelados para cada município de acordo com o monitoramento feito nas estações pluviométricas locais, e também por valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno (NBR

10844, 1989; BACK, 2013). Na tabela 2 demonstram-se os diferentes períodos de retorno para cada tipo de obra.

**Tabela 2** - Período de retorno, para cada tipo de ocupação

Tipo de Obra	Tipo de ocupação da área	Período de retorno (Anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviço público	5
	Aeroportos	2-5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macrodrenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
	Área de importância específica	500
Pequenos canais com edificação	Rural	10
	Urbano	50
Grandes canais com edificação	Rural	50
	Urbano	100
Pequenos canais para drenagem urbana	-	5-10
Bueiros em rodovias importantes	-	25
Bueiros em rodovias comuns	-	5-10
Bocas de lobo	-	1-2

Fonte: Adaptado de Back (2013, p.34).

Levantados todos os dados, determinou-se a intensidade de precipitação, com a equação 2 apresentada abaixo:

$$i = \frac{KT^m}{(t+b)^n} \quad (2)$$

Segundo Júnior (2007) a intensidade da precipitação se obtém das equações de intensidade-duração-frequência, válidas para a região em estudo onde T é o período de retorno em anos; t é a duração da chuva em minutos; k, m, b e n são parâmetros determinados para cada local. Na equação, a duração da chuva t, deve corresponder à duração da chuva crítica de projeto.

Encontrado os valores do coeficiente de escoamento e intensidade de precipitação, foi realizado o cálculo de estimativa da vazão, por meio do método racional, que é adequado para os cálculos de projeto de microdrenagem, sendo que a bacia de contribuição estudada é menor que dois quilômetros quadrados, utilizando assim a equação 3:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (3)$$

## Resultados e Discussão

Diante dos dados obtidos na área analisada, foi possível verificar o problema de erosão que a água pluvial ocasiona na área. No entanto, em decorrência do grande volume de água que atinge o local é importante dimensionar um eficiente sistema de drenagem que isole o problema.

Boa parte da erosão ocorre na estrada, atrapalhando o acesso, com a presença de sulcos e ravinas advindos do escoamento superficial que a água pluvial causa. Com a falta de pavimento, uma drenagem deficiente e um declive acentuado, contribuem para o agravamento do problema. Com os transtornos causados, os moradores em dias de chuva, não conseguem utilizar o local adequadamente, o fluxo de carros no local acaba sendo prejudicado, deixando o trânsito lento, fazendo com que em meio ao caos, pedestres e veículos se encontram em situações extremas. As ruas não possuem calçadas, dificultando o acesso dos pedestres, também não há asfalto, o que faz com que os motoristas ocupem as áreas de acostamento por onde há pessoas no momento, contribuindo para a insatisfação de todos que transitam por ali naquele momento. Após as chuvas as erosões são visíveis, o que continua com os transtornos, tanto da passagem de pedestres, que agora tendem a ocupar o espaço por onde os veículos transitam.

A resolução dos problemas pode ser feita através da estimativa da vazão, pavimentando a área e projetando uma drenagem com tubulações adequadas para a área de estudo que é de 3,124 hectares, com diversas ocupações, para cada ocupação do solo contribui na vazão pluviométrica total para o escoamento superficial das águas. Na tabela 4, está relacionado as ocupações e suas respectivas áreas correspondentes.

**Tabela 4** - Ocupações do solo existentes na área contribuinte de estudo

Tipo de Ocupação	Área (ha)
Concreto, asfalto e telhado	1,935
Solo compactado	0,441
Matas, parques	0,676
Gramma solo arenoso	0,072
Total	3,124

Fonte: Da Pesquisa (2018).

Com a área total mensurada avançamos para a próxima etapa, definir o coeficiente de escoamento superficial - C, foi realizado o cálculo de ponderação do coeficiente de escoamento superficial (C), a área de estudo apresenta superfícies variáveis. Na tabela 5 estão relacionados os respectivos coeficientes.

**Tabela 5 – Valores de área e seus respectivos coeficientes**

Ocupação	Área (ha)	Coeficiente de Escoamento	A x C
Concreto, asfalto e telhado	1,935	0,95	1,838
Solo compactado	0,441	0,66	0,291
Matas, parques	0,676	0,1	0,067
Gramma solo arenoso	0,072	0,1	0,007
$\Sigma$	3,124		$\Sigma$ 2,203

Fonte: Da Pesquisa (2018).

Através da equação 1, chegou-se ao valor do coeficiente de escoamento superficial de 0,71 (adimensional), podemos representar que 71% da água pluvial que atinge a bacia de contribuição escoam e 29% infiltra.

Foi feito a pesquisa dos dados de intensidade de precipitação conforme Back (2013) no município de Braço do Norte com esses dados levantados calculamos a intensidade de precipitação, na tabela 6 demonstram-se os parâmetros de precipitação:

**Tabela 6 – Parâmetros de precipitação no município de Braço do Norte**

Parâmetros de precipitação para o município de Braço do Norte – SC	
k	690,06
m	0,173
b	8,97
n	0,7

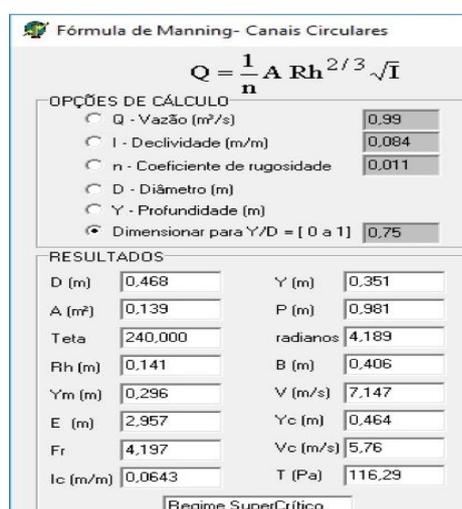
Fonte: Da pesquisa (2018).

De acordo Back (2013) a área de estudo se enquadra como uma área de microdrenagem (Tabela 2) demonstra vários tipos de obra com diferentes valores de período de retorno sendo utilizado o que se enquadra para o empreendimento, foi utilizado o período de retorno de pequenos canais para drenagem urbana que é de 5 a 10 anos utilizamos o valor de 10 anos pelas garantias e segurança da obra de microdrenagem. Para atendimento dos parâmetros da equação 2, de chuva intensa para região, adotou-se a duração da chuva (t) pela NBR 10844, adotando o tempo de concentração da bacia ( $t_c$ ), fixado inicialmente em  $t_c = 5\text{min}$ , resultando no valor de intensidade de 162mm/h.

Diante das análises dos dados, após ter obtido a intensidade de precipitação, coeficiente de escoamento e ter calculado a área total, foi calculada a vazão através da equação 3, chegando ao valor de  $Q = 0,99\text{m}^3/\text{s}$ .

A figura 2, demonstra o dimensionamento conforme o programa Hidrom, no qual foi configurado para a fórmula de Manning canal circulares, utilizamos o valor da vazão, a declividade e o coeficiente da rugosidade da tubulação. A declividade de  $0,084\text{ m/m}$  foi encontrada através dos dados topográficos do terreno. Valor da vazão  $Q = 0,99\text{m}^3/\text{s}$ . Resultado encontrado é  $\varnothing = 0,46\text{m}$  com a secção dos tubos em 75% cheia.

**Figura 2** –Cálculo utilizado para obter o diâmetro da tubulação.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Obteve-se o diâmetro da tubulação de  $\varnothing = 0,46\text{m}$ , a tubulação comercial a ser implantada é de  $\varnothing = 0,50\text{m}$

Em consulta ao projeto da prefeitura local e após verificação *in loco*, a tubulação implantada em parte da Rua Wilibaldo Gesse é de diâmetro  $\varnothing = 0,40\text{ m}$ .

Conforme características atuais do bairro, o recomendado para evitar futuros prejuízos, contemplando toda a bacia de contribuição, o ideal para atendimento é a adoção da tubulação de  $\varnothing = 0,50\text{m}$ . Com os resultados obtidos, a sugestão do estudo é a implantação de um sistema para atendimento de toda a bacia de contribuição do bairro e não apenas da rua onde está sendo feito a pavimentação. Lembrando que esse dimensionamento, remetesse a situação atual do bairro, futuras intervenções na bacia de contribuição, como por exemplo terraplanagem, desvio de água de montante,

rede de drenagem auxiliares, etc, poderão reduzir ou aumentar fluxo de escoamento superficial, modificando os resultados do presente estudo.

### Considerações Finais

Como visto, a erosão é uma causa natural, porém se torna agravante pelas atitudes humanas que contribuem para esse aumento. Para que sejam amenizados os danos causados pelas erosões são importantes que ações corretivas sejam tomadas. O planejamento de projetos que possibilitem a neutralização de tais fatores é fator decisivo na hora de construir ou pavimentar as ruas.

A pesquisa se desenvolveu no estudo da Rua Wilibaldo Gesse, que na parte não pavimentada, vem sofrendo com problemas causados pela água da chuva, onde a drenagem não é suficiente e o escoamento da água não acontece. Isso gera muito transtorno no local, onde pedestres e automóveis devem contornar o local que impossibilita a passagem em dias com muita chuva.

Para que fosse realizado o dimensionamento de um eficaz sistema de drenagem, a estimativa da vazão deverá sempre ser o primeiro passo a ser verificado. Através do sistema poderá ser promovido um deságue seguro, evitando atingir diretamente a estrada, proporcionando escoamento e estabilidade para as ruas.

O estudo baseou-se no projeto atual da prefeitura local, sem considerar possíveis alterações futuras. Através dos dados obtidos em campo, pode-se calcular através do método racional, a determinação da vazão da área e percebeu-se que para atendimento de toda vazão, a dimensão da tubulação deverá ter um diâmetro de 0,50m para condições atuais. Sendo que a tubulação encontrada na rua pavimentada, foi com diâmetro de 0,40m, atendendo apenas a vazão da rua e não o escoamento de água de todo o bairro. No futuro, sistemas auxiliares de drenagem, poderão ser inseridos para atendimento da demanda da vazão de toda área de captação.

Diante dos resultados têm-se a resposta da problemática da pesquisa: a tubulação que será implantada na rua foi dimensionada para atendimento do restante do bairro? Pode-se dizer que não, pois os tubos que serão utilizados não terão vazão suficiente para todo escoamento necessário.

### Referências

ALENCAR, Danielle B. S. de *et al.* **INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO**

**DISTRITO FEDERAL.** Jaboticabal: Conselho Editorial, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NRB 10844: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

BACK, Álvaro J. **Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial de para o estado de Santa Catarina.** Florianópolis. Epagri. 2013.

\_\_\_\_\_. Relações intensidade-duração-frequência de chuvas intensas de Chapecó, Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 575-581, 2006.

BARROS, Aidil Jesus Paes; LEHFELD, Neide aparecida de Souza. **Fundamentos de metodologia:** um guia para iniciação científica. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 2000. p. 45

BERTONI, José; NETO, Francisco Lombardi. **Conservação do solo.** 8 ed. São Paulo: Ícone, 2012.

BRAÇO DO NORTE. IBGE. **IBGE.** 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=420280>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

BRITO, Annanery de Oliveira. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no distrito federal.** 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2012.

CAMAPUM DE CARVALHO, J. Processos Erosivos In: Camapum de Carvalho, J.; Sales, M. M.; Souza, N. M.; Melo, M. T. S. *et al* **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro.** – Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2006

COMPANHIA Siderúrgica de Tubarão (CST); Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). **Instrumentação Básica II – Vazão Temperatura e Analítica.**

COSTA, Alfredo Ribeiro *et al* (Org.). **Curso Básico de Hidrologia Urbana: nível 3:** Curso Básico de Hidrologia Urbana. Recesa: Nucase / Recesa, 2007. 136 p.  
DIAS, F. S.; ANTUNES, P. T. da S. C. **Estudo Comparativo de Projeto de Drenagem Convencional e Sustentável para Controle de Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos.** Curso de Engenharia Civil. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio Janeiro, 2011.

FENDRICH, R.; **Drenagens e Controle da Erosão Urbana** – Curitiba: EDUCA, 306 p.

FILHO, Gerson Salvino de Almeida; COIADO, Evaldo Miranda. **Diagnostico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP.** São Paulo: [s.n.], 2000.

FLANANGAN, D.C.; FOSTER, G.R.; MOLDENHAUER, W.C. **Storm pattern effect**

**on infiltration, runoff and erosion. *Transaction of the ASAE*, St. Joseph, v.31, n.2, p.11-26, 1988.**

GALERANI, C. *et al.* Controle da Erosão Urbana. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.277- 347.

GARCIAS, J. I. B. **Monitoramento Hidrológico e Modelagem da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela**. Dissertação (Mestrado) Curso de Engenharia Civil, Departamento de Centro de Tecnologia Programa de Pós, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GENOVEZ, A. M.; ZUFFO, A. C. Chuvas intensas no estado de São Paulo: estudos existentes e análise comparativa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, p. 45-58, 2000.

GENOVEZ, Genovez Abel Mala. **Avaliação dos métodos de estimação das vazões de enchente para pequenas bacias rurais do estado de São Paulo**. 1991. 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unicamp, São Paulo, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 176p.

JÚNIOR, Antenor Rodrigues Barbosa. Escoamento Superficial. In: **Elementos de Hidrologia Aplicada**. Cap. 6. [s.l.], 2007. Disponível em: <[http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/6\\_escoamento%20superficial.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/6_escoamento%20superficial.pdf)>. Acesso em: 10 set 2017.

LIRA, Bruno Carneiro. **O passo a passo do trabalho científico**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2014. 96p.

MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 925-933, 2003

MONTES, Rafael Menegazzo; LEITE, Juliana F. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos - Cenário atual da Bacia do Córrego Vaca-Brava Goiânia-Go**. Goiás: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, 2009.

PINTO, Nelson de Sousa *et al.* **Hidrologia básica**. 14 ed. São Paulo: Blucher, 2013.

RUSSAM, K; COLEMAN, M. The effect of climatic factors on subgrade moisture conditions. **Geotechnique**, London, v.11, n.1, p.22-28, 1961.

SABINO, Carlos A. **El proceso de investigación**. 3 ed. Buenos Aires: Lumem Humanitas. 1996.

SOUZA, J. L. M.; GOMES, S. Limites na utilização de um modelo de balanço hídrico decendial em função da capacidade de água disponível no solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 153-163, 2008.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidráulicos**. Curso de Manejo de Águas Pluviais Capítulo 3- Tempo de concentração. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_cálculoshidraulicos/capitulo04.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_cálculoshidraulicos/capitulo04.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2017.

TUCCI, Carlos E. M.; COLLISCHONN, Walter. **Drenagem urbana e controle de erosão**. São Paulo, 2000.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

VIERO, Ana Cláudia. **Análise da geologia, geomorfologia e solos no processo de erosão por voçorocas: bacia do Taboão, RS**. 2004.141p. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre. 2004

WILKEN, Paulo Sampaio. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamentos e métodos**. 5 Ed. São Paulo: Bookman, 2015.

## CONTROLE DE ORDENS DE PRODUÇÃO: UTILIZANDO O SISTEMA ERP COM LEITOR DE CÓDIGO DE BARRAS

Elaine Oliveira Brizola Silva<sup>1</sup>; Fabiana Magagnin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Academica. Centro Universitário Barriga Verde. elaineoliveira\_bs@hotmail.com

<sup>2</sup>Docente do Centro Universitário Barriga Verde. fabimagagnin@yahoo.com.br

**Resumo:** O controle de ordens de produção é uma área fundamental em um processo produtivo, pois as informações do controle são necessárias para adequação de prazos e verificação do fluxo do processo. O objetivo do estágio é utilizar o sistema ERP no controle de ordens de produção que é realizado através de leitura de código de barras. Os resultados obtidos foram positivos, pois o problema-chave era a localização das ordens de produção e status atual. Em uma produção de produtos personalizados, não seriada há necessidade de um sistema integrando os setores produtivos, pois considerando os diversos setores da produção, deve-se haver uma base de dados onde todos os movimentos das ordens se concentrem, para minimizar o tempo gasto na verificação da situação do pedido em si.

**Palavras-chave:** Controle de Ordens. Administração da Produção. ERP

### Introdução

As empresas estão adquirindo cada vez mais técnicas e a tecnologia da informação- TI, para se adequar às necessidades do mercado consumidor, pois a era contemporânea exige mudanças no modo de gestão das empresas, para manter o potencial competitivo do mercado (MARTINS; 2012, p. 309). Utilizando-se do sistema de informação, cria-se um ambiente integrado e consistente capaz de tratar informações necessárias a todos os colaboradores.

Com o objetivo de agregar conhecimento prático ao conhecimento teórico adquirido ao longo do curso, o estudo de caso foi realizado na área de Gestão de Sistemas da Produção e Operações na Indústria Gaidzinski localizada no município de Braço do Norte-SC.

No ano de 1978 a Gaidzinski Ind. e Com. Ltda, inicialmente ingressou no ramo de ferraria, conforme ocorreu o crescimento da regional surgiu a carência no setor metalúrgico contudo a Gaidzinski ampliou suas atividades, atendendo aos seguimentos de: usinagem, soldagem, funilaria e caldeiraria, solidificando-se no ramo metal-mecânico. Se tornou uma fornecedora de equipamentos personalizados, com

foco para linhas de acabamentos em madeiras, molduras, PVC, portas, entre outros segmentos.

Sendo utilizado o sistema ERP para o controle de ordens de produção que circulam pelo chão de fábrica, a empresa já possuía a instalação desse sistema porém não era utilizado para o fim de controle de ordens, e sim para efetuação de propostas comerciais.

Tratando-se de ser uma produção de produtos personalizados, não seriada havia necessidade de um sistema integrando os setores do processo produtivo, pois considerando a demanda que a indústria atende, para minimizar o tempo gasto na verificação da situação dos pedidos deve-se haver uma base de dados onde todos os movimentos das ordens se concentrem.

Devido ao detalhamento dos equipamentos produzidos a ordem de produção pai, havia variações a quantidade de ordens de produção filho, variando de acordo com a complexidade de cada equipamento tendo em média 300 ordens de produção filho.

A situação-problema era o real status das ordens de produção filho, que formam os equipamentos, tratando-se de uma metal mecânica, onde se encontra diversos serviços tais como: torneamento, fresamento, centro de usinagem, solda, pintura. Considerando que cada peça tem um processo diferente para sua adequação mecânica no equipamento, sendo que a mesma pode retornar as mesmas operações diversas vezes.

O objetivo é a utilização de um sistema ERP, desenvolvido pela empresa de sistemas Neo Corp, no controle de ordens de produção assim interligando os setores produtivos, através de movimentos realizados por leitura de código de barras.

Esse estudo de caso pretende-se; especificamente facilitar a localização das ordens de produção e conhecimento de seu estado atual, através das informações geradas no sistema pode-se analisar o prazo para a entrega do pedido. E ainda verificar a produção diária da indústria, filtrando por setor produtivo.

O estudo de caso está atrelado ao estágio obrigatório no curso de Engenharia de Produção proposto no ramo de Engenharia de Operações e Processos da Produção; no subitem Gestão de Sistemas de Produção e Operações, sendo supervisionado externamente pelo Unibave sendo a responsável a Professora Fabiana Sartori Magagnin e tendo como supervisor interno o Sr. Everton Henrique Vieira, que ocupa o cargo de Analista de PCP.

## **Procedimentos Metodológicos**

A metodologia adotada no trabalho pode ser classificada como um estudo de caso, sendo aplicado conceitos e teorias baseadas em artigos, dissertações e teses coletados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e SciELO, além de livros disponibilizados no acervo da biblioteca do Centro Universitário Barriga Verde. Controle de Ordens. Administração da Produção. ERP

## **Gestão de Operações**

A gestão de operações é responsável pela maneira que são gerenciados os recursos destinados a produção de forma eficaz, competências na concepção e construção de sistemas integrados de pessoas, materiais, informação, equipamentos e energia. Considerando que permite um gerenciamento mais eficiente, com uma equipe realmente produtiva apresentando inúmeras contribuições acerca do assunto competitividade (SLACK et al., 2009, p.90)

Conforme o ensinamento de Peinado e Graeml (2014, p. 3)

Um estudo de caso sobre as formas de gestão de operações na movimentação de materiais em uma indústria envolve a associação entre a movimentação de materiais e o fluxo de produção, comprovando o relacionamento direto entre três variáveis: tempo de trânsito, uso dos recursos e nível de serviço.

A gestão de operações é vista como um aspecto rotineiro de uma empresa, porém está à frente de todos os desafios importantes; segundo Slack et. al (2009, p.93) visto que novas tecnologias e ideias vem conquistando o mercado, sendo necessárias adaptações, para alcançar o diferencial competitivo.

## **Sistema de Planejamentos dos Recursos da Empresa**

Conforme Buckhout (1999, p. 04) a implementação de sistemas de planejamento dos recursos empresariais –ERP (Enterprise Resource Planning, da sigla em inglês), trata-se de um conjunto de programas que integram os diferentes setores da empresa para criar operações mais eficientes em áreas como montagem ou entrega de produtos.

Os sistemas de ERP são usados para auxiliar na gestão de todas as operações diárias de uma empresa, faturamento, balanço contábil, compras, apuração de impostos, inventário de estoque, contas a receber, ponto dos funcionários, controle de

ordens de produção, cadastro de funcionários e fornecedores (KROENKE, 2012, p.135);

Segundo Martins (2015, p.309), o ERP é um sistema que facilita o fluxo das informações dentro de uma organização integrando as diferentes funções e interligando os setores, apresentado uma base de dados que opera em uma única plataforma e que consolida todas as informações em um ambiente computacional.

Ainda de acordo com Martins (2015, p.309), o principal diferencial de um ERP é conter todas as informações em uma única base de dados, e estas informações podem ser acessadas por todos dentro do sistema, interligando a produção de uma só vez.

Slack et. al (2009, p. 91), assevera que o ERP, tem potencial de aprimorar, de forma significativa o desempenho, devido à integração das informações estando tais informações a disposição de todos os setores, permitindo o controle de operações diárias, sendo um fator indispensável para a melhoria continua.

Conforme assevera Kronkre (2012, p. 134), a implementação de novos sistemas empresariais gera grandes desafios nas organizações, tais como: orçamentos para implantação, gestão colaborativa, problemas de transição, resistência dos funcionários.

A implantação do sistema ERP para Lima et al. (2000, p. 05):

A adoção de um ERP afeta a empresa em todas as suas dimensões, culturais, organizacionais ou tecnológicas. Esses sistemas controlam toda a empresa, da produção às finanças, registrando e processando cada fato novo na engrenagem corporativa e distribuindo a informação de maneira clara e segura, em tempo real. Ao adotar um ERP, o objetivo básico não é colocar o software em produção, mas melhorar os processos de negócios usando tecnologia da informação. Mais do que uma mudança de tecnologia, a adoção desses sistemas implica um processo de mudança organizacional.

Um dos maiores desafios é administrar a resistência às mudanças, conforme destoa Robbins (1999, p. 395), pode se dar nos âmbitos: individual e organizacional. As fontes de resistência individual estão relacionadas com características subjetivas e pessoais dos indivíduos e envolvem aspectos como: hábitos, necessidades, características de personalidade, inseguranças, grau de conhecimento e questões econômicas.

Os principais efeitos da mudança organizacional para Filho e Mendes (2002, p.292):

A adaptação às mudanças na rotina do trabalho, decorrente da introdução do sistema; resistência da alta administração e dos funcionários mais antigos por não terem conhecimentos básicos em informática; funcionários sem qualificação técnica para dar suporte e utilizar o sistema e falta de confiabilidade nas informações extraídas do sistema.

As fontes de resistência organizacional encontram-se direcionadas aos aspectos globais, envolvendo a organização como um todo, e relacionam-se à inércia estrutural e do grupo, ao foco restrito da mudança (ex: mudanças apenas em um setor) e às percepções de ameaça advindas da mudança. (ROBBINS, 1999, p.400)

## **Resultados e Discussão**

A aplicação do estudo de caso foi realizada no processo de produção metal-mecânica, no segmento de equipamentos personalizados sendo projetados conforme a necessidade dos clientes.

A produção segue o fluxo puxado, o setor de comercial realiza a venda e emite um pedido, que pode ser uma máquina, linha completa, item reposição de uma máquina, ou uma adaptação, de acordo com a necessidade do cliente. Esse pedido é segue para o projeto, onde é definido o designer, aplicabilidade, detalhamento e o desenvolvimento mecânico.

Após o projeto estar finalizado, os desenhos técnicos que compõem a máquina seguem para o PCP, onde é feita a impressão da ordem de produção para cada desenho e também onde são definidas as datas de início e fim do processo produtivo, e a definição da cor do cliente, pois dentro do processo produtivo a sinalização por cores facilita o fluxo. O PCP se encarrega da distribuição das ordens de produção nos setores e da monitoração das peças até a máquina ser montada totalmente.

Atualmente o problema trata a respeito do controle de ordem após as ordens de produção serem distribuídas aos setores, não havia mais registros de entrada e saída, ou seja, quando era necessário localizar uma determinada ordem de produção tínhamos que verificar cada setor existente na fábrica para localizá-la.

E ainda se levava muito tempo para a digitação das ordens de produção, pois cada equipamento possui em média 300 ordens de produção filho, sendo necessário

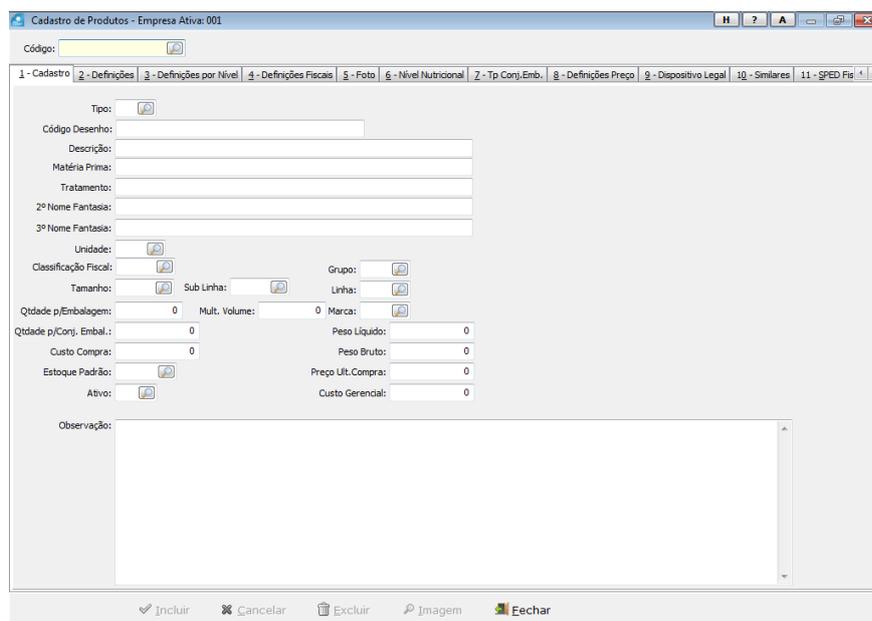
digitar no programa Excel; o número do desenho, a quantidade de peças, tratamento, setor programado, isso totalizava 15 horas somente para emissão da ordem.

A ferramenta utilizada está presente nesse sistema integrado sendo o controle das ordens de produção, que são realizados pela leitura do código de barras presente na ordem de produção, assim podemos verificar a localização das ordens pelo chão de fábrica através dos apontamentos realizados nos setores: almoxarifado, caldeiraria, compras, usinagem, zincagem e terceiros.

Para a implantação do sistema ERP, foi exigido um novo designer para as ordens de produção, que contém códigos de barras destinados para cada setor da produção, com o fim de ser apontado as entradas e saídas do setor.

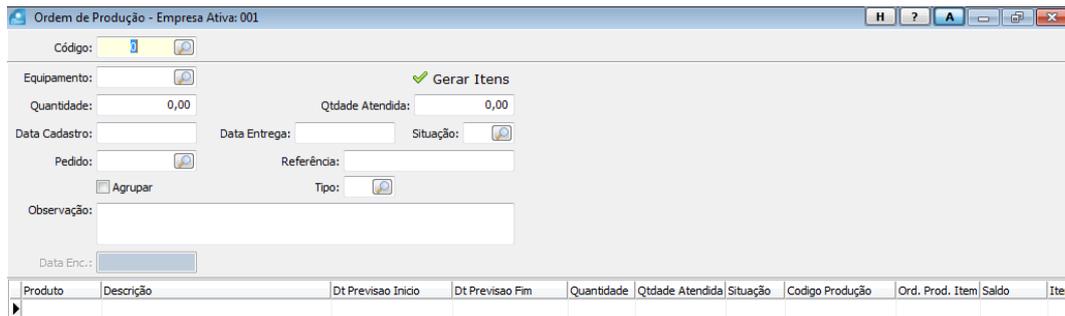
O pedido é composto por desenhos técnicos, onde os mesmos devem ser previamente cadastrados no NeoCorp (figura 01), informações tais como: Número do desenho, descrição da peça, matéria-prima, tratamento entre outros.

**Figura 01** - Tela para o cadastro de produtos



Fonte: Neo Corp Sistemas (2018)

Após o cadastro, podemos emitir as ordens de produção (figura 02), onde classificamos o equipamento, prazos, cliente. A área de emissão minimizou o tempo gasto, já que é necessário digitar somente o código Neo formado 07 numeros e a quantidade necessária, um equipamento de em media 300 desenhos, totaliza 5 horas emitindo as ordens de produção.

**Figura 02 - Tela para emissão de ordens de produção**


Ordem de Produção - Empresa Ativa: 001

Código:

Equipamento:   Gerar Itens

Quantidade:  Qtdade Atendida:

Data Cadastro:  Data Entrega:  Situação:

Pedido:  Referência:

Agrupar Tipo:

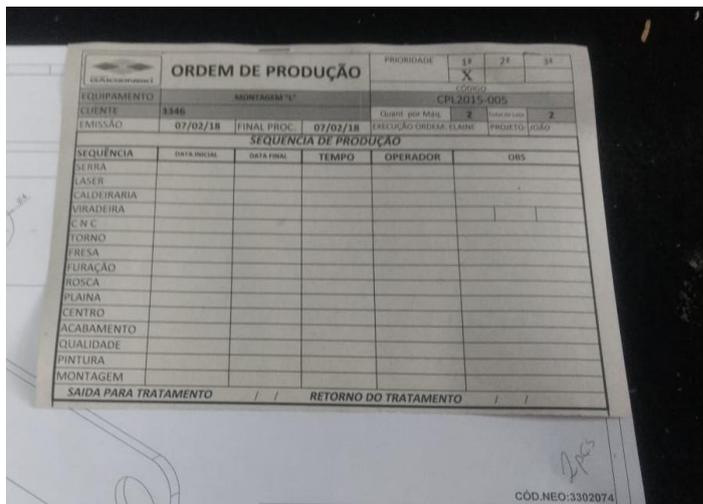
Observação:

Data Enc.:

Produto	Descrição	Dt Previsao Inicio	Dt Previsao Fim	Quantidade	Qtdade Atendida	Situação	Codigo Produção	Ord. Prod. Item	Saldo	Itm

Fonte: Neo Corp Sistemas (2018)

Antes desta implementação as ordens de produção eram emitidas via Microsoft Excel (figura 03).

**Figura 03 - Ordem de produção emitida via Excel.**


ORDEM DE PRODUÇÃO

PRIORIDADE: 10 20 30  
X

EQUIPAMENTO: MONTAGEM 11

CLIENTE: 3346

EMISSÃO: 07/02/18 FINAL PROC.: 07/02/18

Quant. por Mat. 2

EXECUÇÃO ORDEM: ELANE

PROF. JOÃO

SEQUENCIA DE PRODUÇÃO

SEQUENCIA	DATA INICIAL	DATA FINAL	TEMPO	OPERADOR	OBS
SERRA					
LASER					
CALDEIRARIA					
VIRADEIRA					
C N C					
TORNO					
FRESA					
FURAÇÃO					
ROSCA					
PLAINA					
CENTRO					
ACABAMENTO					
QUALIDADE					
PINTURA					
MONTAGEM					

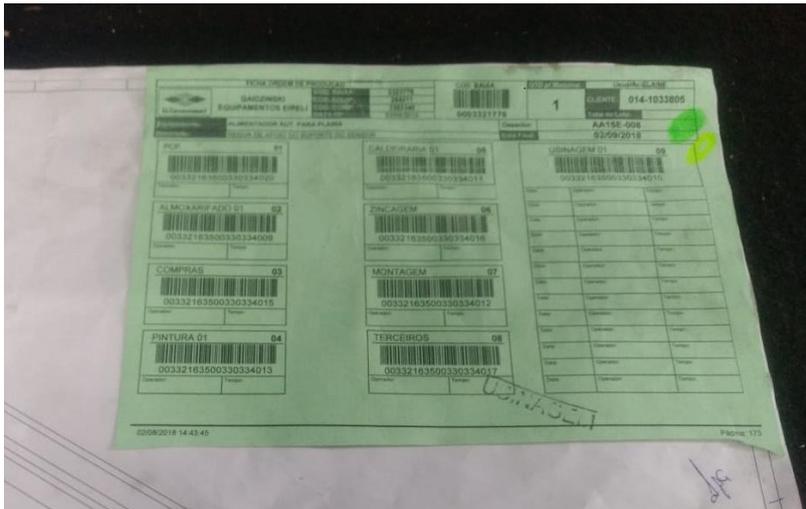
SAÍDA PARA TRATAMENTO / / RETORNO DO TRATAMENTO / /

CÓD.NEO:3302074

Fonte: Gaidzinski (2018)

Desta maneira as ordens de produção, ganharam um novo designer e já são emitidas com um código de barra destinado a cada setor do sistema produtivo (figura 04).

**Figura 04** - Ordem de produção emitida via sistema Neo Corp



Fonte: Gaidzinski (2018)

Nos setores, almoxarifado, usinagem, compras já está instalado em cada um, uma unidade para os apontamentos, ou seja um computador com leitor de código de barras, assim que o PCP entrega as ordens aos responsáveis dos setores, os mesmos já estão treinados para receber as ordens com o leitor de códigos de barra, assim o sistema já reconhece como entregues ao setor específico.

Assim que a ordem já está finalizada no setor específico, o responsável deve realizar o novo apontamento para encerrar o processo naquele setor; pois a ordem segue o fluxo necessário, e se o setor anterior não estiver dado a ordem como encerrada o próximo não poderá realizar um novo apontamento.

Os resultados alcançados foram positivos para o chão de fábrica, pois o principal problema era a localização de cada ordem de produção já que para o equipamento ser montado é necessário que todas as ordens de produção estejam no setor montagem.

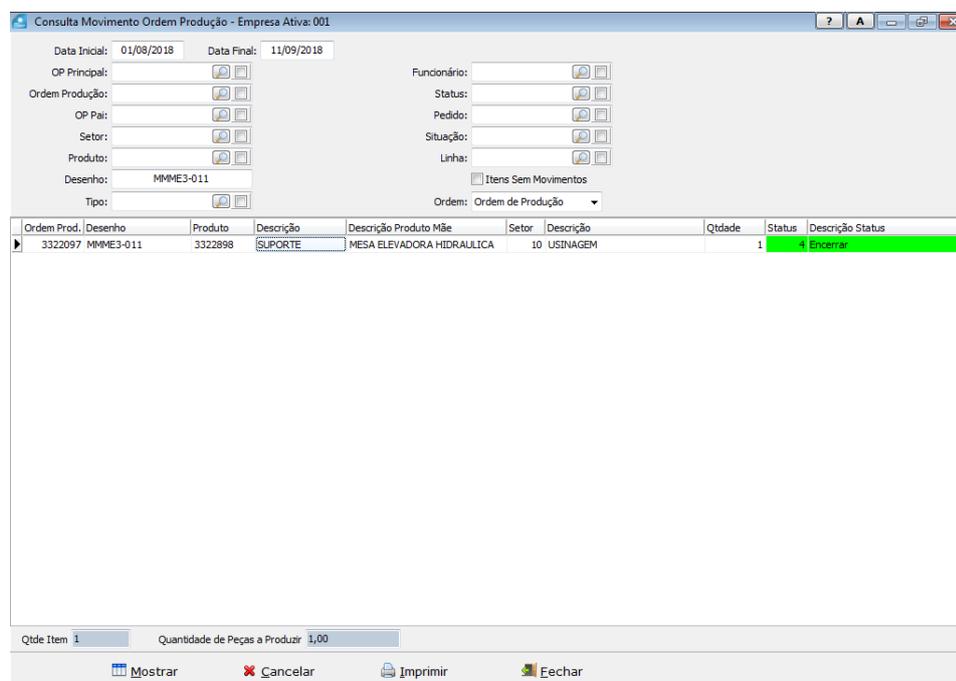
Apesar da positividade, no início da implantação houve resistência por parte dos colaboradores envolvidos, já que é imprescindível a realização dos apontamentos, acontecia corriqueiramente a ausência do apontamento para a entrada e encerramento da ordem de produção.

Uma medida adotada para solucionar esse empecilho; na usinagem existe o local onde as peças que ficam prontas e são disponibilizadas para o recolhimento aonde são levadas até a montagem e separadas, as ordens de produção seguem junto com as peças.

Ocorria que as ordens e peças eram recolhidas antes de serem encerradas no sistema então foi padronizado, duas pranchetas assim que as ordens de produção são concluídas no processo são colocadas na prancheta 01; o encarregado do setor realiza o apontamento para encerrar a ordem, e as ordens de produção são colocadas na prancheta 02 e ainda são carimbadas com USINAGEM; então são recolhidas somente essas ordens, assim evita-se que a ordem de produção deixe o setor sem ser realizado o apontamento.

Atualmente é possível localizar qualquer ordem de produção na tela de consultas (figura 05), sendo informada da situação atual da ordem. Podemos verificar o percentual de cada equipamento assim estipulando o prazo que ele ficará finalizado.

**Figura 05** - Tela de consulta, simulando a localização de uma ordem de produção



Ordem Prod.	Desenho	Produto	Descrição	Descrição Produto Mãe	Setor	Descrição	Qtidade	Status	Descrição Status
3322097	MMME3-011	3322898	SUPORTE	MESA ELEVADORA HIDRAULICA	10	USINAGEM	1	Encerrar	

Fonte: Gaidzinski (2018)

Desta forma, além da informação do status apresentado na figura 05, pode-se verificar o trajeto da ordem de produção pelo chão de fábrica, através do movimento de produção (figura 06), onde consta o dia e a hora da entrada e saída do setor, assim temos o tempo de permanência no setor produtivo.

**Figura 06** - Tela de movimentos ordem de produção, simulando o trajeto dentro do processo produtivo

Movimentos Ordem de Produção			
Data: 10/09/2018 16:46:53		Funcionario	
Setor: 10-USINAGEM			
16:46:53	1-Entregue	14-AURÉLIO NAZARIO MONTEIRO	
16:47:19	4-Encerrar	14-AURÉLIO NAZARIO MONTEIRO	
Data: 14/08/2018 11:41:48			
Setor: 11-CALDEIRARIA			
11:41:48	1-Entregue	87-ELAINE OLIVEIRA BRIZOLA SILVA	
11:42:56	4-Encerrar	87-ELAINE OLIVEIRA BRIZOLA SILVA	

Fonte: Gaidzinski (2018)

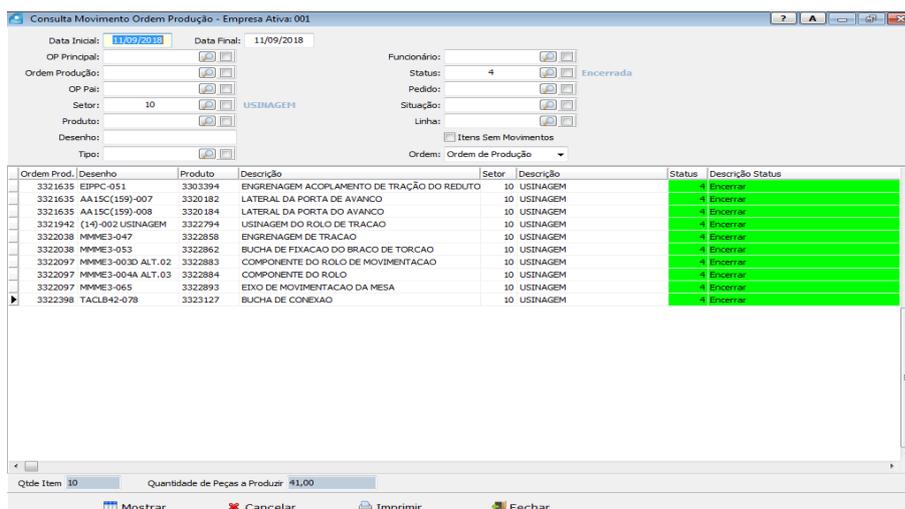
Assim verificando-se a situação do equipamento através da OP PAI (figura 07), vimos as ordens que estão em atraso, por exemplo o equipamento está com 80% na montagem, mas há ordens de produção ainda nos setores de caldeiraria e usinagem, então o PCP verifica o estado da ordem diretamente no departamento.

**Figura 07** - Tela de consultas, simulando o estado atual das ordens de produção, vinculadas a ordem de produção PAI.

Ordem Prod.	Desenho	Produto	Descrição	Setor	Descrição	Status	Descrição Status
3322398	TACL842-078	3323127	BUCHA DE CONEXAO	10	USINAGEM	4	Encerrar
3322398	RP12PC-559	3323128	PROTECAO LATERAL SUPERIOR DO TANQUE	11	CALDEIRARIA	4	Encerrar
3322398	RP12PC-559A	3323129	CHAPA DE PROTECAO LATERAL	11	CALDEIRARIA	4	Encerrar
3322398	RP12EC(419)-008	3323130	QUADRADO DE FIXACAO	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12PC(419)-112 POR.	3323131	CAVALETE	10	USINAGEM	4	Encerrar
3322398	RP12PC(419)-042A AL	3323132	CHAPA DE FIXACAO DO CAVALETE	10	USINAGEM	4	Encerrar
3322398	RP12PC(419)-112B	3323133	CHAPA DE FIXACAO DO TANQUE	10	USINAGEM	4	Encerrar
3322398	RP12PC(419)-112A PO	3323134	COLUNA	10	USINAGEM	4	Encerrar
3322398	RP12PC(419)-014	3323135	BARRA QUAD. DE FIXACAO DO TANQUE	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12PC-558	3323136	BASE DO TANQUE	10	USINAGEM	4	Encerrar
3322398	RP12PC-498	3323137	PROTECAO SUPERIOR	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12PC-498A	3323138	PROTECAO SUPERIOR	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12PC-498B	3323139	PROTECAO SUPERIOR	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12PC-498C	3323140	PROTECAO SUPERIOR	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12PC-508	3323141	BUCHA DE LINHAO DAS BADEJAS	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	3.1-00644	3323142	MONTAGEM	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	3.1-00644C	3323143	FRENTE	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12EC(419)-009	3323144	CAPTADOR DE PÓ DO FREZAMENTO INFERIOR	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12EC(419)-009A	3323145	CORPO DO CAPTADOR DE PÓ	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12EC(419)-009B	3323146	TAMPA DO CAPTADOR DE PÓ	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12EC(419)-009C	3323147	BUCHA DE FIXACAO DO CAPTADOR	12	MONTAGEM	1	Entregue
3322398	RP12MBC-312	3323149	TAMPA DO COLEIRO	10	USINAGEM	1	Entregue

Fonte: Gaidzinski (2018)

E ainda através do sistema é possível contabilizar a capacidade de produção diária por setor (figura 08), todavia como não se trata de produção em serie, a capacidade depende da complexidade da fila de produção diária.

**Figura 08 - Tela de consultas, simulando a produção do setor usinagem diária.**


Ordem Prod.	Desenho	Produto	Descrição	Setor	Status	Descrição Status
3321635	ETPPC-051	3303994	ENGRENAGEM ACOPLAMENTO DE TRACAO DO REDUTO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3321635	AA15C(159)-007	3320182	LATERAL DA PORTA DE AVANCO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3321635	AA15C(159)-008	3320184	LATERAL DA PORTA DO AVANCO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3321942	(14)-002 USINAGEM	3322794	USINAGEM DO ROLO DE TRACAO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3322038	MMME3-047	3322858	ENGRENAGEM DE TRACAO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3322038	MMME3-053	3322862	BUCHA DE FIXACAO DO BRACO DE TORCAO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3322097	MMME3-003D ALT.02	3322883	COMPONENTE DO ROLO DE MOVIMENTACAO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3322097	MMME3-004A ALT.03	3322884	COMPONENTE DO ROLO	10 USINAGEM	4	Encerrada
3322097	MMME3-065	3322893	EIXO DE MOVIMENTACAO DA MESA	10 USINAGEM	4	Encerrada
3322398	TACL842-078	3323127	BUCHA DE CONEXAO	10 USINAGEM	4	Encerrada

Fonte: Gaidzinski (2018)

É uma excelente opção o sistema ERP, pois podemos prever os prazos de entrega tendo como base o tempo estimado em produção, levando-se em consideração todas as etapas do processo. Assim temos o controle de ordens podendo localizar rapidamente, tanto uma ordem de produção específica como no pedido em geral.

### Considerações Finais

Durante o período de estudo de caso foi adquirida diversas informações e vivenciadas na prática associando-se aos conhecimentos adquiridos no ensino superior. Um ambiente produtivo é muito complexo de ser administrado, por isso que ele é cheio de técnicas e de ferramentas que o tornam mais fácil de controlar.

Uma das barreiras encontradas é conseguir a aceitação dos colaboradores é um grande desafio propor mudanças em um processo produtivo, aonde na visão dos colaboradores está funcionando e não veem necessidade de melhorias.

Aplicar algo novo ou padronizar processos requer muita determinação e persistência por parte dos gestores da produção. O início sempre é mais difícil, mas à medida que o tempo vai passando, as pessoas vão se adaptando e automaticamente passam a cobrar e ensinar as outras.

Após a mudança, obteve-se um resultado positivo, pois facilitou a localização das ordens de produção, e assim podemos dar seguimento as ordens de produção

que estão em atraso, podendo ser verificado o status do equipamento para se iniciar a montagem quando os demais processos estejam concluídos.

Porém, são necessários investimentos, os apontamentos realizados nos setores de caldeiraria, zincagem e terceiros são realizados dentro do PCP, então o ideal é a instalação de mais 03 computadores com leitor de código de barras no chão de fábrica.

De um modo geral, foi aplicado uma ferramenta existente no sistema NeoCorp, o controle de ordens onde foi gerado resultados positivos no ambiente produtivo, esse sistema exige investimentos, treinamentos, perseverança e a colaboração de todos os envolvidos para que o sistema não fique defasado.

## Referências

- BUCKHOUT, Scott. Por um ERP. 1999. Pág 04. Disponível em: [http://www.strategia.com.br/arquivos/por\\_um\\_erp.pdf](http://www.strategia.com.br/arquivos/por_um_erp.pdf). Acesso em: 08 de setembro de 2018.
- FILHO, Edmundo E; MENDES, Juliana V. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO ERP EM PEQUENAS EMPRESAS: UM CONFRONTO ENTRE O REFERENCIAL TEÓRICO E A PRÁTICA EMPRESARIAL. 2012. P. 292, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v9n3/14570.pdf>
- GAIDZINSKI, Indústria Metalúrgica LTDA. Disponível em: [www.gaidzinski.com.br](http://www.gaidzinski.com.br). Acesso em: 10 de setembro de 2018.
- KROENKE, M. David. Sistemas de Informações Gerenciais. Saraiva, 2012, São Paulo-SP. Pág. 134-136.
- LIMA, A. D. A. et al. Implantação de pacote de gestão empresarial em médias empresas. p. 05. Disponível em: <http://www.kmpress.com.br>, 13 fev. 2000. Acesso em 07 de outubro de 2018.
- MARTINS, G. Petronio, Administração Da Produção. 2ª edição. Saraiva, 2012, São Paulo-SP. Pág. 309.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. A prática da gestão de operações nas organizações. 2014. Disponível em: <http://www.fgv.br/rae/artigos/revista-rae-vol-54-num-5-ano-2014-nid-48434>. Pág. 03. Acesso em 02 de outubro de 2018.
- ROBBINS, Sthepen. P. Mudança Organizacional e Administração do Estresse. Comportamento Organizacional. Prentice Hall. 1999. Rio de Janeiro (p.394-423).
- SISTEMAS, Neo. Disponível em: <http://www.neosistemas.com.br/>. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

SLACK, Nigel. STUART, Chambers. JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 3ª edição.2009. Atlas. São Paulo-SP

## DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO DE MELHORIA NA EMBALAGEM DE UM CARREGADOR DE BATERIA

Emerson Loch Boeing<sup>1</sup>; Solange Vandresen<sup>2</sup>; Glauceca Warmeling Duarte<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Curso de Engenharia de Produção. UNIBAVE. Emerson\_loch@hotmail.com

<sup>2</sup>Curso de Engenharia de Produção. UNIBAVE. eproducao@unibave.net

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisa em Engenharia e Tecnologia. UNIBAVE. nutec@unibave.net

**Resumo:** Embalagem é um envoltório que visa proteger, facilitar o manuseio e divulgar um produto. Muitas embalagens são desenvolvidas sem conhecimento prévio das necessidades do produto, principalmente no que diz respeito à sua proteção. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um projeto de melhoria na embalagem de um carregador de bateria a fim de diminuir os danos ocasionados durante o transporte deste até o destinatário final. Para isso, adaptou-se a metodologia desenvolvida por Romano, identificando os fatores responsáveis pelos danos causados ao produto e o prejuízo sofrido pela empresa. Com os dados obtidos, elaborou-se uma proposta de melhoria que levou a aplicação de isopor nas partes inferior e superior da embalagem. Desta forma, com o acréscimo de apenas 1,75% no custo da embalagem, houve a diminuição dos danos nos carregadores durante seu transporte, resultando em economia quanto às despesas com a garantia dos carregadores produzidos para a empresa.

**Palavras-chave:** Custos. Projeto de melhoria. Embalagem. Metodologia de desenvolvimento de embalagens.

### Introdução:

As embalagens estão presentes na humanidade desde que se percebeu a necessidade de transporte e acondicionamento de mercadorias. Nos primórdios da sociedade, os materiais utilizados para embalar eram compostos originalmente por folhas e cascas de plantas, além de couro e partes de animais.

Com a evolução constante da humanidade, surgiram novas necessidades e as embalagens evoluíram no que diz respeito aos seus materiais, processos e funções.

Segundo Spejorim (2010), qualquer embalagem bem projetada deve atender à alguns requisitos, tais como: *contenção*, que serve para que o produto não ofereça risco às pessoas que forem manusear a embalagem; *proteção*, para que não aconteça nenhum dano ao produto durante as movimentações ao longo da cadeia de suprimentos; *comunicação*, para indicar o conteúdo da embalagem, fragilidade, empilhamento, entre outras informações objetivas de cada tipo de produto, e *utilidade*,

que seria a facilidade para manuseá-la durante as movimentações, e para o consumidor final.

Para proteger o produto contra avarias é necessário adequar a embalagem a ele e definir seu material, levando em conta o grau de proteção desejado ao produto e o custo.

Fatores que compõem o ambiente devem ser estudados para evitar a ocorrência de avarias no produto por manuseio, transporte e armazenagem (SPEJORIM 2010).

Para que a embalagem projetada cumpra o seu papel, é imprescindível, além de tudo, planeja-la, levando em consideração alguns aspectos como as suas dimensões, o tipo de material usado, o design, os custos e a padronização (SCHIMMELFENIG, SANTOS, BERNIERI, 2009).

O material utilizado na embalagem muitas vezes define seu design e custo, assim se vai ao encontro dos polímeros, muito utilizados na produção de embalagens, por ser um material maleável, de fácil manuseio, leve e barato. Dentre os polímeros mais utilizados em embalagens segundo a Associação Brasileira de embalagem (ABRE, 2017), pode-se citar o Polipropileno (PP) e o Poliestireno Expandido (EPS), mais conhecido como Isopor®.

Considerando uma empresa que fabrica e vende carregadores para bateria, percebe-se que grande parte dos problemas relacionados às embalagens utilizadas ocorre devido à falta de proteção que a mesma oferece ao produto. A avaria é ocasionada durante o transporte do mesmo, que chega, em alguns casos, com a carcaça quebrada ao cliente. Estes produtos retornam então para empresa, para que esta carcaça seja trocada, havendo custos de frete, mão de obra e matéria-prima.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver um projeto de melhoria na embalagem de um carregador de bateria para ter maior proteção durante o transporte, evitando assim que o produto seja danificado. Desta forma, foram avaliados os dados sobre a quantidade de produtos que sofreram avaria devido ao transporte desde o lançamento do mesmo no mercado (Janeiro à Setembro de 2017) e também sobre o custo de retorno destes produtos para a empresa. Após este estudo preliminar, foi apresentado o projeto de melhoria da embalagem, desenvolvendo testes de qualidade para verificar a integridade do produto acondicionado e entregue posteriormente ao cliente. Além disso, foram avaliados os

custos associados à melhoria proposta sobre os custos do produto final e comparados com os custos de troca do produto com defeito.

### Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa foi realizada na Indústria Flach Carregadores de Baterias, com o intuito de desenvolver um projeto de melhoria na embalagem de um carregador de bateria, modelo F100 Rnew, conforme Figura 1.

**Figura 1** – Modelo de carregador de bateria avaliado para melhoria da embalagem.



Fonte: Autor (2017).

A classificação deste trabalho quanto a sua natureza é de uma pesquisa aplicada, pois busca conhecimentos para aplicação prática na solução de um problema específico, ou seja, o melhoramento da embalagem de um carregador de bateria para evitar danos ao produto durante o seu carregamento (SILVA, MENEZES, 2005).

Referente a forma de abordagem do problema, é uma pesquisa quantitativa, pois requer o uso de recursos e técnicas mensuráveis. (SILVA, MENEZES, 2005)

Quanto aos fins, é uma pesquisa intervencionista, uma vez que, não somente propôs resolução para a melhoria da embalagem, mas também resolveu efetiva e participativamente (SILVA, MENEZES, 2005).

Sobre os meios de investigação, é um estudo de caso. Segundo Gil (1999), o estudo de caso é definido pelo estudo a fundo e detalhado de um ou de poucos fenômenos, que neste caso é a análise de um único produto de uma Indústria.

O carregador de bateria F100 Rnew é o produto mais vendido desta linha na empresa estudada e o que apresentou maior registro de avarias durante o seu transporte. Deste modo, foram levantados os custos de fabricação e transporte do produto, os quais incluem mão de obra; insumos; quantidade de produtos que retornaram via acionamento de garantia e sua embalagem e custo.

Instrumentos utilizados na pesquisa foram registros obtidos pelo sistema de informação (ERP) e documentos da empresa, de onde foram analisados registros de saída/entrada do carregador F100 Rnew, a quantidade que foi faturada e a que retornou em garantia com motivo de irregularidade na carcaça, e ainda os custos envolvidos na sua fabricação e custos de retorno para empresa.

Aderiu-se ao projeto a metodologia de projeto de desenvolvimento de embalagem proposta por Romano (1996), descrita previamente neste trabalho, por ser um método considerado completo. E, tendo em vista que este é um projeto de melhoria de uma embalagem que já existe e não de criação de uma, a metodologia foi adaptada conforme necessidade.

Foram realizadas algumas simulações de como o produto se comporta dentro da embalagem durante o transporte. As simulações foram desenvolvidas colocando o carregador dentro de sua embalagem e aplicando forças e impacto em toda sua área, para identificar as principais partes da embalagem que necessitam de melhorias. Foram simuladas quedas, soltando a caixa de uma altura de 60cm, que é a medida média em que uma pessoa carrega a embalagem; colocado peso de 50kg em cima da embalagem, que normalmente ficam produtos sobre ela durante o transporte com este peso aproximado e também, foi desenvolvido uma simulação de impacto nas extremidades da caixa.

Após os desenvolvimentos dos testes preliminares, verificou-se os locais em que havia maior probabilidade de avaria no produto, para então projetar a nova embalagem.

O Software Sketchup foi utilizado para criar o desenho da melhoria da embalagem e alguns testes foram desenvolvidos para verificar se a embalagem é capaz de proteger o produto.

Os testes descritos anteriormente, que foram realizados para identificar as partes da embalagem que precisavam de melhorias, foram repetidos, aplicando a melhoria proposta para a embalagem, para verificar se a mesma foi eficaz na proteção do produto.

Após a aprovação da melhoria da embalagem, foi desenvolvido o cálculo do custo que a nova proposta de embalagem representa sobre o custo total do produto e comparado com os valores dispendidos para a troca da carcaça, a fim de analisar se o projeto é viável economicamente.

## **Resultados e Discussão**

O manuseio incorreto da embalagem do carregador de baterias durante o seu transporte até o cliente acaba ocasionando avarias no produto, sendo a principal delas, o amasso da carcaça. Desta forma, quando o cliente recebe o produto e verifica o problema, aciona a garantia e o mesmo retorna para a empresa. A empresa então faz a troca da carcaça do carregador de bateria e envia-o novamente para o cliente, arcando com os custos do frete de retorno para empresa e de envio do novo carregador.

No período analisado, de janeiro a setembro de 2017, foram vendidos 85 carregadores de bateria do modelo F100 Rnew, e 8 deles retornaram para a empresa por avaria na carcaça, caracterizando 9,41% de defeitos

Dentre todos os custos que envolvem o retorno do carregador para a empresa serão considerados os fretes de retorno do produto com defeito para a empresa e de envio do novo produto para o cliente, que varia de acordo com a distância da cidade de origem até a cidade da empresa; mão de obra do funcionário que realiza o serviço de garantia; a carcaça do carregador, que é trocada, junto a componentes do carregador que por consequência venham danificados.

Dentre os custos diretos associados a produção de cada carregador, considerando todos os componentes necessários, tem-se um valor de R\$ 182,36.

Os 8 carregadores que retornaram, vieram de várias cidades do país, com valor de frete variando de custo zero, quando o carregador vem de cidade próxima onde a transportadora o trouxe sem cobrar pelo transporte, até um valor de máximo de R\$

166,60. Sendo assim, o total de frete gasto com o transporte deles, foi de R\$ 777,2, com uma média de R\$ 97,15 por carregador.

O custo da hora trabalhada do funcionário que atua no serviço de garantia é de R\$ 6,36; considerando que o tempo padrão para conserto de produtos em manutenção e garantia é de 40 min, sendo gastos aproximadamente R\$ 4,24 com a mão de obra para retrabalho por carregador, ou seja, R\$ 33,92 no total.

O valor da carcaça individual de cada carregador é de R\$ 83,72, sendo que 2 carregadores, dos 8 que retornaram, vieram também com o carrinho de apoio danificado, que custa R\$ 14,00. Foi então gasto R\$ 697,76 em insumos para o conserto dos carregadores.

Os custos de frete, mão de obra e insumos para conserto destes 8 carregadores estão mostrados na Tabela 1. Percebe-se que, o custo médio para conserto de um carregador é de R\$ 188,61, totalizando R\$ 1.508,88 para os 8 carregadores que retornaram com defeito.

**Tabela 1 - Custos para conserto dos carregadores**

Carregador	Frete (volta e ida)		Mão de obra		Insumos
1	R\$	166,60	R\$	4,24	R\$ 83,72
2	R\$	88,80	R\$	4,24	R\$ 97,72
3	R\$	88,80	R\$	4,24	R\$ 83,72
4	R\$	88,80	R\$	4,24	R\$ 83,72
5	R\$	-	R\$	4,24	R\$ 83,72
6	R\$	166,60	R\$	4,24	R\$ 83,72
7	R\$	88,80	R\$	4,24	R\$ 83,72
8	R\$	88,80	R\$	4,24	R\$ 97,72
<b>Total:</b>	R\$	777,20	R\$	33,92	R\$ 697,76
<b>Total geral:</b>	R\$			1.508,88	
<b>Custo por produto:</b>				R\$ 188,61	

Fonte: Autor (2017)

Após apresentação dos dados de custo para a empresa em relação ao retorno dos carregadores, buscou-se identificar os causadores do dano ao produto. Foi constatado que durante o transporte, o manuseio incoerente da mercadoria somado com a baixa proteção que a embalagem oferece, causam as avarias ao produto. Com isso, iniciou-se o planejamento para melhoria da embalagem.

## **Processo de desenvolvimento da embalagem**

### *Etapa 1 – Formação da equipe*

A equipe foi composta pelo coordenador de processos juntamente com o diretor da empresa, por serem os responsáveis por aprovar e executar quaisquer alterações dentro do processo de produção da empresa. Com a equipe formada foram analisados métodos de desenvolvimento de embalagem onde definiu-se a metodologia proposta por Romano (1996) como guia para o projeto.

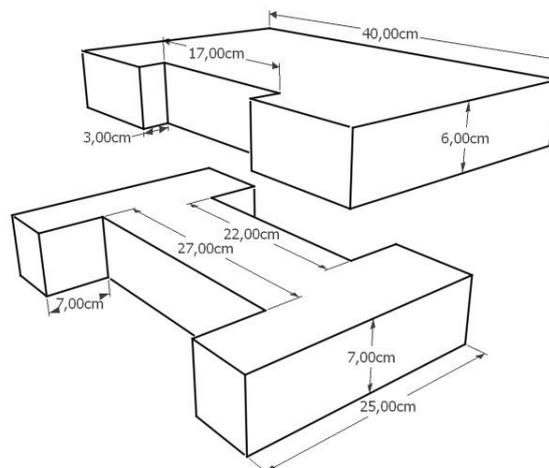
### *Etapa 2 - Estudo de layout de carga*

Com os resultados das simulações, identificou-se as extremidades superior e inferior da carcaça como as primeiras a serem atingidas por qualquer impacto que a embalagem venha receber.

### *Etapa 3 – Estudo das concepções*

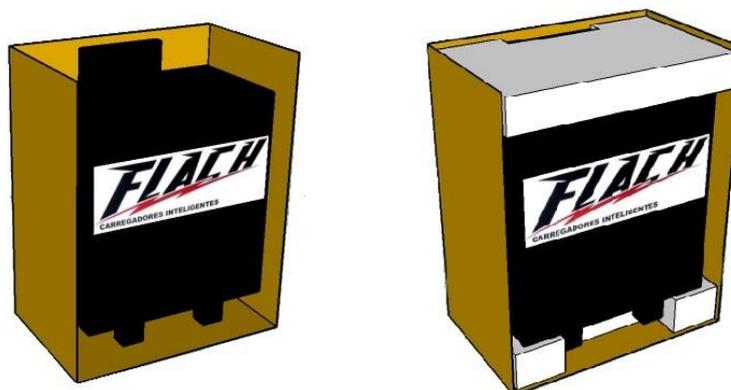
Foi desenvolvido uma proposta de estrutura para alocar na parte inferior da caixa de papelão para apoiar o carregador e na parte superior da caixa, deixando suas extremidades longe das paredes da caixa de papelão e, protegendo assim todas as partes que antes eram danificadas. O projeto de melhoria da Embalagem está apresentado nas Figuras 2 e 3.

**Figura 2 – Projeto de Melhoria da Embalagem.**



Fonte: Autor (2017).

**Figura 3** – Carregador na embalagem antiga / nova.



Fonte: Autor (2017).

Esta estrutura foi então produzida, na forma de projeto piloto, com material de EPS (isopor) com densidade de  $12 \text{ kg/m}^3$ , por apresentar maior proteção contra impactos e vibrações, ser fácil de embalar, ter baixo peso específico, resultando em menor índice no custo de transporte, podendo também ser transportado em qualquer posição e ser 100% reciclável.

#### *Etapa 4 – Projeto preliminar*

O desenho foi enviado a um fornecedor especializado no segmento de EPS, que desenvolveu algumas amostras para testes preliminares na empresa. Cada embalagem teve um custo de R\$ 1,75 e R\$ 1,50 para as partes inferior e superior, respectivamente.

Foram realizados os testes de aplicação de força e impacto já descritos anteriormente, para verificar o desempenho da embalagem na proteção do produto. Constatando que não houve dano algum a carcaça, obtendo assim aprovação técnica preliminar.

O custo de insumos do produto é de R\$ 182,36. Com a melhoria proposta na nova embalagem que tem um custo de R\$ 3,25, o valor total de insumos passa para R\$ 185,61. Esta melhoria representa então, 1,75% do valor do custo do produto.

#### *Etapa 5 – Avaliação / Fim do projeto*

O valor gasto com os carregadores que retornaram foi de R\$ 1508,88. Dividindo a despesa entre todos os 85 vendidos, são R\$ 17,75 reais para cada um. Se em cada um tivesse colocado as placas de isopor, teria sido gasto apenas R\$ 276,25, havendo

uma economia de R\$ 1232,63. Com estas análises, se tem a comprovação da viabilidade econômica da melhoria da embalagem.

### Considerações Finais

Diante da necessidade de uma melhor embalagem para um carregador de bateria com vistas à sua maior proteção durante seu carregamento, foi elaborado um estudo buscando apresentar os custos envolvidos com o retorno do produto para a empresa juntamente com uma proposta de melhoria para a embalagem utilizada. Foram avaliados ainda, os dados sobre a quantidade de produto que sofreram avaria devido ao transporte desde o lançamento do mesmo no mercado e também sobre o custo de retorno destes produtos para a empresa, e, desenvolvido um projeto de melhoria da embalagem, realizando testes de qualidade para verificar a integridade do produto acondicionado e entregue posteriormente ao cliente.

Verificou-se com os testes desenvolvidos que as partes do carregador que sofriam depreciação durante o carregamento eram as extremidades, que ficavam em contato com a caixa de papelão. Desta forma, desenvolveu-se um suporte inferior e superior, produzido de Isopor, para acomodar melhor o carregador dentro da embalagem, evitando que as partes citadas fiquem em contato direto com a embalagem final. Com isso, houve uma diminuição significativa nos danos ao produto, evitando seu retorno para a empresa.

Avaliando 2 meses após a implantação da melhoria, de setembro à novembro de 2017, houve diminuição de 100% do retorno de carregadores.

Este projeto mostra que, com alterações simples e bem desenvolvidas é possível diminuir significativamente custos de retorno e garantia de produtos em uma empresa. Sendo, portanto, necessário que a embalagem seja projetada juntamente com o produto, para atender todas as expectativas e necessidades do mesmo.

### Referências

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem. **Matérias-primas e insumos para embalagens**. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/materias-primas-e-insumos/>. Acesso em: 22 outubro 2017.

BERGMILLER, K. H. **Manual para planejamento de embalagens**. Rio de Janeiro : Ministério da Indústria e do Comércio, 1976.

BOCK, Claudia Patrícia. **Cadeia de Suprimentos: a importância das embalagens e suas funções**. São Paulo, 2015.

BRASIL, C. V. de M.; CAMPOS, L. F. R. **Logística teia de relações**. Curitiba: Ibpex, 2007.

BRASIL. **Decreto-Lei n. 986**, 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0986.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0986.htm)> Acesso em 03 novembro de 2017.

CRUZ FILHO, Roberto Bressane. **Desenvolvimento científico do sistema de embalagem**. São Paulo: IMAM, Set.2000. Artigo. Disponível na rede global em: <http://www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO130.htm>, acesso em 30 outubro 2017.

DUPUIS, S.; SILVA, J. **Package design workbook: the art and science of successful packaging**. Beverly, Massachusetts: Rockport Publishers, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIOVANNETTI, M. D. El mundo del envase – manual para el diseño y producción de envases y embalajes. 2ª. Ed. México: Gustavo Gilli, 1995.

GOUVEIA, F. H. C. **A importância da formulação do problema na pesquisa operacional em face do processo decisório**. Universidade de São Paulo, 2004.

GURGEL, F. A. **Administração da embalagem**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GURGEL, Floriano C. A. **Administração do produto**. São Paulo: Atlas, 1995.

JÚNIOR, Irineu de Brito; SPEJORIM, Washington. **Gestão estratégica de armazenagem**. Editora IESDE Brasil S/A, Curitiba, 2010.

LEONE, George Sebastião Guerra. **Custos: planejamento, implantação e controle**. 3ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2013

LUEGO, R. F. A.; VILELA, N. J. **Viabilidade técnica e econômica da caixa Embrapa para comercialização de tomate para consumo in natura**. Brasília, 2002.

MEGLIORINI, Evandir. **Custos: análise e gestão**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MESTRINER, F. **Design de embalagem: curso básico**. São Paulo: Makron Books, 2001.

MESTRINER. **Design de embalagem: curso avançado**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2005. 178 p.

MIRANDA, Carlos Alberto Silva de. **Métodos aplicados no design de embalagens para produtos típicos de base artesanal**. 2008. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. **Embalagem, unitilização e containerização**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo, SP: IMAM, 1997.

MOURA, Reinaldo A. e BANZATO, José Maurício. **Embalagem, unitização & containerização**. 4ª ed. São Paulo: IMAM, 2003. Série manual de logística, vol. 3.

NEGRÃO, C. **Método e desenvolvimento de projeto de embalagens**. In: Instituto de Embalagem – Ensino e Pesquisa (Opg). Embalagem: Desing, Materiais, Processos, Maquinas, e Sustentabilidade. São Paulo: Instituto de Embalagem. 2011.

NEGRÃO, Celso; CAMARGO, Eleina. **Design de embalagem: do marketing à produção**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.

PAINE, F. A. **The packaging user's handbook**. London: Chapman & Hall, 1996.

PEDELHES, G. J. **Embalagens: funções e valores na logística**, GELOG UFSC, 2005. Disponível em:  
<[http://www.gelog.ufsc.br/joomla/attachments/053\\_2006%20%20Embalagem%20%20Fun%C3%A7%C3%B5es%20e%20Valores%20na%20Log%C3%ADstia.pdf](http://www.gelog.ufsc.br/joomla/attachments/053_2006%20%20Embalagem%20%20Fun%C3%A7%C3%B5es%20e%20Valores%20na%20Log%C3%ADstia.pdf)>. Acesso em: 04 novembro 2017.

PIRES, Renata Quemel. **Embalagem, movimentação e armazenamento de materiais**. Brasília: SENAI/DN, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Editora Feevale. Novo Hamburgo. 2013.

ROMANO, L.N. **Metodologia de projeto para embalagem**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

SANTOS NETO, L. A. **Metodologias de desenvolvimento de embalagem: proposta de aprimoramento para ensino de projeto gráfico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

SCHIMMELFENIG, Carla; SANTOS, Denise Michael dos; BERNIERI, Elias. Inovação de embalagens. **Raci: Revista de Administração e Ciências Contábeis do DEAU**, Alto Uruguai, v. 4, n. 9, jul. 2009. Semestral.

SERAGINI, L. Design dá retoque final na competição. **Revista Plástico Moderno**, São Paulo, nov. 1994.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SPEJORIM, Washington. **Embalagens logísticas: proteção do produto na movimentação e armazenagem**. IESDE, 2010.

## ECOPONTO: UMA ALTERNATIVA PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM SÃO LUDGERO (SC).

Luana Della Giustina Stang<sup>1</sup>, Marcia Raquel Ronconi de Souza<sup>2</sup>, Claudio da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. Unibave.  
luanadgs@hotmail.com.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. Unibave.  
marciarronconi@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Civil. Unibave. dinhoeng@hotmail.com.

**Resumo:** Considerando a grande quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) gerados sem destinação correta, este trabalho teve como objetivo a determinação da quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, bem como a verificação das legislações associadas aos REEE, para posteriormente sugerir uma alternativa de coleta e descarte desses resíduos no município de São Ludgero (SC). Para a determinação da quantidade dos resíduos foi utilizado o método de Consumo e Uso (IBDI, 2013) e estimativas através da amostragem obtida com informações de um questionário. O estudo mostrou que a quantidade obtida foi de 487,796 kg/ano, e que a criação de um Ecoponto seria uma alternativa viável a ser implantada. Para tanto o artigo mostra uma proposta de Ecoponto para a população poder descartar estes resíduos de forma correta.

**Palavras-chave:** Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Ecoponto. São Ludgero

### Introdução

O uso da tecnologia vem auxiliando a vida do homem moderno já há algum tempo, visando melhorias em diversos aspectos. O aumento do poder aquisitivo para muitas pessoas trouxe além do acesso à tecnologia, um problema sério que é a enorme quantidade de lixo eletroeletrônico (LAFFRANCHI; NETO; VENDITE, 2013).

A sociedade dos últimos anos através dos consumidores e empresas está mais preocupada com os resíduos descartados. Os consumidores passaram a pressionar as empresas quanto ao gerenciamento de todo o ciclo de vida de seus produtos, forçando de certa forma que não aconteça o descarte de substâncias tóxicas no meio ambiente. Com isso, visando o aumento da competitividade no mercado as empresas começaram a associar os ganhos financeiros com os benefícios ambientais advindos das atividades de logística reversa (MIGUEZ, 2012).

Lixo eletrônico, também conhecido por resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), pode ser: velhos computadores, televisores, aparelhos de telefonia celular, equipamento de áudio, baterias, entre outros, podem conter metais pesados como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, essas substâncias são potencialmente tóxicas ao meio ambiente e saúde do ser humano. (MATTOS; MATTOS; PERALES, 2008). Para tanto, estes produtos não devem ser descartados em aterros sanitários comuns, onde são depositados lixos domésticos.

Os Ecopontos são alternativas viáveis para a sociedade, pois REEE possam ser depositados temporariamente neste local, onde os componentes e matérias-primas das mercadorias descartadas podem ser novamente utilizadas na fabricação de novos produtos ou mesmo em boas condições doadas.

Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo geral estimar a quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município de São Ludgero e sugerir possíveis soluções para o descarte adequado. Para atingir este objetivo, inicialmente será feita uma estimativa da quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, verificação das legislações associadas aos REEE, para posteriormente identificar alternativas de coleta e descarte dos resíduos no município.

### **Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos**

De acordo com ONU as empresas eletrônicas são as que mais crescem no mundo, geram em cada ano 41 milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos provenientes de computadores e smartphones. Segundo previsões em 2017 pode chegar a 50 milhões de toneladas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Os equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos que depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias (ABDI,2013).

- Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar;
- Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamento de áudio, filmadoras;
- Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros eletrônicos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;
- Linha Verde: computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares; (ABDI, 2013 p. 17)

Os REEE são compostos por diversos materiais: plástico, vidros, componentes eletrônicos, ferro, metais não ferrosos e madeira. No Quadro 1 são apresentados alguns materiais e respectivas quantidades médias que compõem a sucata do lixo eletroeletrônico.

**Quadro 1** - Composição média da sucata de equipamentos eletroeletrônicos.

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Plástico	20,6%
Ferro e Aço	47,6%
Metais não ferrosos	12,7%
Vidro	5,4%
Placas de circuito impresso	3,1%
Madeira	2,6%
Outros	7,7%

Fonte: Gerbase e Oliveira (2012).

Além disso, os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são potencialmente tóxicos podendo contaminar o meio ambiente e contaminar as pessoas que os manipulam. O Quadro 2 mostra alguns dos metais que podem causar problemas à saúde das pessoas.

**Quadro 2** - Metais pesados presentes nos REEE

<b>Metais Pesados</b>	<b>Efeitos causados na saúde humana</b>
Alumínio	Alguns autores sugerem existir relação da contaminação crônica do alumínio como um dos fatores ambientais da ocorrência de mal de Alzheimer.
Bário	Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevação da pressão arterial e efeitos no sistema nervoso central.
Cádmio	Acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; possui meia-vida de 30 anos nos rins; em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar, além de efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (câncer).
Chumbo	É o mais tóxico dos elementos; acumula-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins; em baixas concentrações causa dores de cabeça e anemia. Exerce ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado; constitui-se veneno cumulativo de intoxicações crônicas que provocam alterações gastrintestinais, neuromusculares e hematológicas, podendo levar à morte.
Cobre	Intoxicações com lesões no fígado.
Cromo	Armazena-se nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, pode provocar anemia, alterações hepáticas e renais, além de câncer do pulmão.

Mercúrio	Possui propriedades de precipitação de proteínas (modifica as configurações das proteínas), sendo suficientemente grave para causar um colapso circulatório no paciente, levando à morte. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3g a 30g são fatais, apresentando efeito acumulativo e provocando lesões cerebrais, além de efeitos de envenenamento no sistema nervoso central e teratogênicos.
Níquel	Carcinogênico (atua diretamente na mutação genética).
Prata	10g na forma de Nitrato de Prata são letais ao homem.

Fonte: ABDI (2013).

## Legislação

A Lei N<sup>o</sup> 12.305 de 02 de agosto de 2010, normatizada pelo Decreto 7.404/2011 estabelecem princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores, do poder público e dos consumidores bem como instrumentos econômicos aplicáveis.

Um grande instrumento para a logística reversa se dá por meio da Responsabilidade Compartilhada (art. 30 da PNRS) onde é instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Dessa forma, todos os consumidores têm responsabilidade igualmente. Não adianta os fabricantes e poder público criar uma rede eficiente de logística reversa de REEE se os consumidores não puserem seus resíduos em locais apropriados e vice e versa.

O CONAMA n<sup>o</sup> 401, de 4 de novembro de 2008 estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Porém nos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos existe mais quantidade de metais pesados em sua composição, onde precisaria de uma resolução para os padrões de limites máximos de seus metais pesados.

De acordo com a constituição federal de 1988 em seu artigo 30 a constituição assegura que é de competência do município legislar sobre assuntos de interesse local, sendo assim, a união não é obrigada a executar as tarefas de limpeza pública. Mas dada a importância ambiental da matéria, a união desviar-se da função de traçar normas aplicáveis a realidade do nosso país. (Machado, 2003).

## Logística reversa

As primeiras atividades com logística reversa são encontradas nas décadas de 1970 e 1980 com foco principal ao retorno de bens a serem processados em reciclagem de matérias, denominadas e analisados como canais de distribuição reversos. (LEITE, 2009).

Uma das definições de Logística reversa é do autor Leite (2009)

a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valores de diversas naturezas: econômico, de prestação de serviços, ecológicos, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros.(LEITE, 2009 p. 17).

As atividades da logística reversa, segundo Kumar e Malegeani (*apud* MIGUEZ, 2012) começam com os seguintes passos.

Coleta: onde a empresa providencia o retorno dos produtos. Pode ser por intermédio de uma transportadora contratada, através de transporte próprio para buscar mercadorias, ou então, os clientes podem levar o produto até a empresa, o que ocorre com produtos que vão para a assistência técnica.

Inspeção/Separação: Os produtos são inspecionados e separados os que podem ser reaproveitados dos que tem que ser descartados.

Reprocessamento: É onde os produtos sofrem algum tipo de transformação para que ele ou parte de seus componentes sejam reaproveitados.

Descarte: Os produtos que não foram reaproveitados (por razões econômicas ou técnicas) são enviados para incineração ou para aterros.

Redistribuição: É o envio do produto de volta para o mercado, ou como novo produto de segunda linha. Nesta parte, incluem-se atividades de venda, transporte e armazenamento. (KUMAR e MALEGEANI *apud* MIGUEZ, 2012 p. 10).

O termo de logística reversa é muito parecido aos fluxos reversos de produtos eletrônicos que podem ser reaproveitados ou reprocessados em matéria prima novamente, porém, ainda são em pequenas quantidades.

## Ecopontos

São espaços destinados para coleta de matérias que não podem ser descartadas no aterro sanitário, em que é necessário um tratamento específico para

o material devido ao seu grande volume e enorme potencial de contaminação. O Ecoponto vem com o intuito de destinação correta destes materiais evitando seus abandonos em margem de rios, terrenos baldios em ruas aonde essas situações podem acarretar possíveis danos a meio ambiente e a qualidade de saúde da população.

Ecoponto é um local onde pessoas voluntariamente levam o seu material que deve ser feito a logística reversa conforme a Lei N° 12.305:

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Ecoponto é uma grande ferramenta para gestão ambiental, ele serve como alternativa para o descarte ambientalmente para o município além de auxiliar como instrumento na responsabilidade compartilhada dos resíduos.

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente trabalho consistiu em uma pesquisa exploratória, que segundo Gil (2009, p.41) “pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”.

A abordagem utilizada no presente trabalho foi à qualitativa e a quantitativa. A pesquisa quantitativa recorre á uma linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa quantitativa e qualitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente. (FONSECA, *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A pesquisa qualitativa tem como objetivo do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o

local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeitando os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

A técnica de coleta de dados para o desenvolvimento do trabalho foi através da aplicação de questionário com 12 perguntas fechadas em um edifício de São Ludgero contendo 14 apartamentos, no qual foram questionados quantos equipamentos eletroeletrônicos existem em suas residências, e qual a destinação que é dada por parte dos moradores aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, além de responderem em sua opinião, qual seria o melhor destino para este resíduo.

O levantamento de dados ocorreu no dia 29 de setembro do ano de 2017. A aplicação do questionário ocorreu com a entrega do mesmo ao síndico local, com o intuito de facilitar aos moradores, que disponibilizavam de pouco tempo livre.

Além de questionário para obtenção de dados, utilizou fonte bibliográfica para valorizar e validar o estudo e o resultado da pesquisa.

### ***Área de Estudo***

O município de São Ludgero está localizado no Sul de Santa Catarina, na microrregião de Tubarão, distância cerca de 180 km até a capital do estado, Florianópolis. Possui uma área territorial de 120,21 km<sup>2</sup>. Sua população é de 12.688 habitantes. (PREFEITURA MUNICIPAL 2017). A Figura 1 mostra o mapa de localização do município de São Ludgero, SC.

**Figura 1 - Localização da área de estudo São Ludgero**


Fonte: Abreu (2006).

Para a realização da estimativa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município de São Ludgero foi aplicado a metodologia de Consumo e Uso (IBDI, 2013).

Essa metodologia conta com as seguintes equações:

Quantidade de EEE = Domicilio com EEE X Domicilio em São Ludgero (Equação 1)

Quantidade de EEE/ANO =  $\frac{\text{Quantidade de EEE em São Ludgero (Equação 2)}}{\text{Vida Útil}}$

Peso total de REEE/ ano = Quantidade de EEE/ano X Peso Unitário (Equação 3)

A estimativa da quantidade de REEE foi realizada também, com dados obtidos através da aplicação de um questionário, composto por perguntas fechadas em um edifício multifamiliar do município de São Ludgero. A média dos resíduos divididos em 5 categorias foi multiplicada pela quantidade de domicílios pertencentes à área urbana de São Ludgero.

Para verificar as legislações sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos primeiramente foi utilizado o plano intermunicipal de gestão integrada dos resíduos sólidos dos municípios consorciados - associação de municípios da região de Laguna – AMUREL que são compostos pelos municípios Armazém, Braço do Norte, Capivari

de Baixo, Grão Pará, Imaruí, Imbituba, Jaguaruna, Laguna, Pescaria Brava, Pedras Grandes, Rio Fortuna, Sangão, Santa Rosa de Lima, São Ludgero, São Martinho, Treze de maio, Tubarão.

O plano vem com intuito de uma forma a facilitar e racionalizar o manejo dos resíduos gerados em seus municípios, contemplando os aspectos relativos à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento e disposição final, bem como a proteção a saúde pública e da qualidade ambiental.

Conforme o site Planalto a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, sobre crimes ambientais prevê responsabilidade para as pessoas jurídicas e físicas que cometem algumas infrações ambientais, como a destinação de resíduos perigosos que são descartados de forma incorreta conforme a lei estabelecida. Além do decreto No. 7.404/10 de dezembro de 2010 onde diversos artigos apontados podem auxiliar no presente trabalho como o art. 35, que busca o gerenciamento dos resíduos para a não geração, reutilização, redução, reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos.

Posteriormente serão identificadas as legislações aplicadas no âmbito federal, estadual e municipal. As alternativas de coleta e descarte dos REEE serão elaboradas de acordo com o que determina a legislação apoiadas na estrutura do município bem como sugestões do plano intermunicipal de gestão integrada dos resíduos sólidos dos municípios consorciados - associação de municípios da região de Laguna – AMUREL.

## Resultados e Discussões

Os REEs selecionados para a pesquisa foram os que compõe os grupos do quadro 3, definidos na metodologia ABDI.

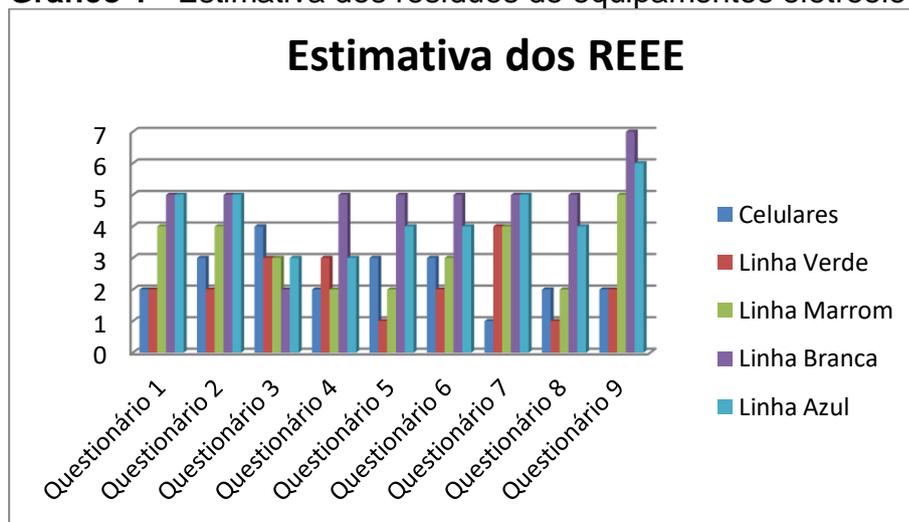
### Quadro 3 - Equipamentos selecionados para o estudo

Linha Verde	Linha Marrom	Linha Branca	Linha Azul
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desktops</li> <li>• Notebooks</li> <li>• Impressoras</li> <li>• Aparelhos celulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Televisor Tubo/Monitor</li> <li>• Televisor Plasma/LCD/Monitor</li> <li>• DVD/VHS</li> <li>• Produtos de Áudio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geladeiras</li> <li>• Refrigeradores e congeladores</li> <li>• Fogões</li> <li>• Lava-roupas</li> <li>• Ar condicionado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batedeiras</li> <li>• Liquidificadores</li> <li>• Ferros Eletricos</li> <li>• Furadeira</li> </ul>

Fonte: Adaptado IBDI (2013).

A partir dos cálculos aplicando a metodologia de Consumo e Uso e nas informações obtidas a partir das respostas do questionário aplicado, onde dos 14 questionários aplicados, apenas 9 moradores dos domicílios responderam, pode-se estimar a quantidade de produtos eletroeletrônicos por categorias, denominadas, linha branca, linha marrom, linha verde e linha azul e celulares, conforme mostra o Gráfico 1.

**Gráfico 1** - Estimativa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos por domicílio



Fonte: Autora (2017).

As quantidades médias obtidas para os grupos de equipamento eletroeletrônicos definidos como linha branca, linha marrom, linha verde, linha azul e celulares foi de 5, 3, 2, 4, e 2, respectivamente.

Sendo assim, conforme a equação 1 para estimar a quantidade gerada de equipamentos eletroeletrônicos para o município utilizaram-se os dados de:

Quantidade de EEE = Domicilio com EEE X Domicilio em São Ludgero (Equação 1)

$6.714 \times 3.357 = 22.539$  unidades de celulares

$6.714 \times 3.357 = 22.539$  unidades de linha verde

$10.071 \times 3.357 = 33.808$  unidades de linha marrom

$13.428 \times 3.357 = 45.008$  unidades de linha azul

$16.785 \times 3.357 = 56.347$  unidades de linha branca

Onde:

(IBGE,2010)Domicílios de São Ludgero: 3.357

Celulares: 6.714 unidades

Linha verde 6.714 unidades

Linha marrom 10.071 unidades

Linha azul 13.428 unidades

Linha Branca 16.785 unidades

Os resultados foram arredondados para o número inteiro mais próximo.

Para a estimativa da determinação da vida útil e peso unitário da linha verde, linha marrom, linha branca, linha azul e celulares foram utilizados como base as informações obtidas a partir da metodologia de IBDI, 2013 apresentadas no Quadro 4, posteriormente foram feitas a média da vida útil com a seguinte ordem 3,9,12 e 11 anos e o peso unitário respectivamente 15, 18, 50 e 2 kg.

#### Quadro 4 - Vida útil e o peso unitário

Linha Verde	Linha Marrom	Linha Branca	Linha Azul
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vida útil curta (2-5 anos)</li> <li>•Equipamentos de Pequeno porte (0,09 kg - 30 kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vida útil média (5-13 anos)</li> <li>•Equipamentos de médio porte (1 kg - 35 kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vida útil longa (10-15 anos)</li> <li>•Equipamentos de grande porte (30 kg - 70 kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vida útil longa (10-12 anos)</li> <li>•Equipamentos de pequeno porte (0,5kg - 5 kg)</li> </ul>

Fonte: Adaptado IBDI (2013).

De acordo com os cálculos da equação 2, com os dados de vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos pode estimar a quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos por ano no município.

Quantidade de EEE/ANO Quantidade de EEE em São Ludgero (Equação 2)

Vida Útil

$$\frac{22.539}{3} = 7.513 \text{ unidades por ano}$$

$$\frac{22.539}{3} = 7.513 \text{ unidades por ano}$$

$$\frac{33.808}{9} = 3.756 \text{ unidades por ano}$$

$$\frac{45.008}{12} = 3.751 \text{ unidades por ano}$$

$$\frac{56.347}{11} = 5.124 \text{ unidades por ano}$$

Com resultados obtidos da equação 2 mostrou-se que a estimativa gerada de celulares, linha verde, linha marrom, linha branca e linha azul no município de São Ludgero são de respectivamente de 7.513, 7.513, 3.746, 3.751 e 5.124 unidades por ano. Os resultados foram alterados por um número inteiro mais próximo.

A partir dos cálculos da equação 3, com os dados de peso médio de cada equipamento eletroeletrônico, podemos estimar quantos de quilos são gerados de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município por ano.

Peso total de REEE/ ano = Quantidade de EEE/Ano X Peso Unitário (Equação 3)

$$7.413 \times 15 = 111.195 \text{ kg/ano de celulares}$$

$$7.413 \times 15 = 111.195 \text{ kg/ano linha verde}$$

$$3.756 \times 18 = 67.608 \text{ kg/ano linha marrom}$$

$$3.751 \times 50 = 187.550 \text{ kg/ano linha branca}$$

$$5.124 \times 2 = 10.248 \text{ kg/ano linha azul}$$

A partir da estimativa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos gerados por ano no município de São Ludgero, foi possível determinar o peso dos equipamentos eletroeletrônicos dos celulares 111.195 kg/ano, linha verde 111.195 kg/ano, linha marrom 67.608 kg/ano, linha branca 187.550 kg/ano e linha azul 10.248 kg/ano. O resultado foi alterado para maior aproximação do número inteiro. Somando o total dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos chegou no resultado de: 487,796 kg/ano.

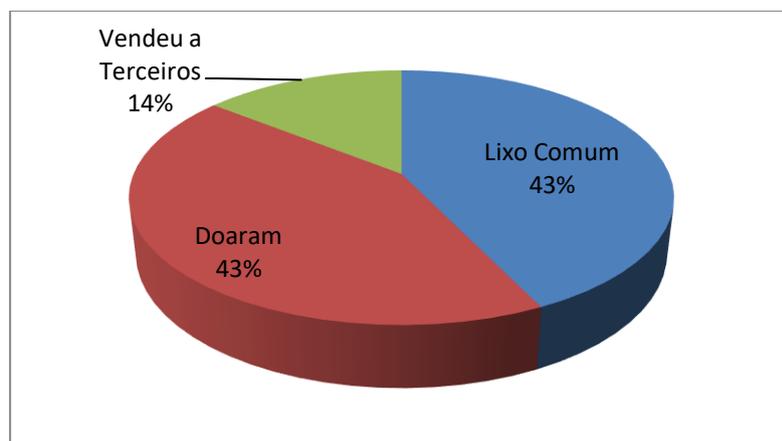
Os municípios deverão aprovar seu plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS) para ter acesso a recursos do governo federal destinados a projeto de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos. Quadro 05 mostra o levantamento das legislações aplicáveis.

**Quadro 5 - Legislações aplicáveis.**

Legislação	Especificações	Âmbito
Lei nº 12.305/10	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605 e dá outras providências.	Federal
Decreto nº 7.404/10	Regulamenta a Lei no 12.305, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências.	Federal
Lei nº 9.605	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.	Federal
Lei ordinária nº 2.009/2015	Estabelece a política municipal de Gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS) do município de São Ludgero e dá outras providências.	Municipal

Fonte: Autora (2017).

Informações obtidas a partir do questionário realizado mostraram que mais de 43% das pessoas descartam os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no lixo comum, outras 43% doaram seus REEE e 14% venderam a terceiros. O Gráfico 2 ilustra o percentual da destinação dada aos REEE por alguns dos moradores de São Ludgero.

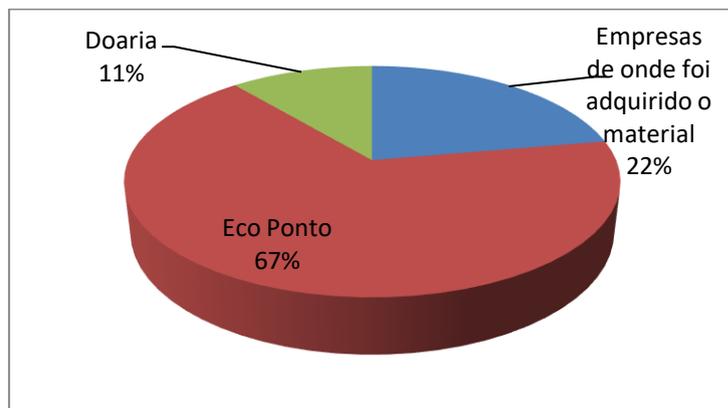
**Gráfico 2 - Destino dado ao REEE**


Fonte: Autora (2017).

Porém quando questionados sobre o motivo da realização desse descarte ao lixo comum, muitos informaram que fizeram dessa forma por não haver conhecimento de alternativa para o descarte.

Quando questionados em relação a qual destinação escolheria para depositar os resíduos eletroeletrônicos, 67% das pessoas prefeririam descartar os mesmos em um Ecoponto no município, 22% optaram por devolver os resíduos ao local aonde foi adquirido, e 11% estariam doando esse material, conforme o Gráfico 3 a seguir.

**Gráfico 3 - Destinação dos REEE**



Fonte: Autora (2017).

Os Ecopontos são locais públicos destinados ao recebimento voluntário de resíduos especiais. Esses resíduos podem ser eletroeletrônicos, lâmpadas fluorescentes e seus componentes, pilhas e baterias, pneus, entre outros.

Uma alternativa de descarte temporário dos REEE para o município de São Ludgero seria a criação de um Ecoponto. O Ecoponto deve possuir cobertura, para que não haja entrada de vetores, além da chuva que poderá entrar em contato com o material promovendo a lixiviação de contaminantes. Deve-se também atender as normas de segurança e higiene, para recolher e armazenar os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

O envio dos resíduos até o Ecoponto deverá ser feito pelos próprios munícipes geradores (pessoas físicas, residentes em São Ludgero) ou por pequenos transportadores cadastrados excluídos as pessoas jurídicas, diretamente contratadas pelos geradores.

O Ecoponto deve contar ainda com pessoas responsáveis pelo monitoramento do local, a fim de conferir os resíduos, de forma a evitar a transformação do local em lixões.

Os resíduos ficarão no Ecoponto de maneira temporária até sua destinação final adequada.

A prefeitura deverá firmar parceria com empresas para realizar o transporte e aterros para destinação final, ambos devidamente licenciados.

Os equipamentos eletroeletrônicos, após passarem por um processo de triagem, e apresentarem boas condições, poderiam ser doados para entidades carentes, ou até mesmo para pessoas que necessitem.

### **Considerações Finais**

Diante da obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos a troca por outros mais atuais, gera um grande acúmulo de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

A partir da aplicação do método ABDI, foi identificado uma quantidade de 487,796 kg/ano de REEE gerados no município de São Ludgero, quase meia tonelada de resíduos dessa natureza.

A partir de informações através de um questionário aplicado com alguns municípios, pela ausência de um local adequado descartam esses resíduos em lixo comum, ou fazem doações clandestinas ou ainda em alguns casos o descarte é feito em margem de rios, calçadas, terrenos baldios entre outros.

De acordo com a legislação vigente os REEE, devem passar por logística reversa, porém para os pequenos geradores a logística reversa é algo que ainda passa por dificuldades quanto a sua implantação.

Dessa forma, a criação de um Ecoponto é uma alternativa viável a ser implantado pelo município como uma alternativa ao correto descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. A prefeitura deverá ainda, buscar parcerias com empresas de reciclagem, transporte destinação ambientalmente correta dos resíduos, exigindo a documentação de licenciamento e acompanhamento do processo. A conscientização da população de São Ludgero sobre as informações poderá ser feita através de palestras em comunidades, distribuição de folders entre outros.

Para trabalhos futuros, sugerem-se pesquisas sobre o assunto relacionado aos demais resíduos reversíveis tais como embalagens de óleos lubrificantes, pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e seus componentes, embalagens de agrotóxicos entre outros. Essas pesquisas são de grande importância para os subsídios dos gestores municipais sobre o manejo dos resíduos sólidos, como também para a saúde da população e para o meio ambiente.

## Referências

- ABDI; **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos – Análise de viabilidade Técnica e Econômica**; 2013 Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos\\_.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos_.pdf) > Acesso em 01 de maio de 2017.
- ABREU, Raphael Lorenzeto. **Localização São Ludgero**. Disponível em:< [https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o\\_Ludgero\\_\(Santa\\_Catarina\)#/media/File:SantaCatarina\\_Municip\\_SaoLudgero.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Ludgero_(Santa_Catarina)#/media/File:SantaCatarina_Municip_SaoLudgero.svg) > Acesso em 10 de out. de 2017.
- BRASIL, **Lei N º 12.305 de 02 de agosto de 2010**; Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; alterado a Lei N º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 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 25 de out. de 2017.
- FONSECA , Esclarece Pesquisa Quantitativa **Métodos de pesquisa** / Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GERBASE; Annelise Engel; OLIVEIRA; Camila Reis; **Reciclagem de lixo de informática: uma oportunidade para química**. Quim.Nova vol. 35 no.7 São Paulo, 2012. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422012000700035](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000700035)> Acesso em 01 de maio de 2017.
- GERHARDT, Engel; SILVEIRA, Tolfo Denise; **Métodos de pesquisa – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS**. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antônio Carlos;- **Como elaborar projetos de pesquisa/Antônio Carlos Gil**. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.
- IBGE, **Censo Amostra – Domicílios**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-ludgero/pesquisa/23/47427?detalhes=true&localidade1=420540>> Acesso em 08 de out. de 2017.
- KUMAR,S.,MALEGEANT,P. Atividade da Logística Reversa. In MIGUEZ, Eduardo Correia; **Logística Reversa como solução para o problema do lixo eletrônico**. – Rio de Janeiro : Qualitymark Editora, 2012. 105p. p. 10- 13.
- LAFFRANCHI, Marcelo; NETO, Eduardo Vandini; VENDITE, Kassio. **Projeto Reciclagem de lixo eletrônico**., 2013. Disponível em: <<http://www.saoluis.br/arq/sistemas/Reciclagem.pdf>> Acesso em 29 de abr. de 2017.
- LEITE, Paulo Roberto; **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**, 2 ed, São Paulo; Pearson Prentice Hall,2009. 240p.
- MACHADO, Paulo Afonso Leme . **Direito Ambiental Brasileiro**. 11ª edição. São Paulo: Editora Malheiros. ano 2003.

MATTOS, Karen M. C.; MATTOS, Katty M. C; PERALES, W. J. S. **Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., Rio de Janeiro, 2008. Anais. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STP\\_077\\_543\\_11709.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_11709.pdf)> Acesso 10 de out, de 2017.

MIGUEZ, Eduardo Correia. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros** – Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012. 105p.

ONU, **Nações Unidas no Brasil**, Disponível em : <<https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>> Acesso em 01 de maio 2017.

PLANALTO, **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)> acesso em 10 de out, de 2017.

PLANALTO, **Decreto nº 7.404/10 de dezembro de 2010.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm)> Acesso em 10 de out. de 2017.

**PREFEITURA MUNICIPAL SÃO LUDGERO** Disponível em: <<http://www.saoludgero.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/16553>> Acesso em 02 de maio de 2017.

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ESTÁGIO CURRICULAR: EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

**Ismael Dagostin-Gomes<sup>1</sup>; Márcia Raquel Ronconi de Souza<sup>2</sup>; Otávio Macieski<sup>3</sup>;  
Angelica Cavagnoli Geremias<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Unibave. Centro Universitário Barriga Verde. ismaeldagostin@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Unibave. Centro Universitário Barriga Verde. marciarronconi@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Unibave. Centro Universitário Barriga Verde. taro\_otavio@hotmail.com

<sup>4</sup>Unibave. Centro Universitário Barriga Verde. angelica.c.geremias@gmail.com

**Resumo:** A educação ambiental é um elemento transversal e permanente da educação brasileira, mas ainda pode ser mais explorado pelos estabelecimentos de ensino, sobretudo da educação básica. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é de relatar uma proposta de extensão universitária de educação ambiental mediada através do estágio curricular obrigatório do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Barriga Verde - Unibave. A proposta caracteriza-se pela exposição itinerante de animais silvestres taxidermizados e materiais visuais (informações ecológicas) nas escolas do entorno do Unibave. A exposição permanecia aproximadamente dois dias úteis em cada escola e eram operacionalizadas por dois estagiários do curso, com carga horária individual de 240 horas totais. Entre os meses de outubro e dezembro de 2017, foram visitadas 9 escolas de educação básica, distribuídas em 8 municípios, atendendo 4.136 alunos. Dessa forma, conclui-se que a educação ambiental realizada com recursos didáticos concretos pode ser uma possibilidade para a aprendizagem, principalmente se aliada à realização de estágios curriculares.

**Palavras-chave:** Educação ambiental. Estágio curricular. Extensão universitária. Engenharia ambiental e sanitária.

### Introdução

A questão ambiental se tornou, nas últimas décadas, uma das problemáticas mais urgentes e desafiadoras da sociedade. Governos municipais, estaduais e federal, além de acordos internacionais, possuem a busca pela qualidade ambiental em seus planos e ações.

Nessa direção, a graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária mostra-se como uma das estratégias – local e global – para proporcionar melhores índices qualitativos nos quesitos de meio ambiente e saneamento. Além das disciplinas curriculares, a integralização do curso também é composta por atividades complementares, trabalho de conclusão e estágio.

Conforme a Resolução 11/2002 (CNE, 2016), que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, em seu Art. 7º, a formação do engenheiro

incluirá, como etapa integrante da graduação, estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino, através de 4 relatórios técnicos e acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. A carga horária mínima do estágio curricular deverá atingir 160 (cento e sessenta) horas.

Vale ressaltar que o estágio curricular da Grade III do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Barriga Verde é composto por duas etapas: estágio na área de meio ambiente (240 horas) e estágio na área de saneamento (240 horas). Entre as subáreas do estágio em meio ambiente, destaca-se a de gestão e planejamento, configurando-se atividades relacionadas à gestão e educação ambiental, planejamento urbano e ordenamento territorial. Considerando que a engenharia também atua no campo preventivo, e concordando com Pedrini (1997, p. 32), que defende que “o que causa a degradação ambiental é, dentre outros motivos, a falta de educação ambiental”.

Desse modo, estreitar experiências profissionais – especialmente com educação ambiental – por meio da extensão universitária pode concretizar responsabilidade social e interdisciplinaridade. Considerando a Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão do Unibave (UNIBAVE, 2018), a extensão é compreendida

como um elemento do processo educativo, cultural e científico, visando desenvolver atividades em sintonia com as aspirações e necessidades da comunidade. Para tanto, envolve as diferentes áreas do conhecimento e fortalece o vínculo com os diversos segmentos sociais do ensino, buscando por consequência aproximar o cotidiano social à vida acadêmica.

Assim, este trabalho tem o objetivo de relatar o desenvolvimento do projeto de extensão universitária “taxidermia na escola: educação ambiental e biodiversidade”, mediada através do estágio curricular obrigatório do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Barriga Verde - Unibave. A proposta caracteriza-se pela exposição itinerante de animais silvestres taxidermizados e materiais visuais (informações ecológicas) nas escolas da área de abrangência do Unibave.

## **Procedimentos Metodológicos**

Esta pesquisa enquadra-se como estudo de caso, ou relato de caso, que é uma pesquisa sobre determinado grupo, representativo de seu contexto (CERVO, 2007). Quanto aos fins, caracteriza-se como pesquisa descritiva, que segundo Michel (2015, p. 54) “verifica, descreve e explica problemas, fatos ou fenômenos da vida real, com a precisão possível, observando e fazendo relações, conexões [...]”.

Processualmente, o projeto com exposições iniciou-se com duas formas de agendamento: a) contato do Unibave às escolas; b) contato das escolas ao Unibave. No primeiro caso, a iniciativa deu-se pela Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária ou pelo setor de Comunicação e Marketing.

Posteriormente, mediante reserva dos veículos institucionais, ocorreu o transporte do acervo científico ambiental até as escolas – entre outubro e dezembro de 2017. Nas unidades escolares, os estagiários do curso e/ou a coordenação realizou a montagem da mostra: disposição das bancadas ou mesas; organização dos animais taxidermizados, banners (do curso e da técnica de taxidermia), placas de identificação e folders (do curso).

Todos as espécies utilizadas são representantes da Mata Atlântica (de floresta ou marinhos), bioma do estado de Santa Catarina. Como informações ecológicas nas placas de identificação citam-se: distribuição geográfica, características morfofisiológicas, hábitos, etc.).

Posteriormente ao período de exposição, os acadêmicos estagiários e/ou a coordenação realizaram a desmontagem do acervo, ocorrendo o transporte para a escola subsequente ou para o Campus Orleans.

## **Resultados e Discussão**

Considerando o desenvolvimento do projeto de extensão “taxidermia na escola: biodiversidade e educação ambiental”, a Tabela 01 apresenta os dados referentes às escolas visitadas:

**Tabela 1** - Escolas visitadas pelo projeto sobre biodiversidade e educação ambiental.

Escola	Município	Datas	Alunos	
			E.M.	E.F. II + E.M.
E. de E. B. Fridolino Hulse	São Martinho	10/10 – 11/10	137	<b>098 + 137</b>
E. Téc. Vale da Uva Goethe	Pedras Grandes	18/10 – 19/10	032	<b>065 + 032</b>
E. de E. B. São Ludgero	São Ludgero	24/10 – 27/10	322	<b>678 + 322</b>
E. de E. B. Barão do Rio Branco	Urussanga	07/11 – 08/11	320	<b>160 + 320</b>
E. de E. B. Caetano Bez Batti	Urussanga	14/11 – 09/11	194	<b>235 + 194</b>
E. de E. B. Dom Joaquim	Braço do Norte	01/12 – 05/12	500	<b>280 + 500</b>
E. de E. B. Miguel de Patta	Grão-Pará	05/12 – 11/12	167	<b>281 + 167</b>
E. de E. B. Nossa Sr <sup>a</sup> de Fátima	Rio Fortuna	11/12 – 13/12	145	<b>192 + 145</b>
E. de E. B. Walter Holthausen	Lauro Müller	13/12 – 15/12	330	<b>000 + 330</b>
E. de E. B. – Escola de Educação Básica E.F. II – Ensino Fundamental Anos Finais E.M. – Ensino Médio			2147	<b>Total 4136</b>

Fonte: Ismael Dagostin-Gomes, 2017.

É possível verificar que foram visitadas escolas em oito municípios do entorno do Unibave, de um total de dezesseis, de acordo com o Plano de Desenvolvimento Institucional do Unibave (UNIBAVE, 2016). Porém, outras exposições de educação ambiental com os animais taxidermizados ocorreram (Unibave na Comunidade, Dia da Criança Orleans, Test Drive Unibave), não vinculadas ao projeto de extensão.

Procurou-se, durante as exposições, dispor as bancadas ou mesas em locais das escolas com maior circulação, permitindo maior abrangência de público, como no espaço coberto para recreio ou hall de entrada (Figura 1). Em algumas escolas, utilizou-se o laboratório de ciências.

Dentre os animais utilizados do acervo estão: tatu-galinha, lagarto-do-papo-amarelo, jacaré-de-papo-amarelo, gato-do-mato-pequeno, pinguim-de-magalhães, lobo-marinho-sul-americano e tartaruga-verde.

**Figura 1 - Exposição de educação ambiental na Escola Técnica de Pedras Grandes.**



Fonte: Ismael Dagostin-Gomes, 2017.

### Considerações Finais

A realização de atividades extensionistas permite que a universidade tenha dupla atuação na realidade de seu entorno: a percepção das necessidades e a oferta de soluções para sua comunidade.

Quanto à educação ambiental, percebe-se que a aproximação entre a biodiversidade local e as escolas – através da exposição de animais taxidermizados – gera sensibilização em relação ao meio ambiente, oportunizando discussões (acerca da poluição, da caça ilegal, do desmatamento, entre outros) que promovem a sustentabilidade.

Nesta integração, entre ensino e extensão, e também possibilitando pesquisa através das produções científicas, o Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Unibave cumpre seus objetivos de formação profissional e de promotor do desenvolvimento regional.

Destaca-se, entretanto, que a permanência da exposição “taxidermia na escola: biodiversidade e educação ambiental” nas unidades escolares por um período maior que dois dias pode permitir uma maior aprendizagem. Além disso, uma monitoria permanente seria desejável, nessas exposições, obtendo maior interatividade na mediação de conhecimentos ambientais para os expectadores.

---

## Referências

CERVO, A. L. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução 11, de 11 de março de 2002**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 01 de mai. 2016.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 2015.

PEDRINI, A. de G. (Org.). **Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. Petrópolis: Vozes, 1997.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

UNIBAVE. **Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão**. Disponível em: <https://unibave.net/institucional/reitoria/proppex/extensao/>. Acesso em 07 de out. de 2018.

UNIBAVE. **Plano de desenvolvimento institucional**. Disponível em: Acesso em <https://unibave.net/institucional/publicacoes-legais/>. Acesso em 01 de mai. de 2016.

## ENSAIOS MECÂNICOS COMPARATIVOS ENTRE AÇO ABNT 1020, ALUMÍNIO 6061 E AÇO INOXIDÁVEL AISI 304

Evandro Corrêa<sup>1</sup>; Leonardo Moraes<sup>2</sup>; Lucas Crotti Zanini<sup>3</sup>; André Ricardo Cargnin<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Unibave. engprod.evandro@outlook.com

<sup>2</sup>Unibave. leonardoMoraes-praia@hotmail.com

<sup>3</sup>Unibave. lucaslcz@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Satc. andre\_cargnin@hotmail.com

**Resumo:** O ensaio de tração pode trazer informações importantes para o engenheiro, como limite de resistência à tração, limite de escoamento, módulo de elasticidade, alongamento plástico, entre outras. Sabe-se que as propriedades dos metais podem ser modificadas mediante a tratamentos térmicos. Algumas destas propriedades alteradas por tratamento térmico podem ser analisadas a partir de ensaios de tração. Neste trabalho foram realizados ensaios comparativos de tração e dureza entre corpos de prova de aço ABNT 1020 em diferentes condições de tratamento térmico, a saber: laminado a quente (sem tratamento posterior), recozido em forno, normalizado em ar calmo, resfriado em ar forçado, têmpera em óleo e têmpera em água. Também foram ensaiadas em tração amostras de alumínio 6061 e aço inoxidável AISI 304.

**Palavras-chave:** Ensaio de tração. Dureza. Microdureza. Aço. Alumínio.

### Introdução:

De um modo geral, qualquer projeto de engenharia, tal como, o desenvolvimento de um componente mecânico, exige um amplo domínio das características, propriedades e comportamento dos materiais disponíveis. Ensaio mecânicos normatizados podem ser utilizados para determinar as propriedades mecânicas e o comportamento dos materiais sob determinadas condições de aplicação, auxiliando na seleção ou especificação de materiais (GARCIA; SPIM; DOS SANTOS, 2000).

A determinação da resistência do material a um esforço é realizada pela aplicação, em um material, de um dos tipos de esforços possíveis (tração, compressão, torção, flexão, cisalhamento e pressão interna). A seleção do ensaio mecânico mais adequado para cada produto ou material é definida pela aplicação final do material, dos tipos de esforços que esse material estará sujeito e das propriedades que se deseja analisar. Os ensaios mecânicos também podem ser

utilizados para se obter um comparativo de propriedades entre materiais distintos ou produtos com mesma composição química obtidos por diferentes técnicas de processamento (SOUZA, 1982).

O ensaio de tração é um dos ensaios mecânicos de tensão-deformação mais comuns e é empregado para avaliar diversas propriedades mecânicas dos materiais que são importantes em projetos, como: limite de resistência à tração, limite de escoamento, módulo de elasticidade, módulo de resiliência, módulo de tenacidade, ductilidade, coeficiente de encruamento e coeficiente de resistência. Neste ensaio um corpo de prova é deformado, geralmente até a fratura, por intermédio de um esforço de tração aplicado uniaxialmente ao longo do eixo mais comprido da amostra (CALLISTER, 2002; GARCIA; SPIM; DOS SANTOS, 2000).

O ensaio de dureza é outro tipo de ensaio mecânico fundamental para determinar a resistência mecânica dos materiais. “O ensaio de dureza consiste na impressão de uma pequena marca feita na superfície da peça pela aplicação de pressão com uma ponta de penetração” (GARCIA; SPIM; DOS SANTOS, 2000, p. 65).

Ao conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a que são submetidos os metais com o intuito de promover alterações em suas propriedades é dado o nome de tratamento térmico. Muitas propriedades dos metais são dependentes da sua estrutura. Os tratamentos térmicos promovem, em maior ou menor grau, modificações na estrutura dos metais, o que conseqüentemente ocasiona alterações nas suas propriedades. (CHIAVERINI, 2005).

Neste trabalho foi realizado ensaio de tração e ensaio de dureza comparativos entre seis corpos de provas de aço ABNT 1020 submetidos a diferentes tratamentos térmicos. Também foram ensaiados por tração um corpo de prova de alumínio 6061 e um corpo de prova de aço inoxidável AISI 304. Foram obtidas curvas de tensão-deformação, curvas de escoamento, calculado os módulos de resiliência e tenacidade e os valores de dureza Brinell e microdureza Vickers.

### **Procedimentos Metodológicos**

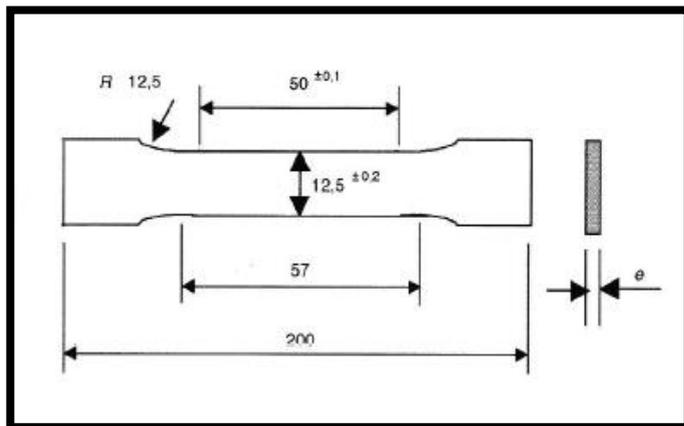
Para a realização dos ensaios de tração utilizou-se um equipamento para ensaios mecânicos da EMIC, modelo DL-10000, conforme Figura 1. O equipamento utiliza software próprio onde há a criação de rotinas dos ensaios para diferentes materiais. Durante a criação da rotina de ensaio são definidas as variáveis de ensaio e as variáveis atribuíveis, que apresentarão os resultados desejados.

**Figura 1** – Equipamento EMIC, DL-10000.



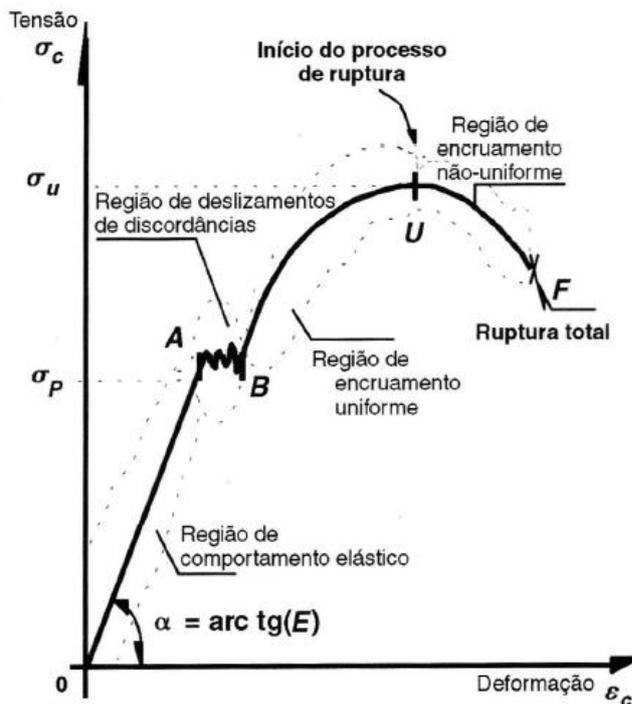
O ensaio foi realizado segundo a norma técnica brasileira NBR-6152 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Os corpos de ensaio utilizados apresentaram dimensões conforme esta norma como mostra a Figura 2.

**Figura 2** – Dimensões para corpo de prova segundo NBR6251



**Fonte:** Adaptado de GARCIA; SPIM; DOS SANTOS (2000).

O ensaio consiste em fixar-se um corpo de prova como o visto na Figura 2 nas garras do equipamento de ensaio e logo após aplicar uma força uniaxial crescente para a obtenção da curva tensão-deformação convencional, conforme Figura 3. A curva tensão-deformação apresenta quatro regiões distintas até a fratura total do corpo de prova. Tem-se na curva a Região de comportamento elástico, a região de deslizamentos de discordâncias, a região de encruamento uniforme e a região de encruamento não uniforme.

**Figura 3** – Curva tensão-deformação convencional.


**Fonte:** Adaptado de GARCIA; SPIM; DOS SANTOS (2000).

Para a construção da curva de tensão-deformação é necessário a obtenção da tensão convencional e da deformação convencional. Segundo GARCIA; SPIM; DOS SANTOS (2000), a tensão convencional é dada pela Equação 1.

$$\sigma_c = \frac{P}{S_0} \quad (1)$$

Onde:

$\sigma_c$  = Tensão (Pa);

P = Carga Aplicada (N);

$S_0$  = Seção transversal original ( $m^2$ ).

E a deformação convencional é dada pela Equação 2:

$$\varepsilon_c = \frac{l-l_0}{l_0} \quad (2)$$

Onde:

$\varepsilon_c$  = Deformação (adimensional);

$l_0$  = Comprimento inicial de referência (carga zero) (m);

$l$  = Comprimento de referência para cada carga  $P$  aplicada (m).

Por meio dos resultados fornecidos pelo equipamento de ensaios obtêm-se os valores de tensão-deformação convencionais, que foram convertidos em valores reais conforme a Equação 3, para o cálculo da tensão real ( $\sigma_r$ ) e Equação 4, para o cálculo da deformação real ( $\epsilon_r$ ).

$$\sigma_r = \sigma_c(1 + \epsilon_c) \quad (3)$$

Onde  $\sigma_r$  é a tensão convencional e  $\epsilon_c$  é a deformação convencional.

$$\epsilon_r = \ln(1 + \epsilon_c) \quad (4)$$

Onde  $\epsilon_c$  é a deformação convencional.

Foram realizados ensaios de tração em seis corpos de prova de aço ABNT 1020 e um de aço inoxidável AISI 304 (ambos obtidos de chapas laminadas a quente) e um corpo de prova de liga de alumínio 6061 (retirado a 45° do sentido de laminação a frio). Antes do ensaio de tração, cinco amostras de aço 1020 foram tratadas termicamente durante 40 min em temperatura de austenitização de 940 °C e resfriados em diferentes meios, a saber: forno, ar calmo, ar forçado, óleo e água. A Tabela 1 apresenta os corpos de provas utilizadas no ensaio de tração e a condição de tratamento térmico.

Com base nos dados obtidos pelos ensaios de tração foram ainda determinados o Limite de escoamento, Limite Máximo de Resistência à Tração Convencional, Limite Máximo de Resistência à Tração Real, Alongamento Total, Coeficiente de Estricção, Alongamento Plástico, Módulo de Resiliência e Módulo de Tenacidade.

**Tabela 1** – Corpos de provas utilizadas no ensaio de tração.

Corpo de Prova	Material	Tratamento Térmico
CP1	Aço ABNT 1020	Laminado a quente - Sem tratamento posterior
CP2		Recozido em forno
CP3		Normalizado em Ar Calmo
CP4		Resfriado ao Ar Forçado
CP5		Têmpera em Óleo
CP6		Têmpera em Água
CP7	Alumínio Liga 6061	Laminado a frio - Sem tratamento posterior
CP8	Aço Inoxidável AISI 304	Laminado a quente - Sem tratamento posterior

Durante o ensaio de tração com a amostra de aço inoxidável, foi utilizado um termômetro de infravermelho para verificar a ocorrência de alteração na temperatura e utilizado um imã de ferrite para verificar mudança no comportamento magnético durante a deformação plástica.

Para as amostras de aço 1020, foram realizados ensaios de dureza Brinell em um durometro HR-400 com esfera de aço de 2,5 mm de diâmetro e carga de 187,5 kg. O equipamento foi calibrado e apresentou erro sistemático de 10 pontos em relação ao padrão, essa diferença será corrigida nos valores das amostras. Foram realizadas três indentações em cada amostra e obtido o diâmetro médio das indentações. Segundo GARCIA; SPIM; DOS SANTOS (2000), a dureza Brinell pode ser calculada pela Equação 5:

$$HB = 0,102 \cdot \frac{2 \cdot P}{(\pi \cdot D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (5)$$

Onde: D = diâmetro do penetrador (mm);

d = diâmetro da impressão (mm).

Para as amostras de aço 1020 nas condições de laminado e têmpera em água, foram realizados ensaios de microdureza Vickers em durometro Shimadzu, modelo HMV. As cargas aplicadas e os microconstituintes indentados são apresentados na Tabela 3. Segundo GARCIA; SPIM; DOS SANTOS (2000), a microdureza Vickers pode ser calculada pela Equação 6:

$$HV = 0,189 \cdot \frac{P}{d^2} \quad (6)$$

Onde: P = carga (N);

$d$  = comprimento da diagonal da impressão (mm).

## Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados os principais resultados obtidos nos ensaios de tração, dureza Brinell e microdureza Vickers.

A Tabela 2 traz os valores de Limite de Escoamento ( $\sigma_e$ ), Limite de Resistência à Tração Convencional ( $\sigma_u$ ), Limite de Resistência à Tração Real ( $\sigma_r$ ), Alongamento Total ( $A_T$ ), Coeficiente de Estricção ( $\phi$ ), Alongamento Real ( $A_P$ ), Módulo de Elasticidade Tabelado ( $E$ ), Módulo de Resiliência ( $U_R$ ) e Módulo de Tenacidade ( $U_T$ ) para os seis corpos de prova de aço ABNT 1020 (em diferentes condições de resfriamento), o corpo de prova de alumínio 6061 e o corpo de prova de aço inoxidável AISI 304.

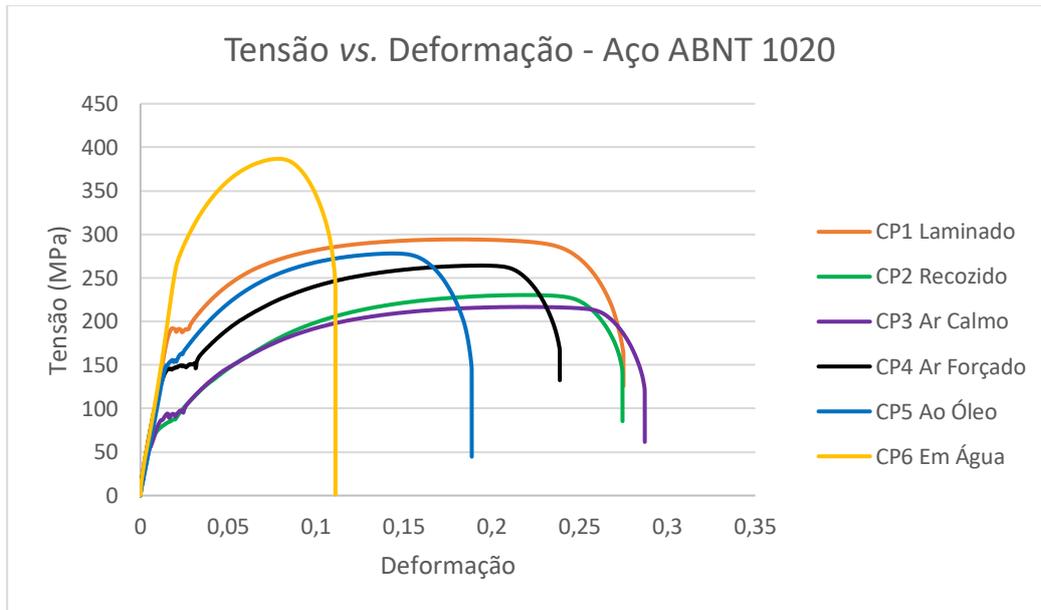
**Tabela 2** – Propriedades mecânicas obtidas por ensaio de tração em aço ABNT 1020 (em seis meios de resfriamento), alumínio 6061 e aço inoxidável AISI 304.

Dados	Aço ABNT 1020						Al 6061	Aço Inox AISI 304
	Laminado	Recozido	Ar Calmo	Ar Forçado	Óleo	Água		
$\sigma_e$ (MPa)	189,76	62,50	93,35	148,34	156,06	277,80	85,60	249,60
$\sigma_u$ (MPa)	294,25	230,35	216,69	264,23	278,09	386,85	160,01	646,34
$\sigma_r$ (MPa)	346,26	280,89	264,20	315,31	317,61	417,34	169,00	901,34
$A_T$ (%)	28,70%	29,90%	30,00%	26,00%	19,90%	12,70%	8,60%	47,50%
$\phi$	0,80	0,76	0,73	0,72	0,79	0,77	0,52	0,71
$A_P$ (%)	27,50%	27,45%	28,71%	23,88%	18,86%	11,10%	8,00%	41,67%
$E$ (GPa)	207	207	207	207	207	207	69	193
$U_R$ (N.mm/mm <sup>3</sup> )	0,09	0,01	0,02	0,05	0,06	0,19	0,05	0,16
$U_T$ (MPa)	66,55	40,19	44,51	49,25	40,94	36,89	9,82	186,62

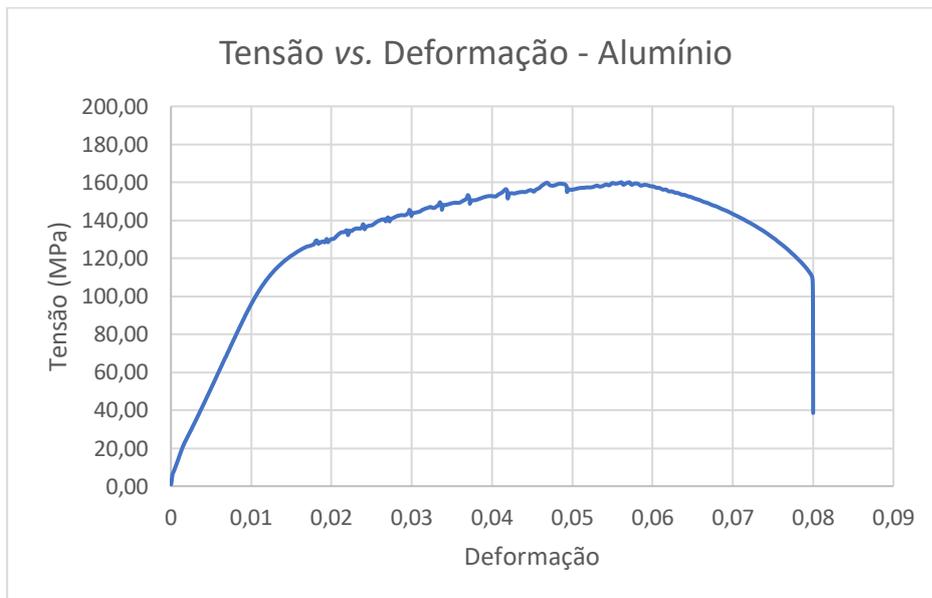
Na Figura 4, são apresentadas as curvas de tensão-deformação convencionais obtidas no ensaio de tração dos corpos de prova de aço ABNT 1020 em diferentes meios de resfriamento (indicados na figura).

Nas Figuras 5 e 6, são apresentadas, respectivamente, as curvas de tensão-deformação convencionais obtidas no ensaio de tração dos corpos de prova de alumínio 6061 e aço inoxidável AISI 304.

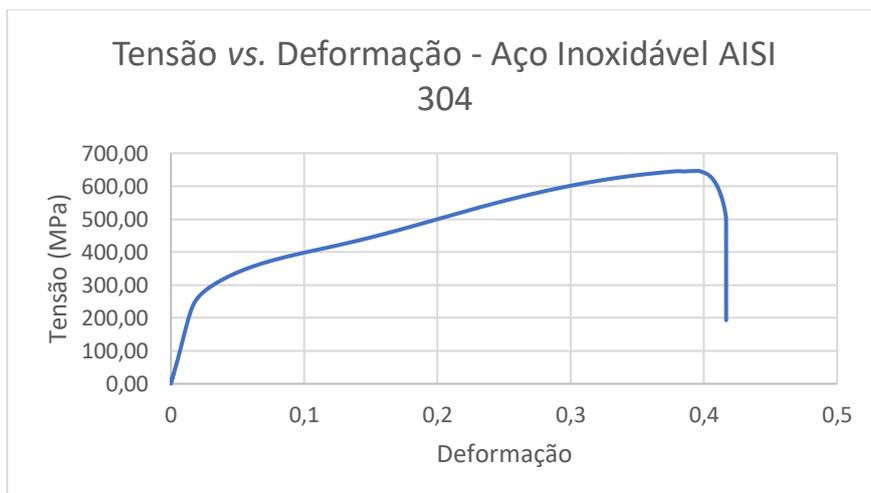
**Figura 4** - Curvas de tensão-deformação convencionais dos corpos de prova de aço ABNT 1020 em diferentes meios de resfriamento.



**Figura 5** – Curva de tensão-deformação convencionais do corpo de prova de alumínio 6061.

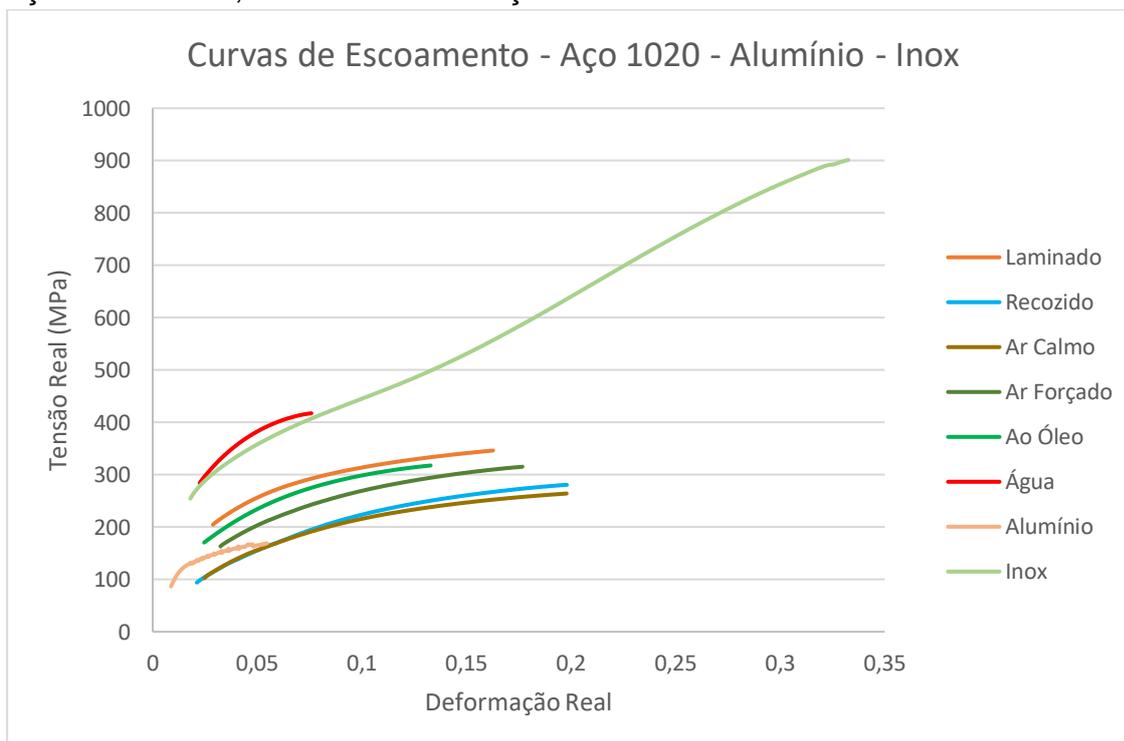


**Figura 6** – Curva de tensão-deformação convencionais do corpo de prova de aço inoxidável AISI 304.



A Figura 7 traz um comparativo entre as curvas de escoamento para os corpos de prova de aço ABNT 1020, alumínio 6061 e aço inoxidável AISI 304.

**Figura 7** – Comparativo entre as curvas de escoamento para os corpos de prova de aço ABNT 1020, alumínio 6061 e aço inoxidável AISI 304.



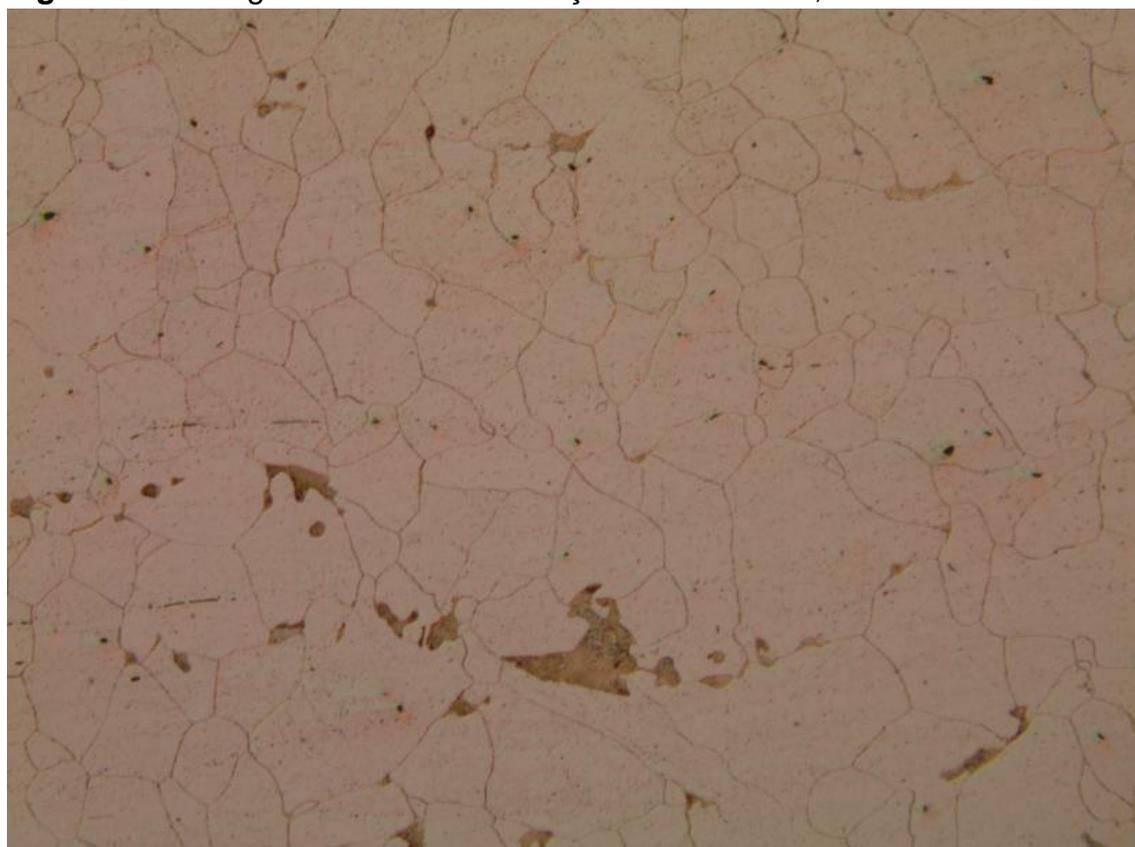
O Quadro 1 apresenta as equações da linha de tendência e  $R^2$  obtidos para cada curva de escoamento das amostras de aço 1020, alumínio e aço inoxidável (Figura 7).

**Quadro 1** – Equações da linha de tendência e  $R^2$  das curvas de escoamento da Figura 7.

Amostra	Equação	$R^2$
ABNT 1020 – Laminado	$y = 601,79x^{0,2886}$	$R^2 = 0,9822$
ABNT 1020 – Recozido	$y = 655,04x^{0,4839}$	$R^2 = 0,9888$
ABNT 1020 – Ar Calmo	$y = 564,78x^{0,4341}$	$R^2 = 0,9831$
ABNT 1020 – Ar Forçado	$y = 625,44x^{0,3749}$	$R^2 = 0,988$
ABNT 1020 – Em Óleo	$y = 698,79x^{0,3706}$	$R^2 = 0,9876$
ABNT 1020 – Em Água	$y = 982,09x^{0,3196}$	$R^2 = 0,9863$
Alumínio 6061	$y = 450,81x^{0,3191}$	$R^2 = 0,947$
Inox AISI 304	$y = 1378,3x^{0,4567}$	$R^2 = 0,9606$

As Figuras 8 e 9 apresentam as micrografias das amostras de aço 1020 nas condições de recozimento e têmpera em água, respectivamente, sendo as condições de menor e maior severidade de resfriamento.

**Figura 8** – Micrografia da amostra de aço 1020 recozida, aumento de 200X.



**Figura 9** – Micrografia da amostra de aço 1020 temperada em água, aumento de 200X.



A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de microdureza Vickers para os corpos de prova de aço 1020 na condição de Laminado e Têmpera em Água.

**Tabela 3** – Dados de microdureza Vickers das amostras de aço 1020 na condição de Laminado e Têmpera em Água

Condição do CP	Força da carga (N)	Descrição da Carga	Local da indentação	dx (mm)	dy (mm)	d médio (mm)	Dureza HV
Laminado	19,613	HV2	Ferrita	0,183	0,183	0,183	110,7
Laminado	0,098	HV0,01	Ferrita	0,011	0,012	0,012	140,1
Laminado	0,098	HV0,01	Perlita	0,009	0,009	0,009	228,8
Laminado	0,098	HV0,01	Perlita	0,008	0,009	0,009	256,5
Laminado	0,098	HV0,01	Ferrita	0,010	0,010	0,010	185,3
Água	0,098	HV0,01	Região escura (Bainita)	0,007	0,008	0,008	329,5
Água	0,098	HV0,01	Região clara (Ferrita)	0,008	0,008	0,008	289,6
Água	0,098	HV0,01	Região Escura mais ripada (Bainita)	0,006	0,007	0,007	438,7
Água	1,961	HV0,2	Região Escura mais ripada (Bainita)	0,036	0,039	0,038	263,6
Água	1,961	HV0,2	Região clara (Ferrita)	0,044	0,045	0,045	187,2

Na Tabela 4 são apresentados os resultados dos ensaios de dureza Brinell realizados nas amostras de aço 1020 nas diferentes condições de tratamento térmico.

**Tabela 4** – Resultados dos ensaios de dureza Brinell realizados nas amostras de aço 1020

Dados	Laminado	Recozido	Ar Calmo	Ar		
				Forçado	Óleo	Água
D1	1,266	1,373	1,204	1,241	1,166	1,102
D2	1,274	1,376	1,118	1,233	1,208	1,178
D3	1,267	1,359	1,227	1,236	1,251	1,198
Ø Média(mm)	1,269	1,369	1,183	1,237	1,208	1,159
Constante	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102
Ø da esfera (mm)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Prof. da impressão (mm)	0,173	0,204	0,149	0,164	0,156	0,143
Força (N)	1838,7	1838,7	1838,7	1838,7	1838,7	1838,7
Dureza (HBs)	138,0	116,9	160,4	145,9	153,3	167,5
<b>Dureza (HBs) Corrigida</b>	<b>128,0</b>	<b>106,9</b>	<b>150,4</b>	<b>135,9</b>	<b>143,3</b>	<b>157,5</b>

Analisando os dados da Tabela 2 e comparando com as Figura 4 e 6, observa-se que o aço 1020 temperado em água apresenta o maior valor de limite de escoamento em comparação aos demais materiais ensaiados e apresenta um limite de resistência a tração inferior apenas a amostra de aço inoxidável. Apesar de os aços de baixo carbono apresentarem baixa temperabilidade, um valor elevado de limite de escoamento e limite de resistência a tração pode ser um indicativo de formação de pequenas frações de martensita no material e também a formação de bainita. Segundo Callister (2002), os aços carbonos resfriados rapidamente tendem a formar a microestrutura bainítica, que apresenta uma estrutura mais fina (partículas de ferrita e cementita menores), são mais resistentes e mais duros que aços perlíticos (formados com taxa de resfriamento mais lenta).

Também é observado na Tabela 2, que a amostra de aço inoxidável AISI 304 apresentou maior percentual de alongamento, isto pode ser justificado por este material possuir uma microestrutura austenítica (CFC – Cúbica de Face Centrada). De acordo com Dieter (1981), essa microestrutura possui mais sistemas de escorregamento com alta densidade atômica, o que facilita o movimento de discordâncias e permite maior deformação plástica.

Na Figura 7, observa-se que o aço inoxidável apresentou maior região de deformação plástica que os demais materiais ensaiados, apesar de exigir tensões

maiores. As amostras de aço 1020 recozida e normalizada ao ar calmo possuem comportamento semelhante de curva de escoamento. Provavelmente por possuírem espessuras relativamente pequenas as taxas de resfriamento não foram suficientemente diferentes para promoverem alterações distintas na microestrutura das amostras. Possivelmente formou-se uma microestrutura perlítica nas amostras de aço 1020 recozido e normalizado.

Durante o ensaio de tração da amostra de aço inoxidável AISI 304, foi observado um aumento de temperatura e presença de força magnética a partir da região de deformação plástica. Segundo Antunes (2007), a força magnética indica a presença de martensita formada devido o rearranjo atômico durante a deformação plástica. Devido ao atrito promovido pela movimentação atômica ocorre um acréscimo na temperatura do material durante a deformação plástica.

Na Figura 5, não é observado o patamar de escoamento para a amostra de alumínio, uma possível explicação para isto é fato desta amostra ter sido obtida de uma chapa laminada a frio. Materiais laminados a frio sofrem encruamento durante o processamento, conseqüentemente ao se realizar ensaio de tração não se observa na curva de tensão x deformação a região de escoamento.

A região plástica observada na Figura 5 para a liga de alumínio é pequena quando comparada com a observada para as amostras de aço 1020 (Figura 4) e aço inoxidável (Figura 6). Possivelmente o que influencia a pequena região elástica para a liga de alumínio 6061 é a presença de elementos de liga como Si, Cu e Mg que elevam a resistência mecânica do material e reduzem sua ductilidade.

Observando os dados de dureza Brinell da Tabela 4, nota-se que conforme esperado a amostra de aço 1020 resfriada em água apresentou maior dureza que as demais amostras. Isto pode ser justificado pela análise da microestrutura apresentada na Figuras 9 (têmpera em água), pois nota-se a formação de estruturas em formato de ripas (cementita), indicando a presença de bainita. Já a amostra recozida apresentou menor dureza, sendo justificado pela formação de pequenas regiões de perlita dispersas numa matriz ferrítica (Figura 8).

Os resultados de microdureza Vickers da Tabela 3, mostram que a amostra de aço 1020 resfriada em água apresenta maior dureza em comparação com a amostra laminada. Nota-se que o valor de microdureza Vickers (para carga HV0,01) da amostra resfriada em água na região escura mais ripada (bainita) é cerca de 1,5 vezes

maior que para região clara (ferrita), pois nesta região mais ripada ocorrer maior formação de cementita que endurece mais o material.

### Considerações Finais

O corpo de prova de aço ABNT 1020 na condição de têmpera em água apresentou o maior valor de limite de escoamento (277,80 MPa) e o corpo de prova de aço inoxidável AISI 304 apresentou um valor ligeiramente inferior (249,60 MPa). Porém devido à presença de grandes teores de elementos de liga como Cr e Ni no aço inoxidável AISI 304, seu limite de resistência a tração (646,34 MPa) é em torno de 1,6 vezes superior ao apresentado pelo aço ABNT 1020 na condição de têmpera em água (386,85 MPa).

As curvas de escoamento mostram que apesar de o aço inoxidável exigir esforços maiores para deformar, este apresenta o maior percentual de alongamento plástico (41,67%) em comparação às demais amostras analisadas.

Sugere-se realizar ensaios de metalografia para verificar a transformação de fase CFC em CCC no aço inoxidável 304 devido a deformação plástica.

### Referências

ANTUNES, A. E. B.; ANTUNES, L. M. D. **Comportamento plástico do aço inoxidável austenítico em baixa temperatura**. Rem: Rev. Esc.

Minas vol.60 no.1 Ouro Preto Jan./Mar. 2007. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672007000100022>. Acessado em: 15/05/2017.

BAIN, E. C. Some fundamental characteristics of stainless steels. Journal of Chemical Industry – Aug. 5 e 12 – 1932 APUD CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos**: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. 7. ed. ampl. e rev. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 2005.

CALLISTER JÚNIOR, William D. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. 5.ed Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CHIAVERINI, Vicente,. **Aços e ferros fundidos**: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. 7. ed. ampl. e rev. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 2005.

DIETER, George E. **Metalurgia mecânica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

GARCIA, Amauri; SPIM, Jaime Alvares; DOS SANTOS, Carlos Alexandre. **Ensaio dos materiais**. 2.ed Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SOUZA, Sérgio Augusto de. Ensaio mecânicos de materiais metálicos: fundamentos teóricos e práticos. 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher, c1982.

## ESTIMATIVA DA VAZÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO CAMPUS DO UNIBAVE EM ORLEANS/SC

Karine Weber Meurer<sup>1</sup>; Bruno De Pellegrin Coan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento. Unibave. karinewm\_bn@hotmail.com.

<sup>2</sup>Departamento. Unibave. brunocoan@gmail.com.

**Resumo:** O fato do ser humano utilizar o solo para construções aumenta a impermeabilização intensificando o escoamento superficial. Um sistema de drenagem trata-se de instalações destinadas a escoar o excesso de águas. A inexistência deste no campus gera transtornos em dias de chuvas além de impactar o solo. O presente artigo teve como objetivo estimar a vazão de água da chuva, de acordo com os coeficientes de cada área de contribuição em relação ao uso e ocupação do solo. Na estimativa da vazão foi analisado o levantamento topográfico e visita *in loco*, onde obteve-se doze áreas de contribuições com coeficientes de escoamento variados. Ao dimensionar as seções de drenagem percebeu-se que mantida os usos e ocupações atuais do solo, a seção atual do exutório do campus não atenderia a vazão máxima calculada de 1,84 m<sup>3</sup>/s. O desenvolvimento do projeto de um sistema de drenagem já prevendo criações de novos blocos e áreas jardinadas permitindo infiltração, realizado na fase inicial, evitando retrabalhos.

**Palavras-chave:** Drenagem. Escoamento superficial. Estimativa de vazão. Método racional.

### Introdução

Cada vez mais o homem vem buscando a utilização de espaços para novas finalidades, alterando então o uso do solo por meio da implantação e densificação das atividades humanas, mediante a existência de construções e edificações. Desta forma, há um aumento excessivo na impermeabilização do solo, intensificando o escoamento superficial de águas pluviais (MONTES; LEITE, 2008).

Desta maneira, a ocupação não planejada destes espaços, sobretudo em áreas que ficam às margens de cursos d'água, provoca problemas ambientais oriundos de chuvas intensas as quais inclui inundações, enchentes e deslizamentos de terra.

Sendo assim, a implantação de um sistema de drenagem, que designa o escoamento de águas por meios de instalações hidráulicas, bem como sarjetas, bocas de lobo, canalizações e galerias, previne o surgimento de erosões e escorregamento de encostas (DIAS; ANTUNES; 2010; TARGA et al, 2012).

Diante o apresentado, se torna fundamental adotar ações preventivas para reduzir e controlar os impactos citados anteriormente, de modo que atenda um conceito de projetos de drenagem urbana, que tende copiar o ciclo hidrológico natural, possibilitando neutralizar as vazões de cheias e maior infiltração de água no solo (MONTES; LEITE, 2008).

Para o presente artigo foi adotado como estudo o Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, no qual oferece novas oportunidades para Orleans e região suprimindo necessidades de educação, cultura e promoção social. Estabelecendo-se assim como uma base de desenvolvimento social (PEREIRA; COAN, 2015). A escolha se deve ao fato de que a urbanização e crescimento do campus, juntamente com o surgimento de novos blocos, diminuem as áreas permeáveis, ocasionando um maior volume de escoamento superficial.

Considerando o fato da universidade se encontra em fase de desenvolvimento, existe a necessidade de propor melhorias em sua infraestrutura, sendo esta, a importância do conhecimento da vazão e do desenvolvimento do sistema de drenagem, torna-se essencial ao seu bom funcionamento, além de contribuir para as preservações das localidades próximas, evitando acúmulos de sedimentos nas vias públicas, o assoreamento das drenagens naturais do terreno, além da conservação do solo. Verifica-se atualmente, devido à inexistência deste tipo de projeto, locais com acúmulo de água e até pequenos alagamentos, conseqüentemente, provocando erosão no solo, trazendo prejuízos financeiros com manutenção nas vias e estacionamento do campus. Desta forma, este artigo propõe sugerir os dimensionamentos de seções de drenagem do campus, sendo que para alcançar este objetivo será necessário identificar as bacias de contribuição do campus; determinar o coeficiente de escoamento superficial; estimar a vazão de cada bacia de contribuição e quantificar o volume de escoamento superficial.

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente artigo trata-se de uma natureza aplicada, pois possui como característica principal a importância na utilização, aplicação e conseqüências práticas dos conhecimentos, buscando o propósito de contribuir para determinados fins, objetivando a solução do problema encontrado na realidade (GIL, 2008; BARROS; LEHFELD, 2000).

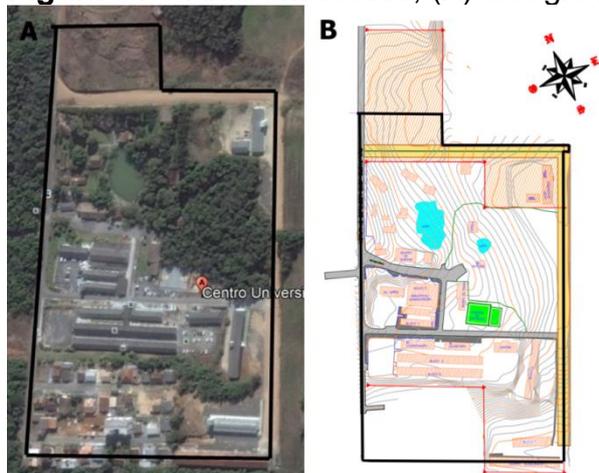
Quanto à abordagem esta pesquisa classifica-se em quantitativa, no qual compõe de dados numéricos, este compreendendo a explicação dos fatos centrados em números e tabelas, caracterizando a utilização da quantificação da coleta de informações por meio de técnicas estatísticas (LIRA, 2014).

Em relação aos objetivos, esta pesquisa define-se como em explicativa, no qual Gil (2009) descreve que a pesquisa explicativa procura esclarecer e identificar os fatores que contribuem para que ocorram esses fenômenos. Esse gênero de pesquisa intensifica o conhecimento da realidade, pois explica a razão e o porquê das coisas.

Quanto aos procedimentos à pesquisa se caracteriza como estudo de caso, pois compreende um estudo intenso e exaustivo de poucos objetivos, de modo a possibilitar o seu conhecimento detalhado e amplo (GIL, 2009).

O atual estudo foi realizado no Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, situado no Bairro Murialdo, município de Orleans, próximo ao centro da cidade, possuindo uma área total de 11,24 ha. Apesar de não fazer parte do campus, um loteamento densamente urbanizado com área de 1,51 ha contribui com a vazão do escoamento superficial e também deve ser considerado para os cálculos desenvolvidos. A Figura 01 demonstra em destaque a área em estudo, sendo a “A” retirada do Google Earth e a “B” do levantamento planialtimétrico.

**Figura 01** – Área em estudo, (A) Google Earth; (B) Levantamento Planialtimétrico.



Fonte: (A) adaptado de Google Earth (29 de julho de 2016); (B) adaptado de UNIBAVE (2017).

O primeiro passo após determinar os materiais e os métodos a serem utilizados para a estimativa da vazão é identificar as áreas de contribuição do campus. Onde se torna necessário analisar o levantamento planialtimétrico já existente do local, verificar as diferenças de níveis, e por meio de visitas realizadas *in loco*, avaliar o sentido do

escoamento da água. Posteriormente calcular a quantidade de água que escoar no solo, ou seja, encontrar o escoamento superficial para cada bacia de contribuição de acordo com cada superfície. Por meio de valores tabelados conforme Goldenfum; Tucci (1996); Wilken (1978) apud Pereira; Coan (2015) são adotados os seguintes coeficientes de escoamento superficial para cada tipo de uso e ocupação do solo conforme demonstrada na Tabela 01.

**Tabela 01** - Valores do coeficiente de escoamento superficial (C).

<b>Tipo de Superfície</b>	<b>Coeficiente de Escoamento Superficial</b>	<b>Valor adotado (C)</b>
Área em terra	0,20 – 0,30	0,25
Área jardinada	0,10 – 0,20	0,15
Área pavimentada	0,70 – 0,95	0,83
Área urbanizada	0,70 – 0,95	0,83
Calçada	0,75 – 0,85	0,80
Calçamento	0,60 – 0,70	0,65
Telhado	0,75 – 0,95	0,85
Vegetação	0,10 – 0,15	0,13

Fonte: adaptado GOLDENFUM; TUCCI (1996); WILKEN (1978) apud PEREIRA; COAN (2015).

Devido a diferente ocupação do solo em cada área contribuinte, é necessário fazer uma média ponderada do coeficiente de diferentes áreas superficiais conforme a equação 02.

Para a obtenção da vazão pelo método racional se faz necessário obter a intensidade de precipitação, sendo o próximo passo conforme a equação 03. Necessitando também dos parâmetros estabelecidos para cada região de acordo com o monitoramento efetuado nas estações pluviométricas indicados na Tabela 02, obtidos da estação de pluviométrica de Orleans (nº 152) determinada por Back 2013.

**Tabela 02** – Parâmetros de precipitação no município de Orleans.

<b>Município</b>	<b>K</b>	<b>m</b>	<b>n</b>	<b>b</b>
<b>Orleans</b>	707,690	0,168	0,700	8,960

Fonte: BACK (2013).

Possui diferentes períodos de retorno conforme são determinados os sistemas de drenagem, sendo assim, de acordo com a Tabela 01 o tempo adotado para o período de retorno de acordo com a microdrenagem é de 10 anos.

Logo após encontrar os valores do coeficiente de escoamento e intensidade de precipitação, faz-se o cálculo de estimativa da vazão, como a bacia em questão é pequena e está situada em área urbana, foi optada a utilização do método racional para determinação da vazão do projeto.

Após determinado a vazão para cada área de contribuição, é necessário encontrar os desníveis, dados esses obtidos pelas medidas de níveis do levantamento topográfico já existente do campus e a distância percorrida para implantação da calha, com auxílio do software autocad, com isso define-se a declividade. A partir desses dados determinados e adotando relação altura diâmetro (Y/D) sendo 75% da seção cheia; e para o valor de coeficiente  $n = 0,011$  (cimento liso). Com o auxílio do programa Hidrom, é possível realizar o dimensionamento de seções de drenagens semi-circulares e logo encontra-se a área molhada, a velocidade, e em seguida determina-se o tempo de concentração de cada trecho.

Com essas informações dispostas conforme o fluxo de escoamento da água analisa-se as contribuições de cada bacia. Após essas determinações encontra-se a vazão resultante de cada junção de bacia e seu respectivo diâmetro e verifica-se o diâmetro existente na boca de lobo do campus, analisando se a mesma atende a vazão máxima do campus.

## **Resultados e Discussão**

A Figura 02 demonstra as áreas de contribuições da área em estudo, estas obtidas por meio das curvas de níveis. A partir destas áreas de contribuições determinou-se o escoamento superficial.

**Figura 02** – Áreas de contribuições da área em estudo.


Fonte: adaptado UNIBAVE (2017).

Tabela 03 apresenta os valores encontrados para a área 01, conforme seus respectivos tipos de superfície e ocupação do solo.

**Tabela 03** - Valores do coeficiente de escoamento superficial (C) da área 01.

	Tipo de Superfície	Área (ha)	Coeficiente	A x C
Área 01	Área em terra	0,233	0,25	0,058
	Calçada	0,017	0,80	0,014
	Telhado	0,031	0,85	0,026
	$\Sigma =$	<b>0,281</b>		<b>0,098</b>

Fonte: Autor (2017).

Através da média ponderada (eq. 02) obteve-se  $C = 0,35$  como valor do escoamento superficial da Área 01. Posteriormente as tabelas detalhadas com suas ocupações do solo não serão mais apresentadas, apenas os resultados obtidos de cada área de contribuição conforme a Tabela 04.

Percebe-se que as áreas 02, 04, 05 e 08.1 são mais impermeáveis, devido ao uso e ocupação do solo. Estes contendo uma menor área em terra, jardinada ou de vegetação em relação às outras áreas.

**Tabela 04** - Valores do coeficiente de escoamento superficial (C) de todas as áreas.

	$\Sigma$ Área (ha)	$\Sigma A \times C$	$C = \frac{\Sigma A \times C}{\Sigma \text{Área (ha)}}$
Área 01	0,281	0,098	0,35
Área 02	0,577	0,425	0,74
Área 03	1,070	0,419	0,39
Área 04	2,415	1,607	0,67
Área 05	0,056	0,047	0,83
Área 06	0,469	0,193	0,41
Área 07	0,705	0,424	0,60
Área 08.1	0,047	0,039	0,83
Área 08.2	0,191	0,069	0,36
Área 09	1,003	0,302	0,30
Área 10	2,684	0,577	0,21
Área 11	0,886	0,288	0,32
Área 12	0,660	0,165	0,25

Fonte: Autor (2017).

A Tabela 05 apresenta pelo método racional as vazões de cada área contribuinte, com sua respectiva declividade.

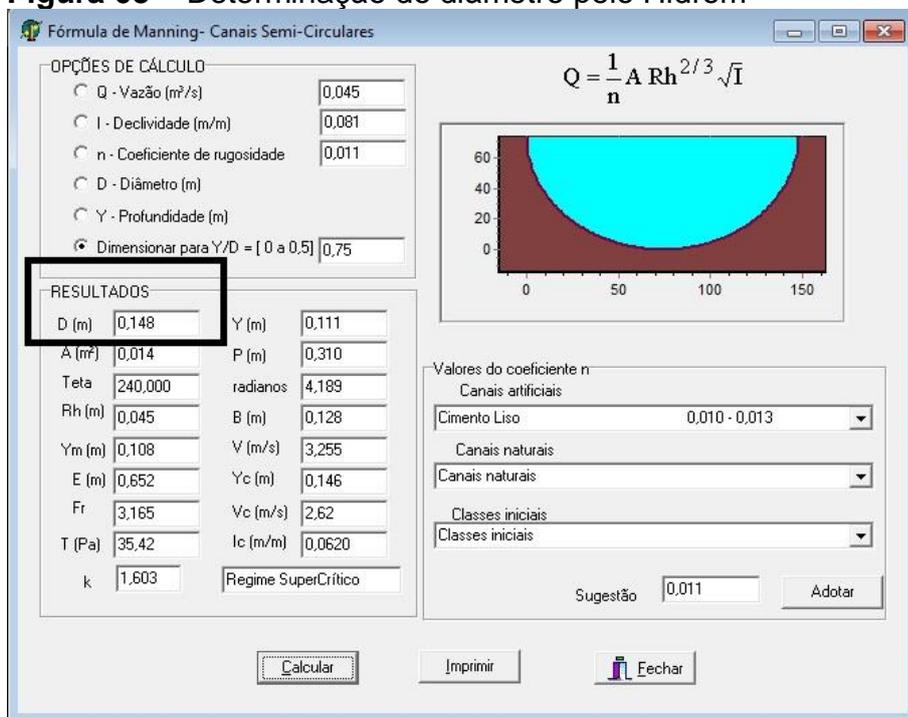
**Tabela 05** – Vazão (Q) de cada área de contribuição.

Áreas	Q (m <sup>3</sup> /s)	Declividade (m/m)
Área 01	0,045	0,081
Área 02	0,194	0,128
Área 03	0,191	0,195
Área 04	0,735	0,034
Área 05	0,021	0,056
Área 06	0,088	0,063
Área 07	0,194	0,104
Área 08.1	0,018	0,073
Área 08.2	0,031	0,091
Área 09	0,138	0,083
Área 10	0,264	0,051
Área 11	0,132	0,086
Área 12	0,075	0,086

Fonte: Autor (2017).

Fornecendo os dados de vazão (Q) e declividade oriundos da Tabela 06 ao programa Hidrom encontrou-se o diâmetro necessário da Área 01 conforme a Figura 03.

**Figura 03** – Determinação do diâmetro pelo Hidrom



Fonte: Autor (2017).

Nota-se na Figura 03, que o diâmetro necessário para a Área 01 é de 0,148m, então adota-se o diâmetro comercial acima mais próximo, sendo este de 0,20m.

Através das junções de áreas contribuintes, é encontrado um novo valor de coeficiente de escoamento superficial, para que em seguida analise o novo tempo de concentração com sua respectiva intensidade e determina-se a nova vazão em cada ponto com seu diâmetro de calha semicircular conforme a Tabela 06.

**Tabela 06** – Resultados do dimensionamento das seções de drenagem para cada ponto.

Ponto	C	Tc (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	Dcomercial (m)
1	0,38	6,08	156,21	0,224	0,229	0,30
2	0,56	6,67	152,10	0,897	0,497	0,50
3	0,59	6,67	152,10	1,093	0,405	0,50
4	0,58	7,49	146,73	1,083	0,477	0,50
5	0,46	7,86	144,50	0,096	0,207	0,30
6	0,35	7,86	144,50	0,218	0,266	0,30
7	0,43	8,20	142,43	0,382	0,315	0,40
8	0,53	8,20	142,43	1,433	0,510	0,60
9	0,29	5,92	157,38	0,198	0,255	0,30
10	0,24	6,58	152,69	0,437	0,378	0,40
11	0,42	8,20	142,43	1,840	0,609	0,70*

Fonte: Autor (2017).

\*Dimensionamento para diâmetro circular

O ponto 11 por ser o exutório do campus e cruzar a Rua Padre João Leonir Dal Alba considerou-se um diâmetro circular devido o mesmo cruzar a rua de acesso ao campus.

Ao analisar a boca de lobo existente do campo, verificou-se que a mesma possui um diâmetro de 0,60m, não atendendo a vazão existente.

### Considerações Finais

A implantação de um sistema de drenagem permite o amortecimento das vazões das cheias, realiza o escoamento de águas e reduz impacto. De acordo com o estudo realizado, para um futuro projeto executivo deverão ser dimensionadas bocas de lobo, caixas de passagem, sarjetas entre outros dispositivos que compõe um dimensionamento de drenagem completo, já que o presente artigo não teve a pretensão de ser um projeto executivo, mas de encontrar a estimativa da vazão de água da chuva do campus.

O sistema de drenagem existente em parte do campus deverá ser considerado quando da implantação completa da destinação das águas. Além de realizar um novo levantamento topográfico atualizado, em razão de que as alterações no campus, bem como terraplanagem, áreas impermeabilizadas e construções de novos blocos, devem ser readequadas, pois o levantamento topográfico é fundamental para a delimitação das áreas contribuintes e determinar o sentido do escoamento e o resultado da vazão poderá sofrer alterações.

Em virtude de atitudes de sustentabilidade, o campus pode adotar como medidas alternativas maiores áreas jardins, para contribuir com o uso e ocupação

do solo, aumentando as áreas permeáveis, e por consequência reduzir o coeficiente de escoamento superficial. O campus pode também futuramente realizar um sistema de captação e aproveitamento da água da chuva, aumentando o tempo de concentração e diminuindo o pico do escoamento superficial, evitando sobrecarga no sistema de drenagem.

O desenvolvimento do projeto de um sistema de drenagem deve ser incorporado na fase inicial, para que evite futuros retrabalhos. E a implantação do mesmo previne criação de sulcos erosivos, além de fornecer conforto para os alunos em dias de chuvas, contribuindo no trânsito por meio de prevenções de acidentes.

## Referências

BACK, Á. J. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina:** (com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: EPAGRI, 2013. 196p.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia:** Um Guia para a Iniciação Científica. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

DIAS, F. S.; ANTUNES, P. T. S. C. **Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos.** Curso de Engenharia Civil. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

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

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GOOGLE. **Google Earth.** Version 7.3.0. Datas das imagens 29 de julho de 2016. Orleans/SC. Acesso em: 22 ago. 2017.

LIRA, B. C. **O passo a passo do trabalho científico.** Petropolis, RJ: Vozes, 2014. 93p.

MONTES, R. M.; LEITE, J. F. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos cenário atual da bacia do Córrego Vaca – Brava Goiânia - GO.** 2008. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Engenharia, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

PEREIRA, G.; COAN, B. P. **Estimativa da vazão para futura instalação de um sistema de drenagem na rua de acesso ao Bloco F, localizado no Centro Universitário Barriga Verde – Unibave, em Orleans/SC.** 2015. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária

TARGA, M. S. et.al. **Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil.** *Ambi-Água*, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012.

UNIBAVE. **Mapa topográfico do Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.** Elaborado pelo curso de Engenharia Civil. Coordenado pelo professor Odir Coan. Orleans, 2012.

## ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE PET

**Gustavo Canever Boneli<sup>1</sup>; Márcio Mason<sup>1</sup>; Luiz Felipe Madeira<sup>1</sup>; Júlio Preve Machado<sup>1</sup>; Ana Sônia Mattos<sup>1</sup>; Camila Lopes Eckert<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Nutec. Unibave. juliopreve@hotmail.com.

**Resumo:** O resíduo do plástico Politereftalato de etileno (PET) representa um causador de prejuízos ambientais. No Brasil, índice de reciclagem desse material chegou a 51% em 2015. Ainda há demanda para a reciclagem deste resíduo. Diante disso, esta pesquisa buscou avaliar a adição de farelo (*flake*) de PET em misturas de concreto, de forma a buscar novas aplicações para esse resíduo. Esse material é proveniente da moagem de garrafas, embalagens e outros produtos feitos desse tipo de plástico. Para essa utilização, determinou-se o estudo com adição de três proporções de farelo de PET no traço do concreto: 3%, 10% e 20%. Os resultados obtidos indicaram que a resistência à compressão do concreto tem diminuído conforme o aumento da adição do material reciclado, possibilitando ao mesmo, sua aplicação em concretos para fins não estruturais.

**Palavras-chave:** Concreto. PET. Farelo. Flake.

### Introdução:

O Politereftalato de etileno (PET) é um produto que costuma ser utilizado para a produção de garrafas para bebidas e alimentos. Após a utilização desses produtos, o recipiente é descartado, gerando um resíduo. Segundo dados da ABIPET (2013), em 2011 o consumo de PET no Brasil foi de 572 kt (quilotoneladas), sendo que, deste montante, 515 kt foram utilizadas para a produção de embalagens para bebidas e alimentos. Segundo ABRELPE (2016), dentre os variados tipos de plásticos utilizados, os dados disponíveis informam que, a reciclagem de PET, diminuiu em 2015, ano o qual o índice de reciclagem foi de 51%.

Neste sentido há grande espaço na sociedade, para a expansão da reciclagem de PET, pois boa parte deste resíduo não é utilizada na reciclagem, sendo destinada para aterros sanitários, lixões e para o meio ambiente, podendo provocar grandes impactos ambientais, como poluição de solo e corpos hídricos, bem como causar prejuízos à fauna terrestre e aquática. Com a presente proposta, de aplicação na construção civil, reduz-se a quantidade de resíduo que realmente não seria aproveitada (ABRELPE, 2016).

Choi *et al.* (2005, apud BETAT, E.F.; PEREIRA, F.M.; VERNEY, J.C.K. de; 2009), descreve que o uso de plástico tipo PET como agregado para substituição de agregado miúdo na confecção de concretos, utilizando percentuais de 25, 50 e 75%, e três relações água/cimento (0,45, 0,49 e 0,53), provocou aumento na trabalhabilidade do concreto. Isso se deve pela relação de menor absorção de água do material.

Para avaliar a utilidade do concreto com material de PET, é necessário conhecer suas características, sendo a mais importante a resistência do concreto à compressão, que será um dos objetivos a serem estudados neste trabalho. Diante disso, este trabalho visa avaliar a possibilidade de reciclagem de PET, realocando-o em determinada proporção em misturas de concreto. Afim de obter este objetivo deve-se produzir os concretos com teores de 0%, 3%, 10% e 20% de PET; realizar o ensaio de consistência no estado fresco (*Slump Test*), realizar o ensaio de absorção de água no estado endurecido, bem como o ensaio de resistência à compressão.

### **Procedimentos Metodológicos**

Os procedimentos metodológicos adotados para elaboração desta análise foram uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de laboratório. O método de abordagem empregado foi o qualitativo e o quantitativo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros e trabalhos científicos. Conforme Cervo e Bervian (1996, p.48), “A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicada em documentos. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental”.

Marconi e Lakatos (2010, p.173) afirmam que, “a pesquisa de laboratório é um procedimento de investigação mais difícil, porém mais exato. Ela descreve e analisa o que será ou ocorrerá em situações controladas. Exige instrumental específico, preciso e ambientes adequados”.

Segundo Freixo (2012, p.175), “nos métodos quantitativos, a matemática surge como elemento essencial para se poder medir resultados”. Flick (2012, p.21) afirma que as abordagens quantitativas vêm sendo empregadas como ponto de partida para uma argumentação no sentido de justificar a utilização qualitativa. Sendo que o método qualitativo tem como a finalidade apontar as causas, pensamentos e consequências referentes a determinado assunto.

### Preparo do concreto

Foram elaborados para cada composição de concreto, três corpos-de-prova. Estes foram moldados em moldes metálicos cilíndricos, com 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, adensados manualmente com uma haste metálica de 600 mm de comprimento, com duas camadas de 10 golpes, seguindo os procedimentos da NBR 5738 (2015). As Figuras 1 (a) até (d) apresentam a moldagem dos corpos-de-prova sendo realizadas.

**Figura 1** – Preparo da massa e moldagem dos corpos de prova: A) Concreto pronto após mistura na betoneira; B) Colocação da massa, após *slump test*, nas formas; C) Regularização da superfície superior do corpo de prova; D) Etiquetagem para identificação de corpos de prova.



Fonte: Dos autores (2018).

A Tabela 1 apresenta a composição dos concretos produzidos.

**Tabela 1** – Composição dos concretos produzidos

Materiais	Composição dos concretos			
	C0%	C3%	C10%	C20%
<b>Cimento</b>	2265 g	2265 g	2265 g	2265 g
<b>Brita 1</b>	2125 g	2125 g	2125 g	2125 g
<b>Pedrisco</b>	3910 g	3910 g	3910 g	3910 g
<b>Água</b>	1,4 L	1,4 L	1,4 L	1,4 L
<b>Areia grossa</b>	3400 g	3400 g	3400 g	3400 g
<b>Areia fina</b>	1950 g	1950 g	1950 g	1950 g
<b>Farelo de PET</b>	0 g	67,95 g	226,5 g	453 g

Fonte: Dos autores (2018).

A sequência de adição dos materiais na betoneira para a sua mistura foram:

1. Adição de 100% de brita 1 e pedrisco;
2. Adição de 25% a 50% de água;
3. Adição de 50% de areia fina e grossa;
4. Adição de 100% de cimento;
5. Adição de 50% de areia fina e grossa;
6. Adição do restante de água;
7. Adição de 100% de farelo de PET.

A figura 2 apresenta o resíduo de PET sendo adicionado na betoneira, durante o preparo do concreto.

**Figura 2** – Adição do PET na betoneira durante a mistura do concreto



Fonte: Dos autores (2018).

### ***Ensaio de consistência (Slump test)***

Para a realização do ensaio de consistência, foram utilizados a forma tronco de cone, e a haste metálica de 600 mm de comprimento. Compactando o concreto dentro do cone, de forma manual através de três camadas com 25 golpes, o ensaio de consistência foi realizado seguindo as exigências da NBR NM 67 (1998). A Figura 3 apresenta o ensaio de consistência sendo realizado.

**Figura 3 – Realização do slump test**



Fonte: Dos autores (2018).

### ***Cura úmida dos corpos-de-prova***

Após 24 horas, os corpos-de-prova foram desmoldados e submetidos a cura úmida durante um período de 26 dias, conforme pode ser visualizado nas Figura 4 (a) e (b).

**Figura 4 – Desforma dos corpos de prova: A) Retirada das formas; B) Colocação em local coberto com água**



Fonte: Dos autores (2018).

### ***Ensaio de absorção de água***

Após 26 dias, os corpos-de-prova foram retirados do tanque d'água e pesados imediatamente para a obtenção da massa saturada ( $M_{sat}$ ). Após a obtenção da massa saturada, os corpos-de-prova foram armazenados no laboratório (local coberto), fora d'água, para a sua secagem em temperatura ambiente. Após 2 dias de secagem, os mesmos foram novamente submetidos ao processo de pesagem, para a

obtenção da massa seca ( $M_s$ ). Com a obtenção dos resultados de massa seca e saturada, a absorção d'água foi obtida conforme Equação 1.

$$\text{Absorção d'água} = \frac{M_{\text{sat}} - M_s}{M_s} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

### **Ensaio de compressão dos concretos**

Os ensaios de compressão dos corpos-de-prova de concreto foram realizados no laboratório de uma concreteira localizada no município de Braço do Norte (SC). Os equipamentos utilizados foram uma prensa hidráulica manual, da marca EMIC, modelo PCM 100, com manômetro digital. Além da prensa, uma retífica faceadora de 3 Hp, da marca Setor Ind. Também foi utilizado para nivelar a superfície dos corpos-de-prova, antes de colocá-los na prensa. As Figuras 5 (a) até (c) apresentam algumas etapas do ensaio de compressão.

**Figura 5** – Rompimento dos corpos de prova: A) Alinhamento da superfície; B) Corpos de prova com a superfície alinhada; C) Compressão dos corpos.



Fonte: Dos autores (2018).

## **Resultados e Discussão**

### **Ensaio de consistência (*Slump Test*)**

A Tabela 2 apresenta os resultados de consistência (*Slump Test*) dos concretos produzidos nesta pesquisa.

**Tabela 2 – Resultados do ensaio de consistência dos concretos**

Concreto	Medida do <i>slump test</i> (cm)
Referência	19,20
3%	19,00
10%	15,00
20%	0,00

Fonte: Dos autores (2018).

Analisando a Tabela 2 pode perceber que a presença dos resíduos de PET diminui a consistência dos concretos. Com a adição de 20% de PET, a consistência do concreto chegou a 0 enquanto o concreto de referência (0% de PET) teve uma consistência de 19,2 cm. Tais resultados podem ser justificados pela obstrução gerada pelos resíduos de PET na mobilidade dos constituintes do concreto.

### **Ensaio de absorção d'água**

A Tabela 3 apresenta os resultados de absorção de água dos corpos-de-prova após 28 dias de idade.

**Tabela 3 – Resultados da absorção d'água**

Tipo de concreto	Referência	3%	10%	20%
1	0,73	0,75	0,86	0,95
2	0,95	0,70	0,80	1,12
3	0,88	0,71	0,85	1,06
<b>Média</b>	<b>0,85</b>	<b>0,72</b>	<b>0,84</b>	<b>1,043</b>

Fonte: Dos autores (2018).

Analisando a Tabela 3 pode-se perceber que com a adição de até 3% de adição de PET, a absorção média de água foi de 0,72%, sendo menor que até o próprio concreto de referência (0,85%). Esse resultado é justificado pelo travamento ocorrido pelos resíduos de PET com os demais constituintes do concreto, ocasionando uma diminuição de poros. Com as adições de 10% e 20% de PET, os resultados médios de absorção de água aumentaram em função da maior dificuldade na compactação dos concretos, pela perda de consistência. Tal dificuldade implicou no aumento de poros internos e, conseqüentemente, aumento da absorção de água.

## Ensaio de compressão

A Tabela 4 apresenta os resultados dos ensaios de compressão.

**Tabela 4 – Resultados dos ensaios de compressão**

Tipo de concreto	Referência	3%	10%	20%
1	14,16	14,57	13,53	9,68
2	14,21	11,88	12,71	8,26
3	15,20	12,48	12,21	8,72
<b>Média</b>	<b>14,52</b>	<b>12,98</b>	<b>12,82</b>	<b>8,89</b>

Fonte: Dos autores (2018).

Analisando a Tabela 4 pode-se perceber uma queda na resistência à compressão dos concretos com a adição dos resíduos de PET. A menor variação de queda aconteceu entre os concretos de referência (14,52 MPa) e os concretos com 3% de resíduos (12,98 MPa) justificados pela menor porosidade obtida nos concretos com 3% de resíduos. Os concretos com 10% e 20% de resíduos de PET tiveram suas resistências diminuídas em função do aumento dos poros internos, identificados através dos ensaios de compressão.

## Considerações Finais

Diante dos impactos ambientais gerados pela existência dos resíduos de plástico Politereftalato de etileno (PET), esta pesquisa teve como objetivo avaliar a reciclagem do PET por meio da realocação em misturas de concreto. Trata-se de uma pesquisa de grande contribuição para cenário de otimização de impactos ambientais.

Neste contexto utilizou-se como metodologia principal, os resultados de compressão dos concretos. A resistência a compressão do concreto é um importante parâmetro de qualidade, que consiste na capacidade das peças de concreto absorver as tensões da compressão axial (HELENE; TERZIAN, 1992).

Os resultados desta pesquisa mostram que adição de resíduos de PET nos concretos numa proporção de até 3%, pode contribuir para a redução da absorção de água, dando ao mesmo um ganho de permeabilidade, com quedas na resistência à compressão que não superam 10%. A consistência com até 3% de resíduos de PET apresentou quedas em relação aos concretos de referência, que não superaram 3%. Porém, com o aumento das adições de resíduos para 10% e 20%, os prejuízos no

desempenho dos concretos foram maiores. Tais prejuízos podem ser justificados pelo fato de que o excesso de resíduos na mistura criou obstáculos a mobilidade dos constituintes do concreto, dificultando sua compactação, aumentando poros e diminuindo as resistências a compressão.

Foi possível perceber nos resultados obtidos, que a variação dos teores de resíduos de PET influenciou no comportamento dos concretos.

Dentre as limitações desta pesquisa, pode-se citar a realização de microscopias, afim de apresentar de forma mais precisa a variação de poros internos, embora o ensaio de absorção d'água traga este parâmetro.

Tais resultados contribuem para a sociedade em geral no sentido de perceber a possibilidade real de aplicação dos resíduos de PET nas misturas de concreto, otimizando os prejuízos ambientais. São resultados que servem também para a comunidade científica, para que futuros estudos possam ser realizados, testando novos teores de adições dos resíduos, gerando em torno de 2,5% a 5,0%.

## Referências

ABIPET - Associação Brasileira da Indústria do PET. **Indústria do PET no Brasil: Mercado, Perspectivas, Reciclagem.** 2013. Disponível em: <[www.abipet.org.br/indexAjax.html?method=baixarArquivo&id=392](http://www.abipet.org.br/indexAjax.html?method=baixarArquivo&id=392)>. Acesso em: 04 mar. 2018;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8953/2015. **Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** Rio de Janeiro, 2015;

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2016.** Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2018;

BETAT, E.F.; PEREIRA, F.M.; VERNEY, J.C.K. de. **Concretos produzidos com resíduos do beneficiamento de ágata: avaliação da resistência à compressão e do consumo de cimento.** 2009. Revista Matéria, v. 14, n. 3, pp. 1047 – 1060. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rmat/v14n3/a16v14n3.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018;

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica.** 4. ed. Santo André, SP: Makron Books do, 1996. 209 p.;

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p. Tradução de: Joice Elias Costa;

FREIXO, Manuel João Vaz. **Metodologia Científica: Fundamentos Métodos e Técnicas**. 4. ed. São Paulo: Instituto Piaget, 2012. (326);

HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. **Manual de Dosagem e Controle de Concreto**. 1ª ed. São Paulo: Pini, 1992;

LIMA, C. I. V.; COUTINHO, C. T. D.; AZEVEDO, G. G. C.; BARROS, T. Y. G.; TAUBER T. C.; DE LIMA, S. F. **Concreto e suas inovações**. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/viewFile/1285/755>>. Acesso em: 04 mar. 2018;

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.;

SILVA, T. de C., MIRANDA, L. F. **Estudo comparativo das propriedades do poli(tereftalato de etileno) virgem e reciclado**. 2003. Universidade Mackenzie, Departamento de Engenharia de Materiais, São Paulo. Disponível em: <[http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/EE/Revista\\_on\\_line/Estudo\\_Comparativo\\_Poli.pdf](http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/EE/Revista_on_line/Estudo_Comparativo_Poli.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2018;

MODRO, N.L.R., MODRO, N.R., MODRO, N.R'., OLIVEIRA, A.P.N. **Avaliação de concreto de cimento Portland contendo resíduos de PET**. 2009. Revista Matéria, v. 14, n. 1, pp. 725-736. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762009000100007&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762009000100007&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 02 jun. 2018.

## ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DE UM LAVADOR DE GÁS EXPERIMENTAL DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA EM URUSSANGA EXTREMO SUL DE SANTA CATARINA

Graziela Elias<sup>1</sup>; Franciéle Burgrever<sup>1</sup>; Ana Sônia Mattos<sup>1</sup>; Camila Lopes Eckert<sup>1</sup>; Glauceca Warmeling Duarte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisa em Engenharia e Tecnologia. UNIBAVE. nutec@unibave.net

**Resumo:** Existe atualmente uma preocupação em minimizar a emissão de poluentes considerados prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. A indústria metalúrgica se destaca negativamente neste cenário, já que é uma das principais fontes de emissão destes poluentes, principalmente na geração de materiais particulados. Uma das alternativas para a mitigação deste problema é a utilização de equipamentos de controle de poluentes atmosféricos, como os lavadores de gases. O presente estudo tem como objetivo conhecer o funcionamento e eficiência de um lavador de gás experimental implantado em uma indústria metalúrgica localizada no município de Urussanga, Extremo Sul de Santa Catarina. O equipamento atendeu as necessidades da empresa, no que diz respeito a dimensionamento no espaço disponível, com funcionamento simples que não exige o uso de tecnologia avançada e apresentou uma eficiência de 91%, comparável a equipamentos de mercado.

**Palavras-chave:** Poluentes atmosféricos. Indústria metalúrgica. Lavador de gás.

### Introdução:

Atmosfera é a camada gasosa que envolve a Terra e é essencial para a vida no planeta. De acordo com João Gomes (2010), atmosfera é uma mistura de gases, vapores de água e poeira. O autor ainda menciona que a composição típica maioritária da atmosfera é: 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 0,93% de argônio, 0,03% de dióxido de carbono e cerca 0,04% de traços de outros gases, que descrevem a composição química do ar considerado “puro”.

A deturpação da qualidade do ar caracteriza-se como poluição atmosférica, causada por poluentes que são conceituados pela Resolução Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 03/90, como toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público,

danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

O grau de poluição atmosférica é determinado pela quantidade de substâncias poluentes presente no ar. De acordo Quintanilha (2009), os grupos de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, adotados universalmente em razão da frequência de ocorrência e de seus efeitos adversos, são: Material particulado (MP); Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); Monóxido de carbono (CO); Ozônio e Oxidantes fotoquímicos (O<sub>3</sub>); Hidrocarbonetos (HC); Óxido de Nitrogênio (NO) e Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>).

Carvalho (2008), explica que a poluição atmosférica apresenta um caráter transfronteiriço, e cita que:

[...] os efeitos danosos decorrentes das emissões de poluentes não são somente prejudiciais ao local e a população da fonte originária, pois transbordam para além destas fronteiras, atingindo outras populações e, configuram, assim, um problema internacional.

A poluição atmosférica antropogênica é a principal responsável pela degradação do ar ambiental. Gomes (2010) destaca que as principais fontes são: transportes, aquecimentos domésticos, atividades agrícolas e domésticas e industriais. Derisio (2012) classifica tais fontes de poluição em: fixas ou estacionárias - as indústrias são as fontes mais significativas ou de maior potencial desse tipo; e moveis – são constituídas pelos veículos automotores, somados aos trens, aviões e embarcações marinhas

Dentre as fontes poluidoras, as do tipo industriais apresentam problemas específicos, visto que, as emissões são características do processo de fabricação, (DERISIO, 2012). Contudo, certas indústrias, como as metalúrgicas, destacam-se quanto ao potencial de poluição atmosférica.

A natureza da atividade metalúrgica de acordo com Derisio (2012) inclui as fundições primárias, que produzem o metal do minério, e as fundições secundárias, que recuperam o metal de sucatas e refugos e produzem ligas e lingotes. O autor ainda aponta os tipos de poluentes gerados por esta categoria como:

[...] fumos de óxidos metálicos, poeira e produtos de combustão de operação de fusão, dependendo da volatilidade e impurezas dos metais, sucata ou minérios; e dióxido de enxofre, CO<sub>2</sub>, CO e outros gases, dependendo do conteúdo do enxofre no minério, no carvão e no combustível utilizado.

Uma forma de mitigar os efeitos causados pelos processos industriais é a utilização dos equipamentos de controle de poluentes atmosféricos. Derisio (2012) descreve estes equipamentos, como dispositivos que visam remover os poluentes antes que estes sejam lançados na atmosfera.

Uma alternativa para o controle de emissão destes poluentes são os dispositivos que visam remover o contaminante do ar após ser captado junto à fonte geradora. O mais utilizado pela indústria é o lavador de gás, que é muito eficaz na retenção do poluente mais abundante em um processo de fundição denominado de material particulado. Este material é a parte sólida do gás, e são constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que planam na atmosfera em virtude de suas partículas apresentarem tamanho pequeno (QUINTANILHA, 2009).

Quadros et al., (2008), conceitua lavadores de gases como:

[...] equipamentos de tratamento de correntes gasosas cuja eficiência depende do contato íntimo do efluente gasoso e o líquido de lavagem. O poluente a remover, seja ele gasoso ou material particulado é agregado ao líquido por impactação inercial ou por absorção. O efluente gasoso a tratar geralmente passa pelo líquido nebulizado em contracorrente. O líquido de lavagem pode ser constituído de água ou de uma solução que intensifique a afinidade com os compostos a remover. Há diversas categorias de lavadores de gases, subdivididas pela configuração física do equipamento e da maneira com que ocorre este contato entre efluente e líquido de lavagem.

Ainda segundo a autora, a principal vantagem do lavador de gás é o poder de tratar uma grande quantidade de efluente gasoso e cargas variáveis, e como desvantagem cita-se o tratamento do meio líquido usado para lavar o gás e reter o material particulado.

O objetivo deste trabalho é apresentar o funcionamento e eficiência de um lavador de gás experimental em uma indústria metalúrgica, localizada no município de Urussanga, Extremo Sul de Santa Catarina, por meio do reconhecimento do processo de fundição e do detalhamento das dimensões e estrutura do equipamento. Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, seguiram-se três etapas: (1) Reconhecimento do processo produtivo da fundição da empresa; (2) Descrição do funcionamento do lavador de gás experimental; (3) Determinação da eficiência do lavador de gás experimental.

## Procedimentos Metodológico

Este trabalho foi realizado na fundição de uma indústria metalúrgica localizada no município de Urussanga, Extremo Sul de Santa Catarina. A indústria possui cerca de 15000 m<sup>2</sup>, dos quais 1200 m<sup>2</sup> constituem a área da fundição.

Dentre os processos desenvolvidos na fundição da empresa estão à fusão, moldagem e vazamento de ferro para fabricação de peças de fogão a lenha.

O reconhecimento do processo produtivo contempla a matéria-prima, tipo de forno, linhas de moldagem, além dos equipamentos de controle de poluentes atmosféricos que fazem parte da fundição.

Nesta etapa foram realizadas visitas exploratórias a empresa e entrevistas com funcionários, o que possibilitou a elaboração de um fluxograma e de um layout com as principais etapas das atividades realizadas na fundição da metalúrgica.

A partir desses dados, foram realizados cálculos da área do tubo e da velocidade que o fluxo de gás entra no lavador, utilizando a formula da Vazão (Q):

$$Q = A \cdot V \quad A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Onde Q é a vazão, V é a velocidade, A é a área e D é o diâmetro.

Para calcular a eficiência do lavador de gás experimental foi realizada a coleta do material particulado a jusante e a montante do equipamento. A determinação da eficiência do equipamento realizou-se a partir da coleta do material particulado através de um material filtrante colocado na entrada e na saída do equipamento. A quantidade de material particulado captado foi determinada por meio da pesagem antes e depois da instalação do material coletor, expressa em gramas (g). O filtro permaneceu no lavador de gás experimental, durante o intervalo de tempo que acontece a fusão total do metal no forno, cerca de uma hora. A eficiência do equipamento foi calculada por meio da equação apresentada por Mucciaccito, (2012):

$$n = \frac{(X_i - X_f) \times 100}{X_i}$$

Onde:  $n$  é a eficiência de controle (%);  $X_i$  é a quantidade de poluentes existentes na entrada do ECP;  $X_f$  é a quantidade de poluentes existentes no fluxo gasoso após o ECP e  $(X_i - X_f)$  é a quantidade de poluentes coletado pelo ECP

## Resultados e Discussão

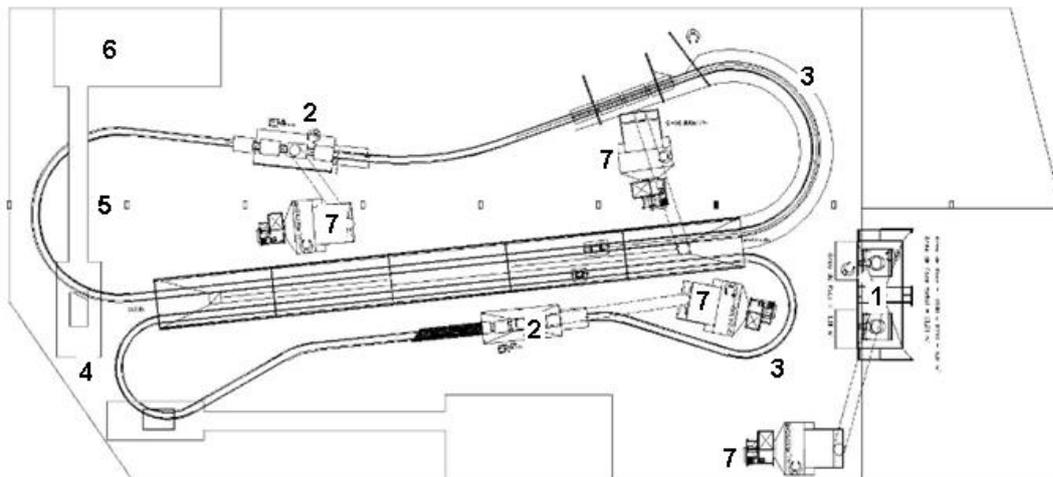
As atividades desenvolvidas na fundição da metalúrgica tem início com a fusão da matéria-prima em fornos de indução elétrica. A matéria-prima utilizada para alimentar os fornos é formada por 70% de sucata de aço, 20% de retorno de processos e 10% de ferro gusa (Figura 1). Após a fusão o metal é envazado em moldes de Cold Box (uma mistura de areia e resinas) onde toma a forma da peça desejada.

**Figura 1** - Matéria-prima utilizada na fundição da metalúrgica.

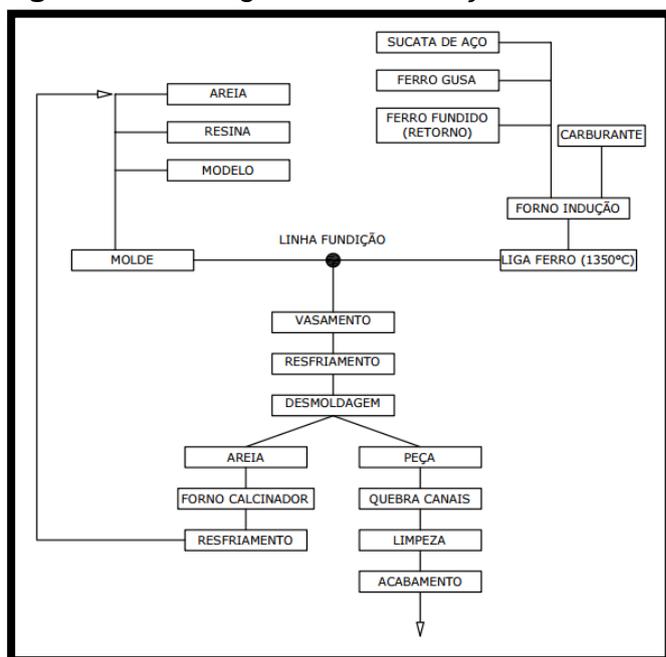


Fonte: Autor (2017)

O resfriamento acontece na sequência da linha de produção, quando a peça atinge a temperatura ambiente é desmoldada e separada dos canais de alimentação e da areia. O canal volta a ser matéria-prima (retorno), a peça segue para rebarbação/acabamento e a areia volta ao ciclo de moldagem. A Figura 2 mostra o layout de fundição da metalúrgica e a Figura 3 mostra o fluxograma da fundição.

**Figura 2 - Layout da fundição.**


- 1- Forno de indução elétrica
  - 2- Cabine de vazamento
  - 3- Linhas
  - 4- Área de desmoldagem
  - 5- Correia transportadora de areia
  - 6- Área de moldagem
  - 7- Equipamentos de controle de poluentes
- Fonte: Autor (2017).

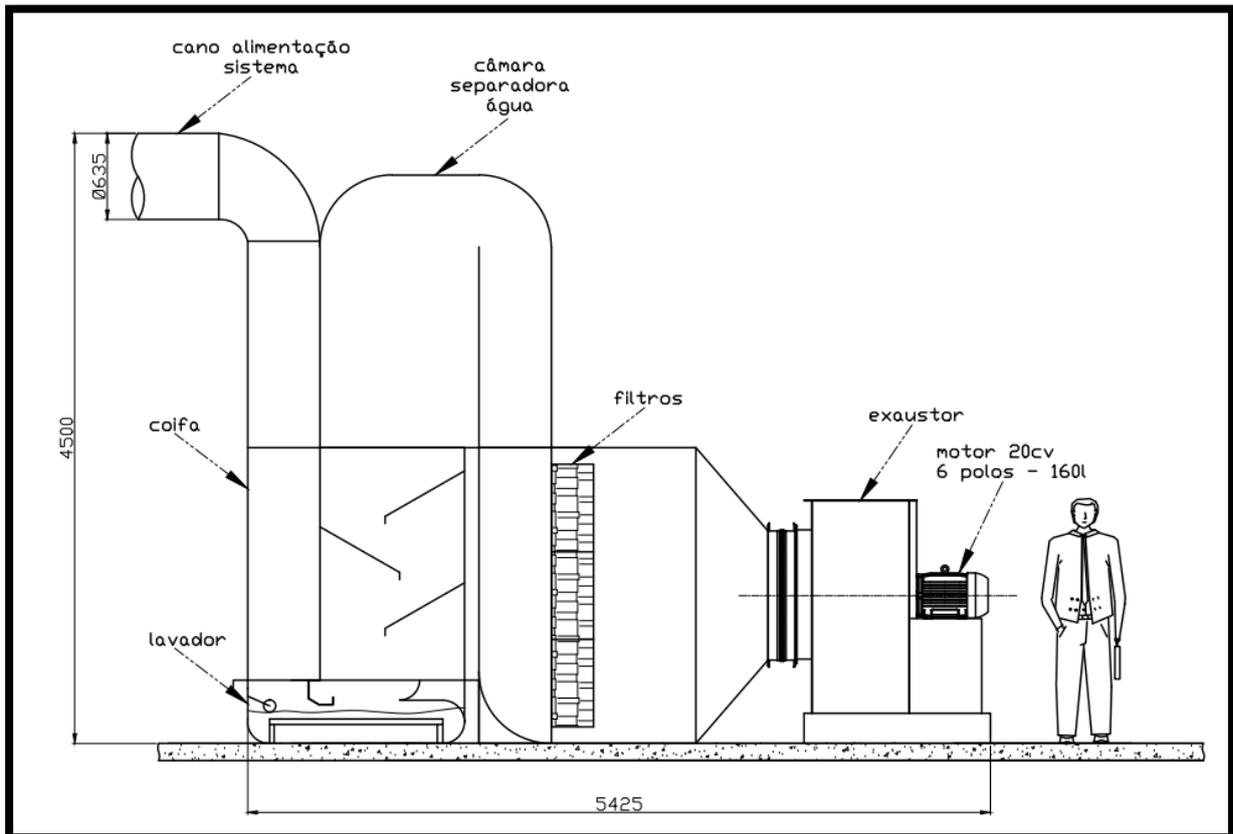
**Figura 3 – Fluxograma da Fundição**


Fonte: Autor (2017).

No processo de fundição da metalúrgica a fonte mais expressiva de emissão de poluente atmosférico são os gases provenientes da fusão dos metais intercorrido nos fornos.

O equipamento de controle de poluentes atmosféricos optado pela empresa é o lavador de gás experimental. O equipamento foi desenvolvido por uma empresa terceirizada em conjunto com a metalúrgica, em condições atribuídas ao espaço disponível para instalação. Desta maneira calculou-se o dimensionamento adequado do equipamento para sua implantação e seus componentes, conforme Figura 4.

**Figura 4** - Dimensões e componentes do lavador de gás experimental.



Fonte: Projeto da empresa

O lavador de gás experimental utiliza água como meio principal para remover do fluxo de gases os poluentes provenientes dos fornos da fundição, principalmente o material particulado. A Figura 5 detalha o funcionamento do equipamento.

Funcionamento: O gás é aspirado pelo exaustor e dará entrada pela tubulação no sentido à coifa a uma velocidade de 31,55 m/s valor encontrado pela seguinte fórmula:

Dados:  $D = 635 \text{ mm} = 0,635 \text{ m}$ ;  $Q = 36000 \text{ m}^3/\text{h} = 10\text{m}^3/\text{s}$ .

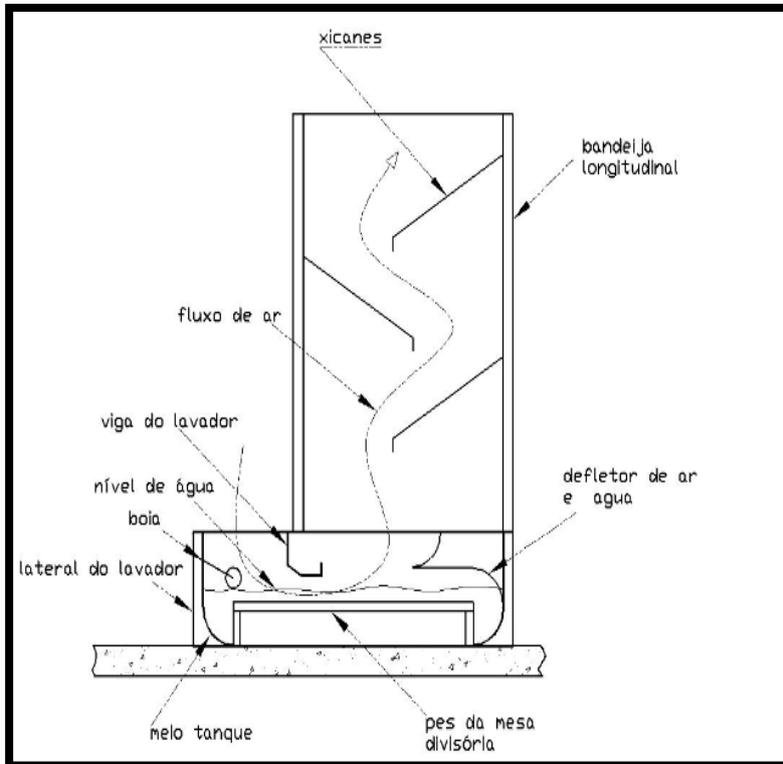
$$A = \frac{\pi \cdot (0,635)^2}{4}$$

$$A = 0,317 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{10}{0,317}$$

$$V = 31,55 \text{ m/s}$$

**Figura 5** - Funcionamento do lavador de gás experimental



Fonte: Autor (2017)

O gás passará no espaço entre a viga e a água dentro do tanque do lavador. Neste espaço a área é menor, portanto, a velocidade aumentará, conforme cálculo a seguir:

Dados: altura (h) = 55 mm = 0,055 m; largura (l) = 2 m e Q = 36000 m<sup>3</sup>/h = 10m<sup>3</sup>/s.

$$A = B \cdot h$$

$$A = 2 \cdot 0,055$$

$$A = 0,11 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{10}{0,11}$$

$$V = 91 \text{ m/s}$$

Com a diminuição da área a velocidade quase triplicou, e passa pela viga a 91 m/s, ao ponto de causar um turbilhão quando colide com a água no tanque do lavador,

no qual o gás será “lavado” e o material particulado ficará retido até decantar e ser separado da água. O fluxo de gás segue para câmara separadora de água, onde as chicanes impedem que o líquido seja levado para o filtro devido a toda agitação causada pelo impacto do gás com na água. O filtro utilizado é do tipo absoluto que não deixam passar partículas maiores do que 0,5 microns. Por fim, depois de filtrado o gás é emitido para atmosfera, o material sólido é destinado ao aterro sanitário do município e a água é coletada para tratamento por uma empresa especializada.

A eficiência de coleta de um equipamento de controle de poluição atmosférico indica a quantidade de poluentes que o equipamento remove ou tem capacidade de remover (MUCCIACITO, 2012).

A eficiência do lavador de gás experimental foi determinada por meio dos dados coletados da amostra, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Dados da amostragem para determinação de eficiência do lavador de gás experimental

<b>Na entrada do lavador de gás</b>		
<b>Peso inicial das amostras (gramas)</b>	<b>Peso depois de 1 hora (gramas)</b>	<b>Total de material particulado coletado (gramas)</b>
4260	5001	741
<b>Na saída do lavador de gás</b>		
4260	4357	61

Fonte: Autor

Cálculo:

$$n = \frac{741 - 61}{741} \times 100$$

$$n = 91,77\%$$

O resultado obtido ainda pode sofrer variações, visto que, o fluxo de gás passará pelo filtro do lavador de gás.

## Considerações Finais

O lavador de gás experimental utilizado pela indústria metalúrgica mostrou-se uma alternativa satisfatória no uso para redução de emissão de poluentes na atmosfera, principalmente de materiais particulados.

A principal fonte de emissão de poluentes verificados na metalúrgica é oriunda do processo de fundição, com a fusão dos metais utilizados na alimentação dos fornos de indução elétrica.

O lavador de gás experimental atende as necessidades da empresa, no que diz respeito a dimensionamento no espaço disponível, tornando-se vantajoso devido à possibilidade de ajustes em sua estrutura e dimensão. Seu funcionamento é simples e não exige o uso de tecnologia avançada.

A eficiência do lavador de gás experimental atingiu o resultado desejado, com cerca de 90%, parâmetro alcançado pelo lavador de gás do tipo venturi. A coleta do material para determinação da eficiência não foi feita em loco, foi realizada pelos responsáveis da empresa e os dados foram repassados para os cálculos apresentados.

A preocupação em se buscar meios de conter o avanço da poluição atmosférica é extremamente relevante, especialmente em relação à saúde e bem-estar de todos. Há alternativas disponíveis no mercado para o controle de todos os tipos de poluentes, mas, a realidade econômica das empresas muitas vezes se torna um tabu na evolução dessas práticas sustentáveis. Neste momento, a engenharia pode suprir esta carência e fazer o seu papel, que é encontrar e até mesmo inventar alternativas que amenizem estas dificuldades.

## Referências

CARVALHO, M. B. F. de. **Poluição atmosférica e mudanças climáticas**. 2008. Disponível em: <[http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio\\_resumo2009/relatorio/dir/mariana\\_carvalho.pdf](http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2009/relatorio/dir/mariana_carvalho.pdf)> Acesso em: 22 de ago. 2018.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: 4ª edição atualizada, Oficina Textos, 2012.

GOMES, J. **Poluição atmosférica** – Um manual universitário. Engebook, 2ª edição. Praça da Corujeira-Porto, 2010.

MUCCIACITO, J. C. Poluição do ar por processos industriais, um problema a ser resolvido. **Revista Meio Filtrante**. 2009.

QUADROS, M. E. et al. **Avaliação da eficiência de sistemas de tratamento de correntes gasosas em termos da redução de concentração odorante**. XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, At Belém do Pará, PA, 2008.

QUINTANILHA, L. O universo das emissões Atmosféricas e a atuação industrial. **Revista Meio Ambiente Industrial**, 2009.

## ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DO RIO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇO UTILIZADA PARA ABASTECIMENTO DA LOCALIDADE DE BRUSQUE DO SUL NO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

Daniely Gonçalves<sup>1</sup>; Fernando Scremin<sup>2</sup>; Jéssica de Oliveira<sup>3</sup>; Maiane Virgínio<sup>4</sup>; Rossano Umberto Comelli<sup>5</sup>; Carlos Eduardo Favaretto Menossi<sup>6</sup>

<sup>1</sup>NUTEC – Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. danielego\_@hotmail.com

<sup>2</sup>NUTEC – Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. fernandoas@hotmail.com

<sup>3</sup>NUTEC – Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. jessica\_lm@hotmail.com

<sup>4</sup>NUTEC – Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. maaaysilva@hotmail.com

<sup>5</sup>Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. rossano.comelli@terra.com.br

<sup>6</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM. eduardomenossi@yahoo.com.br

**Resumo:** Atualmente assuntos voltados à potabilidade da água tornam-se de suma importância, uma vez que, padrões e parâmetros estabelecidos por lei, devem ser seguidos, em todos os âmbitos. Além disso, ao apresentarem-se fora dos parâmetros exigidos, a água poderá agregar uma série de complicações, muitas vezes, nocivas à saúde humana. No presente trabalho serão apresentados resultados de parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados no rio e no poço da comunidade de Brusque do Sul na cidade de Orleans/SC. Inclusive as possíveis fontes de contaminação e formas de tornar essa água ideal para o consumo. O objetivo deste artigo é verificar a influência que o rio tem sobre o poço, para tal, foi efetuado um monitoramento no período de chuva e estiagem e realizaram-se análises de cor, turbidez, ferro, alumínio, coliformes totais e *Escherichia coli* que comprovaram que o rio exerce influência no poço através da osmose.

**Palavras-chave:** Qualidade da água. Parâmetros microbiológicos. Parâmetros físico-químicos.

### Introdução

A água é o bem mais precioso do ser humano e há tempos atrás era considerada um recurso natural infinito, utilizado de forma exacerbada. Porém hoje sabe-se que esse recurso é finito, em termos de qualidade, ou seja, potabilidade.

No século passado as cidades e as indústrias eram construídas próximas aos rios, para facilitar o abastecimento e funcionamento destas, trazendo, dessa forma, problemas para sua potabilidade, que nos causam prejuízos até os dias atuais. A Organização Mundial da Saúde – OMS estima que cerca de 2 milhões de pessoas no ano morrem devido a ingestão de água contaminada (OMS, 2015).

Tendo isso em mente, pode-se dizer que interferências nas características da água são resultados de fatores antrópicos e naturais, conseqüentemente, modificando as propriedades físico-químicas e biológicas dos recursos hídricos e comprometendo sua potabilidade. Os parâmetros visíveis são cor e turbidez relacionados aos processos erosivos superficiais ou de canal fluvial (LUÍZ; PINTO; SCHEFFER, 2012). Já parâmetros químicos precisam de análises laboratoriais para serem identificados.

Para abastecimento das cidades poços profundos são escavados para que ocorra o afloramento da água e então esta é analisada sua potabilidade para consumo. Pesquisando no aplicativo para Android da ANA – Agência Nacional de Águas – constata-se que o município de Orleans possui três poços que fornecem água ao município, sendo um deles, o poço profundo de Brusque do Sul.

Tendo isso em vista, esse trabalho tem como objetivo identificar se o poço utilizado para abastecimento da população local sofre algum tipo de influência do Rio Brusque do Sul que está muito próximo a ele. Para isso, foram efetuadas análises em períodos de estiagem e chuvosos.

### **Procedimentos Metodológicos**

O trabalho foi desenvolvido através da metodologia de pesquisa e da coleta de água na comunidade de Brusque do Sul com o objetivo de verificar se realmente há influência do rio no poço e de que maneira afeta a qualidade deste, apresentando maneiras de eliminar possíveis poluentes.

A comunidade localizada no interior do município de Orleans/ SC possui cerca de 110 famílias residentes. Brusque do Sul detém de uma grande importância cultural para o município e região.

No princípio, as terras onde localiza-se a comunidade de Brusque do Sul, eram um vale escuro com uma mata muito espessa e fechada, e era habitada por índios botocudos, os chamados bugres. Este vale, até a chegada dos colonos tinha fama de banditismo, pois servia de refúgio para bandidos fugidos principalmente de Laguna e Tubarão. Por isso era chamado de Brusca (palavra do dialeto italiano que significa lugar escuro). Situada à beira do caminho das tropas da Serra do Imaruí, em pouco tempo Brusque tornou-se um expressivo povoado com significativo centro comercial. Atraídos pelas terras férteis dirigiram-se para o vale os primeiros moradores de origem alemã e brasileira. As primeiras famílias a habitar a região foram: Lorenzetti, Flor, Chipa, Cordioli, Heising, Borba, Nascimento (BRUSQUE DS, 2010).

Nos primórdios o trabalho dos moradores da região era o corte de árvores que eram utilizadas para a construção de suas próprias moradias. Depois de instalados, e de conquistadas áreas para plantio, é que começavam o cultivo de milho, feijão, arroz, batata-doce, cana de açúcar e mandioca. Tempos depois deram início a prática de criação de suínos trazidos da serra pelos tropeiros que desciam a Serra do Imaruí (BRUQUE DS, 2010).

Atualmente a comunidade conta com 770 moradores e a maioria pratica a agricultura familiar com o plantio de fumo, milho, feijão e, também, a criação de bovinos e granjas de suínos.

As amostras coletadas são de água bruta, ou seja, sem tratamento, do rio Brusque do Sul, conforme Figura 1, e do poço profundo, conforme demonstrado na Figura 2.

As coletas foram realizadas no dia 22/05/2018, após um período de trinta dias sem chuva, e no dia 14/06/2018, quando havia ocorrido precipitação no dia anterior e na manhã do dia da coleta.

**Figura 1** – Rio Brusque do Sul.



Fonte: Autor (2018).

**Figura 2** – Poço artesiano.



Fonte: Autor (2018).

O local exato da coleta de água do Rio Brusque do Sul está localizado nas coordenadas  $28^{\circ}16'15,60''S$  e  $49^{\circ}23'29,53''O$ , e a realização desta pode-se observar na Figura 3. Já a localização do poço artesiano está nas coordenadas  $28^{\circ}14'53,23''S$  e  $49^{\circ}23'12,79''O$ , podendo-se observar o momento na coleta na Figura 4 e o mesmo possui 124 metros de profundidade.

**Figura 3** – Coleta da amostra da água do rio.



Fonte: Autor (2018).

**Figura 4** – Coleta da amostra da água do poço.



Fonte: Autor (2018).

Todas as análises foram realizadas no laboratório do Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental – CISAM SUL, localizado na Rua Agenor Loli no bairro Corridas em Orleans/SC.

A análise de cor foi realizada conforme norma SMEWW (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) 2120-C no colorímetro da marca DIGIMED e a de turbidez conforme norma SMEWW 2130-B no turbidímetro modelo 2100Q modules da HACH.

As análises de ferro e alumínio foram realizadas no equipamento de Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES) da marca Agilent Technologies conforme metodologia de preparação SMEWW 3030E e determinação SMEWW 3120B.

### **Resultados e discussão**

A resolução do CONAMA nº 396 de 2008 faz o enquadramento de águas subterrâneas e a Portaria nº 2914 de 2011, atualizada para Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 estabelece valores máximos permitidos de substâncias presentes na

água para o consumo humano. Estes valores são elaborados com intuito de determinar concentrações de poluentes que prejudiquem a saúde humana.

Os valores máximos permitidos (VMP) são 15 mgPt-Co/L de cor, 5 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez) de turbidez, 0,3 mg/L para Ferro e 0,2 mg/L para Alumínio. A legislação não determina Valor Máximo Permitido de coliformes totais e *Escherichia coli* sendo assim determinado como aceitável apenas a ausência destes (MS, 2011).

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos com as análises das águas do Rio Brusque do Sul e do poço, respectivamente.

**Tabela 1** – Resultado das análises desenvolvidas na água do Rio Brusque do Sul.

Ensaio	VMP*	Resultado (Período de Estiagem)	Resultado (Período de Chuva)
Cor	15 mgPt-Co/L	27,7	152
Turbidez	5 NTU	4,4	78,8
Ferro	0,3 mg/L	0,63	1,052
Alumínio	0,2 mg/L	0,281	1,112
Coliformes Totais	Ausente	Presente	Presente
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Presente	Presente

FONTE: Autor (2018).

**Tabela 2** – Resultado das análises desenvolvidas na água do Poço.

Ensaio	VMP*	Resultado (Período de Estiagem)	Resultado (Período de Chuva)
Cor	15 mgPt-Co/L	2,4	46
Turbidez	5 NTU	1,95	9,75
Ferro	0,3 mg/L	0,49	1,549
Alumínio	0,2 mg/L	0,015	0,018
Coliformes Totais	Ausente	Presente	Presente
<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausente	Ausente

FONTE: Autor (2018).

Verificando a Tabela 1 e Tabela 2 pode-se perceber que há a presença de metais, grande índice de cor e turbidez e que, conforme a ocorrência de chuvas esses valores tendem a aumentar. Inclusive, ocorre a presença do grupo de bactérias coliformes.

De acordo com as análises, os resultados obtidos apresentam-se fora dos padrões estabelecidos. Pode-se observar que na água do Rio Brusque do Sul houve uma grande variação dos valores no período de chuva, sendo a cor 152 mgPt-Co/L, turbidez de 78,8 NTU, ferro 1,052 mg/L e alumínio 1,112 mg/L e no período de

estiagem os valores foram de 27,7 mgPt-Co/L de cor, 4,4 de turbidez, 0,63 mg/L de ferro, 0,2 mg/L de alumínio e que houve presença de coliformes e *E-coli*. Sendo que, os valores permitidos são 15 mgPt-Co/L de cor, 5 NTU de turbidez, 0,3 mg/L de ferro e 0,2 mg/L e ausência para coliformes e *E-coli*.

Na água de poço os valores no período de chuva foram 46 mgPt-Co/L de cor, 9,75 NTU de turbidez, 1,549 mg/L de ferro e no período de estiagem os valores de cor, turbidez e alumínio estão dentro dos parâmetros e concentração de 0,49 mg/L de ferro sendo que o permitido é de 0,3 mg/L.

A variação da cor ocorre devido à presença de substâncias dissolvidas de origem mineral e orgânica que acarretam em coloração; já a turbidez é o indicador de presença de materiais em suspensão (FUNASA, 2014). A presença de cor normalmente indica presença de metais pesados como ferro, manganês e matéria orgânica enquanto que a turbidez é resultado da erosão das margens dos rios. Boa parte do percurso do rio está ausente de mata ciliar e há predominância de atividades agrícolas e criação de bovinos sendo realizadas próximas ao leito do rio, sendo assim, estas podem alterar relevantemente a qualidade deste recurso hídrico.

A presença de metais ocorre devido à lixiviação do solo que delimita o rio e o poço, aumentando a carga de partículas presentes nestes e causando o acúmulo de substâncias minerais no corpo d'água. Inclusive, segundo a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2014, p. 39) “Durante os períodos chuvosos, a lixiviação dos solos acarreta o carreamento de fezes humanas aos corpos d'água, consolidando a associação entre a turbidez e a perspectiva de transmissão de várias moléstias.”.

Coliformes totais e fecais, também conhecidos como “termotolerantes” por suportarem altas temperaturas, são bactérias que causam doenças (exceto quando estão no trato digestivo) e que são provenientes das excreções humanas e de animais. Estas quando presentes no solo podem ser arrastados através da precipitação cerca de 50 metros de distância atingindo poços e mananciais nesse raio. Dentre os micro-organismos presentes nos mananciais, a bactéria *Escherichia coli* é comumente encontrada na água e algumas produzem enterotoxinas que causa diarreia (OLIVEIRA et al, 2015).

De acordo com Vitó et al (2016, p. 69 apud Corcóvia; Celligoi, 2012) “Em alguns casos, águas ricas em íons  $Fe^{3+}$ , podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar.”

Os minerais contidos nas rochas responsáveis pela dissolução de ferro são, principalmente, os óxidos de ferro (hematita) e os carbonatos (siderita), porém, outros, tais como faiolita ( $\text{FeSiO}_4$ ), pirita ( $\text{FeS}_2$ ), pirolita ( $\text{FeS}$ ), hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), limonita ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) e magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) também podem contribuir para a presença de ferro nas águas. (RAMOS, 2010, p. 2).

Como visto anteriormente nas Tabelas 1 e 2, há uma certa influência do rio na qualidade da água de poço, isso pode estar ocorrendo devido à osmose, processo pelo qual ocorre a passagem da água de um meio menos concentrado para outro mais concentrado, através de uma membrana semipermeável buscando o equilíbrio (MAGALHÃES, 2018). Dessa forma, quando chove, a água fica saturada na superfície e ocorre a infiltração lateral, até o poço, buscando a estabilização.

A contaminação do poço por coliformes e *Escherichia coli* não é comum, pois este não tem contato com a superfície, dessa forma, como o contágio se deve a presença de fezes animais carregados pela água da chuva através do escoamento, essa situação fica inviável. Assim, através da osmose que ocorre do rio com o poço é que pode estar ocorrendo a presença dessas bactérias e assim, alterando a qualidade da água de consumo.

### ***Doenças causadas pela ingestão de água contaminada***

A carência de ferro no organismo causa anemia e o seu excesso também origina problemas à saúde, como a doença hemocromatose que causa cirrose, insuficiência cardíaca, diabetes, escurecimento da pele e infertilidade (TUA SAÚDE, 2018).

A respeito da presença de alumínio na água segundo Cleto (2008, p. 03), se um indivíduo saudável ingerir alumínio, este será eliminado sem qualquer problema, porém indivíduos que possuem insuficiência renal ou elevada exposição a este metal terão complicações.

O consumo de água frequente com altas concentrações de alumínio pode induzir a sérios problemas de saúde como: demência, danos ao sistema nervoso central, perda de memória, surdez, fortes tremores, dores musculares, cólicas, fraqueza ou inapetência. Muitas pesquisas sugerem que a presença de alumínio possa estar relacionada com a doença de Alzheimer, embora que esta suposição não tenha comprovação conclusiva. No entanto, nenhuma doença está relacionada com uma deficiência de alumínio no organismo (CLETO, 2008).

A presença de *Escherichia coli* é usada para avaliar a qualidade da água e indicar a contaminação por fezes, sendo esta muito importante, uma vez que permite a prevenção de doenças que são transmitidas pelos dejetos animais e humanos. Vale destacar que essa bactéria não causa problemas à saúde quando está no intestino, pois é normal nesse local. Todavia, algumas variantes podem desencadear distúrbios gastrointestinais caracterizados por diarreia aquosa, infecções urinárias, pneumonias e meningites (DOS SANTOS, 2016).

### **Tratamento e Soluções**

Os tratamentos e/ou soluções que precisam ser desenvolvidos para descontaminação da água são dependentes dos resultados encontrados na análise da mesma, ou seja, para cada item em desconformidade com a norma, sugere-se tratamentos específicos.

No caso do ferro, para sua eliminação da água há três alternativas principais: agente complexante (normalmente utilizado o phoslan), que também são chamados de ionóforos (transportadores de íons), que podem ser substâncias orgânicas cíclicas ou acíclicas contendo átomos como oxigênio, nitrogênio, enxofre, etc., que possuem elétrons livres (OH LIN; THOME XAVIER BRITO, 1998). Este método é utilizado pelo SAMAE de Orleans/SC com intuito de corrigir o problema do ferro no poço de Brusque do Sul/SC. Segundo a Portaria 2914 (2011) o elemento ferro a partir do momento que é complexado passa a possuir limite de concentração de 2,4 mg/L.

Outro método que pode ser utilizado é a pré-cloração da água, que é feita no momento em que a água bruta chega à estação, onde o cloro é adicionado para auxiliar a remoção de matéria orgânica e metais.

Por fim, o método SALTA-Z (Solução Alternativa Coletiva Simplificada de Tratamento de Água) também é considerada uma ótima alternativa, trata-se de sistema constituído por filtro, pré-cloração e pós-cloração desenvolvido pela FUNASA, conforme mostra a Figura 5.

**Figura 5** – Ilustração física da SALTA-Z para tratamento de águas superficiais



Fonte: CARVALHO; MONTEIRO (2018).

No caso do alumínio, a única maneira de eliminar a sua presença é através da utilização de filtros de carvão ativado, que é usado para filtrar soluções impuras, pois ele apresenta poros em sua superfície de contato que retêm partículas em seu interior. O tratamento é realizado no momento em que a água passa entre camadas de carvão ativado, a purificando-a, de modo que todas as partículas indesejáveis presentes (impurezas de origem orgânica) fiquem presas (fixadas) aos poros do adsorvente (SOUZA, 2018).

Além disso, no tratamento da água do poço é realizada a cloração para eliminar agentes patogênicos e a fluoretação para evitar a presença de cáries na população. Para a bactéria *E-coli* a cloração deste antes do consumo já faz a sua eliminação.

### **A Importância da Cloração**

Um dos métodos mais utilizados e acessíveis para a descontaminação da água atualmente é a cloração, sendo ela aplicada desde locais simples até mais complexos. Tal método pode ser entendido como o processo de adição de Cloro ( $Cl_2$ ) à água, que anula a atividade de microrganismos patogênicos, algas e bactérias, tornando-a assim, apta ao consumo humano. (DIGIMED, 2017). Sua finalidade é eliminar as impurezas que causam danos à saúde ou impedir que microrganismos se multipliquem.

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos

compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração, o que acarreta, muitas vezes, o uso das palavras “desinfecção” e “cloração” como sinônimos (Bazzoli, 1993).

Alguns processos de cloração se tornam indispensáveis e são aplicados à água em estações de tratamento.

Em um primeiro momento, faz-se a pré-cloração da água, assim que a mesma chega na ETA. Segundo informações retiradas do site Digimed, neste processo, o cloro é adicionado com intuito de controlar microrganismos, algas e metais, eliminando materiais geradores de cheiro, sabor e cor. Além disso, ajuda no processo de filtração.

Um processo posterior é realizado para que se tenha a garantia que a água ao sair da estação de tratamento, esteja dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela portaria nº 2.914/2011, ou seja, livre de vírus e bactérias; este é conhecido como pós cloração ou ainda desinfecção. Neste processo utiliza-se o medidor de Cloro Livre, Cloro Total e Dióxido de Cloro com parâmetro de medição Colorimétrico, leitura eficiente em três gamas entre 0 a 2,50mg/L, 0 a 5,00mg/L e 0 a 11mg/L. (DIGIMED, 2017).

Nos dias atuais, a cloração tornou-se a prática mais comum na desinfecção de águas para consumo humano; através deste processo, tem-se um maior controle de doenças e geração de algas.

### **Considerações Finais**

Diante do exposto, é notório através dos resultados apresentados, que o poço sofre influência do rio que se localiza próximo a ele, através da osmose. Tal interferência resulta em alterações nas características químicas e biológicas da água. Conforme a Portaria de Consolidação nº 05 de 2017, para tornar-se potável, a água deve seguir padrões, por isso é importante que se realize análises periódicas da água de distribuição.

Sendo assim, o resultado obtido com a análise das amostras nos indica que a água, em dias de precipitação, sofre elevação nos parâmetros de cor, turbidez, ferro, alumínio se comparados aos dias normais e principalmente, há presença de coliformes totais e *Escherichia coli* (que geram doenças, muitas vezes agravantes).

Algumas medidas podem ser tomadas para tratar desses poluentes, eliminando, assim, através do filtro e da cloração, os metais, alumínio e ferro, e os coliformes totais e *E-coli* tornando a água potável.

Dessa forma, pode-se dizer que a contaminação não pode ser evitada, porém pode-se tratar a água de forma adequada, estando, então, dentro dos padrões estabelecidos pela norma vigente.

Vale destacar que as amostras foram realizadas em água bruta para constatar a influência do rio sobre o poço, e que, a partir deste ela passa por processos de desinfecção e descontaminação para o consumo da população, atendendo aos padrões exigidos pela portaria.

## Referências

AGÊNCIA BRASIL. **OMS estima 2 milhões de mortes por comida e água contaminadas.** Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-04/oms-estima-2-milhoes-de-mortes-por-comida-e-agua-contaminadas-todos-os-anos>>. Acesso em 13 de ago de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água subterrânea.** 2018. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/agua-subterranea>>. Acesso em 13 de ago de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS/ Ministério da Saúde, Fundação de Saúde.** Brasília: Funasa, 2014.

CARVALHO, Eládio Braga de; MONTEIRO, João Nunes. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará.** 1ª. 2017. Disponível em: <[http://tpts://funasa-my.sharepoint.com/personal/imprensa\\_funasa\\_gov\\_br/Documents/Biblioteca\\_Eletronica/Saude\\_Ambiental/manualSALTA-Z.pdf?slrid=9a2c8d9e-4089-6000-8a1c-95342c7d0a6a](http://tpts://funasa-my.sharepoint.com/personal/imprensa_funasa_gov_br/Documents/Biblioteca_Eletronica/Saude_Ambiental/manualSALTA-Z.pdf?slrid=9a2c8d9e-4089-6000-8a1c-95342c7d0a6a)>. Acesso em: 02 set. 2018.

COMUNIDADES BRUSQUE DO SUL. **Nossa História.** 2012. Disponível em: <<http://brusqueds.blogspot.com/p/historia.html>>. Acesso em: 02 set. 2018.

CLETO; Catarina Isabel Terenas Pinto. **O alumínio na água de consumo humano.** Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2842/1/TESE%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 18 de agosto de 2018.

DIGIMED. **Saneamento: Processo de Cloração da Água.** 2017. Disponível em: <<https://www.digimed.ind.br/us/noticias/noticia>>. Acesso em 11 de set de 2018.

DOS SANTOS, Vanessa Sardinha. **Coliformes fecais**. 2016. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/coliformes-fecais.htm>>. Acesso em: 08 set. 2018.

LUÍZ, Ângela Marli Ewerling; PINTO, Maria Ligia Cassol; SCHEFFER, Elizabeth Weinhardt de Oliveira. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do rio Taquaral, São Mateus do Sul-PR**. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/26264/17475>>. Acesso em: 18 de agosto de 2018.

MAGALHÃES, Lana. **Osmose**. 2018. Disponível em:<<https://www.todamateria.com.br/osmose/>>. Acesso em 10 de set de 2018.

OH LIN, Whei; THOME XAVIER BRITO, José. **AGENTES COMPLEXANTES: PODANTE, CORONANTE E CRIPTANTE CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA**, Departamento de Química - Instituto Militar de Engenharia - Praia Vermelha - URCA - 22290-270 - Rio de Janeiro - RJ, p. 1, jan. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2934.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

OLIVEIRA, Alexandre José de; et al. **Coliformes Termotolerantes: Bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano**. Vol. 3. São Paulo: Atlas de Saúde Ambiental – ASA. P. 24-29. 2015.

RAMOS, Marcos Henrique Centurione. **Remoção de cor, ferro e manganês de águas com matéria orgânica dissolvida por pré-oxidação com dióxido de cloro, coagulação e filtração**. Ribeirão Preto, 2010.

SOUZA, Líria Alves de. **Filtração por Carvão ativado**. 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/filtracao-por-carvao-ativado.htm>>. Acesso em: 08 set. 2018.

TUA SAÚDE. **O que é Hemocromatose e como identificar os sintomas**. 2018. Disponível em:<<https://www.tuasaude.com/hemocromatose/>>. Acesso em 13 de ago de 2018.

VITÓ, Camila Vieira Goudinho; SILVA, Luma Janayna Bernardo Ferreira da; OLIVEIRA, Karoline de Moura Lima; GOMES, Anders Teixeira; NUNES Camila Ramos de Oliveira. **Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região Noroeste Fluminense**. Rio de Janeiro: 2016.

## GEOPOLÍMEROS UTILIZADOS COMO MATERIAL PARA IMPRESSÃO 3D E ADSORVENTES DE METAIS: UMA BREVE REVISÃO

Ana Elise Chuch<sup>1</sup>; Andrieli Germano da Silva<sup>1</sup>; Josué Alberton<sup>1</sup>; Maria Eduarda Neves Correa<sup>1</sup>; Nathalia Policarpo<sup>1</sup>; Vanessa da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenharia de produção. Unibave. natynaty673@hotmail.com

**Resumo:** Os geopolímeros têm sido utilizados no desenvolvimento de tecnologias inovadoras, pois são materiais ecológicos e de baixo custo. Por este motivo, o trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica, estabelecendo-se itens específicos como geopolímeros utilizado como material para impressão 3D e, adsorvente de metais para purificação de águas residuais. Neste trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica e abordagem qualitativa. As fontes pesquisadas neste estudo de revisão da literatura foram artigos científicos, obtidas a partir da base de dados *ScienceDirect*® e *sites* da internet. Os resultados do estudo de revisão mostraram que geopolímeros podem ser uma alternativa para a construção de habitações ecológicas via impressão 3D e, que, os materiais geopoliméricos apresentam desempenho na remoção de metais pesados, contribuindo para a purificação de água com baixo custo.

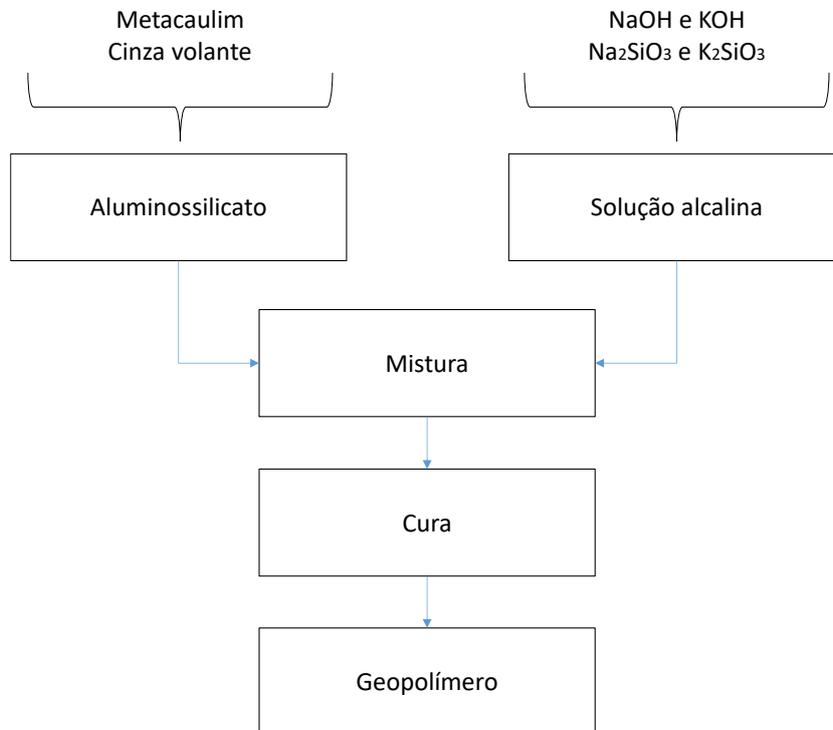
**Palavras-chave:** Adsorvente. Água. Armazenagem.

### Introdução

Geopolímeros são materiais poliméricos inorgânicos derivados da ativação de álcalis de materiais aluminossilicatos como, por exemplo, metacaulim, cinza volante e escória de alto forno granulada. Os ativadores alcalinos utilizados incluem hidróxido de sódio e potássio com silicato de sódio e potássio que são por vezes adicionados na síntese de geopolímeros. Novos materiais aluminossilicatos são continuamente descobertos, tais como cinzas volantes de biomassa, cinzas de fundo, resíduos de vidro, lama vermelha, cinzas de cascas de arroz, argilas e pó de rochas sedimentares que poderiam ter potencial como precursores de geopolímeros. A geopolimerização envolve reações de dissolução, gelificação e condensação ocorrendo simultaneamente para formar um material geopolimérico. A ação da solução alcalina forte dissolve os materiais aluminossilicatos para formar unidades tetraédricas livres de  $\text{AlO}_4$  e  $\text{SiO}_4$ . Então a água se divide e os grupos tetraédricos  $\text{SiO}_4$  e  $\text{AlO}_4$  se ligam alternativamente para produzir precursores polimórficos ( $-\text{SiO}_4-\text{AlO}_4-$ ,  $\text{SiO}_4-\text{AlO}_4-$ , ou  $-\text{SiO}_4-\text{AlO}_4-\text{SiO}_4-\text{SiO}_4-$ ) compartilhando todos os átomos de oxigênio entre duas unidades tetraédricas formando geopolímero amorfo a semi-cristalino no qual a carga

negativa em Al é balanceada por cátions de metais alcalinos (AHMARUZZAMAN, 2010). As etapas da síntese de geopolímeros são mostradas na Figura 1.

**Figura 1** - Síntese de material geopolimérico.



Fonte: Adaptado de Siyal et al. (2018).

Os geopolímeros são compostos de estrutura porosa tridimensional e os poros são produzidos durante a síntese dos mesmos em temperaturas abaixo de 100°C, o que é vantajoso para processos de adsorção (DAVIDOVITS et al., 1990). Esses materiais são considerados ecológicos e de baixo custo. As características dos geopolímeros dependem de matérias-primas, proporções de mistura e condições de cura (REES et al., 2007). As propriedades dos geopolímeros incluem elevadas resistências mecânica (HARDJITO et al., 2005), térmica, química (PALOMO et al., 1999; COMRIE; KRIVEN, 2012; RASHAD; ZEEDAN, 2011) e baixa permeabilidade (ZHANG et al., 2010).

Cargas poderiam ser usadas em diferentes quantidades na formulação de geopolímeros. Esses materiais de enchimento são, em geral, mais baratos dos principais ingredientes dos geopolímeros. No entanto, as cargas podem participar no processo de geopolimerização (cargas funcionais reativas) e, portanto, são muito

importantes no estabelecimento do desempenho dos geopolímeros (ALSHAAER, 2016).

Como as tecnologias utilizadas no desenvolvimento de geopolímeros estão em constante inovação, este trabalho teve como objetivo realizar uma breve revisão bibliográfica, estabelecendo-se itens específicos como:

- Geopolímeros utilizados como material para impressão 3D;
- Geopolímeros utilizados como adsorventes de metais.

### **Procedimentos Metodológicos**

Neste trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica e abordagem qualitativa. Segundo Rauen (1999, p. 25) “a pesquisa bibliográfica consiste na busca de dados a partir do acervo bibliográfico existente, isto é, em toda espécie de informação registrada em bibliografias e que pode, em tese, ser arquivada numa biblioteca”.

Outro autor nos mostra que a pesquisa bibliográfica é realizada a partir do levantamento de referências teóricas analisadas e publicadas. As pesquisas científicas podem ter com base exclusivamente a revisão bibliográfica, onde, por meio de referências teóricas publicadas são obtidas informações sobre o problema ao qual se procura a resposta (FONSECA, 2002).

De acordo com Triviños (1987, p.132), a pesquisa qualitativa trabalha os dados buscando “uma espécie de representatividade do grupo maior dos sujeitos que participarão no estudo. Porém, não é, em geral, a preocupação dela a quantificação da amostragem”.

As fontes pesquisadas neste estudo de revisão da literatura foram artigos científicos e *sites* da internet. O critério adotado para a seleção (inclusão e exclusão) foi a palavra-chave “geopolímero” relacionado com “geopolimerização”, “impressão 3D”, “água”, “adsorvente”, “metais”. As informações utilizadas neste trabalho foram obtidas basicamente a partir da base *ScienceDirect*®.

Os dados coletados foram analisados de acordo com aplicações e desenvolvimentos na área temática de geopoliméricos, contemplando-se o setor de impressão 3D, bem como, a purificação de água via adsorção de metais.

### **Geopolímero utilizado como material para impressão 3D**

O conceito de impressão 3D refere-se às técnicas de aquisição de medidas tridimensionais para converter qualquer elemento físico em um modelo tridimensional

e virtual no computador (Figura 2). Em geral, podem ser utilizados três diferentes materiais inorgânicos no projeto de impressão 3D: cerâmicos, geopolímeros e compósitos. A Figura 3 apresenta protótipos obtidos via impressora 3D (IVACE, 2016).

**Figura 2** - Impressora 3D (a) imagem tridimensional (b) bico extrusor e (c) produto.



(a)

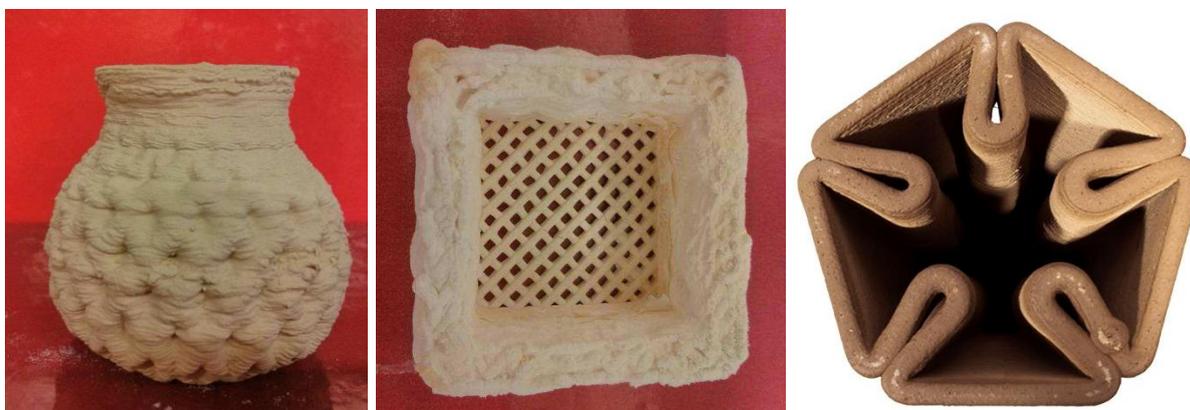
(b)

(c)

Fonte: Ivace (2016).

No Instituto de arquitetura avançada da catalunha (IAAC), trabalhos estão sendo desenvolvidos com a impressora 3D para a construção em larga escala, utilizando-se materiais naturais, baratos e recicláveis como, por exemplo, argila e terra. Formulações foram desenvolvidas para a produção de materiais compósitos, apresentando melhor resistência à tração quando comparado com argilas industriais. A Figura 4 mostra a impressora 3D sendo utilizada na construção de uma estrutura com esse material compósito (PYLOS, 2018).

**Figura 3** - Diferentes produtos obtidos com (a) cerâmica (b) geopolímero e (c) compósitos.



(a)

(b)

(c)

Fonte: Ivace (2016) e Pylos (2018).

**Figura 4** - Impressora 3D em escala industrial.



Fonte: Pylos (2018).

Com o consumo de energia do mundo aumentando dramaticamente, os materiais de impressão de cimento estão enfrentando problemas com o custo de produção relativamente alto, emissão de gases de efeito estufa, entre outros. Materiais alternativos como, geopolímeros estão sendo estudados para aplicação em construções sustentáveis (DAVIDOVITS, 1991). O geopolímero não apenas reduz substancialmente as emissões de CO<sub>2</sub> pelo processo de fabricação do cimento, mas também promove a reciclagem de resíduos sólidos (HARDJITO et al., 2004). A Figura 5 apresenta um protótipo de uma impressora 3D utilizada na construção civil.

**Figura 5** - Impressora 3D de habitações.



Fonte: Filho (2014).

Nos geopolímeros utilizados como material para impressão 3D, a reologia é importante para estudos da extrusão e da capacidade de construção com materiais geopoliméricos. A capacidade de construção da impressão 3D e a tensão de escoamento dos geopoliméricos garantem a estabilidade da estrutura durante o processo de extrusão até a secagem da pasta do geopolímero. A relação Si/Na do ativador alcalino influencia a tensão de escoamento dos geopolímeros utilizados na impressão 3D. Na extrusão de geopolímeros em impressoras 3D, a reconstrução da estrutura desempenha um papel significativo nas massas da construção, sendo mais indicado diminuir a relação Si/Na do ativador alcalino (ZHANG et al., 2018).

### Geopolímero utilizados como adsorventes de metais

Os adsorventes geopoliméricos têm sido utilizados para a adsorção de níquel, zinco, cádmio, cobre, chumbo, cromo, cálcio, cobalto, magnésio, arsênio, amônio e sulfato de águas residuais. Em geral, esses materiais são aplicados em pó, granulado ou formas esféricas. A Tabela 1 apresenta a capacidade de adsorção de geopolímeros para alguns metais pesados (SIYAL, 2018).

**Tabela 1** - Geopolímeros utilizados na adsorção de metais.

Adsorvente	Metal	Capacidade (mg/g)
Cinzas volantes/geopolímero de rejeito de minério de ferro	Cobre II	113,41
Microesferas geopoliméricas	Chumbo	629,21
Cinzas volantes/geopolímeros de escória	Césio	15,24
Geopolímero a base de meta-caulim	Zinco II	74,53
Geopolímero a base de meta-caulim	Níquel II	42,61
Geopolímero a base de meta-caulim	Cádmio II	26,25
Geopolímero a base de meta-caulim	Cobalto II	69,23
Geopolímero a base de meta-caulim	Manganês II	72,34

Fonte: Siyal (2018).

Materiais de construção com alta capacidade de adsorção como geopolímeros estão sendo desenvolvidos para a construção de sistemas de armazenamento e canais de transporte de água. Os chamados geopolímeros zeólitos baseados em tufos já foram produzidos por Alshaaer et al. (2009) e Yousef et al. (2009) como materiais de construção para tratamento, armazenamento e transporte de água.

O geopolímero preparado com escória para remoção de níquel II apresentou capacidade de adsorção de 85,29 mg/g, superior à adsorção da escória bruta (14,72 mg/g). A melhor adsorção foi obtida na concentração de níquel igual 175 mg/L, a temperatura de 43°C e pH 10 (SARKAR et al., 2017).

Estudos realizados por Wang et al. (2007) apresentaram um geopolímero de aluminossilicato amorfo resultante da conversão em estado sólido de cinzas volantes. O geopolímero sintetizado apresentou maior capacidade de adsorção em relação ao íon  $\text{Cu}^{2+}$  (92 mg Cu/g adsorvente) do que a própria cinza volante (0,1 mg Cu/g adsorvente).

Geopolímeros desenvolvidos a base de meta-caulim mostraram capacidades de adsorção de 74,53 mg/g para Zinco (II) com tempo de equilíbrio de 40 min. O aumento da força iônica da solução diminuiu a eficiência de remoção do geopolímero devido ao aumento da competição nos sítios ativos por eletrólitos e metais pesados e aumento da não idealidade da solução (KARA et al., 2017).

Um geopolímero produzido a partir de resíduos de minério de pirofilita (filossilicato hidratado de alumínio), adsorveu entre 98 e 99% de metais Cobalto, Cádmio, Níquel e Chumbo a partir de uma solução aquosa de concentração inicial de 10 mg/L em pH de 7,8 a temperatura de 70°C (PANDA et al., 2018).

Materiais geopoliméricos de baixo custo foram desenvolvidos com tufos caulíníticos e zeolíticos naturais como precursores. A utilização de 28% de água aumenta a capacidade de adsorção dos produtos geopoliméricos em relação à micropoluentes. Esses materiais geopoliméricos podem ser utilizados para a construção de recipientes de armazenamento de água, canais/tubagens de água e sistemas de filtração de água de pequena escala (ALSHAAER et al., 2016).

### **Considerações Finais**

O estudo da revisão bibliográfica apresentou aplicações tecnológicas de geopolímeros utilizados como material para impressão 3D e, também, como adsorvente de metais para a purificação de água.

As principais contribuições do trabalho foram apresentar, por meio do estudo da arte, a aplicação dos materiais geopoliméricos na construção de habitações ecológicas via impressão 3D. Além das aplicações já conhecida em processos industriais, a manufatura aditiva, também pode ser utilizada na produção de ambientes sustentáveis com materiais alternativos como os geopolímeros.

O estudo da revisão bibliográfica também mostrou que geopolímeros podem ser utilizados como adsorventes de metais para purificação de água. No caso de armazenagem e transporte de água, os geopolímeros podem ser aplicados devido ao baixo custo comparando-se com materiais tradicionais da construção civil. Atuando como adsorventes, metais pesados são retidos na superfície dos geopolímeros por interação física ou química.

Dessa maneira, o estudo de revisão bibliográfica apresentou aplicações tecnológicas de materiais geopoliméricos. Os resultados foram limitados à apresentação de assuntos relacionados nas aplicações das duas áreas tecnológicas. Evidentemente, novos estudos de revisão podem contribuir com maior intensidade em relação ao que foi abordado pois, essa breve revisão apresentou algumas das inúmeras possibilidades do potencial de aplicação dos geopolímeros.

## Referências

AHMARUZZAMAN, M. A review on the utilization of fly ash. **Prog. Energy Combust. Sci.** 36 (3), 327–363., 2010.

ALSHAAER, M., EL-ESWED, B., YOUSEF, I., KHALILI, F., KHOURY, H. Low-cost solid geopolymeric material for water purification. **Ceramic Transactions**, 207, 265–271, 2009.

ALSHAAER, M., EL-ESWED, B., YOUSEF, I., KHALILI, F., RAHIER, H. Development of functional geopolymers for water purification, and construction purposes. **Journal of Saudi Chemical Society**, Volume 20, Supplement 1, 2016.

COMRIE, D.C., KRIVEN, W.M. Composite cold ceramic geopolymer in a refractory application. **Adv. Ceram. Matrix Compos.** IX 153, 211–225, 2012.

DAVIDOVITS, J., COMRIE, D.C., PATERSON, J.H., RITCEY, D.J. Geopolymeric concretes for environmental protection. **Concr. Int.** 12 (7), 30–39, 1990.

DAVIDOVITS, J. Geopolymers: inorganic polymeric new materials. **Journal of Thermal Analysis and calorimetry**, 1991.

FILHO, A. G. **Imagem do Dia: A Impressora 3D Cerâmica de Habitações do Projeto Italiano WASP**. 2014. Disponível em: <<https://www.engenhariacivil.com/impressora-3d-ceramica>>. Acesso em: 24 set. 2018.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 127 p., 2002.

HARDJITO, D., SUMAJOUW, D.M., WALLAH, S., RANGAN, B. Factors influencing the compressive strength of fly ash-based geopolymer concrete. **Civ. Eng. Dimension** 6 (2), 2004.

HARDJITO, D., SUMAJOUW, D.M., WALLAH, S., RANGAN, B. Fly ash-based geopolymer concrete. **Aust. J. Struct. Eng.** 6 (1), 77, 2005.

IVACE. **Viabilidad de la IMPRESION 3D de nuevos materiales inorgánicos, cerámicos y composites**. AICE - instituto de tecnología cerámica - asociación de investigación de las industrias cerámicas Castellón. 2016

KARA, İ., YILMAZER, D., AKAR, S.T. Metakaolin based geopolymer as an effective adsorbent for adsorption of zinc (II) and nickel (II) ions from aqueous solutions. **Appl. Clay Sci.** 139, 54–63, 2017.

PYLOS. **IAAC**. 2018. Disponível em: <<http://pylos.iaac.net/main.html#main>>. Acesso em: 30 set. 2018.

PALOMO, A., BLANCO-VARELA, M., GRANIZO, M., PUERTAS, F., VAZQUEZ, T., GRUTZECK, M. Chemical stability of cementitious materials based on metakaolin. **Cement Concr. Res.** 29 (7), 997–1004, 1999.

PANDA, L., RATH, S.S., RAO, D.S., NAYAK, B.B., DAS, B., MISRA, P.K. Thorough understanding of the kinetics and mechanism of heavy metal adsorption onto a pyrophyllite mine waste based geopolymer. **J. Mol. Liq.** 263, 428-441, 2018.

RAUEN, Fábio José. **Elementos da iniciação à pesquisa: inclui orientação para referenciação de documentos eletrônicos**. Rio do Sul: Nova Era, 1999. 146p.  
RENNERS, C. Soluções sistêmicas para células de produção complexas – Tendências modernas na decoração “In Mold”. In: **Anais do Simpósio Internacional de Injeção de Plásticos 2010: “Otimização de Recursos Produtivos”** (pp. 67-89). São Paulo: Instituto Nacional do Plástico, 2010.

RASHAD, A.M., ZEEDAN, S.R. The effect of activator concentration on the residual strength of alkali-activated fly ash pastes subjected to thermal load. **Construct. Build. Mater.** 25 (7), 3098–3107, 2011.

REES, C.A., PROVIS, J.L., LUKEY, G.C., VAN DEVENTER, J.S. In situ ATR-FTIR study of the early stages of fly ash geopolymer gel formation. **Langmuir** 23 (17), 9076–9082, 2007.

SARKAR, C., BASU, J.K., SAMANTA, A.N. Removal of Ni 2+ ion from waste water by geopolymeric adsorbent derived from LD slag. **J. Water Process Eng.** 17, 237-244, 2017.

SIYAL, A. A.; SHAMSUDDIN, M. R.; KHAN, M. I.; RABAT, N. E.; ZULFIQAR, M.; MAN, Z.; SIAME, J.; AZIZLI, K. A. A review on geopolymers as emerging materials for the adsorption of heavy metals and dyes. **Journal of Environmental Management**, Volume 224, 2018, Pages 327-339, 2018.

---

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação: o positivismo, a fenomenologia, o Marxismo**. São Paulo: Atlas, p. 175 p, 1987.

WANG, S., LI, L., ZHU, Z. Solid-state conversion of fly ash to effective adsorbents for Cu removal from wastewater. **Journal of Hazardous Materials B**,139, 254–259, 2007.

YOUSEF, I., EL-ESWED, B., ALSHAAER, M., KHALILI, F., KHOURY, H. The influence of using Jordanian natural zeolite on the adsorption, physical, and mechanical properties of geopolymers products. **Journal of Hazardous Materials**,165, 379–387, 2009.

ZHANG, Z., YAO, X., ZHU, H. Potential application of geopolymers as protection coatings for marine concrete: I. basic properties. **Appl. Clay Sci.** 49 (1), 1–6, 2010.

ZHANG, Da-Wang; WANG, Dong-min; LIN, Xi-Qiang; ZHANG, Tao. The study of the structure rebuilding and yield stress of 3D printing geopolymer pastes. **Construction and Building Materials**, Volume 184, 2018.

## GEOPOLÍMEROS: ANÁLISE DAS PROPRIEDADES, MÉTODOS DE ENSAIO E DE PRODUÇÃO

**Glauce Warmeling Duarte<sup>1</sup>; Josué Alberton<sup>2</sup>; Maria Eduarda Neves Corrêa<sup>3</sup>;  
Mônica da Silva dos Anjos<sup>4</sup>; Vanessa da Silva<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. nutec@unibave.net.

<sup>2</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. josue.alberton@hotmail.com.

<sup>3</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. meduardanc@gmail.com.

<sup>4</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. monicadasilvadosanjos@gmail.com.

<sup>5</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. azm\_vanessa@hotmail.com.

**Resumo:** O setor da construção civil pode ser considerado um dos que gera maior impacto negativo no meio ambiente, principalmente devido ao uso de grandes quantidades de cimento Portland, que para ser produzido passa um processo extremamente poluidor, desde a retirada matéria prima até os resíduos gerados durante sua produção e consumo. Com objetivo de diminuir esse impacto, muitos trabalhos têm focado no desenvolvimento de materiais que possam ser utilizados como substituintes do cimento, como os geopolímeros, por exemplo. Diante desta realidade, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um estudo sobre as principais propriedades, utilizações e métodos de produção de geopolímeros. Para tal comprovação desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica baseada em diversas pesquisas científicas e pode-se então notar que realmente a substituição do cimento Portland por geopolímeros é viável, tanto em relação ao custo, quanto às suas propriedades físicas e mecânicas.

**Palavras-chave:** Geopolímero. Cimento Portland. Material alternativo. Reaproveitamento.

### Introdução

Um dos setores mais impactantes ao meio ambiente é a indústria da construção civil, causando danos desde a exploração de matérias-primas até a geração de resíduos e gerando sérios problemas ambientais, como a poluição do solo, ar e água até a desertificação.

O cimento Portland é o material de construção mais utilizado no mundo. Somente no ano de 2016, foram produzidas cerca de 57 milhões de toneladas de cimento no Brasil (SNIC, 2016). Esse grande consumo por sua vez tem gerado preocupação relacionada ao seu processo produtivo, dado que uma das etapas mais importantes requer a queima da matéria-prima (calcário e argila), chamado de

cliquerização, a uma temperatura de aproximadamente 1500°C, com grande liberação de CO<sub>2</sub> (BORGES et al., 2014).

Para reduzir este impacto, muitas tentativas de utilização de resíduos industriais como substituintes ao cimento têm sido avaliadas, porém nem sempre gera um resultado considerável, pois se verifica que existe uma enorme discrepância na quantidade produzida de cada um destes resíduos em relação à quantidade utilizada de cimento Portland (LEDO, 2016).

Assim, a busca por materiais alternativos que visem à redução do consumo do cimento Portland continua crescendo consideravelmente. Dentre estes materiais, é possível observar que os geopolímeros vêm sendo muito estudados para substituição do cimento e na reciclagem de resíduos industriais, tendo como principal setor a área civil (SEVERO et al., 2013). O termo “geopolímero” é utilizado para materiais de base sílica-alumina, que podem ser sintetizados a baixas temperaturas (ELEUTÉRIO et al., 2017).

Atualmente os geopolímeros vêm ganhando destaque a nível mundial por apresentar diversas vantagens em relação ao cimento Portland, como a menor produção de dióxido de carbono, minimizando impacto ambiental, resistência a altas temperaturas e baixo custo na sua produção. Além disso, a possibilidade de introdução de resíduos sólidos em sua formulação é outra grande vantagem, garantindo um processo de reutilização de matérias primas que muitas vezes são descartadas de forma incorreta na natureza, deixando de causar efeitos indesejáveis ao meio ambiente, além de ser um processo altamente sustentável (ARAÚJO et al., 2017).

Neste contexto pode-se dizer que os geopolímeros seriam fortes substitutos do cimento Portland; no entanto, ainda existem alguns obstáculos para que eles possam ser produzidos e comercializados. Primeiramente porque diversos centros de pesquisas têm desenvolvido produtos geopoliméricos, mas cada um com suas matérias-primas locais, limitando o intercâmbio de informações e a consolidação da ciência de ativação alcalina. Ainda, a falta de investimento por parte da indústria cimentícia nessas pesquisas têm limitado sua produção, talvez, ainda por falta de normas que garantam a aplicação correta nos processos de produção que garantam a segurança dos envolvidos. Por isso é muito importante fazer pesquisas que demonstrem que é tecnicamente viável a sua utilização para que se criem normas

legais, e a partir disso o mercado utilizaria os produtos de forma correta e com segurança (SEVERO et al., 2013).

Com base no que foi exposto, o objetivo deste estudo consiste em avaliar, através de uma pesquisa bibliográfica, as principais características, métodos de produção e propriedades dos geopolímeros tradicionais e dos possíveis resíduos que podem ser utilizados na sua formulação padrão.

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente artigo pode ser classificado, quanto à sua abordagem como uma pesquisa qualitativa, pois se preocupa em grande parte na discussão dos temas propostos baseando-se em dados não numéricos. Segundo o autor Deslauriers (1991, p. 58) o objetivo da amostra utilizada para desenvolvimento da pesquisa qualitativa é “produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações”.

Quanto à sua natureza, a pesquisa se enquadra como aplicada, pois "objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais" (SILVEIRA, CÓRDOVA, 2009, p. 35).

Os objetivos da pesquisa são classificados como exploratórios, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com determinado tema ou problema (GIL, 2007).

Por fim, os procedimentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram de revisão bibliográfica que, segundo Fonseca (2002, p.32) “é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”. Sendo assim, os dados foram coletados em artigos, livros, periódicos, dissertações e testes disponibilizados online, em especial, pelo Banco de Teses e Dissertações da Fundação Capes e Scielo. Utilizou-se como palavras-chave para a pesquisa, termos como: geopolímeros, geopolimerização, precursores ou ativação alcalina.

### **Definição de Materiais Geopoliméricos**

Os materiais geopoliméricos são ligantes por ativação alcalina, designados também como ligantes geopoliméricos. Primordialmente investigados por Glukhovsky, que através do estudo em construções históricas, concluiu que se tratava de

compostos de alumino-silicatos cálcicos hidratados, desenvolvendo assim uma nova tipologia de ligantes, os “solo-cimentos”. O prefixo “geo”, se dá pela razão desses serem inorgânicos, rígidos, não inflamáveis e estáveis até uma temperatura elevada de 1250°C (SEVERO et al., 2013).

Define-se então um geopolímero como polímero inorgânico, que é obtido com a ativação alcalina de um alumino-silicato em condições de temperatura e de pressão determinadas (LEDO, 2016).

Esse tema foi alvo de inúmeras investigações e análises, porém somente a partir de 1979 as investigações de Joseph Davidovits foram patenteadas, introduzindo assim o termo “geopolímero” para os ligantes obtidos por ativação alcalina de caulim e metacaulim.

Segundo Davidovits (1999), os geopolímeros são polímeros por se transformarem, policondensarem, ganharem forma e endurecerem rapidamente com temperaturas baixas. Para garantir um alto grau de amorfismo na sua estrutura utiliza-se como matéria prima o metacaulim ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), um produto resultante da calcinação do caulim ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) comumente desenvolvida a temperaturas entre 700° a 800°C. A ativação do metacaulim requer a utilização de ativadores alcalinos, para isso, se utiliza uma mistura de NaOH e  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (FELIZARDO et al., 2016).

As principais propriedades dos geopolímeros, e que os torna suscetível à várias aplicações, são a estabilidade e inércia química, resistência mecânica e rigidez (LEDO, 2016), pois além da elevada resistência mecânica inicial desse material, os geopolímeros apresentam elevada resistência a ataques ácidos e de sulfatos, resistência a ciclos de gelo/degelo e resistência ao fogo, possuindo assim propriedades refratárias (AZEVEDO; STRECKER, 2017).

A descoberta dos materiais alcalinos com propriedades cimentícias pode indicar que existem limitações do cimento Portland comparada aos geopolímeros. As limitações se manifestam não só referente aos problemas ambientais em termos de poluição com  $\text{CO}_2$ , como também em seu desempenho referente às condições químicas do meio envolvente e do seu comportamento mecânico (PINTO, 2006).

Além das duas propriedades, os materiais geopoliméricos também são atrativos, pelo fato de poderem ser sintetizados a partir de resíduos industriais que possuam aluminossilicatos amorfos em sua estrutura, e possuem características

favoráveis para substituir os cimentos tradicionais, parcial ou totalmente (MIRANDA et al., 2005).

### **Aplicações**

Os geopolímeros podem ser utilizados em diversas áreas que vão desde produtos compósitos que podem ser aplicados para resistência ao calor e ao fogo, produtos cerâmicos, confinamentos de estruturas, materiais cerâmicos, etc. Suas aplicações concentram-se principalmente nas áreas de engenharia civil, a aeronáutica, automobilismo, a indústria dos plásticos, a balística e mesmo a arte (OSÓRIO, 2006).

O seu campo de aplicação será determinado em função da composição química do material de origem e do tipo de ativador utilizado. Por exemplo, para produzir um geopolímero com função estrutural a razão atômica entre sílica e alumina deverá ser de 2.

Além disso, outras aplicações com grande potencial são em materiais refratários, cimentos para ambientes agressivos e reparações estruturais, estabilização de solos contaminados, moldes para vários tipos de indústrias, entre outros (LEDO, 2016).

Alguns estudos mostram que os geopolímeros também podem ser utilizados em concreto de autodesempenho, como a investigação em curso na UTAD (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro) que privilegia a utilização de materiais residuais na produção de geopolímeros, numa preocupação com aspectos de ordem ambiental. Por esse motivo, tem-se feito a utilização de cinzas volantes, restos de materiais cerâmicos, escombros de mineração, restos de construção, lamas de estações de tratamento de água, vidro e outros (PINTO, 2006).

Outra possível aplicação seria em reparos de monumentos, principalmente os produzidos com granitos e agregados de mesma origem. Neste caso, as aplicações dos materiais geopoliméricos, permitiram uma utilização muito promissora na recuperação de vários tipos de pedras ornamentais.

A proteção de estruturas de concreto geopolimérico em meios agressivos, através da profundidade de carbonatação, mostrou-se muito satisfatória quando comparada ao concreto convencional, o que pode ser explicado por sua baixa porosidade e maior homogeneidade da microestrutura (GONÇALVES, ALLEM, 2016).

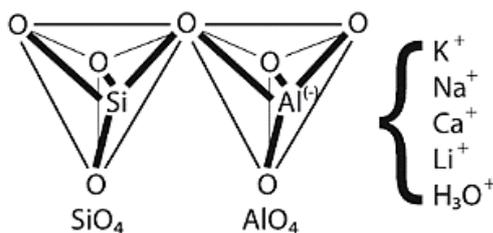
Além disso, devido a sua estabilidade à altas temperaturas e a debilidade dos concretos convencionais que é conhecida à temperaturas superiores à 400°C, os geopolímeros fabricados com incorporação de agregados refratários (chamotte e materiais cerâmicos) mostram o excelente comportamento a temperaturas próximas dos 900°C. Quando associado a fibras de vários tipos os materiais geopoliméricos permitem obter compósitos de alta flexibilidade, conjuntamente com o mínimo impacto ambiental. Nos EUA estão sendo conduzidas pesquisas para substituir os materiais altamente inflamáveis do interior das aeronaves, pois em caso de incêndio não liberam enormes quantidades de fumaça tóxica (PINTO, 2006).

Podem-se utilizar os geopolímeros em materiais refratários, cimentos para ambientes agressivos, cimentos para reparos estruturais, pavimentação, cimentação de poços de petróleo, suportes catalíticos, contenção de resíduos tóxicos e radioativos e proteção contra vazamentos do núcleo de reatores nucleares (SILVA et al, 2015). Esses materiais aderem extraordinariamente para reforço do aço e são duráveis em ambientes agressivos (MIRANDA et al., 2005).

A procura de novas aplicações para os geopolímeros se orienta levando em conta duas principais linhas de atuação: (1) utilização em grandes quantidades, com materiais de baixo custo, para construção, podendo utilizar como matérias primas, além dos metacaulins, as escórias granuladas e as cinzas volantes; (2) materiais mais sofisticados que acarretam custos mais elevados, admitindo a incorporação de fibras de diferentes tipos, podendo substituir plásticos, alguns metais, até mesmo produtos cerâmicos, com resultados vantajosos (PINTO, 2006).

### **Química e Fabricação**

Os geopolímeros fazem parte do grupo de polímeros inorgânicos, uma classe de materiais formados por macromoléculas, que por sua vez são formadas da ligação de várias unidades básicas chamadas monômeros constituídos por uma cadeia de estruturas tridimensionais de átomos de silício e alumínio, partilhando todos os oxigênios em uma coordenação tetraédrica (LEDO, 2016), conforme mostra a Figura 1.

**Figura 1** – Conceito iônico da configuração tetraédrica do sialato Si-O-Al-O


Fonte: Davidovits, 1979

A reação para formação dos geopolímeros é conhecida por geopolimerização, uma reação de hidratação que ocorre entre os óxidos que constituem os alumino-silicatos e que ocorre sob condições altamente alcalinas, como descritas na reação 01.



Onde, “M” o elemento alcalino (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>); o símbolo “-” indica a presença de uma ligação; “z” igual a 1, 2 ou 3; “n” o grau de polimerização e “w” possui um valor em torno de 7. Quando “z” é igual a 2, o polissialato é chamado de polisiloxossialato ou PSS. Quando “M” é sódio ou sódio e potássio, o polímero é chamado de polisiloxossialato de sódio, Na- PSS ou de sódio e potássio, Na,K-PSS (SILVA et al, 2015). Essa variação promove a obtenção de diferentes tipos de geopolímeros.

No que diz respeito aos ativadores alcalinos, os mais utilizados na obtenção de ligantes geopoliméricos, são os hidróxidos de sódio ou de potássio, o carbonato de sódio e os silicatos de sódio ou de potássio. O tipo, dosagem e concentração do ativador são definidas em função do material de partida, pois a composição química e o grau de finura condicionam a reação de ativação.

O que se sabe até o momento sobre o mecanismo é que as reações de geopolimerização seguem uma cronologia, o que leva a pensar que eles ocorrem de forma independente, havendo, porém, processos que ocorrem de forma simultânea (LEDO, 2016).

Palomo (2001) sugere que na primeira fase deve-se misturar e deixar maturar os componentes solúveis (NaOH, silicato de sódio, água, alumina solúvel), e somente

numa segunda fase adicionar os componentes insolúveis (metacaulim, caulim, sílica e água).

Além da ordem da mistura, os materiais obtidos por ativação alcalina são muito sensíveis às condições de cura, assim deve-se evitar a possibilidade de retração que está associada a perda de água de hidratação, portanto é conveniente envolver os provetes numa película de plástico eliminando qualquer possibilidade de troca de água com o ambiente.

Ainda, todo processo de cura e ganho de resistência é afetado pela temperatura do ambiente. O aumento da temperatura pode acelerar o ganho de resistência mecânica, aumentando também, como seria de se esperar, a retração, que pode ser reduzida pela utilização de areia ou material pétreo na mistura, aumentando em consequência a coesão e a resistência mecânica do produto (PINTO, 2006).

Um exemplo de formulação e método de preparo de geopolímeros é o desenvolvido no trabalho dos autores Araújo et al (2017) no qual a formulação da mistura de referência foi feita a partir de uma relação metacaulim: areia de 1:2 (em massa) e relação sólido/líquido de 1,7. Na primeira etapa de preparação de amostras, foi realizada a mistura do hidróxido de sódio com silicato de sódio. Em seguida, foram misturados o metacaulim com os ativadores (NaOH e Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) por 10 minutos. Terminados os 10 minutos de mistura, adicionou-se o agregado de miúdo (areia/resíduo) por mais 2 minutos, finalizando a argamassa. A mistura foi colocada em moldes cilíndricos e mantida por 24h no interior de uma estufa a 40°C. Após esse período, as mesmas foram desmoldadas e expostas a temperatura e umidade ambiente até finalizar o processo de cura (28 dias) (ARAÚJO et al., 2017).

## **Propriedade técnicas**

### ***Resistência à compressão***

Os ligantes geopoliméricos tem capacidade de obter resistências à compressão elevadas para períodos de cura breves. Davidovits (1999) refere resistências de 20 MPa, após algumas horas, e até 70-100 MPa ao final de 28 dias de cura. Nugterem et al. (2009) testou vários geopolímeros a partir de cinzas de combustão do carvão alcançando valores de resistência acima de 100 MPa. Chindaprasirt et al (2007) num estudo feito a partir de cinzas volantes, ativadas com hidróxido de sódio e silicato de sódio, avaliando à compressão para diferentes razões dos materiais utilizados como ativadores, obteve resistências compreendidas entre 10 a 65MPa.

Palomo (2001) tinha como objetivo estudar os efeitos conjuntos da cura e da razão solução alcalina/precursor no desenvolvimento da resistência mecânica, alcançou após a cura de provetes durante 5 horas a 85°C, resistências à compressão de 60 MPa, se referindo a importância da temperatura na cura como fator influente nas propriedades mecânicas.

Já Torgal (2007) num estudo com base nas lamas residuais das Minas da Panasqueira observou, uma resistência à compressão máxima de 90 MPa para 56 dias de cura.

### ***Resistência a altas temperaturas e ao fogo***

A capacidade de suportar temperaturas elevadas dos concretos que são feitos à base do cimento Portland é muito fraca, começando a deteriorar a uma temperatura acima de 300°C. Segundo alguns pesquisadores consegue-se obter estabilidade térmica de ligantes geopoliméricos obtidos pela ativação de cinzas volantes com temperatura próximas aos 1000°C.

Por possuir estrutura inorgânica, os materiais geopoliméricos exibem excelente estabilidade e baixa condutividade térmica, muito superiores aos dos cimentos tradicionais, permitindo sua aplicação em locais onde há necessidade de resistência a altas temperaturas (RICKARD et al., 2008).

Bortnovky et al. (2007) estudaram a ativação de ligantes à base de metacaulim e resíduos de xisto, e verificaram um bom desempenho mecânico quando estes foram sujeitos a um tratamento térmico, um decréscimo de resistência à flexão e compressão após um tratamento térmico a 600°C e 900°C, contudo existiu um aumento da mesma após o tratamento térmico a 1200°C.

Outros estudos efetuados por Kong et al (2008) analisaram que resistência residual após a fase térmica até 800°C é influenciada pela razão Si/Al do ligante, sendo que os provetes em que a razão Si/Al estava no intervalo 1,5-1,7 apresentavam maior resistência residual.

Krivenko e Guziy (2007) investigaram o desempenho dos ligantes geopoliméricos ao fogo, sugerindo a aplicação desses materiais em obras com alto risco de incêndio. Outros pesquisadores também estudaram a viabilidade de utilização como materiais antifogo. De acordo com as normas da República Checa, o material pode ser considerado antichama quando seu lado oposto à ação do fogo não ultrapassa a temperatura de 120°C, que conforme os ensaios realizados foram

atingidos ao fim de aproximadamente duas horas, o que caracteriza um bom desempenho desse material (PACHECO-TORGAL, et al., 2011).

### **Durabilidade**

A durabilidade é um parâmetro de extrema importância, pois é nela que apresentamos o tempo de vida útil de um determinado material e sua redução acarreta custos na reparação ou substituição dos materiais. Para o geopolímeros, a elevada inércia e estabilidade química é o que garante a boa durabilidade dos mesmos. Ao contrário do cimento Portland Normal, a estrutura zeólita (ainda que amorfa) confere-lhe resistência a fatores de degradação. Vários investigadores referem ainda a resistência ao ataque por ácidos (clorídrico, sulfúrico), devido as matrizes estruturais desenvolvidas pelos geopolímeros, superior assim à resistência do cimento Portland, que sob mesmas condições apresenta em pesquisas uma maior porcentagem de matriz dissolvida sob o efeito de ácido sulfúrico e ácido clorídrico (LEDO, 2016).

### **Métodos de ensaio**

Diante de todas as aplicações e estudos abordados, podem-se analisar os resultados de testes obtidos com a caracterização de geopolímeros e suas matérias-primas.

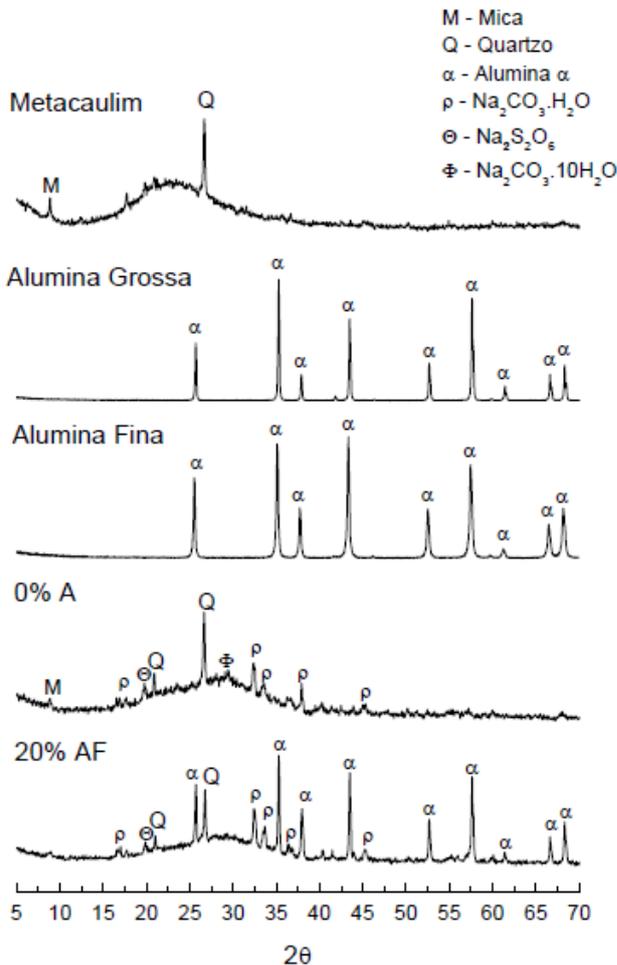
### **DRX**

Costa et al (2013) estudou o efeito da adição de alumina em corpos geopoliméricos a base de metaculin. Os materiais utilizados foram metacaulin industrial, como precursor, e hidróxido de sódio (NAOH), como ativador, além de adições de 0%, 10% e 20% de alumina grossa e fina (diâmetros médios de partículas de 4,79µm e 0,64 µm, respectivamente) com solução ativadora, em uma proporção Si:Al:Na de 2:1:1. Os melhores resultados foram atingidos com a incorporação de 20% de alumina fina e comparou-se com a amostra padrão com 0% de alumina.

Nos resultados obtidos no difratograma encontra-se uma banda amorfa de aluminossilicato entre 20-25°, conforme Figura 2, devido aos picos de quartzo e mica muscovita. Assim como uma fase geopolimérica composta por  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$ , localizada entre 28-30°. Notou-se ainda que os traços de mica e quartzo não se dissolveram durante a síntese e que a alumina também não se dissolveu completamente durante

a ativação alcalina, sendo considerada uma carga para o sistema, ou seja, causando um efeito de “filler” (COSTA et al, 2013).

**Figura 2 - Difratoograma dos Precursores e das Amostras 0%A e 20%AF**



Fonte: Costa et al (2013).

Costa et al (2013), concluiu que o principal fator que determina a resistência mecânica dos corpos geopoliméricos é a granulometria da alumina e não o teor da mesma. Por este motivo, nos estudos comparativos ele ainda verificou aumento na resistência mecânica de aproximadamente 23%.

## FRX

Na produção das amostras do trabalho de Felizardo et al (2016) foi utilizado o metacaulim comercial, no qual o FRX determinou a composição química mostrando que a maior parte de seus componentes são sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), com 54,4% e 39,4%, respectivamente; e os outros óxidos ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) contidos no metacaulim são inferiores à 3% (FELIZARDO, 2016).

No trabalho de Araújo et al, 2017; foi analisado um metacaulim comercial; e o RCD fornecido pela empresa Vitalício S.A; esse por sua vez é composto por fragmentos de tijolo, argamassa, concreto, madeira e isopor. Na análise de FRX vale destacar o alto teor de sílica e alumina contidas no metacaulim e no RCD. Na composição química do metacaulim contém 57,12% de sílica e 32,6% de alumina, os outros compontes ( $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Mgn}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_6$ ,  $\text{TiO}_2$ ) são inferiores à 3%; na composição do RCD a sílica contida é de 53,28% e a alumina 15,79%, com um destaque para o aumento de  $\text{CaO}$  com 11,85% e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  com 5,85%, porém o restante dos compostos continua com pequenos índices(  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Mgn}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_6$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{So}_3$ ) (ARAÚJO et al, 2017). Estes dados mostram que o RCD pode ser um substituinte do metacaulim na produção de geopolímeros.

Na pesquisa de Kummer et al, 2007, o resíduo utilizado foi o proveniente do polimento do porcelanato. Verificou-se que este material apresentou aproximadamente 80%, em massa de óxidos de alumínio e de silício, a qual é favorável para a formação de materiais cerâmicos. Assim como em outros resíduos encontraram-se mais componentes, tais como  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Mgn}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_6$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{CuO}$ , sendo que a maioria deles não ultrapassa 3% (KUMMER et al, 2007)

## Resistência à compressão

Na Tabela 1 podemos analisar os resultados da resistência a compressão dos geopolímeros, no qual foi usado cinza volante. Para identificar a amostra utilizaram-se nomenclaturas, onde H consiste em apresentar a concentração de  $\text{NaOH}$  das soluções ativadoras e S para a porcentagem de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  utilizada em cada mistura. O tempo de cura é representado pelo número de dias (AZEVEDO; STRECKER, 2017).

As amostras que tinham 0%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  o aumento não foi muito considerável, porém quando se acrescenta 30% de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  tem-se um aumento na resistência a compressão, como pode ser observada na amostra H16S30, na qual se obteve

geopolímeros com uma resistência de 38,8 Mpa nos primeiros dias e com 28 dias de cura com 44,25 Mpa. Através desta amostra comprova-se que a adição de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  possibilita a obtenção de geopolímeros com elevada resistência a compressão (AZEVEDO; STRECKER, 2017).

**Tabela 1** - Concentração e Razões dos principais parâmetros que afetam o ganho de resistência mecânica

Amostra	Resistência à compressão (Mpa)		
	1 Dia	7 Dias	28 Dias
H10S0	4,95	5,96	9,69
H16S30	38,87	37,45	44,25

Fonte: Adaptado de AZEVEDO, STRECKER (2017).

### Considerações Finais

Atualmente nota-se que as aplicações dos geopolímeros estão praticamente em todos os domínios da indústria, principalmente no ramo da construção civil. Pode-se então concluir que os geopolímeros são sim de grande interesse, tanto no sentido de custo, como reaproveitamento de um material, ou em relação a resistência, onde no qual usa-se uma quantidade maior de cimento, que pode ser substituído pelo material geopolimérico.

Pelo desenvolvimento da pesquisa bibliográfica, nota-se que através dos ensaios técnicos realizados pelos autores fica fácil identificar quando um material alternativo, ou seja, um resíduo possui características suficientes para ser utilizado para a fabricação de geopolímeros, podendo substituir as matérias-primas tradicionais e, diminuindo ainda mais o impacto ambiental ocasionado pela geração e disposição de resíduos ou mesmo pela produção de cimento.

É importante salientar que o geopolímero pode ser desenvolvido com propriedades diferenciadas, que dependem basicamente da composição química das matérias primas utilizadas e da forma como o processo de geopolimerização é desenvolvido. Desta forma, geopolímeros podem ser produzidos para aplicações e com propriedades específicas, podendo assim, substituir o cimento Portland e, até mesmo, outros materiais convencionais, como polímeros, por exemplo.

As propriedades mais citadas nos trabalhos avaliados referem-se à resistência a altas temperaturas ou ao fogo, resistência mecânica e resistência química. Desta

forma, a utilização destes materiais é preferível em casos em que estas propriedades sejam requeridas.

## Referências

ARAÚJO, Lucas et al. **Desenvolvimento de geopolímeros a partir de resíduo de construção como agregado**. 2017. Disponível em:

<<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/viewFile/371/273>>.

Acesso em: 01 jul. 2018.

AZEVEDO, A. G. S.; STRECKER, K. Influência da Composição Química das Soluções Alcalinas Ativadoras na Produção de Geopolímeros a Base de Cinza Volante. 2017. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 12, n. 1, p. 39–46, abr 2017. Disponível em:

<<http://www2.ufcg.edu.br/revistaremap/index.php/REMAP/article/view/559/419>>.

Acesso em: 01 ago 2018.

BORGES, Paulo Henrique Ribeiro et al. **Estudo comparativo da análise de ciclo de vida de concretos geopoliméricos e de concretos à base de cimento Portland composto (CP II)**. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 153-168, abr./jun. 2014.

BORTNOVSKY, O. et al. **Development, properties and production of geopolymers based on secondary raw materials**. **Alkali Activated Materials - Research, Production and Utilization 3rd Conference**, 83-96, ISBN978-80-867-42-19-9. Edited by Agentura Action, Praga, República Checa (2007).

CHINDAPRASIRT P., Chareerat T., Sirivivatnanon V. (2007): **Workability and strength of coarse high calcium fly ash geopolymer**, *Cement & Concrete Composites* 29 pp 224-229.

DAVIDOVITS, J. (1979): **Synthesis of new high temperature geopolymers for reinforced plastics/composites**. SPE PACTEC 79 Society of Plastic Engineers, Brookfield Center, pp.151-154

DAVIDOVITS, J. (1999): **Chemistry of geopolymeric systems, Terminology. Proceedings of geopolymer**. International Conference, França.

DESLAURIERS, J. & KÉRISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, Jean et al. **A pesquisa qualitativa: Enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

ELEUTÉRIO, Ricardo Vidal et al. **Adição de resíduos da indústria de papel em geopolímeros baseados em metacaulim**. 2017. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/294>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

FELIZARDO, Vanderlei et al. Desenvolvimento de geopolímeros de baixa condutividade térmica. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, pp.429-436, mar.

2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620160002.0040>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007  
Kong, D.; Sanjayan, J.; Sagoe-Cretensil, K. - Factors affecting the performance of metakaolin geopolymers exposed to elevated temperatures. *Journal of Materials Science* Vol. 43, p.824-831, 2008.

KRIVENKO, P., GUZIY, S. **Fire resistant alkaline Portland cements**. Alkali Activated Materials - Research, Production and Utilization 3rd Conference, p. 333 – 347, 2007.

LEDO, Mário Tiago Igreja Ferreira. Avaliação do potencial de incorporação de **resíduos mineiros em geopolímeros**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestre em Engenharia Geológica) - Universidade de Aveiro, Aveiro. 2016.

MIRANDA, J.M.; FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, A.; GONZÁLEZ, J.A.; PALOMO, A.. **Corrosion Resistance in Activated Fly Ash Mortars**. *Cement and Concrete Research*, Science Direct, Elsevier, 35, 1210– 1217, 2005.

NUGTEREN, H. W.; et al. **High Strength Geopolymers from Fractionated and Pulverized Fly Ash**. World of Coal Ash (WOCA) Conference - Lexington, KY, USA, 2009. Disponível em: <[www.flyash.info](http://www.flyash.info)>. Acesso em: 01 set. 2018.

PACHECO-TORGAL, F., Jalali, S. (2011). **A sustentabilidade dos materiais de construção**. Edição TecMinho, 460 pág., Guimarães, Portugal.

PALOMO, A., Alonso, A. (2001): **Calorimetric Study of Alkaline Activation of Calcium Hydroxide** – Metakaolin Solid Mixtures. *Cement and Concrete Research*.

PINTO, Amândio Teixeira. **Introdução ao Estudo dos Geopolímeros**. Vila Real, 2006. Disponível em: < <http://www.geopolymer.com.br/PDF/introducao.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2018.

RICKARD, W.; VAN RIESEN, A.; WALLS, P. **Thermal Character of Geopolymers Synthesised from Class F Fly Ash Containing High Concentrations of Iron and Quartz**. *International Journal of Applied Ceramic Technology*, Ceramic Product Development and Commercialization, ID. ACT-0532, 2008.

SEVERO, C. G. S. et al. Características, particularidades e princípios científicos dos materiais ativados alcalinamente. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v.8.2, jul. 2013. Disponível: < [www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/download/334/276](http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/download/334/276)>. Acesso em: 01 abril 2018.

SILVEIRA, Denise Tolfo, CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. Unidade 2 – A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel, SILVEIRA, Fernanda Peixoto. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SILVA, M L. S. et al. Análise de Geopolímeros a Partir de Diferentes Ativadores Alcalinos', in **I Encontro de Engenharia, Ciência de Materiais e Inovação Do Estado Do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015.

**SINDICATO nacional da indústria do cimento. Dados do setor.** [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://snic.org.br/numeros-do-setor.php>>. Acesso em: 11 de set, 2018.

TORGAL, F. P. **Desenvolvimento de ligantes obtidos por activação alcalina de lamas residuais das Minas da Panasqueira.** Dissertação de Doutorado, Universidade da Beira Interior, 2007.

## LOGÍSTICA URBANA: ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA ATUAL

**Dimas Ailton Rocha<sup>1</sup>; Maria Eduarda Neves Corrêa<sup>2</sup>; Nathália Policarpo<sup>3</sup>;  
Vanessa da Silva<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. dimas@unibave.net.

<sup>2</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. meduardanc@gmail.com.

<sup>3</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. natynaty673@gmail.com.

<sup>4</sup>Acadêmico. Centro Universitário Barriga Verde. azm\_vanessa@hotmail.com.

**Resumo:** A logística urbana vem sendo discutida continuamente, pois o número de veículos nos centros urbanos vem crescendo constantemente. A grande preocupação é em relação à infraestrutura disponível, pois a atual geralmente não suporta a crescente demanda das atividades logísticas. Buscou-se com esta revisão bibliográfica causar uma reflexão acerca da logística urbana, a fim de torná-la um fator positivo para o ambiente dos negócios. Diante da problemática a cerca do planejamento e as estratégias da logística urbana, conclui-se que uma provável solução para os problemas apresentados seja oferecer opções diversificadas para o transporte de pessoas e cargas nos centros urbanos. Onde se estima novos estudos para melhoria do panorama logístico atual.

**Palavras-chave:** Logística urbana. Centros urbanos. Mobilidade urbana.

### Introdução

As primeiras definições de Logística Urbana surgiram na literatura por volta da década de 70. O assunto começou a ser discutido devido ao aumento populacional e conseqüentemente o aumento de veículos nas cidades (DIAS, 2017). Uma grande preocupação atual é a infraestrutura, visto que, a disponível não suporta o aumento de veículos e caminhões que crescem constantemente nos centros urbanos (PARENTE; GONCALVES, SILVA, 2015).

A logística urbana surgiu com a finalidade de resolver os problemas gerados a partir das atividades logísticas. Taniguchi et al (1999) descreve a logística urbana como o processo de execução das atividades logísticas e transporte nas empresas privadas levando em consideração, por exemplo, o ambiente e congestionamento do tráfego.

A mobilidade urbana é o planejamento do desenvolvimento urbano de maneira uniforme de acordo com os objetivos da gestão de uma determinada região, cidade ou estado. Ela vai além do que envolve o transporte urbano e é composta pelo

conjunto de serviços e meios de deslocamento de pessoas e bens. (PARENTE; GONCALVES; SILVA, 2015).

O transporte faz parte do ritmo diário da vida humana (HOYLE; KNOWLES, 1998, P.1). De acordo com Pons (2004) o transporte não é uma atividade finalística e sim algo que depende de vários fatores que conseqüentemente interferem sobre sua dinâmica territorial.

Segundo Dutra (2004) o problema das áreas urbanas não é recente, porém não é levado em consideração no planejamento de transporte urbano. Para o desenvolvimento urbano, o transporte de cargas é de suma importância, visto que, nenhuma área urbana consegue sobreviver sem esse fluxo (CAIXETA, FILHO e MARTINS, 2001).

O objetivo desta revisão bibliográfica é expor uma reflexão acerca da logística urbana, a fim de torná-la um fator positivo para o ambiente dos negócios.

A problemática desse estudo está relacionada ao planejamento e as estratégias de mobilidade urbana. Em questão, a mobilidade urbana envolve o intenso fluxo que abrange, por exemplo, o transporte público e coletivo, transportes de cargas e circulação dos indivíduos.

### **Procedimentos Metodológicos**

Quanto à abordagem, o presente artigo de revisão bibliográfica, classifica-se como qualitativo. Onde, segundo Gerhardt; Silveira (2009, p. 32) a pesquisa qualitativa envolve: “aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

Portanto, sua classificação quanto à natureza apresenta-se como básica, sendo que se objetiva gerar conhecimentos novos, mas sem aplicação prática prevista (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Os objetivos desta pesquisa são classificados como exploratórios e os procedimentos utilizados foram de pesquisa bibliográfica. De acordo com Fonseca (2002, p. 32), esse tipo de pesquisa realiza-se “procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher conhecimentos prévios sobre o problema”. Visto que atualmente existe uma vasta literatura a cerca do assunto Logística Urbana, este estudo baseia-se em artigos, teses, dissertações encontradas em plataformas online, como Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Google Acadêmico e Repositórios de Universidades Federais (UFSC) e particulares

(UNESCO). Tomou-se como palavras chaves para a busca Logística urbana e Mobilidade urbana.

### **Logística urbana**

O transporte de cargas em áreas urbanas é fundamental no que se diz respeito à economia. Conseqüentemente é essencial o conhecimento aprofundado sobre as operações logísticas em áreas metropolitanas (REYMÃO, 2002).

Há influências diretas nos sistemas de transportes, visto que, há vários integrantes na cadeia logística com o objetivo de satisfazer a todos, como por exemplo, fornecedores, consumidores, distribuidores, entre outros (MENEZES et al, 2004).

Sabe-se que, na cadeia logística o produto segue um trajeto desde a produção até o consumidor final. A última etapa entre o varejista e o consumidor é denominada de distribuição física. Esta etapa é considerada uma das atividades mais importante da cadeia e é onde ocorre o maior custo (BALLOU, 1993).

Neste contexto, o aumento de veículos e caminhões nas cidades acarreta diariamente congestionamentos, perda de tempo e combustível, acidentes de trânsito, poluição ambiental, entre outros. Tornando assim, a logística urbana um assunto desafiador e que deve ser cada vez mais estudado (DIAS, 2017).

As atividades logísticas na maioria das vezes não podem ser realizadas no território urbano, por não ter estrutura suficiente para atender todos os requisitos. O território urbano geralmente é um espaço complexo, com a disponibilidade apenas para “jogo rápido”, como por exemplo, circulação, carga e descarga (DABLANC, 2007).

### ***Dados sobre logística e crescimento populacional***

Segundo o IBGE, na distribuição logística de transporte brasileira prevalece o modal rodoviário. São Paulo é o único estado a apresentar em sua infraestrutura uma vasta rede de transportes que interliga o interior com a capital, por meio de rodovias duplicadas, ferrovias e hidrovias. Além disso, possui o maior aeroporto e porto com maior movimentação de cargas do país (IBGE).

De acordo com a estimativa populacional anual, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Santa Catarina é o 10º Estado mais

populoso do país no ano de 2018, com 7.075.494 habitantes. Tendo 1,57% de aumento em relação ao ano de 2017 (FECAM, 2018).

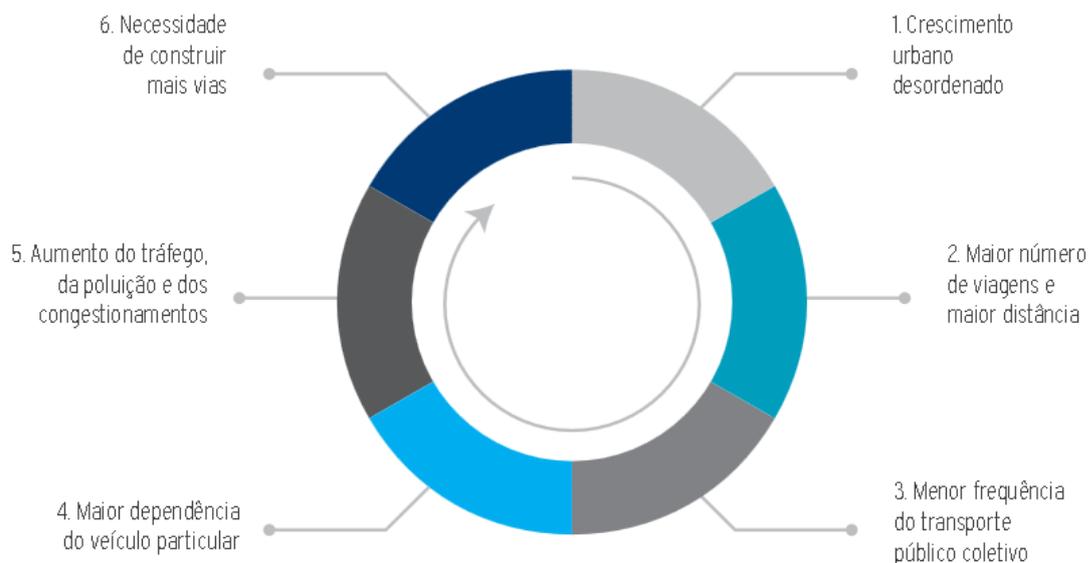
### **Planejamento e Logística Urbana**

Conforme Macário et al (s.d) a logística possui diferentes abrangências como global, regional, local, entre outras. Isso quer dizer que, na escala urbana inclui planejamento, implementação e controle eficiente.

Sabe-se que, a administração pública dos municípios deve se preocupar com o crescimento populacional e implantar planejamentos na infraestrutura viária de acordo com aumento populacional, com a finalidade de proporcionar de maneira eficiente obras públicas para a demanda futura. (CNT, 2017)

A expansão das áreas urbanas tem grandes consequências ocasionando problemas com o transporte de cargas por conta da logística urbana inadequada (OLIVEIRA; NOVAES, 2008). Diante disto, o planejamento e gestão urbana se faz necessário na busca de solucionar os problemas de mobilidade no espaço urbano, o que gera um círculo vicioso (Confederação Nacional de Transportes – CNT, 2017), conforme a Figura 1.

**Figura 1 – Círculo vicioso da falta de planejamento urbano**



Fonte: Confederação Nacional de Transportes (CNT) (2017).

O planejamento urbano auxilia na adoção dos melhores métodos de logística urbana decorrente das particularidades deste meio e incertezas existentes (PARENTE; GONCALVES; SILVA, 2015). Podem-se considerar barreiras ou motivadores de planejamento, por exemplo, os seguintes fatores: institucionais, legais, financeiros, políticos, culturais, práticos e tecnológicos (DIAS, 2017).

No território urbano há poucas instalações logísticas, deste modo às transportadoras devem passar pelos centros apenas para entregas. Vale lembrar que, a falta de espaço apropriado vem criando sérios problemas. Um fator importantíssimo que deve ser levado em consideração é o desenvolvimento de novas áreas logísticas, pois há pouco investimento nessa questão (DABLANC, 2007).

Para que os problemas de transporte de cargas venham ser amenizados, é fundamental a criação de soluções para a logística urbana. De acordo com Carnielle (2009) algumas restrições devem ser levadas em consideração, tendo como exemplo, restrição quanto ao tipo de veículo circulando e horário na via, entre outros.

Na região da AMUREL (Associação de Municípios da Região de Laguna) têm-se projetos que buscam manter o crescimento ordenado em seus núcleos urbanos. Essa região engloba 18 municípios de Santa Catarina. Os projetos são envolvendo a elaboração de Planos Diretores dos municípios que não o possuem, incentivo da ocupação de vazios urbanos e adequação do perímetro urbano dos municípios mediante a expectativa de crescimento no período de 10 anos (AMUREL).

Imagina-se que a demanda por acessibilidade de mercadorias continue a aumentar, no entanto isso pode gerar efeitos negativos tanto sobre o nível de serviço do sistema de transporte urbano como a sustentabilidade urbana. As restrições quanto à circulação de caminhões nos centros das cidades está cada vez mais usual (DIAS, 2017), afetando assim diretamente o nível de serviço de transportadores.

Para implantação das restrições de veículos maiores nos centros urbanos, devem ser analisados cuidadosamente os impactos positivos e negativos para todos os agentes que fazem parte do sistema (DIAS, 2017).

As principais consequências a cerca dessas restrições são o aumento dos custos operacionais do transporte rodoviário de carga, baixa previsibilidade da entrega de mercadorias, riscos de acidentes e aumento da emissão de poluentes e ruídos. Uma das prováveis soluções seria realizar obras de manutenção e de expansão da infraestrutura urbana, especialmente em anéis rodoviários (CNT, 2017).

## Considerações Finais

Diante dos inúmeros desafios encontrados através da logística urbana atual, pode-se perceber que o cenário econômico mundial está em constante evolução e uma das soluções para a problemática desse artigo encontra-se em oferecer outras opções de transporte de pessoas e cargas nos centros urbanos.

Percebe-se que, atualmente o fluxo de informações está cada vez mais acelerado e faz com que a logística seja aprimorada, buscando o desenvolvimento de novas técnicas para melhor atender a demanda e satisfazer as necessidades do cliente final. No entanto, a questão da Logística Urbana se torna um segmento promissor para novos estudos em âmbito mundial.

Diante disto, é necessário almejar uma maior interação das estratégias de gestão das cidades e das empresas. Visto que, a utilização de outros meios de transportes, como ferroviários e aéreos, poderiam suprir à crescente demanda. No entanto, deve se atentar aos custos e consequências que essa mudança ocasionaria a todo o ciclo que engloba a logística de distribuição de produtos.

## Referências

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: Transportes, administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo: Atlas, 1993.

CAIXETA, José Vicente Filho; MARTINS, Ricardo Silveira. **Gestão do Transporte de Carga**. São Paulo: Atlas, 2001.

CARNIELLE, Leonardo Gonçalves. **Proposta de um sistema de análise logística urbana para cidades de pequeno e médio porte**. 2009. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operações de Sistemas de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

DABLANC, Laetitia. Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, vol.41, n.3, p.280-285, 2007.

DIAS, José Maria. **Investigação das práticas de logística urbana em cidades brasileiras**. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <[https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/9224/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20JMDias%20UFSCar\\_So%20v.final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/9224/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20JMDias%20UFSCar_So%20v.final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> . Acesso em: 09 set 2018.

DUTRA, NADJA GLHEUCA DA SILVA. **O enfoque de “city logistics” na distribuição urbana de encomendas**. Tese doutorado. Orientador Antonio Galvão Naclério Novaes. PPGE/UFSC Cap. 4. Florianópolis: 2004.

**ESTUDO revela dificuldades do transporte de cargas em centros urbanos.** [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/imprensa/noticia/estudo-cnt-revela-dificuldades-transporte-cargas-centros-urbanos>>. Acesso em: 09 set 2018.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

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

HOYLE, B.; **Modern Transport Geography**. Chichester; New York: John Wiley, 1998.

**LOGÍSTICA dos Transportes no Brasil.** [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000019704411122014440525174699.pdf>> . Acesso em: 09 set 2018.

MACÁRIO, Rosário; CAIADO, Gonçalo. Logística urbana e plataformas de comunicação e informação. Aula ministrada. Mestrado em Transporte. Instituto Superior Técnico. [s.l] [s.d].

MENEZES, F. S. S.; et al. (2004) **Indicadores da Atividade de Transporte**. In: Seminário II Rio de Transportes. Rio de Janeiro: 2004.

OLIVEIRA, L. K.; NOVAES, A. G. N. **Modelagem para avaliar a viabilidade da implantação de sistema de distribuição de pequenas encomendas dentro dos conceitos de City Logistics**. In: 3 Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentavel, Santos, SP 2008.

TANIGUCHI, E., THOMPSON, R. G., YAMADA, T. **Modelling City Logistics**. In: E Taniguchi & R. G Thompson, 1999, City Logistics I, Kyoto (Institute for Systems Science Research), 1999.

PONS, J. M.; REYNÉS, M. R. M.; **Geografia de los transportes**. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears, p. 435, 2004.

REYMÃO, J.E. N.; **Seleção do Tipo de Veículo para entregas em Áreas Urbanas: Uma Aplicação do Método de análise Hierárquica-AHP**. Dissertação (Mestrado) – PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

PARENTE, Leylane Alves; GONÇALVES, Patrícia de Melo; SILVA, Moises Marciano Prestes. **Logística urbana: o planejamento como ferramenta de gestão para mobilidade urbana no município de Boa Vista-RR**. 2015. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/42622572.pdf>>. Acesso em: 01 set 2018.

## MODELO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM FORNO PAULISTA

**Mario Sérgio Rosso Bortolatto<sup>1</sup>; Bruna Luciano Alberton<sup>2</sup>; Berto Varmeling<sup>3</sup>;  
Miriam Aparecida Silveira Mazzuco<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email: mariobortolatto@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheira de Produção. email: bruna.alberton@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email: berto\_warmeling@hotmail.com

<sup>4</sup>Miriam Aparecida Silveira Mazzuco. Centro Universitário Barriga Verde. email: miriam.asilveira@gmail.com

**Resumo:** A utilização de fontes alternativas para geração de energia elétrica está se tornando algo cada dia mais comum, principalmente no ramo industrial, que é grande consumidor de energia com valor elevado. A concentração de cerâmicas vermelhas, aliada a biomassa utilizada para o processo de queima foi o fator que despertou a iniciativa do estudo. O estudo demonstrou que existe a possibilidade de geração de energia elétrica em forno paulista, em função do tempo e da alta temperatura atingida no seu interior. O modelo proposto une uma estrutura de geração por pressão de vapor com a fonte, que são as altas temperaturas no interior no forno paulista, extremamente difundido na região sul catarinense, principalmente nas cerâmicas vermelhas. O estudo não realizou o levantamento sobre a viabilidade técnica e nem a modelagem com a utilização de softwares simuladores para verificar as questões técnicas envolvidas.

**Palavras-chave:** Energia. Forno paulista. Biomassa.

### Introdução

A pesquisa sobre o custo da energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil, divulgada pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), revelou aumento real de 59,3% no custo com energia para a indústria brasileira nos últimos três anos (EBC 2016).

O custo elevado da energia elétrica tem influência direta no custo da produção, visto que grande parte das indústrias demandam energia elétrica para produzir algum tipo de bem. Assim, torna-se importante criar alternativas para diminuir este custo, ou até mesmo produzir energia própria, fazendo com que o excedente possa ser ofertado no mercado de energia.

As tecnologias que proporcionam a geração de energia elétrica já estão disponíveis no mercado, entretanto podem ser adaptadas para situações específicas em indústria específicas.

Uma das situações é o processo de queima da cerâmica vermelha no sul catarinense. Este processo na sua grande maioria se dá em um forno modelo paulista que utiliza lenha como combustível e assim realiza a queima dos artefatos cerâmicos

A presença da cerâmica vermelha na região sul catarinense, responsável por 40% de toda a produção catarinense (Abifa, 2015), demanda em suas plantas de grande quantidade de energia elétrica, para moldar a argila. Neste mesmo espaço é utilizado a lenha como combustível. O calor gerado aquece a água de uma caldeira, que se transforma em vapor, que gira uma turbina, transformando a energia térmica (calor) em energia cinética (movimento) e depois em energia elétrica (BRASIL, 2018)

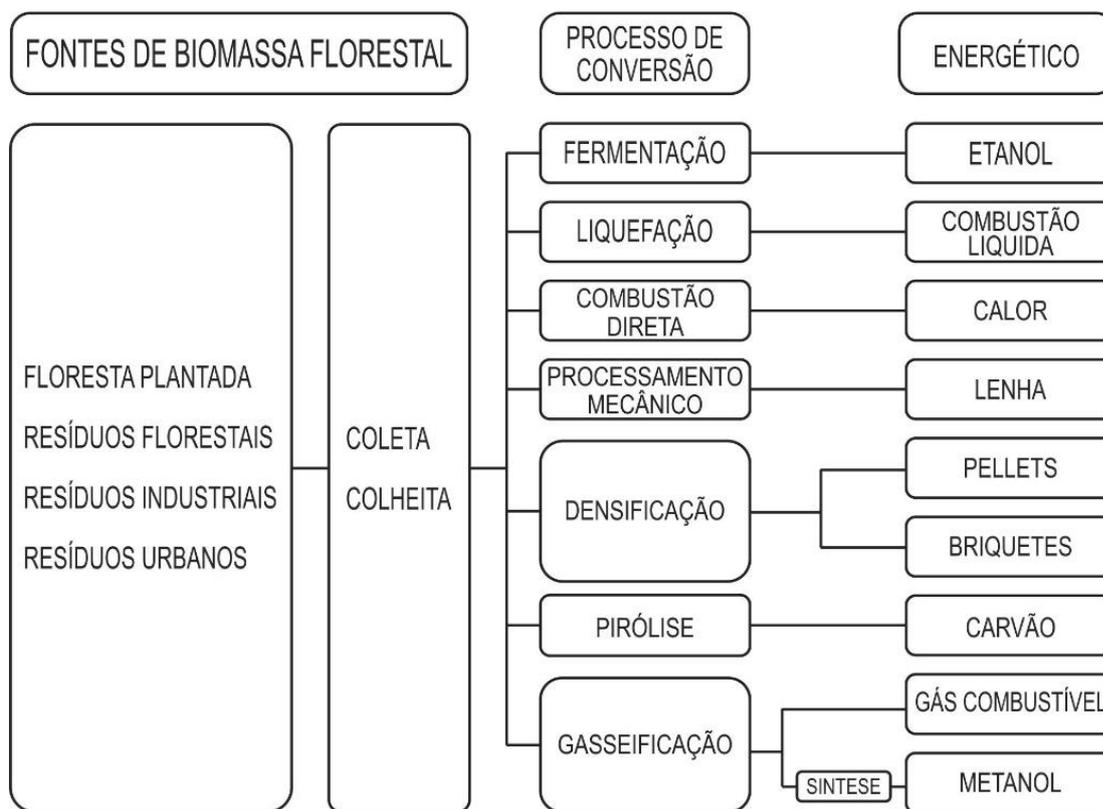
Diante da grande quantidade de empresas, grande demanda de energia do processo e uma fonte de calor que são os fornos de queima este estudo propõe como objetivo geral: propor o aproveitamento de energia elétrica nos fornos de queima de cerâmica vermelha. Os objetivos específicos são descrição sobre biomassa para geração de energia; demonstração de modelo para conversão de energia térmica em elétrica e a proposição de um modelo para aproveitar o calor dos fornos de cerâmica vermelha para geração de eletricidade.

### **Biomassa**

A biomassa é um material orgânico (origem animal e vegetal), que tenha conteúdo de energia química no seu interior e que pode ser utilizada como fonte para produção de energia. A biomassa de lenha inclui todo o material da árvore: tronco, ramos, folhas, casca e raízes (VIDAL, 2016).

É possível classificar a obtenção da energia da biomassa em duas categorias: tradicional, obtida por meio de combustão direta de madeira, lenha, resíduos agrícolas, resíduos de animais e urbanos, para cocção, secagem e produção de carvão; ou a moderna, obtida por meio de tecnologias avançadas de conversão, como na geração de eletricidade ou na produção de biocombustíveis (CENBIO, 2016).

Segundo VIDAL (2016), o uso da biomassa possui vantagens técnicas para obtenção de energia, pois o aproveitamento pode ser feito por simples combustão em fornos e caldeiras. A transformação energética da biomassa com o uso de lenha está alicerçada nos processos físicos, químicos e termoquímicos e biológicos. A Figura 1 demonstra as fontes de biomassa bem como o processo de conversão.

**Figura 1 – Processos de conversão energética da biomassa**


Fonte: VIDAL, 2016.

O processo utilizado para a conversão energética da biomassa com o uso da lenha de eucalipto é o método de combustão direta, tendo como fonte energética o calor. Segundo VIDAL (2016), combustão direta tem a seguinte característica:

É a transformação da energia química dos combustíveis em calor por meio de reações dos elementos constituintes com o oxigênio. Para fins energéticos, a combustão direta ocorre essencialmente em fogões (cocção de alimentos), fornos (metalurgia) e caldeiras (geração de vapor). Embora prático, o processo de combustão direta é ineficiente para os principais combustíveis, pela existência de elevada umidade intrínseca (20% ou mais no caso da lenha) e da baixa densidade energética (lenha, palha e resíduos), o que também dificulta o transporte e o armazenamento em razão da necessidade de grandes volumes para a geração contínua de energia.

Para Vidal (2016), no ano de 2030 a grande parte da biomassa consumida será de resíduos agrícolas e florestais, com parcela crescente originada de culturas energéticas para a produção de biocombustíveis. Um aspecto positivo com o uso da biomassa é o aumento da oferta de empregos e renda na região agrária, permitindo o desenvolvimento local das regiões.

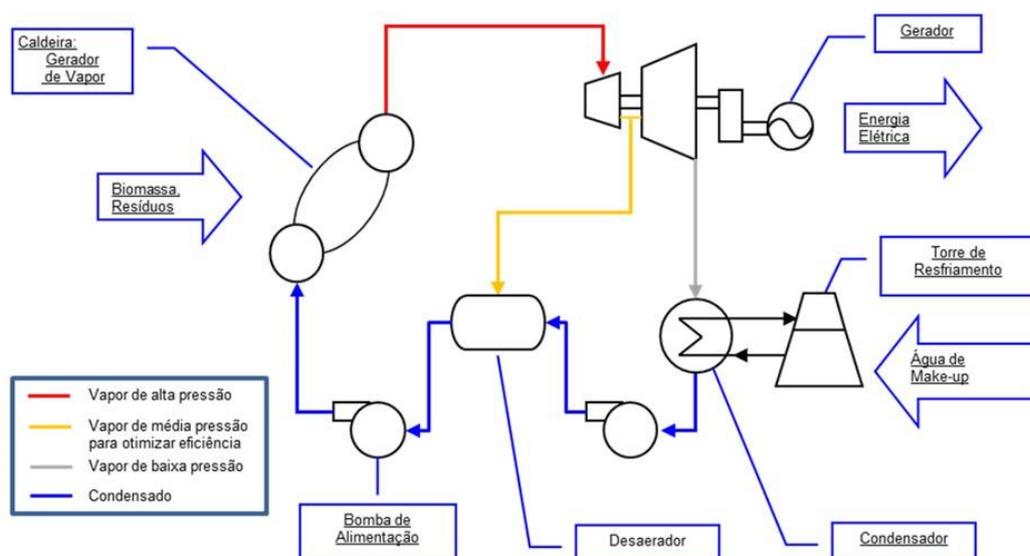
Muitas dúvidas são levadas em consideração quando se trata do uso da biomassa, principalmente no que se refere ao custo de implantação. Neste quesito, deve-se levar em conta que esta fonte energética possibilita a melhora da produtividade, disponibilidade de água para produção agrícola, os efeitos das alterações climáticas e o desenvolvimento de tecnologias avançadas de conversão (VIDAL, 2016).

### **Alternativa de geração de energia elétrica**

A geração de energia elétrica pela própria indústria até meados do século XX chegou a ser bem usada, perdendo espaço para as grandes concessionárias geradoras com ganhos em escala. A cogeração, como é mais conhecida, é mais utilizada pelas indústrias de cana e papel e celulose (INEE 2016).

Existem inúmeras alternativas para geração de energia, entretanto os sistemas mais utilizados são as turbinas a gás ou a vapor (que costumam utilizar caldeiras para produzir o vapor) como pode ser observado na Figura 2 (INEE 2016), que demonstra a alternativa com caldeira, onde a água passa do estado líquido para o gasoso, assim se desloca para uma turbina a qual está acoplado um gerador. Após a passagem do vapor pela turbina a mesma volta ao ciclo.

**Figura 02** – Sistema de geração de energia através do vapor de água



Fonte: Solidda, 2016

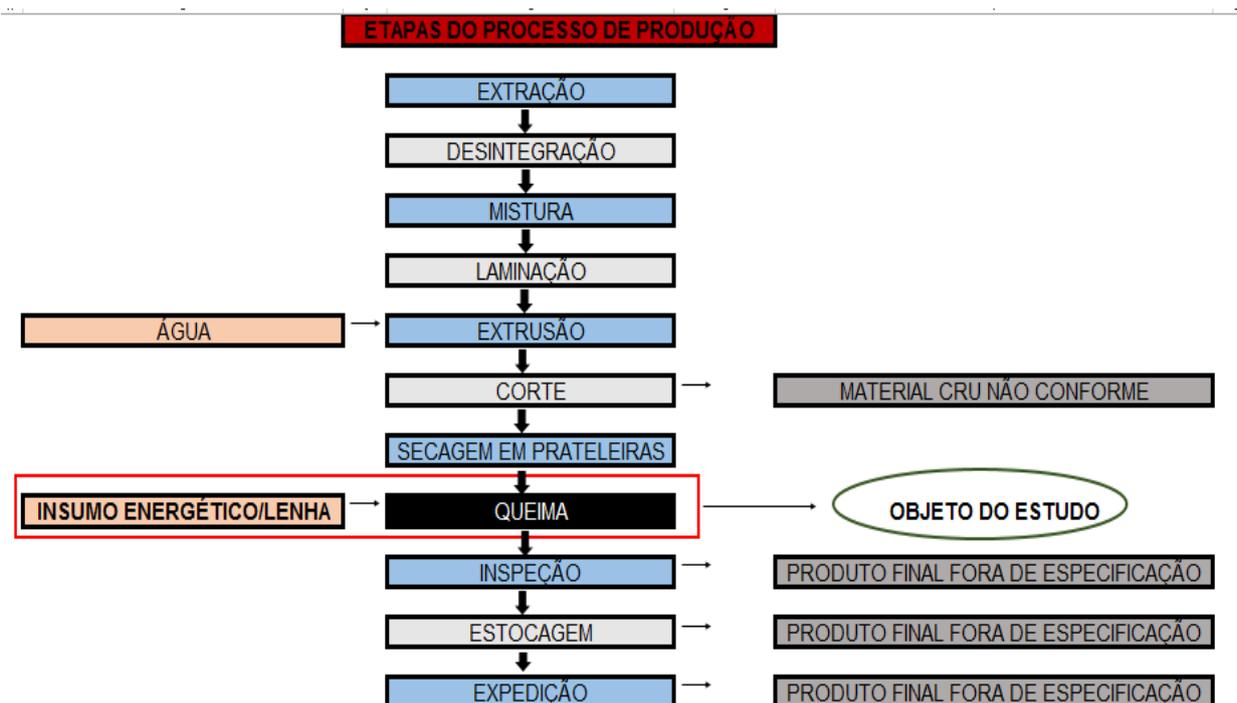
Segundo Levenspiel (2002), o vapor a 300°C é possível movimentar a turbina a qual está acoplado o gerador que tem como combustível restos agrícolas e rejeitos de floresta como combustível.

### Processo produtivo da cerâmica vermelha

O processo de produção da cerâmica vermelha envolve diversos estágios de processamentos, tais como: extração da argila, preparação da massa, mistura, secagem e queima, até obtenção dos produtos finais; podendo cada etapa influenciar definitivamente na etapa seguinte (BACCELLI JR., 2010).

O objeto principal do estudo é a etapa representado na Figura 3, mais especificamente a queima onde o insumo é a lenha de eucalipto alcança temperaturas entre 800 a 1000°C (WEBER 2009).

**Figura 3** – Etapas do processo de produção



Fonte: Adaptado de Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), 2013.

Vale ressaltar que existem inúmeras plantas de produção, mas de forma simplificada a Figura 3 retrata as etapas básicas deste processo. A matéria-prima utilizada na confecção dos tijolos cerâmicos é classificada como a argila comum, pela grande variedade encontrada e também pela grande disponibilidade na natureza. O material é extraído das jazidas e conduzidos para as empresas para a estocagem

adequada ou para algum tipo de beneficiamento da argila, sendo que muitas vezes são usadas da forma em que foram retiradas (ELYSEU, 2014).

### **Procedimentos Metodológicos**

A natureza da pesquisa se caracteriza como aplicada, pois é uma pesquisa que está utilizando conhecimento obtidos pela pesquisa básica em fontes já existentes para a elaboração de uma ação concreta para a diminuição do custo com energia elétrica nas olarias de produção de tijolos. Para Gerhardt (2009), uma pesquisa aplicada gera conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos e que envolvem verdades e interesses locais.

Quanto à abordagem, a pesquisa é classificada como qualitativa, pois está relacionada com levantamento de dados sobre o processo de fabricação do tijolo e mais especificamente o processo de queima. A observação in loco da estrutura para queima resultou em conhecimento e intuitivamente foram feitas sugestões para que a operação de queima tivesse um melhor aproveitamento da energia gerada. Creswell (2010) relata que um método qualitativo é realizado uma pesquisa e armazenamento de informações e não se preocupa com representatividade numérica, realizando a análise e interpretação dos dados coletados.

Quanto aos objetivos, é caracterizada como exploratória, pois foram buscadas informações em materiais já desenvolvidos, estrutura de geração já conhecida e adaptada ao processo ao qual o estudo está delimitado. Segundo Gil (2009), uma pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema, tornando mais explícito a construir hipóteses. Pode-se considerar que esta pesquisa tem como objetivo principal o aprimoramento de ideais e boa parte destas pesquisas envolvem o levantamento bibliográfico.

Com relação ao procedimento adotado na coleta das informações, a pesquisa pode ser classificada como um estudo de campo, que segundo Gil (2009), possibilita que o pesquisador realize maior parte do trabalho pessoalmente, pois é enfatizada a importância do pesquisador ter tido uma experiência direta com a situação de estudo. Também apresenta maior flexibilidade quanto ao planejamento do estudo, podendo reformular os objetivos ao longo da pesquisa.

Como em toda pesquisa que busca construir algo novo sem deixar de lado tudo aquilo que fora estudado até o momento a utilização de pesquisas, dados, trabalhos

já realizados foram fundamentais para a pesquisa, já que esta proposta será algo novo.

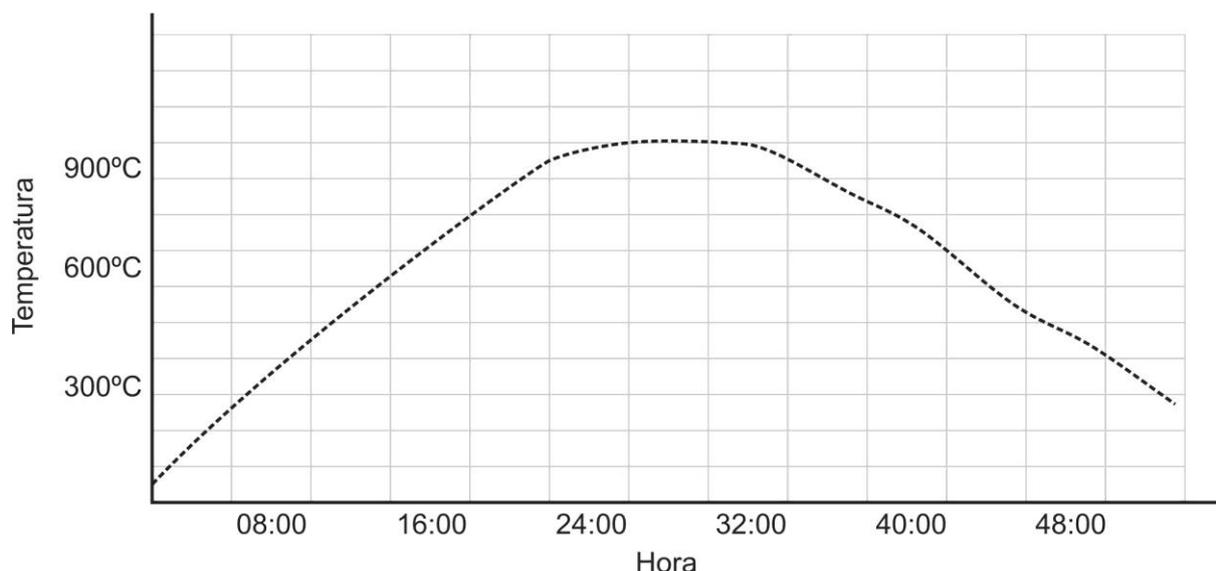
Em meio a uma infinidade de possibilidades se centrou o trabalho na busca de uma solução, mesmo no estado de modelo para que as unidades de produção “olaria” pudessem ter um menor custo com a energia elétrica.

## Resultados e Discussão

Cabe aqui ressaltar antes da apresentação dos resultados que em uma unidade produtiva de cerâmica vermelha na sua grande maioria existem mais de um forno de queima. Os fornos são utilizados na sua grande maioria em diferentes estágios da queima, que são carregamento, aquecimento, queima, resfriamento e descarregamento, a fim de atender a demanda dos clientes.

Afim de demonstrar a possibilidade para o aproveitamento na etapa de queima do tijolo em forno paulista para geração de energia elétrica, a Figura 4 ilustra as etapas de aquecimento, queima e resfriamento, que tem um ciclo de aproximadamente sessenta horas.

**Figura 04** - Ciclo em horas da queima de tijolos



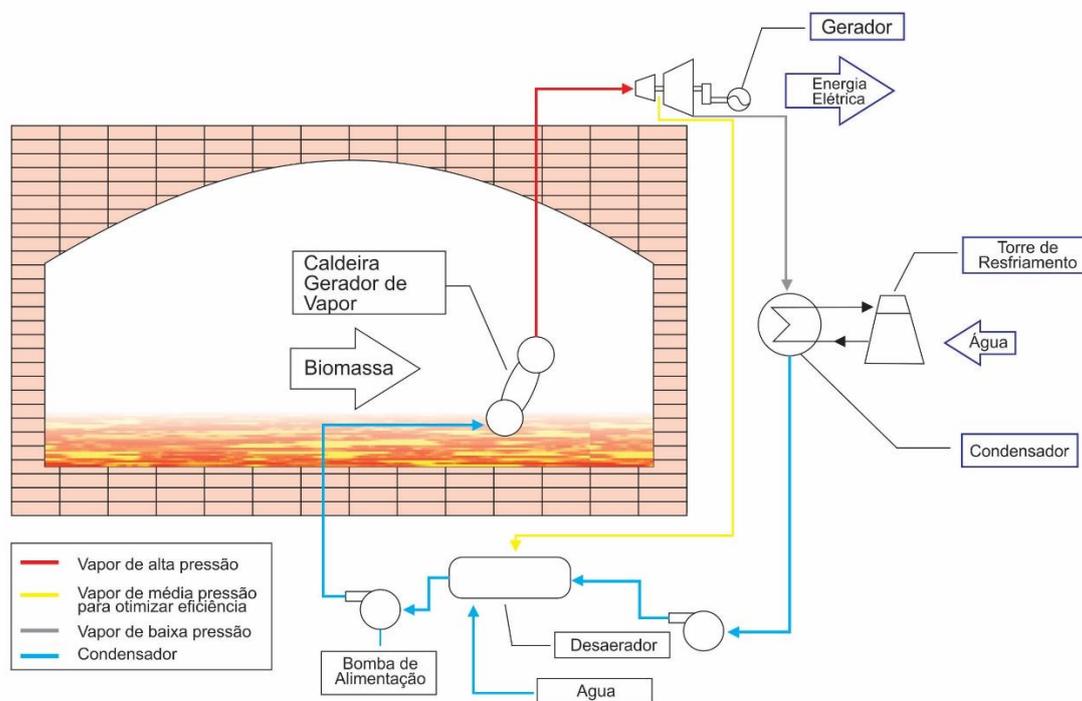
Fonte: Autor 2016.

Na primeira etapa é realizado o aquecimento com queima da lenha na fornalha, em um período aproximado de 24 horas. Após o aquecimento o forno atinge seu pico de queima, onde são utilizadas as aberturas no teto para elevar a temperatura de

forma homogênea, por um período de 6 a 7 horas. Este processo evita trincas e deformações na peça cerâmica, sendo que após o pico do processo de queima o abastecimento com lenha é interrompido. SARTOR 2017.

A Figura 5 ilustra a junção entre uma tecnologia já desenvolvida com o forno modelo paulista a fim de aproveitar as altas temperaturas e o todo o período que os artefatos cerâmicos ficam enclausurados no interior no forno. Mesmo que alguns autores, como VIDAL (2016), descrevam que o processo de queima de lenha seja ineficiente, por conta da alta umidade e baixa densidade energética, a energia gerada poderá ser um novo produto do processo.

**Figura 5** – Ilustração da geração de energia elétrica.



Fonte: Autor, 2016

No interior do forno, onde fica acondicionado os artefatos cerâmicos a temperatura que podem chegar próximos a  $1000\text{C}^{\circ}$ . A intervenção que sugere o modelo é introduzir uma caldeira geradora de vapor tubular. A intervenção é a perfuração da parede para passagem de cano de metal que levaria a água em estado líquido e a saída em estado gasoso, direcionado a um gerador para converter em energia elétrica. Após o processo de geração o vapor percorre torre de resfriamento para voltar ao ciclo.

A energia gerada pela proposta poderá ser consumida na própria planta, em horário de produção, bem como creditada na rede para posterior utilização dos créditos em atendimento a legislação em vigor. Com o estudo podemos afirmar que existe a viabilidade técnica da implantação, visto a grande quantidade de energia térmica proveniente da queima.

### Considerações finais

A pesquisa, mesmo sendo incipiente, já conseguiu verificar a possibilidade no campo técnico da proposta, visto que todos os equipamentos já estão disponíveis no mercado. Grande parte da energia térmica dos fornos é descartada pela abertura das entradas o que poderia ser aproveitado pós cessão da queima da lenha. Vale ressaltar que o uso da biomassa de lenha abundante na região é uma alternativa de utilização de combustíveis para a geração de energia em detrimento à fontes não renováveis, como exemplo o carvão mineral.

A utilização de estrutura que extrai parte da calor gerada pela queima de lenha deverá implicar em um consumo maior do insumo. Entretanto a energia gerada deverá ser suficiente, mesmo com maior quantidade de lenha para diminuir os custos de produção das unidades. Para os próximos estudos aconselha-se realizar ensaios com softwares simuladores para melhor ilustrar e viabilizar a construção do modelo aqui proposto.

### Referências

BACCELLI JR., G. Avaliação do Processo Industrial da Cerâmica Vermelha na Região do Seridó – RN. 2010. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2010.

BRASIL. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia#TERMICA>. Acesso em 01/10/2018

CRESWELL, John W.. **Projeto de pesquisa:** Métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.

EBC. 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-07/custo-da-energia-eletrica-para-industria-nacional-sobe-593-em-tres-anos>. Acesso em 15/10/2017

ELYSEU, Fábio. **DESENVOLVIMENTO DE CERÂMICA VERMELHA POR MONOQUEIMA RÁPIDA A PARTIR DE MASSAS COMPOSTAS POR ARGILOMINERAIS.** 2014. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e

Engenharia de Materiais, Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, Criciúma, 2014.

FEAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente-. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha.** Disponível em: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

INEE- Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O QUE É COGERAÇÃO.** Disponível em: <<http://www.inee.org.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

LEVENSPIEL, Octave. 1926 – **Termodinâmica para engenheiros.** Tradução José Luís Magnani, Wilson Miguel Salvagnini – São Paulo: Edgard Blucher, 2002

SARTOR. Andi. de 45 anos. Proprietário da unidade produtiva visitada. Cedida a Bruna Luciano Alberton em Morro da Fumaça em 07/10/2016.

SOLIDDA. **Sistemas para geração termoeletrica e cogeraçao.** 2016. Disponível em: <<http://www.solidda.com.br/>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

VIDAL, André Carvalho Foster; HORA, André Barros da. **Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia.** Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

WEBER, Elizangela. **TRANSFERÊNCIA DE CALOR NO PROCESSO DE SECAGEM DE TIJOLOS.** 10. ed. Ijuí, RS: X Encontro Gaúcho de Educação Matemática- Unijui, 2009. 8 p. Disponível em: <[www.projetos.unijui.edu.br](http://www.projetos.unijui.edu.br)>. Acesso em: 02 maio 2016.

## PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA *KAIZEN* NO SETOR DE ATENDIMENTO AO CLIENTE EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS

**Berto Varmeling<sup>1</sup>; Karine Luciano<sup>2</sup>; Mario Sérgio Rosso Bortolato<sup>3</sup>; Pedro Cechinel Junior<sup>4</sup>; Alessandro Cruzeta<sup>5</sup>; Claiton Uliano<sup>6</sup>; Miriam Aparecida Silveira Mazzuco<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Professor Centro Universitário Barriga Verde. email: berto\_warmeling@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng de Produção. Centro Universitário Barriga Verde. email: karine\_luciano14@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email. mariobortolato@hotmail.com

<sup>4</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email: pedro.cechinel@hotmail.com

<sup>5</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email. ale.cru@hotmail.com

<sup>6</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email: claitonuliano@gmail.com

<sup>7</sup>Professor. Centro Universitário Barriga Verde. email: miriam.asilveira@hotmail.com

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo apresentar e discutir a aplicação da metodologia *kaizen* no setor de atendimento ao cliente em uma indústria de embalagens flexíveis. A busca constante pela otimização de processos vem se intensificando cada vez mais no cenário do mercado atual. No entanto existem problemas durante os processos que os tornam ineficientes que impactam negativamente no negócio. Neste trabalho são abordados os conceitos da ferramenta *kaizen*, sua origem e como aplicá-la para se obter os melhores resultados. A pesquisa de natureza aplicada teve como base uma revisão na literatura, sendo um estudo de caso com abordagem qualitativa e quantitativa sendo sua coleta de dados feita através da observação pessoal no setor. Os resultados mostram uma melhoria significativa no lead time, através do mapeamento de processos e o *brainstorming* identificando as falhas promovidas pela filosofia de melhoria continua.

**Palavras-chave:** *Kaizen*. *Lead Time*. Atendimento.

### Introdução

Com a evolução tecnológica as empresas vêm buscando estabilidade em um mercado onde a competitividade segue se intensificando cada vez mais. Para sobreviver em um cenário como este, que sofre mudanças constantemente, algumas empresas buscam investir em inovação e no aperfeiçoamento de suas técnicas garantindo que seus produtos e serviços satisfaçam as necessidades de seus consumidores.

Para Kotler e Keller (2006) é essencial mostrar ao cliente a importância que ele representa para a organização. A constante busca por ofertar bens e serviços de qualidade é um meio de criar uma relação de confiança com o cliente, afinal

estabelecer uma proximidade com o consumidor pode fazer com a empresa se diferencie das concorrentes. Aliado a esse contexto, encontra-se o SAC (Serviço De Atendimento ao Consumidor), que desempenha um papel importante no processo de relacionamento e satisfação contínua do cliente.

Conforme Pilares (1989) identificar problemas e resolvê-los em tempo hábil demonstra competência e satisfação garantida, por isso é importante estar sempre em contato com o cliente e oferecer soluções que realmente tragam resultados. Falhas podem acontecer, como atraso nas entregas ou assegurar um retorno ao cliente e não cumprir, no entanto, a sensação que os clientes têm quando o retorno leva muito tempo, é que a empresa não está dando atenção necessária para solucionar seu problema ou reclamação.

Várias podem ser as consequências diante de um cenário onde as solicitações do consumidor demoram tempo para serem resolvidas, onde o cliente pode resolver mudar de fornecedor, comunicar a experiência negativa aos seus revendedores ou até mesmo recorrer a órgãos de proteção ao consumidor (SILVA; ZAMBON, 2016).

Neste contexto, existe uma preocupação por parte das empresas em garantir produtos com qualidade, confiabilidade e baixos custos. Vários modelos de produção e metodologias de trabalho se difundiram em nível mundial, um deles é a filosofia *kaizen*, que busca o aprimoramento contínuo.

A filosofia *kaizen* é baseada em princípios da cultura oriental que exige o empenho de todos os indivíduos que fazem parte da empresa. Essa filosofia busca a melhoria contínua de seus processos e serviços diariamente, e visa o bem não só da organização, mas também do indivíduo que faz parte dela.

Sendo assim, como melhorar a relação com os clientes que utilizam o sistema de atendimento ao cliente numa empresa de embalagens flexíveis na região Sul Catarinense?

Com o objetivo de se destacar no mercado consumidor, não só oferecer produtos de qualidade, mas sim em função das consequências anteriormente apresentadas, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso de aplicação de ferramentas da qualidade, neste caso, da metodologia de melhoria contínua *kaizen*, a fim de reduzir o *lead time* de retorno ao cliente devido reclamações e dúvidas.

Para realização deste estudo foi feito um levantamento dos dados a respeito dos problemas de *lead time*, estudar as possíveis ferramentas da qualidade a serem utilizadas na abordagem do problema e realizar um comparativo entre antes e depois

do uso da ferramenta. Para o estudo de caso apresentado, é delineada uma breve pesquisa bibliográfica e documental de abordagem mista (qualitativa e quantitativa).

O tema em estudo se justifica devido a sua importância para a organização que está em busca de maneiras que contribuam para o aumento da competitividade e da melhoria contínua, através de uma técnica japonesa, que já é adotada pela empresa na resolução de problemas. Este trabalho visa também melhorar harmonia entre cliente e organização, além de que poderá auxiliar em pesquisas futuras desta área.

### **Ferramentas *Lean Manufacturing***

O *lean manufacturing* também conhecido como Sistema Toyota de Produção, surgiu logo após a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de capacitar organizações para responder com rapidez as constantes mudanças do mercado por meio de flexibilidade, qualidade, atendimento e inovação (SHINGO, 1996).

Segundo Womack e Jones (1998) a definição de mentalidade enxuta mostra um método de trabalho e alguns hábitos utilizados pela indústria japonesa, visando a melhoria contínua e a eliminação de qualquer desperdício, minimizando erros durante o processo produtivo.

Para Ohno (1997) a verdadeira melhoria na eficiência surge quando conseguimos produzir algo sem gerar desperdícios, e para chegar a esse nível de excelência é necessário identificar os sete desperdícios: defeitos, superprodução, espera, transporte, movimentação, processamento inapropriado e altos níveis de estoque.

No sistema *lean* existem dois princípios básicos: a melhoria continua e o respeito pelas pessoas. Para se obter resultados significativos e que a cultura seja mantida é necessário um ambiente onde se tenha respeito e uma equipe disposta a mudanças (SHOOK, 2008).

Dentro do *lean manufacturing* existem algumas ferramentas que garantem um bom funcionamento desse sistema, dentre elas estão (SHINGO, 1996) (ONHO, 1997) (IMAI, 1996) (CAMPOS, 1999) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009) (WERKEMA 1995):

- *Poka Yoke*: é um dispositivo corretivo, que paralisa o processo quando o mesmo apresenta alguma anomalia.
- *Kanban*: significa “cartão” ou “sinalização”. É uma metodologia relacionada a utilização de cartões, auxiliando no fluxo de informações.

- 5S: O 5s tem como objetivo promover a eficácia e eficiência dos processos produtivos através da organização.
  - *Kaizen*: significa melhoria contínua, é uma filosofia que procura manter e melhorar padrões.
  - Diagrama de Ishikawa: ferramenta que busca expor a causa raiz de um problema.
  - *Total Productive Maintenance* (TPM): significa manutenção preventiva total, busca eliminar a oscilação nos processos de produção.
  - Cinco porquês: é uma técnica utilizada para descobrir causa raiz de um defeito ou problema.
  - Ciclo PDCA: são etapas de planejamento que buscam melhoria em um processo.

Neste contexto, para o estudo de caso será estudado especificamente a ferramenta *kaizen*, pois se trata de uma filosofia para organizar as atividades e melhorar a produtividade no ambiente de trabalho.

### ***Kaizen***

A expressão *kaizen* é um termo japonês que significa “fazer melhor”, ou simplesmente pode ser traduzido para “melhoria contínua”. É a metodologia que busca eliminar os desperdícios de forma constante e propõe melhorias nos processos. Embora os princípios possam ser definidos com facilidade, entender sobre sua aplicação através de equipes requer estudo, foco e dedicação (LARAIA; MOODY; HALL, 1999).

De acordo com Imai (1986) o *kaizen* estimula pensamentos para que a melhoria envolva a todos, tanto gerentes como trabalhadores, e que não seja incorporada somente no ambiente de trabalho, mas que seja adotada como estilo de vida sendo ela profissional, social ou doméstica.

Esta ferramenta é utilizada pela Toyota para eliminação de desperdícios, através das ideias de seus colaboradores para melhorias em seus procedimentos. O *kaizen* visa também trazer ao ambiente de trabalho uma atitude de autocrítica e reflexão do comportamento de seus líderes e liderados (LIKER, 2005).

Segundo Laraia, Moody e Hall (1999) os princípios do *kaizen* são baseados em algumas regras, mas que variam de empresa para empresa. Alguns desses princípios

são: ter mente aberta, atitude positiva, procurar soluções, sempre perguntar o porquê, ser determinado ao implementar ideias e explorar o conhecimento da equipe.

Para se resolver um problema segundo Shingo (2007), a melhoria só ocorre após uma pessoa ter descoberto e compreendido a natureza do problema, e destaca três etapas essenciais para resolução de anomalias: descobrir qual o problema, esclarecer o problema e encontrar a causa raiz.

Sendo assim, o *kaizen* é um processo de resolução de problemas. Para poder resolvê-lo é importante reconhecê-lo, coletar e analisar dados. Tentar resolver algo sem ter informações precisas, é insuficiente para descobrir a causa raiz do problema e eliminá-lo (IMAI, 1986).

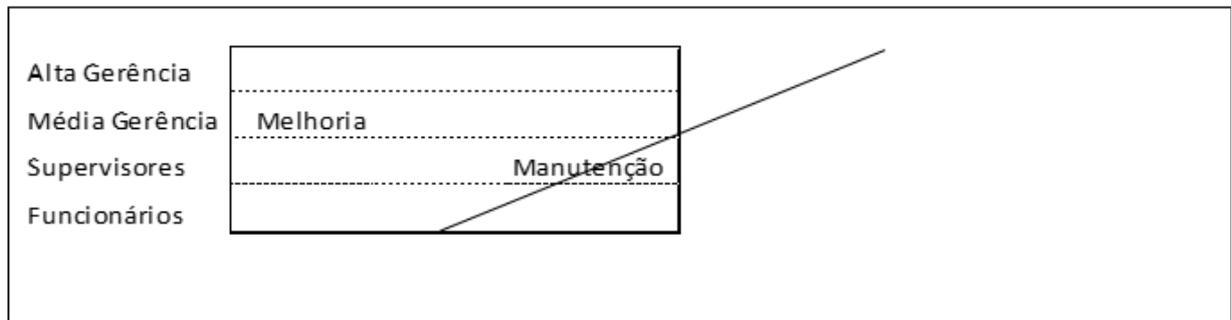
Slack, Chamber e Johnston (1996), dizem que o *kaizen* não busca somente ganhos em produtividade, controle de qualidade e eliminação de desperdícios. Visa a melhoria no trabalho do dia a dia dos colaboradores motivando-os sempre em estarem envolvidos em atividades que agregam valor.

Ainda segundo Imai (1996), o *kaizen* é obrigação de todos. A essência desta metodologia é embasada no modo de pensar dos líderes e seus liderados, o forte desejo de mudar e não se satisfazer com o “de sempre”.

A ideologia de melhoria visa quatro objetivos de melhoria para a organização: aumentar produtividade, melhorar a qualidade, reduzir tempo e corte de custos. Segundo Shingo (2007, p.80): “O cumprimento desses propósitos pode agir como um indicador de quão bem-estamos melhorando a fábrica. Inversamente, o não cumprimento desses propósitos significa que há problemas a reparar”.

De acordo com Imai (1986), a busca diária pela melhoria nos processos deve ser constante, mas é importante ressaltar que tão importante quando mudar é manter essa filosofia funcionando. A administração tem dois componentes primordiais: manutenção e o melhoramento. A figura 1 refere-se a manutenção de atividades direcionadas à preservação dos padrões tecnológicos, administrativos e operacionais através de treinamentos e disciplina.

**Figura 1** – Percepção japonesa das funções no trabalho.



Fonte: IMAI (1986).

Para um evento *kaizen* são selecionados indivíduos de diversas áreas conforme necessidade do problema a ser resolvido. Na maioria das vezes são especialistas que oferecem suporte para a mudança. Estes têm a liberdade para promoverem mudanças valorizando sempre o trabalho em equipe (LARAIA; MOODY; HALL, 1999).

Segundo Shingo (2007) o grande resultado que o *kaizen* promove é uma cultura que procura constantemente resolver os problemas da organização de modo que todos sejam envolvidos desde o presidente até o funcionário do chão de fábrica.

Para colocar em prática o método *kaizen*, algumas ferramentas são utilizadas, tais como o “Relatório A3, Mapeamento de Processo e Brainstorming”, sendo as mesmas utilizadas para desenvolvimento deste estudo.

### Procedimentos Metodológicos

Este trabalho se classifica como uma pesquisa aplicada, onde o objetivo é de resolver problemas com soluções mais imediatas, pois busca aplicar as teorias na prática. De acordo com Gil (1999) na pesquisa aplicada o investigador é movido pela necessidade de contribuir para fins práticos, e este pretende transformar em ação concreta os resultados de seu trabalho.

A forma de abordagem do problema utilizada neste trabalho é de natureza tanto qualitativa como quantitativa. A abordagem qualitativa segundo Lira (2014, p.26) “busca a compreensão dos fenômenos e o modo de interpretá-los, não utilizando instrumentos estatísticos para o processo de análise de um problema de pesquisa”. Ou seja, nesta abordagem a preocupação não está na mensuração das variáveis, mas sim, em compreender as variáveis relacionadas a um determinado fenômeno. Neste

estudo está relacionada a qualidade prestada ao atendimento dos clientes que utilizam o SAC da empresa.

Na abordagem quantitativa segundo Souza, Fialho e Otani (2007) considera-se que podemos transformar informações e opiniões em números para assim podermos classificá-las. Define-se pelo uso da quantificação tanto na coleta de dados quanto na utilização de técnicas estatísticas, que busca qualidade e precisão dos resultados. Os dados para a abordagem quantitativa apresentam-se na análise dos atrasos ocorridos em determinada linha do tempo, através do uso da estatística que são utilizados na discussão dos resultados.

Para esta pesquisa o procedimento técnico adotado na busca pelas informações foi principalmente o estudo de caso, que pode ser definido como um problema que gera indagações, incertezas e as possibilidades em um contexto corporativo que dispara a necessidade de uma tomada de decisão. É caracterizado pelo estudo aprofundado de casos, de maneira que o conhecimento sobre estes, sejam detalhados e ampliados (GIL, 2008).

Foram coletadas também informações bibliográficas e documentais. Segundo Gil (2008) a pesquisa bibliográfica é feita a partir de materiais já elaborados, que permite ao investigador uma vasta gama de informações sobre o tema escolhido.

A pesquisa documental segundo Pádua (2005) é realizada a partir de documentos considerados cientificamente autênticos, mas que não receberam tratamento analítico, e que podem ser ajustados conforme a pesquisa.

A base teórica para elaboração desta pesquisa teve embasamento em livros e artigos científicos da área de melhoria contínua, organização, sistemas de produção e qualidade nos processos, mais especificamente sobre a ferramenta *kaizen* localizados no acervo do UNIBAVE. A análise documental foi obtida através de documentos e relatórios do sistema interno de gestão da empresa durante o período de janeiro à outubro de 2017.

Para a coleta dos dados foi utilizada também a observação pessoal, que segundo Gil (2008) consiste em ver, ouvir e analisar fatos e utiliza os sentidos para obter informações necessárias. Neste caso o observador encontrava-se inserido no ambiente no qual foi objeto de estudo da pesquisa, onde estas observações complementaram a coleta de dados, contribuindo para uma discussão mais ampla.

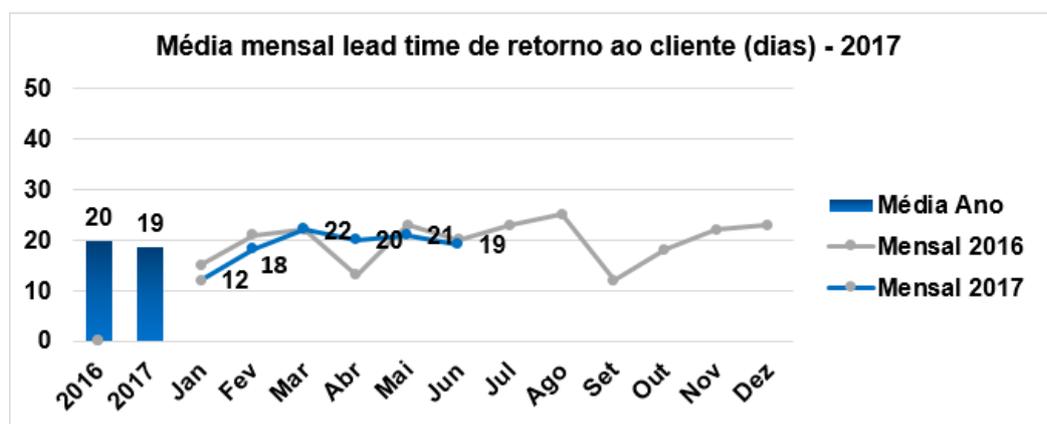
## Resultados e Discussão

### Utilização da ferramenta Kaizen

A utilização dessa ferramenta em julho de 2017 no setor de atendimento ao cliente que constatou a necessidade de reduzir o *lead time* de retorno ao cliente, pois os colaboradores do SAC alegavam que exerciam atividades de responsabilidade de outros setores, causando assim acúmulo de atividades que interferiam de forma negativa no tempo de retorno ao cliente.

A partir da identificação do problema, foi um criado indicador para acompanhamento da equipe. A figura 2 apresenta o gráfico com dados do *lead time* mensal de retorno ao cliente.

**Figura 2** – Indicador do lead time de atendimento a reclamações



Fonte: Autor (2017).

A fim de desenvolver o projeto, realizou-se uma apresentação para a gerência mostrando quais problemas estavam ocorrendo, levando a ideia de montar um time para solucionar o problema. Com o objetivo principal traçado e aceitação da gerência se inicia a organização para semana do *kaizen*, e o primeiro passo é escolher e convocar os participantes do grupo.

### Escolha do time Kaizen

A escolha do time ficou da seguinte forma: Coordenadora do SAC, Auxiliar do PCP, Analista de TI, Gerente de Vendas, Analista de Vendas, Líder de Corte e Solda e Analista em Logística. A equipe contou com o apoio da Gerente de Qualidade que atuou como madrinha da equipe, dando suporte em relação aos recursos e decisões.

Além do auxílio de um especialista em *Lean Manufacturing* que obtém de todo conhecimento das metodologias e ferramentas utilizadas.

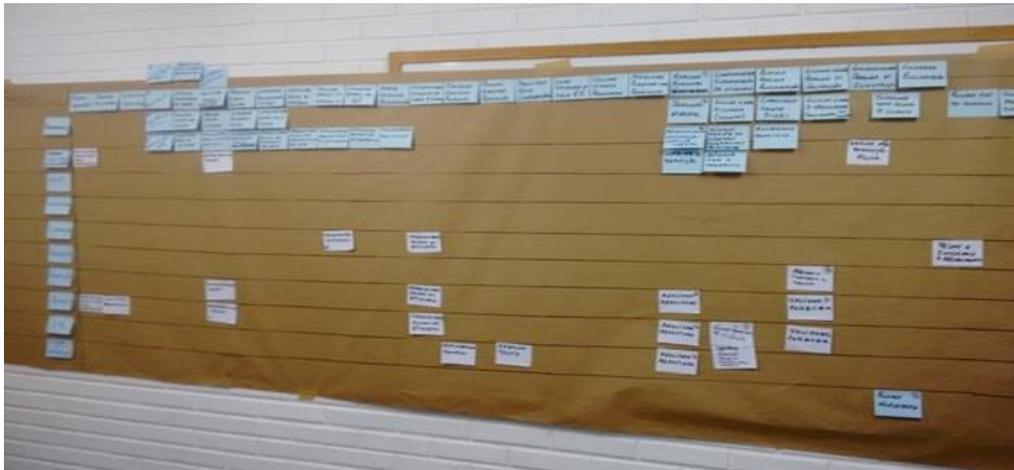
### **Mapeamento de processo**

Durante o mapeamento de processo, foram descritas detalhadamente as atividades do SAC. Desde o momento que são recebidas as reclamações via e-mail ou telefone, podendo assim entender como funciona o fluxo de informações entre o setor de atendimento e os setores de apoio traçando uma sequência de atividades.

Após a identificação e listagem das atividades, foram identificadas em cada tarefa possíveis gargalos e falhas que pudessem estar impactando no tempo de retorno ao cliente.

A figura 3 demonstra parte do mapeamento, onde cada linha representa um setor e os *post-its* indicam as atividades realizadas durante o processo de recebimento de reclamações.

**Figura 3** – Mapeamento de processo



Fonte: Autor (2017).

Logo após a finalização do mapeamento foram avaliados os processos atuais de trabalho e verificaram-se os seguintes pontos para melhoria:

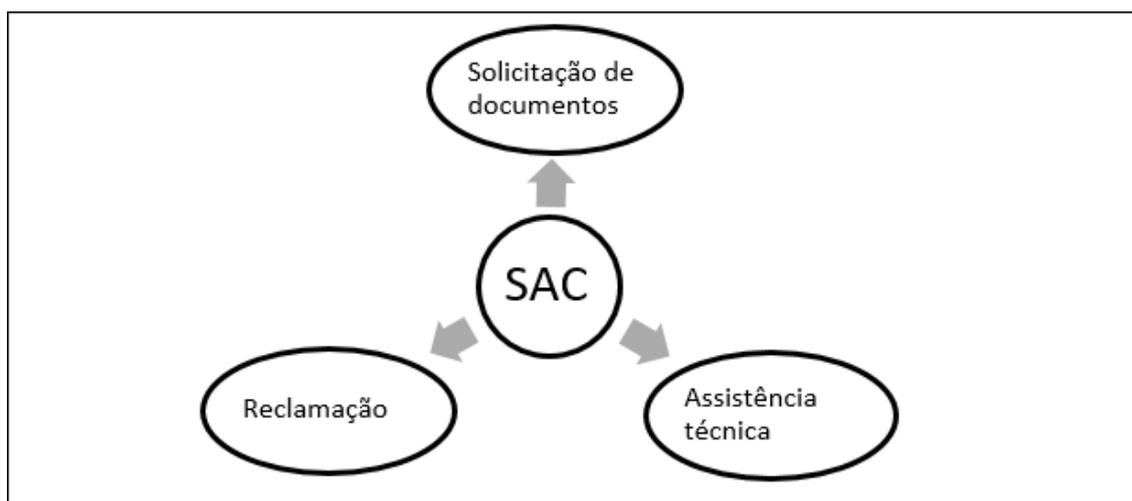
- Alto volume de registros manuais;
- Falta de indicadores de desempenho;
- Realização de várias atividades desnecessárias, como também atividades de responsabilidade de outras áreas como PCP, Produção, Expedição;
- Falta de entendimento de qual era a expectativa dos clientes quanto ao

tempo de retorno das reclamações;

- Movimentação desnecessária dos colaboradores do SAC;
- Armazenamento inadequado de amostras dos clientes.
- Falta de método de priorização, devido elevada fila na caixa de e-mail.

Verificou-se que durante o procedimento de atendimento, o SAC realiza uma verificação de qual condição se encaixa a solicitação do cliente. Conforme podemos observar na figura 4, o setor de atendimento pode receber tanto, reclamações como também solicitações de assistência técnica ou apenas solicitações de documentos e informações:

**Figura 4 – Tipos de solicitação**



Fonte: Autor (2017).

Desse modo, após a identificação do motivo da procura pelo cliente, efetua-se uma notificação para os responsáveis dos setores causadores da reclamação. Para cada motivo é feito um procedimento, no caso da solicitação para assistência técnica, o próprio setor de atendimento realiza o agendamento para visita do assistente.

A figura 5 demonstra o processo de atendimento ao cliente. Depois de receber a reclamação, a mesma é cadastrada no sistema através de um protocolo, onde é gerado um número utilizado para controle interno. A reclamação é analisada e assim que solucionada pelos responsáveis, o cliente é notificado e, logo em seguida encerrado o protocolo. Se no primeiro momento a anomalia não for resolvida, a mesma volta para análise e o protocolo é encerrado somente quando o problema for resolvido.

**Figura 5 – Fluxograma recebimento de reclamações**


Fonte: Autor (2017).

Assim sendo, logo após o mapeamento de todo processo foram priorizadas algumas atividades e iniciado o *brainstorming*.

### **Brainstorming – Ações tomadas**

Após a priorização, foi realizado o *brainstorming* com a equipe para definir soluções para os problemas apresentados no mapeamento. Assim que foram relatadas as possíveis falhas, foi utilizado um método de priorização para que o grupo pudesse estabelecer um foco inicial.

Dentre algumas atividades que o SAC realizava de responsabilidade de outros setores, está o levantamento de dados e preenchimento de ficha após o recebimento de notas fiscais de devoluções. Esta atividade foi transferida para o setor responsável pela entrada de notas fiscais a expedição.

Outra atividade citada é a emissão de ordens de produção utilizada para retrabalhar materiais de devolução ou sucatar. A mesma foi transferida para setor de Planejamento e Controle de produção (PCP).

A movimentação dos colaboradores do SAC até a fábrica para buscar informações da disposição de reclamações por uma folha A4 foi eliminada. As reclamações são encaminhadas para os responsáveis via sistema, descartando a necessidade de impressão. Para isso foi disponibilizado um computador na sala de reunião dentro da fábrica para consulta dos protocolos.

Uma das necessidades percebidas pelo grupo durante definição de algumas

atividades é a expectativa do cliente quanto ao tempo de retorno. Por isso, foi realizada uma pesquisa com 80% dos clientes, via telefone onde foram coletados alguns números e a partir disso desenvolver as metas e prazos de atendimento. Depois de realizada a pesquisa, foi visto a média de expectativa relatada pelos clientes e baseado nestes números a meta estabelecida foi de sete dias.

### Relatório A3

Como resultado de toda metodologia abordada acima, ações foram tomadas para a melhoria dos problemas citados durante etapa de análise. Conforme a figura 6, a ferramenta A3 contém informações da situação atual e a proposta de melhorias do grupo bem como o resultado durante o acompanhamento.

**Figura 6 – Modelo A3 utilizado pela equipe *kaizen***

<b>Nome do projeto:</b> Redução do lead time de atendimento a reclamações																																																													
<b>1 - Informações gerais do processo</b>	<b>4 - Situação atual e problemas</b>																																																												
Atendimento realizado em 1 turno	Lead time elevado																																																												
1- Colaborador efetivo	Elevada fila na caixa de email																																																												
1 -Estagiario e 2 jovens aprendizes	Falta de trabalho padronizado																																																												
1 -Assistente técnico	Atividades mal distribuídas																																																												
Atendimento dividido entre Empresa 1 e Empresa 2	Falta de indicadores de desempenho																																																												
Aproximadamente 6.500 clientes da empresa 1 e 600 da empresa 2	<b>5 - Necessidades identificadas</b>																																																												
Recursos utilizados: Email, telefone, whatsapp, Skype	Padronizar atividades																																																												
<b>2 - Quantidade de produção necessária</b>	Automatizar processos																																																												
Média de 15 reclamações por dia	Entender nível de satisfação do cliente																																																												
<b>3 - Fluxo de processo e informações</b>	Reduzir fila da caixa de email de reclamações																																																												
 <p>Média mensal lead time de retorno ao cliente (dias) - 2017</p> <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico: Média mensal lead time de retorno ao cliente (dias)</caption> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Média A no</th> <th>Mensal 2016</th> <th>Mensal 2017</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2016</td> <td>20</td> <td>19</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Jan</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Fev</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Mar</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Abr</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Mai</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Jun</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Jul</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Agosto</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Set</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Out</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Nov</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Dez</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table>	Mês	Média A no	Mensal 2016	Mensal 2017	2016	20	19	-	2017	12	18	22	Jan	12	18	22	Fev	12	18	22	Mar	12	18	22	Abr	12	18	22	Mai	12	18	22	Jun	12	18	22	Jul	12	18	22	Agosto	12	18	22	Set	12	18	22	Out	12	18	22	Nov	12	18	22	Dez	12	18	22	<b>6 - Resultados</b>
Mês	Média A no	Mensal 2016	Mensal 2017																																																										
2016	20	19	-																																																										
2017	12	18	22																																																										
Jan	12	18	22																																																										
Fev	12	18	22																																																										
Mar	12	18	22																																																										
Abr	12	18	22																																																										
Mai	12	18	22																																																										
Jun	12	18	22																																																										
Jul	12	18	22																																																										
Agosto	12	18	22																																																										
Set	12	18	22																																																										
Out	12	18	22																																																										
Nov	12	18	22																																																										
Dez	12	18	22																																																										
	Após as ações tomadas, no primeiro mês tivemos redução de 7 dias, no <i>lead time</i> .																																																												

Fonte: Autor (2017).

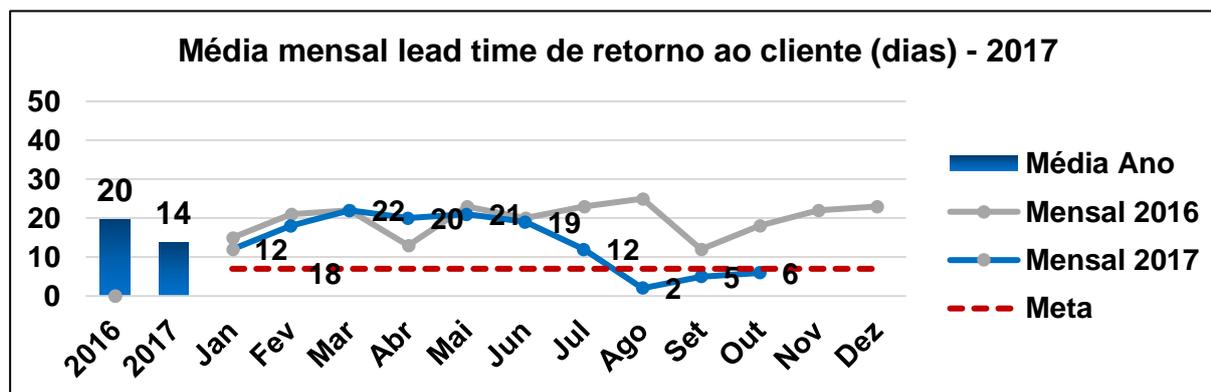
O objetivo deste trabalho teve como foco apresentar as técnicas e os resultados alcançados com a utilização da filosofia *kaizen* no setor de atendimento ao cliente, onde é possível observar ganhos positivos para o grupo.

Vale ressaltar ainda como ponto positivo do *kaizen* o destaque do colaborador, tendo em vista que somente através de suas ideias torna-se possível a solução dos problemas. Assim o colaborador se sente parte importante do processo na busca pela

melhoria continua no ambiente de trabalho.

De acordo com a figura 7, percebe-se que após a implementação de algumas ações, o número do *lead time* teve uma baixa considerável alcançando a meta estipulada em mais de 50%.

**Figura 7** – Indicador do lead time de atendimento a reclamações.



Fonte: Autor (2017).

Conforme os dados apresentados acima, podemos comprovar que a utilização da ferramenta *kaizen* trouxe os resultados esperados pela equipe, mostrando que a técnica utilizada pode trazer benefícios para a empresa, utilizando de ideias simples que no final fazem toda diferença.

Além das ações acima descritas, outras ações (revisões periódicas em relação ao processo de SAC e demais setores, reuniões mensais com o líder do *kaizen* para acompanhamento do indicador,) realizadas por parte da equipe e da empresa na busca de melhorar o desempenho operacional. Demonstrando assim, a aplicação de uso da filosofia *Kaizen* no processo de busca da melhoria contínua.

### Considerações Finais

O principal objetivo das organizações do século XXI é manter-se competitiva e em constante crescimento. É nítida a necessidade de conhecimento em relação aos produtos e serviços oferecidos e para que estes sejam positivos e eficazes são utilizadas várias ferramentas para melhorias de seus processos, dentre elas, o *kaizen*, metodologia abordada neste trabalho que traz conceitos de melhoria continua.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a aplicação da metodologia *kaizen* no setor de atendimento ao cliente em uma indústria de embalagens flexíveis.

Através dos dados obtidos, foi possível notar a mudança que a filosofia proporcionou através dos resultados positivos para o SAC e setores de apoio. Para tanto é necessário que exista comprometimento da equipe e gerencia, e que os conceitos de melhoria continuam sejam cada vez mais disseminados dentro do grupo.

O *kaizen* promoveu grandes mudanças com a transferência de algumas atividades para outros setores, e com isso surgiram algumas dificuldades de aceitação inicialmente. A alteração de rotinas e ambientes pode apresentar certa insegurança para os colaboradores, mas isto não ocorre com a mesma intensidade.

Como oportunidade de melhoria é apresentada como sugestão o desenvolvimento de um formulário na WEB para cadastro de reclamações do cliente, fazendo com que o retorno se torne ainda mais ágil. Outra sugestão, seria elaborar um questionário para medir os pontos positivos e negativos das ações feitas pelo *kaizen*, além de um acompanhamento através de uma fiscalização mais rigorosa, verificando as atividades propostas estão sendo realizado conforme proposto no *kaizen*.

Podemos concluir através dos resultados que foram coletados é evidente que qualquer empresa que busca melhorar seus processos, trazendo maior qualidade ao ambiente de trabalho um dos caminhos a seguir, poderia ser através da melhoria continua. Para isso a filosofia precisa estar sempre presente, pois ao se ter uma melhor percepção do *kaizen*, as mudanças se tornarão cada vez mais proveitosas e eficientes.

## Referências

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da qualidade total** (no estilo japonês). 8.ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999. 230p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

\_\_\_\_\_. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMAI, M. **Kaizen A estratégia para o sucesso competitivo**. 1.ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1986. 235 p.

\_\_\_\_\_. **Gemba-Kaizen: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: Instituto IMAM, 1996.

KOTLER, P.; KELLER, K. **Administração de Marketing**. 12.ed. São Paulo: Pearson

Prentice Hall, 2006.

LARAIA, A.C., MOODY, P.E., HALL, R.W. **Kaizen Blitz**: Processo para alcance da melhoria contínua nas organizações. São Paulo: Leopardo, 1999.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIRA, Bruno Carneiro. **O passo a passo do trabalho científico**. 8.ed. Petropolis: Vozes, 2014.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: Além da produção em larga escala. 1.ed. Porto Alegre: Brookman Editora, 1997. p.320.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da Pesquisa**: Abordagem Teórico-Prática. 11.ed. São Paulo: Papyrus Editora, 2005.

PILARES, Nanci Capeli. **Atendimento ao cliente**: um recurso esquecido. São Paulo: Nobel, 1989.

SHINGO, Shigeo. **Kaizen**: e a arte do pensamento criativo. São Paulo: Editora S/A, 2007.

\_\_\_\_\_. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SILVA, Fábio Gomes da; ZAMBON, Marcelo Socorro. **Gestão de relacionamento com o cliente**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Traduzido por Henrique Luiz Corrêa. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Antônio Carlos de; FIALHO, Francisco Antonio Pereira; OTANI, Nilo. **TCC: Métodos e Técnicas**. 3.ed. Florianópolis: Visual Books, 2007. 160 p.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

## REUTILIZAÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA CONFECÇÃO DE CONCRETO LEVE

Emily Cavalheiro Batista; Leandra Boeing Boeger<sup>1</sup>; Marta Salvaglio Vidal<sup>1</sup>;  
Júlio Preve Machado<sup>1</sup>; Ana Sônia Mattos<sup>1</sup>; Camila Lopes Eckert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nutec; Unibave; juliopreve@hotmail.com

**Resumo:** Os resíduos de pérolas de poliestireno expandido (EPS) causam prejuízos ambientais, demandando sua otimização no meio ambiente. Neste contexto surgiu-se a proposta da reutilização desses resíduos na produção de concretos leves. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar a resistência à compressão dos concretos leves, substituindo o agregado graúdo pelo EPS. Foram produzidos concretos com 0%, 10%, 25% e 50% de EPS, em substituição ao agregado graúdo. Foram realizados doze corpos-de-provas, sendo três para cada traço. Os ensaios no estado endurecido foram realizados após 28 dias. Os resultados mostraram que o traço de 10% atingiu resistência à compressão média de 13,48 MPa, enquanto que o traço de 25% atingiu resistência média de 9,83 MPa e o traço de 50% obteve resistência média de 7,12 MPa. A presença do EPS em substituição ao agregado graúdo promoveu quedas na massa específica das amostras, justificando a queda da resistência à compressão.

**Palavras-chave:** Poliestireno Expandido. Concreto Leve. Propriedades.

### Introdução

Os avanços tecnológicos e o aumento da degradação do meio ambiente exigiram maior qualificação e técnicas para que se possam construir obras mais sustentáveis. Estas que interferem diretamente na relação entre homem e meio ambiente, quando são planejadas de forma adequada, podem minimizar vários problemas socioambientais.

O setor da construção civil faz uso de muitos recursos naturais não renováveis, isto é, recursos que não são possíveis de ser regenerados. Tais recursos estão se tornando gradativamente mais escassos, fato que exige maior esforço para garantir a reciclagem e o desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem.

Diante do exposto, a reutilização do poliestireno expandido (EPS), popularmente conhecido como isopor, tornou-se uma solução na construção civil. Ele é composto de 98% de ar e 2% de matéria-prima (em volume) e apresenta baixa densidade, alta capacidade de isolamento térmico e acústico, além de durabilidade.

O poliestireno expandido é utilizado na construção civil nas partes em que não se exige grandes esforços, como lajotas, placas para piso e forro, molduras e telhas termo acústicas. Pode ser empregado em pequenas residências e em obras de grande porte.

O EPS possui propriedades que permitem economia no custo final da obra, pelo dimensionamento estrutural adequado e facilidade no manuseio e no transporte. Além disso, sua densidade baixa, que pode variar de  $400 \text{ kg/m}^3$  a  $1.800 \text{ kg/m}^3$ , é bem inferior se comparada a do concreto convencional, aproximadamente  $2.400 \text{ kg/m}^3$ .

Um dos piores problemas ambientais atuais é a produção em massa de lixo sendo descartado de forma incorreta pelo ser humano. Segundo a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX) é produzido cerca de 2,95 milhões de toneladas no mundo todo de EPS. Assim, verifica-se o problema do grande volume de resíduos do material, que são destinados ao aterro sanitário, onde ocupam um imenso espaço além do longo período para decomposição.

À vista disso, percebeu-se a importância de reutilizar o EPS, material que é tão volumoso e problemático para o ambiente, no setor da construção civil através de um estudo para adicioná-lo no concreto. O presente trabalho é resultado de uma pesquisa bibliográfica e um programa experimental que teve como objetivo geral avaliar o comportamento físico e mecânico do concreto produzido com substituição parcial (10%, 25% e 50%) do agregado graúdo por pérolas de EPS e, através deste comparar suas propriedades com concreto convencional, denominado aqui de piloto.

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho determinaram-se alguns objetivos específicos:

- Efetuar um referencial bibliográfico acerca do tema;
- Produzir concreto convencional e leve e realizar ensaios em corpos de prova aos 28 dias de cura;
- Comparar as propriedades do concreto leve com o convencional.

Por meio deste artigo, pretende-se disponibilizar informações necessárias para que o setor de construção civil faça a análise para a utilização do concreto leve de EPS, a fim de trazer benefícios reais, tanto econômicos quanto ambientais.

### **Concreto convencional**

Entende-se por concreto um material compósito da construção civil, composto por cimento, agregados miúdo e graúdo e água, podendo conter aditivos com funções

específicas de mudança de características tanto no estado fresco quanto no estado endurecido (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2013).

O concreto convencional é de consistência seca, e a sua resistência varia de 10,0 até 40,0 Mpa. É aplicado em obras civis, industriais e em peças pré-moldadas. As vantagens são o aumento da durabilidade e qualidade final da obra, redução de custos da obra e redução no tempo de execução (AMBROZEWICS, 2012, p.123).

Para Mehta e Monteiro (2014) investigações micro estruturais em concreto comum mostram que, diferentemente da maioria dos materiais estruturais, o concreto contém fissuras finas antes mesmo de ser submetido a tensões externas. Portanto, a resistência do concreto é correlacionada às tensões necessárias para sua ruptura.

Segundo Mehta e Monteiro (2014) e de acordo com o ACI Concrete Terminology, a durabilidade do concreto de cimento Portland é definida como sua capacidade de resistir à ação de intempéries, ataques químicos, abrasão e outras condições em serviço. Deve ser destacado que os processos de deterioração químicos e físicos podem atuar de forma sinérgica “[...] e é válido destacar que a deteriorização do concreto raramente é decorrente de uma única causa” (NEVILLE, 2016, p. 503).

### **Cimento Portland**

“O cimento é um pó fino com propriedades aglutinantes, que endurece sob ação da água, sendo, portanto, um aglomerante hidráulico. Depois de endurecido, mesmo sob ação da água, não se decompõe mais” (AMBROZEWICZ, 2012, p.76).

Cimento Portland é o produto obtido pela pulverização de clinker constituído essencialmente de silicatos hidráulicos de cálcio, com uma certa proporção de sulfato de cálcio natural, contendo, eventualmente, adições de certas substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam seu emprego (BAUER, 2015, p.35).

“Os clínqueres são nódulos de 5 a 25 mm de diâmetro de um material sintetizado, produzido quando uma mistura de matérias-primas (farinha) de composição pré-determinada é aquecida a altas temperaturas” (AMBROZEWICZ, 2012, p.76).

De acordo com Mehta e Monteiro (2014) o cimento é constituído por compostos que reagem quimicamente com a água e produzem produtos complexos de hidratação

com propriedades aglomerantes. O clínquer é o principal componente do cimento e é composto por argila e calcário. Considerado um ligante hidráulico muito resistente, é ele quem faz desenvolver a reação química do cimento quando adicionado água. Assim, primeiramente, obtêm-se uma mistura pastosa, logo em seguida endurece, adquirindo assim altas resistências e durabilidade.

### **Agregados**

Os agregados consistem por materiais acrescentados na mistura de cimento e água, obtendo os concretos e argamassas. Esses materiais são particulados, incoesivos, de maior tamanho granulométrico entre os constituintes, com atividade química praticamente nula (BAUER, 2015).

Os agregados possuem características de grande importância para a composição do concreto como: composição e distribuição granulométrica, porosidade, absorção de água, resistência à compressão e textura superficial. Podem ser classificados conforme a origem, as dimensões das partículas e o peso específico aparente (AMBROZEWICZ, 2012).

### **Concreto leve**

"O concreto leve é confeccionado com agregado de massa específica baixa, em substituição ao agregado convencional" (RIBEIRO, 2013, p.81). Enquanto o concreto convencional apresenta massa específica da ordem de  $2.400 \text{ kg/m}^3$ , "a densidade desse concreto varia de  $400$  a  $1.800 \text{ kg/m}^3$ . Os tipos mais comuns são o concreto celular espumoso, concreto com isopor e concreto com argila expandida" (AMBROZEWICS, 2012, p.125).

O desenvolvimento do concreto leve iniciou-se no ano de 1957, na BASF MEGATHERM. No princípio foi bastante lento, devido ao alto preço da matéria-prima, tanto que as pérolas pré-expandidas, como aditivo, tinham um caráter de luxo. Apesar disso, o processo de evolução não se deteve. Notou-se um impulso decisivo a partir de 1968, com a previsão de que o concreto leve poderia ocupar, em longo prazo, um lugar importante no setor da construção civil (OLIVEIRA, 2013, p.1).

"As propriedades térmicas dos concretos leves são significativamente diferentes das observadas nos concretos tradicionais, principalmente devido ao ar aprisionado na estrutura celular dos agregados leves" (SACHT; ROSSIGNOLO;

SANTOS, 2010). Segundo Tessari (2006, p.39), o concreto leve de EPS (isopor) consiste na substituição total ou parcial dos agregados tradicionais por grânulos (pérolas) de EPS. Conforme Ambrozewics (2012, p.125), o concreto leve é aplicado em enchimento e regularização de lajes, pisos e elementos de vedação. As vantagens são redução de peso próprio e isolamento termo acústico.

De acordo com Rossignolo (2009) de forma geral, os métodos utilizados para dosagem dos concretos convencionais podem ser aplicados para os concretos com agregados leves. No entanto, quatro fatores adicionais devem ser considerados:

- A necessidade de projetar um concreto com massa específica particular;
- A absorção de água dos agregados leves;
- A variação da massa específica do agregado leve em função de sua dimensão;
- A influência das características dos agregados leves nas propriedades dos concretos.

### **Poliestireno Expandido (EPS)**

Segundo Oliveira (2013) o Poliestireno (PS) é formado de resinas termoplásticas, resultantes da polimerização do estireno em água, tendo o pentano com agente expensor de transformação em isopor. Dentre os tipos incluem-se os polietilenos (de alta densidade; baixa densidade; e baixa densidade linear), o polipropileno (PP), o cloreto de polivinila (PVC) e o polietileno tereftalato (PET).

Tessari (2006) descreve que 98% do EPS é constituído por ar, sendo os últimos 2% constituídos da matéria sólida. Dentre as vantagens deste material, pode-se citar a baixa condutividade térmica, baixa densidade, baixa absorção d'água, além da facilidade de manuseio e alta resistência química (OLIVEIRA, 2013).

### **Procedimentos Metodológicos**

Os procedimentos metodológicos adotados para elaboração desta análise foram uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de laboratório. O método de abordagem empregado foi o qualitativo e o quantitativo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros e trabalhos científicos. Conforme Cervo e Bervian (1996, p.48), "A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicada em documentos. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental".

Marconi e Lakatos (2010, p.173) afirmam que, “a pesquisa de laboratório é um procedimento de investigação mais difícil, porém mais exato. Ela descreve e analisa o que será ou ocorrerá em situações controladas. Exige instrumental específico, preciso e ambientes adequados”.

Segundo Freixo (2012, p.175), “nos métodos quantitativos, a matemática surge como elemento essencial para se poder medir resultados”. Flick (2012, p.21) afirma que as abordagens quantitativas vêm sendo empregadas como ponto de partida para uma argumentação no sentido de justificar a utilização qualitativa. Sendo que o método qualitativo tem como a finalidade apontar as causas, pensamentos e consequências referentes a determinado assunto.

Para a realização dos traços de concreto, foram utilizados cimento do tipo CP IV, areias média e fina, brita nº 0, pérolas de Poliestireno expandido (EPS) e cola branca PVA.

Para a preparação do concreto convencional e leve de diferentes proporções de EPS, foi escolhido um traço de referência que após 28 dias de tempo de cura, atingisse 20 MPa de resistência à compressão, sendo este 1,5:1:2:3 (cimento Portland IV: areia média: areia fina: brita nº0) com uso de 1,5 litros de água. A partir do mesmo, procurou-se analisar a influência da participação do poliestireno expandido como agregado graúdo, realizando a substituição em teores de 10%, 25% e 50%.

No início da mistura, colocou-se na betoneira em movimento todo agregado graúdo (brita 0), metade da água, toda areia média e metade de areia fina, todo cimento e EPS, o restante da areia fina e da água com cola branca (PVA) diluída. Foi utilizado 1mL, 15mL e 30mL de cola branca (PVA), respectivamente, para os traços de 10%, 25% e 50%. O concreto foi misturado por aproximadamente 1 minuto, até adquirir a uniformidade da mistura, com volume em torno de 5,5 litros de concreto por traço produzido.

Após a preparação de cada traço de concreto, foi realizado o ensaio de abatimento do tronco cone (Slump Test) com o intuito de verificar a trabalhabilidade do concreto. As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, a fôrma do tronco de cone utilizada no ensaio e o ensaio de abatimento em andamento.

**Figura 1** — Fôrma do tronco cone.



Fonte: Autores (2018).

**Figura 2** — Realização do Abatimento do tronco cone.



Fonte: Autores (2018).

Os corpos-de-prova foram moldados utilizando moldes metálicos, com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. A Figura 3 apresenta o molde metálico utilizado neste ensaio.

**Figura 3** — Fôrma do corpo de prova.



Fonte: Autores (2018).

Para a moldagem, foram utilizados métodos manuais de adensamento, em duas camadas de 10 golpes. Foram moldados 12 corpos-de-prova, conforme mostra a Figura 4.

**Figura 4** — Concreto nas fôrmas dos corpos de prova para a secagem de 24 horas.



Fonte: Autores (2018).

Após a retirada da câmara úmida, os corpos de prova ficaram mais dois dias ao ar livre com o intuito de remover a umidade. Então, ao vigésimo oitavo dia de cura, passaram pelo processo de medição de massa e foram encaminhados para o ensaio de resistência a compressão do material.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados de consistência dos concretos desenvolvidos.

**Tabela 1** — Ensaio de abatimento do tronco-cone, método da NBR NM 67 (1998).

Amostras	Abatimento (cm)
P0 (Piloto 0%)	20 ± 2
T10 (Traço 10%)	23 ± 2
T25 (Traço 25%)	27 ± 2
T50 (Traço 50%)	27,5 ± 2

Fonte: Autores (2018).

Analisando a Tabela 1, pode-se perceber que o concreto com 0% de adições de EPS apresentou o menor resultado de abatimento (20 cm). O aumento do teor do EPS na mistura do concreto, facilitou a mobilidade dos constituintes do concreto, em função do aumento do ar incorporado. Por isso, com 50% de adição do EPS, o abatimento chegou a 27,5 cm. Os resultados de 10% e 25%, respectivamente, apresentaram resultados de 23 e 27 cm.

A Tabela 2 apresenta os resultados de massa específica dos concretos produzidos.

**Tabela 2** — Médias das massas dos corpos de prova.

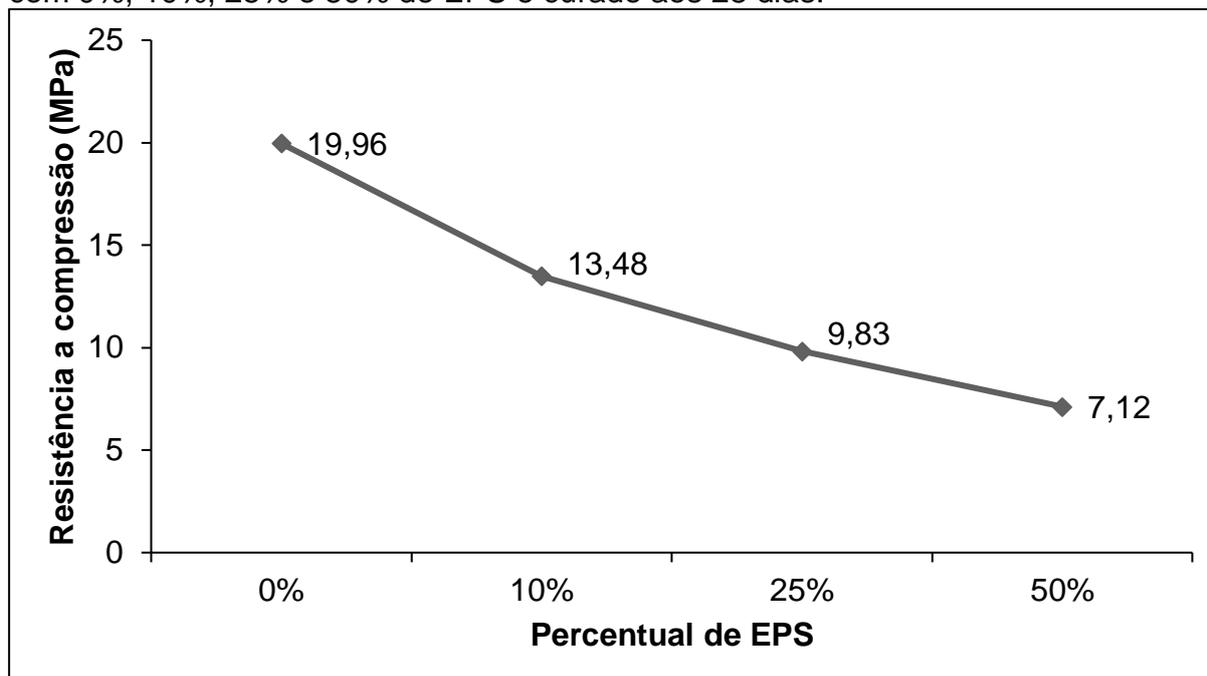
Amostras	Massa específica média das amostras (kg/m <sup>3</sup> )	Relação percentual em comparação ao piloto (%)	Redução da massa específica média em relação ao piloto (%)
Piloto (0%)	2,06328	100,00	0,00
Traço (10%)	2,02763	98,27	↓1,73
Traço (25%)	1,90986	92,56	↓7,44
Traço (50%)	1,72078	83,40	↓16,60

Fonte: Autores (2018).

Analisando a Tabela 2, percebe-se que o aumento progressivo da adição do EPS na composição dos concretos, implicou na redução significativa da sua massa específica. Isso pode ser justificado pelo fato de que a massa específica do EPS é inferior a massa específica do agregado graúdo.

O Gráfico 1 apresenta os resultados de compressão dos concretos após 28 dias de idade.

**Gráfico 1** — Resistência à compressão (em MPa) dos corpos de prova fabricados com 0%, 10%, 25% e 50% de EPS e curado aos 28 dias.



Fonte: Autores (2018).

Analisando o Gráfico 1 pode-se perceber que o aumento progressivo do EPS em substituição ao agregado graúdo diminuiu a sua resistência à compressão. Essa redução pode ser justificada pela queda da massa específica em função do aumento do ar incorporado. Concretos com 10% de EPS em substituição ao agregado graúdo, foi suficiente para diminuir a resistência do concreto em até 32,46%. Com 50% de EPS em substituição, a resistência à compressão do concreto chegou a 7,12 MPa, representando uma queda de 64,33% em relação ao concreto de referência. Gleize *et al.* (2009), em pesquisa desenvolvida com o uso de incorporação de ar em compostos cimentícios, chegou as mesmas conclusões, em termos de redução de resistência à compressão. O autor justifica a queda de resistência com o aumento do teor de ar incorporado e, conseqüentemente, na queda também da massa específica.

### Considerações Finais

O uso do EPS no âmbito da construção civil está gradualmente presente e ocupa diferentes áreas do setor, como por exemplo, na construção de grandes estruturas. Isso se dá devido à facilidade de ser encontrado e por suas características muito benéficas: facilidade de manuseio, baixa densidade e isolamento térmico. O

presente trabalho teve como objetivo principal fazer a substituição parcial do agregado graúdo por pérolas de EPS com granulometria de 0,5 mm.

Com base nos experimentos e nos resultados dos ensaios realizados, conclui-se que a resistência à compressão, trabalhabilidade e densidade, são as propriedades que mais sofrem alteração com o emprego do EPS. No quesito trabalhabilidade os valores de abatimento foram maiores que o corpo de prova de referência, sendo que traço de 10% foi o mais próximo. As variações do resultado de Slump Test se devem a influência das diferentes porcentagens de poliestireno expandido.

O trabalho se apropriou de metodologia experimental, além da bibliográfica, em que à resistência à compressão do traço piloto obteve resultado de 19,96 MPa aos 28 dias. Expressou-se diminuição quando aumentada a substituição do agregado graúdo pelo EPS.

Então, para o determinado traço utilizado e fazendo a substituição do agregado graúdo por pérolas de EPS a resistência foi perdida devido ao percentual de brita retirada e comutado por EPS, podendo ser justificado pela uniformidade das pérolas que faz com que se tenha uma perda de distribuição de granulometria. Outro agente que poderia ter afetado a resistência do presente concreto, seria o fator água/cimento ou até mesmo a cola branca (PVA). Foi possível observar que as massas específicas dos corpos de prova com maior adição de EPS obtiveram maior redução de massa, possibilitando a diminuição do peso do concreto, logo contribuindo para a redução do peso da estrutura e do custo final da obra.

Em outros estudos já publicados, como em Helena (2009), fizeram-se ensaios sem o uso da cola branca (PVA), os resultados de resistência atingiram valores maiores do que os corpos de prova que continham a cola. Esta redução da resistência acontece devido à característica da cola, que após o tempo de secagem, torna-se um material elástico, ocupando espaços da pasta de cimento, se comportando também como vazios na pasta de cimento.

Há muitos aspectos que ainda podem ser estudados na utilização de EPS como agregado no concreto. Sugere-se a procura por um aditivo que substitua a cola branca (PVA) para que ajude na mistura do concreto, sem perder sua resistência. Da mesma forma, se faz necessário estudos futuros sobre apenas à utilização do EPS sem fazer a substituição do agregado graúdo, ou com substituição em menores porcentagens. A realização de novos testes com diferentes fatores água/cimento também seriam

convenientes, levando em consideração que as pérolas de EPS absorvem quantidades pequenas de água.

## Referências

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **Manual de Utilização EPS na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 2006;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67:1998**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998;

ACI. American Concrete Institute. **CONCRETE TERMINOLOGY**: CT-13. Farmington Hills, 2013. 78 p. Disponível em: <<https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=CT13&Language=English>>. Acesso em: 19 maio 2018;

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de Construção**. São Paulo: Pini, 2012. 457 p.;

BAUER, L.a. Falcão. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015. 472 p.;

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 4. ed. Santo André, SP: Makron Books do, 1996. 209 p.;

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p. Tradução de: Joice Elias Costa;

FREIXO, Manuel João Vaz. **Metodologia Científica: Fundamentos Métodos e Técnicas**. 4. ed. São Paulo: Instituto Piaget, 2012. (326);

GLEIZE, P. et al. Efeitos do ar incorporado nas propriedades do estado endurecido em argamassas de cimento e areia. 51º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, Curitiba. **Anais do 51º Congresso Brasileiro do Concreto**. Curitiba: IBRACON, 2009. p. 10-14;

HELENA, Maiko Sant'. **ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) EM CONCRETOS E ARGAMASSAS**. 2009. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009;

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.;

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M.. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2014. 751 p.;

- MORAES, Carolina Brandão; BRASIL, Paula de Castro. Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental. **4º Seminário Nacional de Construções**, Passo Fundo, 2015, p. 1-10, Disponível em:  
<[https://www.imed.edu.br/Uploads/Estudo%20da%20Viabilidade%20do%20Poliestireno%20Expandido%20\(EPS\).pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/Estudo%20da%20Viabilidade%20do%20Poliestireno%20Expandido%20(EPS).pdf)>. Acesso em: 11 set 2018;
- NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. 5. ed. [S.l.]: Bookman, 2016. 887 p.;
- OLIVEIRA, Livia Souza de. **Reaproveitamento de Resíduos de Poliestireno Expandido (isopor) em Compósitos Cimentícios**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal São João del Rei, São João del Rei, 2013;
- ORTEGA, S. G. Sustentabilidade na construção civil: significados, práticas e ideologia. **Organizações e Sustentabilidade**, Londrina, v. 2, n. 1, p. 112-137, janeiro-junho 2014;
- RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc da Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de Construção Civil**. 4. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2013. 112 p.;
- ROSSIGNOLO, João Adriano. **Concreto Leve Estrutural: Produção, propriedades, microestruturas e aplicações**. São Paulo: Pini, 2009. 144 p.;
- SACHT, H. M.; ROSSIGNOLO, J. A.; SANTOS, W. N.. **Avaliação da condutividade térmica de concretos leves com argila expandida**. Rio de Janeiro: Scielo, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-70762010000100005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762010000100005&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 28 mar. 2018;
- SPADOTTO, A. *et al.* Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, julho-dezembro 2011;
- TESSARI, Janaina. **UTILIZAÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO E POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE SEUS RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em:  
<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88811/234096.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

## TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: OS IMPACTOS AMBIENTAIS DO AVANÇO TECNOLÓGICO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

**Natan Hoffmann da Cruz<sup>1</sup>; Glaucea Warmeling Duarte<sup>1</sup>; Nacim Miguel Francisco Junior<sup>1</sup>; Alessandro Zanini<sup>1</sup>; Elvis Bloemer Meurer<sup>1</sup>; Johnny Pereira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia. UNIBAVE. nutec@unibave.net

**Resumo:** Com o crescente uso de tecnologia, o volume de lixo eletrônico no planeta tem crescido em níveis alarmantes, se fazendo necessário um controle mais minucioso de seu manuseio e descarte, para evitar danos ao meio ambiente. As empresas, principalmente as envolvidas na atividade industrial, são grandes geradores de resíduos sólidos e, nesse contexto, se tornam um dos principais autores da degradação ambiental ocasionada pela contaminação proveniente do descarte inadequado de resíduos eletroeletrônicos. É possível, no entanto, reverter esse cenário através de parcerias que busquem soluções para aliar arrecadação de capital, utilizando o que hoje é resíduo, com uma boa postura ambiental, através de medidas simples, além de ações posteriores de contingência para impedir danos severos e contínuos nos casos em que não foi possível impedir o impacto ambiental. Para isso, o presente artigo objetiva deixar claro as causas, consequências e possíveis soluções para esse problema, utilizando pesquisa de abordagem qualitativa para alcançar os resultados esperados.

**Palavras-chave:** Tecnologia da Informação. Sustentabilidade. Meio Ambiente.

### Introdução

O advento tecnológico das últimas décadas, iniciado pela Revolução Industrial e impulsionado pelo capitalismo, nos transformou na sociedade da informação e da tecnologia, onde a inovação vem substituindo o trabalho manual pelas máquinas e pelos sistemas informatizados, visando o aumento significativo do lucro (RODRIGUES; RODRIGUES, 2015). Assim sendo, as empresas têm investido cada vez mais em tecnologia da informação, para maximizar os benefícios e minimizar custos, contando com uma oferta cada vez maior de equipamentos para manterem-se competitivos no mercado (FERNANDEZ, 2004).

Como consequência, alcançamos um aumento significativo na produção de lixo eletrônico e consumo energético. Sobre os resíduos, Freitas (2016, p. 29) opina que o “Brasil hoje é o mercado emergente que anualmente gera o maior volume de lixo eletroeletrônico per capita, com 0,5 quilo por habitante”. Os recursos para a fabricação

de equipamentos eletrônicos provêm diretamente do meio ambiente, e em uma considerável parte dos casos, provêm de fontes não renováveis.

Saber reaproveitar os resíduos gerados ou descartados pela empresa, portanto, é um passo essencial para tornar-se mais sustentável, pois existe ainda a oportunidade de tais resíduos serem reaproveitados por outras companhias, em suas atividades econômicas, e a tecnologia da informação pode ser uma excelente aliada neste processo (GRAVINA, 2001).

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) formam uma parte considerável dos resíduos sólidos gerados e o seu reaproveitamento da maneira correta é essencial para diminuir o impacto no meio ambiente, já que quando descartados podem provocar poluição e problemas na saúde (CRUZ, 2016).

Em relação à energia elétrica, Silva (2013, p. 14) afirma que “os computadores fazem parte de um grupo que é considerado um dos grandes consumidores de energia elétrica, não apenas na utilização, mas, em cada fase de sua vida: a produção; o tempo de uso; e seu descarte”.

Assim sendo, a pesquisa procura avaliar problemas ambientais revelando quais são os principais impactos que as empresas causam ao meio ambiente quando investem em tecnologia da informação aqui no Brasil, pois o avanço tecnológico cobra um preço alto à Natureza, principalmente se não houver planejamento por parte das organizações.

Justifica-se esta pesquisa à importância que as políticas sustentáveis têm tido em nosso tempo e sua crescente cobrança por parte da sociedade e de governos do mundo todo, e conseqüentemente à essa importância, devido a tendência atual das corporações em zelar pela sustentabilidade de suas atividades.

O objetivo geral da pesquisa constitui-se em elucidar os principais problemas ambientais causados pelo avanço da tecnologia da informação corporativa em nosso país, e tem também como finalidades específicas propor soluções possíveis para estes problemas, estipular os gastos ou ganhos em adotar tais soluções e como utilizar a mesma tecnologia para minimizar os danos.

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente trabalho caracteriza-se como um levantamento bibliográfico. Sua natureza de pesquisa é classificada como explicativa, pois procura expressar e interpretar os fatos acerca do objeto de estudo, com o propósito de elucidar suas

causas e efeitos, para definição de soluções práticas e aplicáveis ao problema principal. A abordagem é tida como qualitativa, e os procedimentos metodológicos, nesse sentido, procuram detalhar, analisar e interpretar os meios de pesquisa e a determinação do problema.

Entre as ferramentas de pesquisa para coleta de dados, foram utilizados diversos artigos e obras de pesquisadores variados, encontrados através de ferramentas online.

Algumas fontes de pesquisa utilizadas também foram compostas por fontes de notícias, como sites informativos, que trazem dados atualizados sobre os cenários da pesquisa, como foi o caso do Estadão, e sites específicos, como o portal de notícias jurídicas JusBrasil. Essas fontes foram utilizadas com o propósito de levantar dados atuais sobre o volume de geração e destino do lixo eletrônico no Brasil.

Com o propósito de fornecer maior credibilidade ao artigo, e complementar os dados já encontrados em portais online, outras fontes de pesquisa foram utilizadas, desta vez provenientes do âmbito acadêmico, como artigos e monografias. A princípio, a busca deste tipo de material foi feita utilizando a ferramenta online IBICT, refinando os resultados das buscas através de dissertações e teses, usando combinações de palavras chaves temáticas com o ano de publicação, para levantar os resultados mais relevantes entre os diversos materiais trazidos, sendo muitos deles descartáveis em relação ao âmbito da pesquisa.

Para analisar os impactos causados pela tecnologia da informação, nos mais diversos cenários, desde o econômico até o ambiental, buscou-se por impactos do investimento em tecnologia da informação, refinando por dissertações e por instituições de ensino, principalmente universidades, encontrando assim um estudo de caso específico.

O mesmo procedimento aplicou-se na busca de outras fontes, principalmente na procura através de termos como nível de produção energética, e danos ambientais causados pela tecnologia.

### **Natureza e danos ambientais**

Segundo aponta Warnavin (2010, p. 33), podemos conceituar natureza como “tudo aquilo que é natural (no sentido de nato), que não sofreu interferência humana, aquilo que não é artificial, é tudo o que está contido no universo”.

Já o conceito de meio ambiente, apesar de ser em muitos casos tratado como um sinônimo de natureza, ainda segundo a mesma autora é nada mais que um agrupamento de condições que existem ao redor e sustentam os seres vivos dentro da biosfera, abrangendo diversos atores como o clima, o solo, a água e os organismos diversos.

Entende-se por meio ambiente, segundo a Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1.981, no artigo 3º, inciso I, como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, obriga e rege a vida em todas as suas formas”.

O que diferencia os termos meio ambiente de natureza em grande parte das definições é que, no primeiro os seres humanos estão inseridos em todas as definições como agentes transformadores do espaço, como coparticipantes socialmente desenvolvidos; para o segundo termo, natureza é tudo aquilo que é exterior ao homem, este elemento assume o papel de observador e quando inserido é destituído de suas características sociais. (WARNAVIN, 2010, p. 33)

Nesse contexto, o avanço da tecnologia proporciona à nossa sociedade uma série de benefícios em diferentes áreas do nosso viver, no entanto, isso é refletido de maneira nociva no meio ambiente, pois a extração dos recursos naturais de seu ambiente é realizada de forma proporcional ao nosso uso dessas tecnologias e ao avanço tecnológico (DA SILVA, 2013).

Os problemas ambientais devem ser considerados com seriedade, pois estão interligados entre si e com outras questões aparentemente mais distantes. O descontrole nessa área acarreta descontrole em outras, inclusive nas áreas que deram origem anteriormente à própria degradação ambiental, que tornaram os recursos mais escassos. É assim que, exemplificando, pode ser afirmado que a mesma indústria que utiliza de forma inadequada os recursos naturais, sentirá falta deles, não a longo prazo, mas a curto e médio prazo. (GRAVINA, 2001, p. 18).

Além da extração exagerada de recursos, o consumo energético é outro fator que atinge diretamente o meio ambiente. Em resumo, podemos definir a energia como uma força com capacidade de realizar trabalhos sobre algo, e a humanidade vem utilizando as variadas formas de energia para realizar suas atividades que, na maioria das vezes, são impossíveis de serem executadas por apenas uma pessoa. Em decorrência disso, a energia elétrica se tornou um recurso usado em larga escala nos

dias de hoje e cumpre um papel essencial para o desenvolvimento da nossa sociedade e suas necessidades modernas, caracterizando também a tecnologia da informação, no cenário atual, com o papel de um setor consumidor em potencial, e que vem ganhando cada vez mais destaque devido ao seu papel fundamental para o aumento de produtividade nas empresas, principalmente após a década de 90, quando se percebeu um aumento na sua adoção por companhias dos mais diversos setores da economia (DA SILVA, 2013).

A energia elétrica abre as portas a serviços essenciais e aumento da qualidade de vida. Se a energia elétrica não tiver um custo acessível, é impossível uma economia se desenvolver completamente. Antes de chegar ao seu ponto de utilização, a energia elétrica percorre um sistema composto por três subsistemas: a geração, a transmissão e a distribuição da energia elétrica (GTD). (DA SILVA, 2013, p. 21)

Um exemplo característico de impacto causado ao meio ambiente pelo esbanjamento energético é o mau planejamento de espaços urbanos, que, como salienta Gravina (2001, p. 19), podem ser “a construção de edifícios sem janelas ou com poucas delas, que usam constantemente energia elétrica e pesados aparelhos de ar condicionado para controlar a temperatura interna”.

Outros atores, que ocupam um espaço físico menor, mas que em conjunto formam outro agente responsável pelo desperdício, podem ser os terminais das empresas e seus servidores. Tomando estes últimos como exemplo, o custo de energia e resfriamento, durante cerca de três anos, é em média, 1,5 vezes maior do que o custo de compra do hardware que os compõe (REIS, 2009).

O setor de tecnologia da informação (TI) assim como os demais, é um grupo consumidor de energia elétrica presente na maior parte das organizações atuais. De acordo com um relatório, o The Climate Group (2008) informa que 40% do consumo de energia da área de TI de uma empresa, é destinada a computadores e monitores que são utilizados em áreas de trabalho. (DA SILVA, 2013, p. 11)

O Brasil é um grande consumidor de energia elétrica e, de acordo com da Silva (2013, p. 19), nosso país “produziu em 2010 cerca de 470 bilhões Kilowatt de energia elétrica ficando atrás apenas dos Estados Unidos e do Canadá no hemisfério

ocidental”. Para evitar o desperdício de energia, é necessário incentivar o uso racional da mesma, o que pode proporcionar benefícios financeiros para as empresas e ambientais para o planeta.

Neste termo de racionalização, a energia elétrica pode ser abordada de duas formas (DA SILVA, 2013): (1) Negativa quando não existe disponibilidade de energia, o que diminui a produção no setor industrial e redução de seu uso comercial e doméstico; (2) Positiva quando existe a disponibilidade e o seu uso é planejado, o que proporciona a redução de gastos fixos por partes dos usuários.

### **Resíduos sólidos e lixo eletrônico**

De maneira geral, podemos interpretar como resíduos aquilo que resta, o que sobra, o que não tem mais serventia para seu usuário, e podemos especificar como resíduos sólidos, então, os rejeitos sólidos e semissólidos de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços (REIS, 2014).

Atualmente, vivemos em uma época marcada pelo uso intenso de dispositivos eletrônicos, que devido à rápida evolução tecnológica, tem passado por uma obsolescência programada cada vez maior de suas características e funções, ou seja, os aparelhos novos são transformados em equipamentos defasados em um curto espaço de tempo de maneira proposital pelos seus fabricantes (CRUZ, 2016). Essa inovação tecnológica, movida pelo consumo populacional, tem causado, segundo Reis (2014, p. 14), a “problemática da gestão de resíduos provenientes de bens elaborados pela indústria, utilizados e descartados”, pois as mudanças constantes de tecnologia nos equipamentos provocam o consumidor a realizar trocas frequentes, gerando um acúmulo de resíduos em várias partes do planeta, e em muitos casos não existe espaço físico adequado para armazená-los, nem procedimentos proporcionais para garantir a reciclagem de seus componentes.

Ainda segundo o autor, cerca de 5% dos detritos gerados em escala global são provenientes de equipamentos elétricos e eletroeletrônicos, estando os celulares e computadores entre os principais descartes.

O avanço tecnológico e o crescente processo de industrialização vêm progressivamente interferindo e alterando a dinâmica da natureza. Esse avanço, principalmente a partir do século XVIII, impulsionado pelo capitalismo, colocou definitivamente os interesses das sociedades humanas de um lado e a conservação do meio natural, de outro. Muito tempo se passou até que o homem começasse a perceber

que o desenvolvimento trazia, além de conforto e praticidade, impactos depredatórios ao meio ambiente e a saúde (FREITAS, 2016, p. 26).

Os danos causados pelo descarte mal efetuado à saúde humana são causados pelas substâncias tóxicas expelidas pelos resíduos, que vão desde chumbo e cromo até o cádmio. O descarte, no entanto, pode ocasionar novas chances de negócio relacionadas à reciclagem dos mesmos, pois cerca de 94% dos componentes de um computador usado podem ser reaproveitados, já que sua composição consiste em uma média de 40% de plástico, 37% de metais diversos, 17% de materiais diversos, 5% de dispositivos eletrônicos e 1% de borracha (TEDESCO; PINA, [s.d.]).

Os idosos e as crianças são considerados as vítimas mais propícias de intoxicação por substâncias tóxicas do lixo eletrônico, sendo a água e alimentação os principais meios de contaminação, já que os metais pesados expelidos pelos resíduos, quando não são queimados e espalhados pelo ar, entram em contato com o solo e contaminam os lençóis freáticos (FREITAS, 2016).

O consumo dos produtos eletrônicos é sem dúvida desenfreado o que pode gerar problemas ambientais graves, tanto em uma perspectiva qualitativa quanto quantitativa do resíduo gerado ou daquele que está por vir. O contingente da sucata eletrônica, por conter materiais que não se decompõem em curto lapso temporal - como plásticos, metais e vidros - e, principalmente, pelos metais pesados e compostos químicos tóxicos que os integram, é considerado altamente prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente (REIS, 2014, p. 10).

De acordo com Freitas (2016, p. 30), os metais pesados podem causar diversos danos graves ao ser humano. Na Tabela 1 encontram-se alguns elementos encontrados em um computador comum e seus danos.

**Tabela 1 - Metais pesados e os impactos à saúde e ao meio ambiente**

Elemento	Onde é utilizado	Danos causados
Chumbo (Pb)	Circuito integrado, soldas, bateria, cabos e tubos de raios catódicos (CRT) nos monitores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acumulação no ecossistema, efeitos tóxicos na flora e fauna;</li> <li>• Principalmente ao sistema nervoso e sanguíneo.</li> </ul>
Cádmio (Cd)	Bateria, chip, semicondutor, estabilizadores, resistores, detectores de infravermelho, conectores e termostatos em monitores CRT, e usado como estabilizador para plásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioacumulativos, persistentes e tóxicos para o meio ambiente;</li> <li>• Envenenamento, danos aos ossos, rins e pulmões.</li> </ul>
Mercúrio (Hg)	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores de posição, chaves, relés e lâmpadas descartáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornar-se solúvel em água e acumula-se nos organismos;</li> <li>• Danos cerebrais e ao fígado</li> </ul>
Plásticos e retardantes de chamas (BFR)	Cabos e carcaças de eletrônicos e ainda nas carcaças de plástico de eletrônicos e placas de circuito impresso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solúveis em água, voláteis e persistentes. Em incineradores geram dioxinas e furanos.</li> <li>• Desordens hormonais, nervosas e pulmonares e os plásticos se queimados e inalados, podem causar problemas respiratórios</li> </ul>

Fonte: adaptado de Freitas (2016)

O Brasil, desde 2010, é o mercado emergente campeão em volume de lixo eletrônico per capita, segundo relatórios do Programa da ONU para Meio Ambiente. É uma média de meio quilo de lixo liberado por pessoa todos os anos. Tal fato se deve, sobretudo, ao reforço no poder de compra da classe média e da estabilidade econômica alcançada nos últimos anos, que incentivam o consumo de eletroeletrônicos e com isso resulta em um aumento de lixo eletrônico (ESTADAO, 2010).

Um relatório mais atualizado da ONU, chamado de Gestão Sustentável de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos na América Latina, mostra que o Brasil atualmente está atrás apenas dos Estados Unidos no continente, quando o assunto é a quantidade de resíduos eletrônicos. Foram cerca de 1.4 milhão de toneladas geradas em 2014 (JUSBRASIL, 2015).

### Possíveis soluções para minimizar o impacto ambiental

Algumas atitudes podem ser tomadas para atenuar os efeitos das atividades relacionadas à Tecnologia da Informação, o que inclui todos os processos, desde o consumo energético até aquisição e descarte de componentes eletrônicos. O peso de se adotar uma política sustentável é grande, pois, conforme afirma Sasahara (2009,

p. 30), a “dependência dos seres humanos, das condições ecológicas, é a principal causa da preocupação da sociedade quanto à degradação ambiental, pois implica em indagações sobre o futuro da espécie”.

Em relação aos resíduos sólidos, a questão de elaborar fins adequados para seu descarte é um problema antigo do Brasil, e vem se agravando desde o acentuado processo de urbanização dos grandes centros entre as décadas de 40 e 70, que se expandia mais rapidamente do que a capacidade do poder público de organizar políticas para tratamento dos mesmos, que até então se baseavam em coletar e afastar os resíduos (AGUIAR, p.1, 1999).

A reciclagem, reuso, reutilização dos produtos eletrônicos, como o computador, podem beneficiar o meio ambiente evitando a poluição e contaminação, e também a sociedade e saúde das pessoas, e também quando servem para o aprendizado e inclusão social e digital. (MORALES, 2014, p. 17)

Atualmente, uma das atuações do Governo Federal frente a esses números foi a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), uma campanha que procura implantar a prática de logística reversa no país em relação aos seguintes tipos de resíduos: pilhas e baterias, embalagens de agrotóxicos, embalagens de óleos lubrificantes, lâmpadas, medicamentos e produtos eletroeletrônicos (CRUZ, 2016).

No país, de acordo com a PNRS, a destinação dos resíduos industriais é obrigação do gerador. Se o gerador é o responsável pelo tratamento e destinação final dos resíduos, ele pode executar esse papel por si próprio (tratamento interno) ou contratar serviços de empresas especializadas (tratamento externo). No entanto há uma dificuldade para o alcance dos objetivos instituídos pelo poder público, através de instrumento legal que representa os interesses da sociedade: nesta relação o contratante ou executor do serviço de tratamento e destinação adequada dos resíduos é o próprio gerador, mas o usuário desse serviço, que sentirá as consequências de um tratamento ineficiente ou da disposição inadequada dos resíduos, é a sociedade. (MOURA, 2011, p. 10)

A Lei foi aprovada após duas décadas de tramitação, no dia 02 de agosto de 2010, e, conforme afirma Freitas (2016, p. 33), “veio para preencher uma lacuna sobre a problemática ambiental, de proporções desconhecidas, que assola o País”.

Para especificar sobre o que exatamente legislar, a Lei classifica como resíduo sólido toda a variedade de material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, e cuja destinação final se baseia ou se propõe

a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases e líquidos com propriedades inviáveis para o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, e que exijam soluções técnicas ou economicamente inviáveis.

O gerenciamento dos resíduos sólidos nas áreas urbanas se basearam, historicamente, na coleta e no afastamento dos resíduos. Ao longo do tempo, as administrações municipais ou locais equivalentes passaram a prestar o serviço de coleta e afastamento. Esse tipo de serviço, especialmente quando executado com eficiência, cria a sensação mágica na população de que os resíduos simplesmente desaparecem de sua vista. (AGUIAR, 1999, p.1).

Um dos principais pontos propostos pela implantação da Lei 12.305/10 e que mudou a forma de produzir, distribuir e comercializar eletrônicos no país é dinâmica da já citada logística reversa, uma garantia de que os principais agentes do mercado de eletroeletrônicos sejam os responsáveis pela coleta e destinação adequada destes resíduos sobressalentes, e constitui-se em uma série de procedimentos idealizados unicamente para reaproveitá-los durante todo os seus ciclos produtivos, responsabilizando todo o tipo de companhias, incluindo entre elas os fabricantes, distribuidores, comerciantes e até mesmo as importadoras de mercadorias. (MORALES, p. 43, 2014)

O Decreto governamental nº 7.404/2010 tem o objetivo de regulamentar a implantação dos sistemas de logística reversa. Foi criado um comitê orientador que, por sua vez, constituiu Grupos Temáticos, a fim de debater cada tipo específico de produto. O Grupo de Trabalho Temático – Eletroeletrônicos é responsável para prestar suporte na tomada de decisões através de análises, estudos e propostas sobre matéria relacionada aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Além disso, em 2013, o país elaborou a Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), nº 16.156:2013, intitulada como “Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – requisitos para atividade de manufatura reversa” (CRUZ, 2016, p. 37).

O Plano também conta com o amparo da Lei nº 9795/99, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, criada com o objetivo de difundir o conhecimento e a capacitação para conservação do meio ambiente, democratizando o acesso aos conhecimentos básicos sobre o meio ambiente (FREITAS, 2016).

Porém, nem mesmo os maiores esforços governamentais são capazes de causar um impacto muito grande na situação do lixo eletrônico produzido no Brasil. Em 2014, cerca de 30 milhões de toneladas de um total de 78 milhões gerados no

país – ou seja, 41,6% - terminaram em um destino não adequado, além do percentual de resíduos encaminhados para aterros sanitários ter subido de 57,6% para 58,4% a partir de 2010, quando a Lei foi aprovada (LAMPERT, 2016). Assim sendo, fica claro que nem todos os resíduos gerados podem ser eliminados, ou pelo menos a maior parte deles, se fazendo necessário procurar outras alternativas posteriores à geração dos resíduos.

A reciclagem de lixo eletrônico é uma ótima opção e altamente viável como finalidade para os resíduos eletrônicos criados por empresas, pois muitos dos já citados materiais componentes destes resíduos possuem algum valor de mercado, e muitas vezes um valor considerável para o orçamento das companhias em geral.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) preconiza que a coleta seletiva deve ser realizada prioritariamente por cooperativas de catadores, abrindo oportunidades de negócios sustentáveis, com aumento de renda e trabalho para os catadores e lucros para os empreendedores, através da reinserção dos resíduos em uma nova cadeia de valor e da reengenharia do processo produtivo. (MOURA, 2011, p. 13)

Levantamentos internacionais promovidos pela ONU mostram que o mercado atual de comércio de restos eletrônicos está movimentando cerca de US\$ 400 bilhões por ano, embora a movimentação em nosso país ainda seja pequena, pois o Ministério do Meio Ambiente estima que apenas 2% do montante total desse tipo de lixo produzido no Brasil é reciclado, embora o potencial nacional seja o de movimentar muito mais, cerca de R\$ 700 milhões e dez mil vagas de trabalho relacionadas ao setor (JUSBRASIL, 2015).

A implantação de processos de valorização de resíduos sólidos permite a reutilização dos dejetos descartados por uma companhia, como matéria-prima por outra durante a execução dos seus processos produtivos, estando, dentre a grande variedade de tipos de resíduos sólidos, os metais, os óleos, os solventes, carvões ativados e outros minerais os que oportunizam maior valorização em sua comercialização (MOURA, 2011).

Mesmo com uma concepção ainda baixa do lucro que o reaproveitamento de materiais pode gerar, algumas companhias no país estão percebendo que o que não lhes é mais útil pode ser transformado em capital e estão transformando o mercado. Algumas empresas vem nascendo justamente em decorrência da necessidade de

conciliar outras organizações que queiram vender seus resíduos com as que lucram com sua reciclagem, como é o caso da B2Blue, uma startup que gerencia mais de 20 mil empresas diferentes e 10 mil variedades de resíduos, com um faturamento de R\$ 3 milhões em 2016 (BATISTOTI, 2017).

### **Procedimentos recomendados em caso de danos ambientais**

Caso ocorram danos ambientais causados por contaminação derivada do mau descarte de resíduos eletrônicos, algumas medidas podem ser tomadas para diminuir o impacto dos estragos nos meios que está. Conforme salienta Rafael (2006, p. 160), o solo sofre diretamente os impactos ambientais causados pelo depósito direto de resíduos sólidos, e acaba sendo peça fundamental na contaminação do ambiente ao redor, se fazendo necessário, assim, a adoção de métodos de tratamento. O solo pode ser, ainda aponta o autor, tratado pelas seguintes maneiras: (1) tratamento térmico: queima dos resíduos e filtragem dos gases gerados; (2) tratamento físico-químico: quando é efetuada a limpeza do solo através de uma lavagem, que passa o agente poluidor para um fluxo hídrico; (3) tratamento biológico: resumidamente este tratamento é constituído de microrganismos que degradam os compostos químicos dos poluentes;

### **Considerações finais**

O desenvolvimento tecnológico, como observado no decorrer do artigo, expandiu-se para suprir a necessidade atual de ampliar a produtividade no menor tempo útil possível, e no caso do mercado corporativo, isso significa ampliar as margens de lucratividade ao mesmo tempo em que diminui os custos com mão de obra.

Esse desenvolvimento, no entanto, é acentuado e rápido, e cobra um preço alto da sociedade, pois seus recursos são extraídos de fontes naturais e transformados em inúmeras variações de seus elementos formadores, que após algum tempo de uso acabam perdendo seu desempenho ou se tornando obsoletos, sendo desenvolvidos para o meio ambiente em condições não adequadas.

O Brasil, como visto, é um dos maiores produtores de lixo eletrônico e o panorama para os impactos no meio ambiente não são animadores, já que a sua condição como país em desenvolvimento, combinada com a falta de amadurecimento

das políticas públicas sobre resíduos sólidos não contribuem para uma fiscalização adequada de seu descarte.

Como o tema sustentabilidade tem estado em pauta na nossa atualidade, e a busca por políticas sustentáveis já se tornou uma realidade, processos de preservação ao meio ambiente baseados na reutilização ou destinação adequada se tornaram comuns e mais acessíveis no mercado. Assim, empresas podem assumir um papel mais sustentável frente a geração de resíduos.

Após um certo período de pesquisa e debate, o poder público decidiu intervir com uma acertada decisão de responsabilizar os atores do processo produtivo, comercial e consumidor pela destinação dos resíduos sólidos através da implantação de uma política nacional baseada em logística reversa.

Isso claramente, na teoria, possibilita um controle maior e mais bem distribuído dos descartes dos resíduos, já que em cada etapa presenciada pelo produto, desde a fabricação até o consumo, o responsável pelo seu gerenciamento também adquire a responsabilidade pelo descarte adequado.

No entanto, um investimento em uma logística que gerencie os resíduos eletrônicos pode ser visto como um gasto a mais pelo mercado em geral e, esse preconceito aliado a falta de educação socioambiental da maior parte da população, tem feito com que os esforços públicos não sejam o suficiente para concluir de forma concreta o problema proveniente do descarte inadequado de resíduos.

Portanto, soluções que, além de não significarem aumento na carga de tempo e recursos investidos, poderem também gerar alguma lucratividade ou chance de investimento se tornam mais atrativas por contribuírem, mesmo que de forma pouco significativa, com o caixa da empresa e agregar valores institucionais a companhia.

É por isso que o comércio de resíduos entre as empresas geradoras e coletoras, que usualmente redistribuem esses resíduos ou são responsáveis diretas pelo seu reuso, seja pela reciclagem ou destinação para geração de energia, é uma solução alternativa mais segura, limpa e funcional que tende a ser adotada cada vez mais, já que a pressão estatal e social tem crescido e influenciado o comportamento das empresas com o meio ambiente.

Durante toda a leitura do artigo, é notável que o investimento em tecnologia da informação se tornou uma forma de sobrevivência no mercado corporativo, pois os benefícios e vantagens oferecidos por ela permitem a implantação de estratégias e o fluxo de informações necessários para a adaptabilidade no cenário global, cada vez

mais instantâneo, dinâmico e competitivo. Assim sendo, a inovação cobra que as empresas se adaptem e colaborem entre si, já que abrir da tecnologia está fora de questão.

## Referências

AGUIAR, Alexandre. **As parcerias em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos**. 1999. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

BATISTOTI, Vitória. **Empreendedora cria plataforma de venda de resíduos entre empresas e fatura 3 milhões**, 2017. Disponível em: <<http://abic.com.br/empreendedora-cria-plataforma-de-venda-de-residuos-entre-empresas-e-fatura-3-milhoes/>> Acesso em: 03 out. 2017.

CRUZ, Izaclaudia Santana da. **Proposta de estruturação de um modelo de gestão com base na logística reversa sustentável para os resíduos eletroeletrônicos em Aracaju/Sergipe/Brasil**. 2016. 160p. Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2016

FERNANDEZ, Felipe Kwiecinski. **O Impacto dos Investimentos em tecnologia da informação: um estudo de caso no RGS**. 2004. 96p. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

FREITAS, Débora Maria da Silva. **Na era da tecnologia ou da poluição: a educação ambiental praticada nas escolas públicas do Distrito Federal**. 2016. 113p. Tese – Programa de Pós Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.

GRAVINA, Magda Brancher. **Danos ambientais causados por empresas privadas no vale do taquari: principais características e consequências jurídicas**. 2001. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.

LAMPERT, Adriana. **Logística reversa ainda é desafio para o Brasil**. Disponível em: <[http://jcrs.uol.com.br/\\_conteudo/2016/07/cadernos/empresas\\_e\\_negocios/510856-logistica-reversa-ainda-e-desafio-para-o-brasil.html](http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2016/07/cadernos/empresas_e_negocios/510856-logistica-reversa-ainda-e-desafio-para-o-brasil.html)> Acesso em: 03 out. 2017.

MORALES, Lucia Lucena. **Gestão do resíduo eletrônico em universidade: estudo de caso**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

MOURA, Adriana M. M., ROMA, Júlio César. 2011. **Caderno de diagnóstico. Resíduos sólidos industriais**. 2011. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/projetos>

/pnrs/documentos/cadernos/05\_CADDIAG\_Res\_Sol\_Industriais.pdf>. Acesso em: 10/11/2017.

PINA, Thaís Melise Lopes; TEDESCO, Patrícia Cabral de Azevedo Restelli. **Lixo eletrônico: o que fazer com os componentes eletrônicos?** Recife, sem data. Disponível em: <<http://eati.info/eati/2011/anais/artigos/91303.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

RAFAEL, Luís Fernando Armidoro. **Resíduos Sólidos e Evolução Urbana em Santo André – SP**. 2006. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

REIS, Luiz Antônio. **Lixo eletrônico no município de Foz do Iguaçu**. 2014. Monografia - Pós-graduação em Gestão Ambiental em Municípios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. 2014.

RODRIGUES, Karen Leite. RODRIGUES, Maximiano dos Santos. **O desenvolvimento tecnológico e suas influências sobre o meio ambiente do trabalho e a saúde do trabalhador**, 2015. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/35481/o-desenvolvimento-tecnologico-e-suas-influencias-sobre-o-meio-ambiente-do-trabalho-e-a-saude-do-trabalhador>> Acesso em: 21 fev. 2017.

SASAHARA, Camila. **Sustentabilidade: a perda do caráter de mudança estrutural do conceito**. 2009. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

SILVA, Manoel Rodrigues Porcino da. **Princípios e práticas sustentáveis em eficiência energética aplicados em TI**. 2013. Dissertação de mestrado - Programa de Mestrado da Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2013.

WARNAVIN, Larissa. **Discurso Ambiental na Geografia Brasileira**. 2010. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

## UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Larissa Miranda<sup>1</sup>; Luana Furlan Orbem<sup>2</sup>; Milene Marques Da Corejo<sup>3</sup>; Taynara Silvério<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UNIBAVE. larissasl07@hotmail.com

<sup>2</sup>UNIBAVE. luana.orbem@hotmail.com

<sup>3</sup>UNIBAVE. milenedacoregio@hotmail.com

<sup>4</sup>UNIBAVE. taynaraazm@hotmail.com

**Resumo:** A exploração indiscriminada dos recursos naturais, nos leva a pensar sobre o que tem sido feito para evitar maiores prejuízos que venham a refletir de forma expressiva na sobrevivência da sociedade que, em sua essência, é intimamente ligada a natureza. Ante o exposto, o presente estudo de pesquisa bibliográfica buscou explanar sobre o quanto as Unidades de Conservação da Natureza são importantes, já que se inserem como um dos mecanismos inerentes à ecologia política de grande relevância para a manutenção dos recursos naturais, pois dentre outros benefícios, a presença de tais unidades conservacionistas assegura a estabilidade dos fatores bióticos inerentes a cada região, que de forma sistêmica contribui para as premissas paradigmáticas da sustentabilidade socioambiental.

**Palavras-chave:** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Proteção integral. Uso sustentável. Proteção da biodiversidade Catarinense.

### Introdução

Com o início da revolução industrial, por volta da segunda metade do século XVIII, houve um grande avanço nos processos de produção. De certa forma, a produtividade aumentou radicalmente, substituindo o trabalho humano por máquinas. Entretanto, antes da industrialização, o consumo se dava apenas para suprir as necessidades, e atualmente sabe-se que não é mais assim. Todos esses processos e mudanças trouxeram consigo impactos negativos que inicialmente restringiam-se a escala local, mas que na atualidade possuem dimensão global (MONOGRAFIAS BRASIL ESCOLA, 2018)

Com a Revolução Industrial o capitalismo se expandiu, consolidando-se como um modelo econômico de pleno vigor, e com isso, indústrias passaram a tomar o lugar da natureza, córregos foram canalizados pela expansão urbana, e a produção de resíduos aumentou em grande escala. Os recursos naturais disponíveis diminuíram, alguns perderam sua qualidade, animais entraram em extinção e problemas

respiratórios e epidemias tomaram conta, por falta de água, de saneamento, pela poluição atmosférica e outros problemas.

O Estado de Santa Catarina está dentro do Bioma Mata Atlântica, constituído originalmente por diversas formações vegetais [...] e ecossistemas costeiros associados, entre os quais mangues, restingas e banhados. Diante das explorações e maus cuidados com a natureza e seus recursos, estas formações vegetais foram drasticamente reduzidas, e por este motivo, uma das mais importantes ferramentas de se conservar a biodiversidade ainda existente é a criação de Unidades de Conservação – UC. (MARTINS; MARENZI; LIMA, 2015).

No Brasil existe a Lei nº 6.938 de 17 de janeiro de 1981, denominada Política Nacional de Meio Ambiente, que obriga os poluidores a indenizarem os danos causados ao meio ambiente. As indenizações punitivas decorrentes da referida lei podem ser investidas na implantação de uma Unidade de Conservação, como forma de medida compensatória pelo dano causado.

Sabe-se que os processos exploratórios dos recursos naturais, fauna e flora, estão cada vez maiores e mais frequentes. O objetivo deste artigo é explorar os estudos acerca da importância e os diversos pontos positivos que a UC proporciona à região em que se encontra, a fim manter a grande biodiversidade existente no Brasil e no estado de Santa Catarina. Segundo Martins, Marenzi e Lima (2015), na atualidade muito se pensa sobre preservação da biodiversidade, e esforços para que isso aconteça estão se tornando cada vez mais frequentes, sejam eles governamentais, advindos da sociedade civil ou do setor privado.

### **Procedimentos Metodológicos**

Na produção do presente artigo, utilizou-se o tipo de pesquisa bibliográfica que é o levantamento de bibliografias já publicadas, em forma de livros, publicações avulsas e imprensa escrita, além de materiais da internet. Exploramos materiais de vários autores que discorriam sobre o assunto de Unidades de Conservação e sua importância para o patrimônio cultural e natural na região que está inserida.

### **Unidades de Conservação**

De acordo com o site *World Wide Fund for Nature – WWF* (2018), Unidades de Conservação são áreas de proteção ambiental, legalmente instituídas pelo poder público, nas suas três esferas, municipal, estadual e federal. Elas possuem

características especiais relacionados com a fauna e a flora de cada região, tornando-se assim, parte do patrimônio natural e cultural de um país.

As UCs têm como função salvar, guardar e proteger as porções significativas e viáveis de diferentes populações, *habitats* e ecossistemas do território nacional, preservando assim o patrimônio biológico existente. Sua importância se dá pelo fato, de garantir o uso racional dos recursos naturais, proporcionando o desenvolvimento de atividades econômicas de forma sustentável (O ECO, 2013).

## Legislação

Segundo o *caput* do artigo 225 a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Entretanto, reconhecer que todos temos direito não é o suficiente, precisamos de um instrumento para que esse dever seja concretizado. Ante o exposto, afim de legitimar em nosso ordenamento jurídico a previsão constitucional trazida pelo artigo 225 da Carta Magna, o legislador infraconstitucional criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, por meio da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e do Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. O SNUC visa disponibilizar os mecanismos legais para a criação, implantação e gestão das UCs, possibilitando, assim, o desenvolvimento de estratégias conjuntas para as áreas naturais a serem preservadas e a potencialização da relação entre o Estado, os cidadãos e o meio ambiente (O ECO, 2013).

De acordo com a Lei nº 9.985/00, podemos considerar como principais objetivos do SNUC, os seguintes:

Proteger e conservar essas áreas, bem como as espécies em risco de extinção;  
Preservar e restaurar os recursos e os ecossistemas naturais;  
Valorizar a diversidade biológica desses espaços;  
Promover o desenvolvimento sustentável e atividades de caráter científico. (BRASIL, 2000).

As UCs da esfera federal do governo são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, autarquia federal conhecida como ICMBio. Nas esferas estadual e municipal, por meio do órgão estadual, distrital e municipal do meio ambiente.

### Tipos de Unidade de Conservação

O SNUC agrupa as UCs em dois grupos: o de Proteção Integral e o de Uso Sustentável. As Unidades de Proteção Integral têm como principal objetivo preservar a natureza, havendo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou dano aos recursos naturais, como, por exemplo, a recreação em contato com a natureza, o turismo ecológico, a pesquisa científica, entre outras (O ECO, 2013).

Já as UCs de Uso Sustentável, têm como objetivo relacionar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos, conciliando a presença humana nas áreas protegidas. Assim, as atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, desde que praticadas de uma forma a manter constantes os recursos ambientais renováveis. Sendo assim, ele prevê 12 categorias de Unidades de Conservação, sendo 5 (cinco) de Proteção Integral e 7 (sete) de Uso Sustentável, conforme quadro 1

**Quadro 1 – Classificação das 12 categorias de Unidades.**

Grupo	Categoria	Descrição
<b>Proteção Integral</b>	Estação Ecológica	De posse e domínio público, servem à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas. A visitação pública é proibida, exceto com objetivo educacional. Pesquisas científicas dependem de autorização prévia do órgão responsável.
	Reserva Biológica	Visam a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos.
	Parque Nacional	Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.
	Monumento Natural	Objetivam a preservação de sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
	Refúgio de vida silvestre	Sua finalidade é a proteção de ambientes naturais que asseguram condições para a existência ou reprodução de

		espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
<b>Uso Sustentável</b>	Área de Relevante Interesse Ecológico	Geralmente de pequena extensão, são áreas com pouca ou nenhuma ocupação humana, exibindo características naturais extraordinárias ou que abrigam exemplares raros da biota regional, tendo como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	De posse privada, gravada com perpetuidade, objetivando conservar a diversidade biológica.
	Área de Proteção Ambiental	São áreas geralmente extensas, com um certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
	Floresta Nacional	É uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	São áreas naturais que abrigam populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações, adaptados às condições ecológicas locais, que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.
	Reserva de Fauna	É uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
	Reserva Extrativista	Utilizadas por populações locais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, áreas dessa categoria tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

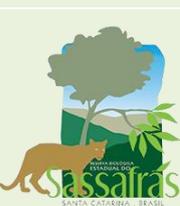
Fonte: WWF (2018).

### Unidades de Conservação em Santa Catarina

As UCs no estado de Santa Catarina são administradas pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA/SC, antigamente chamada de Fundação do Meio Ambiente – FATMA. Dentre elas podemos citar algumas, conforme quadro 2.

**Quadro 2 – Unidade de Conservação em Santa Catarina.**

Unidades de Conservação	Descrição
 <p>PARQUE ESTADUAL <b>ACARAÍ</b> SANTA CATARINA - BRASIL</p>	<p>Criado em 23 de setembro de 2005, localizado no município de São Francisco do Sul, o Parque Estadual Acaraí é uma ação propositiva para o estabelecimento de uma política territorial direcionada, em especial, para o turismo e para o desenvolvimento, abrange uma área de 6.667 hectares.</p>
 <p>PARQUE ESTADUAL <b>FRITZ PLAUMANN</b> SANTA CATARINA - BRASIL</p>	<p>Criado em 24 de setembro de 2003, localiza-se no município de Concórdia, o Parque é a primeira e única unidade de conservação da floresta estacional decidual no Estado de Santa Catarina, abrange uma área de 740 hectares, foi criado como medida de compensação ambiental pelo aproveitamento hidrelétrico da Usina de Itá na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai.</p>
 <p>PARQUE ESTADUAL <b>Rio Canoas</b> SANTA CATARINA - BRASIL</p>	<p>Criado em 27 de maio de 2004, localiza-se no município de Campos Novos, é uma unidade de conservação da floresta ombrófila mista ou floresta de araucária, com aproximadamente 1.200 hectares. A área do parque foi adquirida pela Campos Novos Energia S.A. - Enercan e doada ao Governo do Estado de Santa Catarina como compensação ambiental pelo aproveitamento hidrelétrico de Campos Novos na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas.</p>
 <p>RESERVA BIOLÓGICA ESTADUAL DO <b>Açu</b> Santa Catarina-Brasil</p>	<p>Localizada nos contrafortes da Serra Geral, está Reserva Biológica (Rebio) abrange os municípios de Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis e Treviso. Criada em 1º de julho de 1983, protege uma área de 7.672 hectares.</p>
 <p>PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO <b>TABULEIRO</b> SANTA CATARINA - BRASIL</p>	<p>A maior unidade de conservação de proteção integral do Estado foi criada em 1975, com base nos estudos dos botânicos Pe. Raulino Reitz e Roberto Miguel Klein, com o objetivo de proteger a rica biodiversidade da região e os mananciais hídricos que abastecem as cidades da Grande Florianópolis e do Sul do Estado, abrangendo 6.667 hectares.</p>
 <p>PARQUE ESTADUAL DA <b>SERRA FURADA</b> SANTA CATARINA - BRASIL</p>	<p>O Parque Estadual da Serra Furada é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral criada em 20 de junho de 1980, sua área é de 1.330 ha e abrange os territórios municipais de Orleans e Grão-Pará.</p>
 <p>RESERVA BIOLÓGICA DA <b>Caneta Preta</b> SANTA CATARINA - BRASIL</p>	<p>Estendendo-se pelos municípios de Botuverá e Nova Trento, esta reserva foi fundada em 20 de junho de 1980, com área de 1.844 hectares.</p>

	<p>Criado em 30 de maio de 2003, localiza-se no município de São Domingos, na Bacia do Rio Chapecó. A área de 612 hectares é exclusivamente coberta por floresta ombrófila. O Parque Estadual das Araucárias é a primeira unidade de conservação de araucárias sob a responsabilidade do Governo do Estado.</p>
	<p>O Parque Estadual do Rio Vermelho foi criado em 24 de maio de 2007 e está localizado na costa leste da Ilha de Santa Catarina, no município de Florianópolis. O parque foi criado com o objetivo de conservar amostras de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica).</p>
	<p>A Reserva Biológica Estadual do Sassafrás foi criada em 04 de fevereiro de 1977, com uma área de 5.229 há, dividida em gleba menor e maior. A gleba menor possui cerca de 1.361 há, e a maior cerca de 3.868 ha, sendo que 8 há foram doados pela MODO Battistella Reflorestamento S/A em 1994.</p>

Fonte: FATMA (2018).

### Importância para o Estado de Santa Catarina

Conforme já visto, as UCs ajudam a proteger a diversidade biológica e os recursos genéticos associados, contribuindo especialmente com:

- Regulação da quantidade e qualidade de água para consumo;
- Fertilidade dos solos e estabilidade das encostas (relevo);
- Equilíbrio climático e manutenção da qualidade do ar;
- Alimentos saudáveis e diversificados;
- Base para produção de medicamentos para doenças atuais e futuras;
- Áreas verdes para lazer, educação, cultura e religião;
- Fornecer matéria-prima para tudo o que se possa imaginar. (OLIVATO; JUNIOR, 2008).

A preservação dessas UCs é de extrema importância, visto que a sociedade é dependente dos recursos naturais para sobrevivência, como as empresas, que para poderem funcionarem e se expandirem precisam usufruir destes recursos.

Outro aspecto positivo das UCs é promover a geração de renda e estimular o desenvolvimento local e regional, agregando, dentre outros fatores, ao desenvolvimento do ecoturismo. Além disso, pode-se apontar uma série de benefícios à região, como o ganho de recursos financeiros através das taxas de visitação, utilização de informações ambientais por meio de programas de educação ambiental, aumento do turismo e conseqüentemente mais visibilidade da cidade que abriga a UC (Unidades de Conservação no Brasil, 2018).

Entretanto a exploração turística de forma desordenada, extrapolando as atividades previstas no seu plano de manejo, documento obrigatório para todas as Unidades de Conservação, pode provocar impactos negativos, tais como a mudança no comportamento dos animais ocasionado pelo número excessivo de visitantes, comprometimento da qualidade visual causada pela infraestrutura do local, remoção de atrativos naturais do local, como pedras e pequenos animais, e tantos outros problemas. Frisa-se então a importância de ter uma boa administração à frente das UCs, para que tais fatos não aconteçam. (ONU, 2018).

### **Considerações Finais**

Ante o exposto, é possível verificar que a relação entre os processos de urbanização, desenvolvimento e natureza tem crescido, levando, em alguns casos, à perda das paisagens e recursos naturais, fauna e flora. Portanto, é neste contexto em que as UCs entram em ação, com o fornecimento de áreas de lazer e recreação em meio a ambientes naturais, ou somente para a conservação da biodiversidade local e regional.

Neste estudo pode-se perceber que a implantação de Unidades de Conservação da Natureza configura-se como um mecanismo da política ambiental de relevante importância para o estado de Santa Catarina, pois dentre seus inúmeros benefícios, podemos sinalizar: a promoção do equilíbrio térmico, a consolidação de áreas de lazer, a preservação das características biofísicas e socioculturais do local, além de servirem como área de pesquisa. Logo, constata-se que a preservação dessas áreas se torna um ato indispensável para nós que compartilhamos destes recursos naturais, e estudos nesta área devem ser mais frequentes para conscientizar cada vez mais a população sobre as Unidades de Conservação, que abrigam nossa biodiversidade e história.

### **Referências**

BRASIL. **Lei nº 9.985/2000**: Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm)>. Acesso em: 23 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 10 set. 2018.

FATMA. **Unidades de conservação**. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

HASSLER, Márcio Luís. **A importância das unidades de conservação no Brasil**. Sociedade e natureza, Uberlândia, p. 79-89, ago./set. 2005. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/viewfile/9204/5666>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

MARTINS, Larissa; MARENZI, Rosemeri Carvalho; LIMA, Amanda de. Levantamento e representatividade das unidades de conservação instituídas no estado de Santa Catarina, Brasil. **Desenvolvimento e meio ambiente**, Itajaí, SC, v. 33, p. 241-259, abr. 2015.

O ECO. **O que são unidades de conservação?**. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27099-o-que-sao-unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

MONOGRAFIAS BRASIL ESCOLA. **A degradação do meio ambiente**. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/biologia/a-degradacao-meio-ambiente.htm>>. Acesso em: 10 set. 2018.

OLIVATO, Débora; JUNIOR, Humberto Gallo. **Unidade de conservação: conservando a vida, os bens e os serviços ambientais**. 1 ed. São Paulo: WWF-Brasil, 2008. 23 p.

ONU. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 12 set. 2018.

PORTAL EDUCAÇÃO. **A industrialização e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/a-industrializacao-e-o-meio-ambiente/48473>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

TODAMATÉRIA. **O que são unidade de conservação?**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO BRASIL. **Depoimento: avanços e retrocessos pós SNUC**. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/o-snuc/depoimento-avan%c3%a7os-e-retrocessos-p%c3%b3s-snuc>>. Acesso em: 12 set. 2018.

WWF. **Unidades de conservação**. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/unid/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/unid/)>. Acesso em: 23 jul. 2018.