

ISSN 2674-8959

# II SIMPÓSIO DAS ENGENHARIAS ACET

21 a 25 de maio de 2018

## Anais Eletrônicos



Editora Unoesc



**CREA-SC**  
Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura  
e Agronomia de Santa Catarina

**Editora Unoesc**

Coordenação  
Tiago de Matia  
Revisão Linguística: Gilvana Toniélo  
Revisão Eletrônica: Caren Scalabrin, Simone Dal Moro  
Projeto gráfico: Simone Dal Moro

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S612a Simpósio das Engenharias ACET (2. : 2018 : 21 a 25  
de maio. : Joaçaba, SC).  
Anais eletrônicos [do] II Simpósio das Engenharias  
ACET / Universidade do Oeste de Santa Catarina. –  
Joaçaba, SC: Editora Unoesc, 2018.  
60 p.  
  
ISSN 2674-8959  
Inclui bibliografia  
  
1. Engenharia – Congressos e convenções. 2.  
Inovações tecnológicas – Congressos e convenções. I.  
Título.

CDD 600

**Universidade do Oeste de Santa Catarina**

Reitor  
Aristides Cimadon

Vice-reitores dos Campi  
Campus de Chapecó  
Ricardo Antônio De Marco

Campus São Miguel do Oeste  
Vitor Carlos D' Agostini

Campus Videira  
Ildo Fabris

Campus Xanxerê  
Genesio Téo

Pró-reitora de Graduação  
Lindamir Secchi Gadler

Pró-reitor de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão  
Fábio Lazzarotti

Diretora Executiva da Reitoria  
Cleunice Frozza

**Comissão Organizadora**

Angela Zamboni Piovesan  
Cristiano Meneghini  
Daniel Calixto Fagonde Moraes  
Eduarda de Magalhães Dias Frinhani  
João Henrique Bagetti  
Maxwell Martins de Menezes

**Comissão Científica**

Eduarda de Magalhães Dias Frinhani - Editora  
Gislaine Luvizão - Editora  
Cristiano Meneghini  
Geovani Rodrigo Scolaro  
Marconi Januário

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	5
ANÁLISE DE UMA MISTURA DE AGREGADOS PARA UTILIZAÇÃO EM CONCRETOS RODADOS EM OBRA .....	7
APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM <i>DECANTER</i> CENTRÍFUGO .....	9
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE CABREÚVA ( <i>Myrocarpus fastigiatus</i> ) E PINHEIRO ( <i>Araucaria angustifolia</i> ) .....	11
AVALIAÇÃO DA FALHA DE DESGASTE EM PINOS E ALINHAMENTO ENTRE CAVIDADES DE MOLDES DE SOPRO .....	13
AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE JOAÇABA, SC.....	15
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE CURA EM MISTURAS DE SOLO-CIMENTO INCORPORADAS COM PÓ DE PEDRA.....	17
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA AGRICULTURA PARA A PRODUÇÃO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS .....	19
CAPACIDADE DE TROCA TÉRMICA EM TROCADORES DE CALOR DE CASCO E TUBOS E DE PLACAS SOB MESMAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO .....	21
CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ MÓVEL PARA COMPETIÇÃO NA CATEGORIA <i>TREKKING</i> .....	23
DETERMINAÇÃO DAS CONDIÇÕES LABORATORIAIS PARA DESSULFURIZAÇÃO DE PASTA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS .....	27
DETERMINAÇÃO DE SISTEMA E PROJETO DE CONTROLADOR DE NÍVEL.....	29
DIAGNÓSTICO DA OCUPAÇÃO E ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DE TREZE TÍLIAS, SC.....	31
DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO DA COMUNIDADE DE SÃO ROQUE, LACERDÓPOLIS, SC .....	33
DIAGNÓSTICO DAS POLÍTICAS DE ESTOQUE ADOTADAS EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO DA REGIÃO MEIO-OESTE DE SANTA CATARINA.....	35
DISTRIBUIÇÃO DE TEMPOS DE RESIDÊNCIA EM REATOR CONTÍNUO DO TIPO TANQUE AGITADO (CSTR) .....	37
ESTUDO DA ARTE: AVALIAÇÃO/ANÁLISE DO CICLO DE VIDA.....	39
INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM CAUQ: AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DA MISTURA .....	41
MELHORIA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE BATERIAS DE MOTO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	43
MELHORIAS NAS ATIVIDADES DE MANEJO DE MUDAS DE PINUS NO VIVEIRO DE UMA EMPRESA DO RAMO DE CELULOSE E PAPEL .....	45
POTENCIAL TÓXICO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ENDRO ( <i>Anethum graveolens</i> ) E NIM ( <i>Azadirachta indica A. Juss</i> ) FRENTE AO <i>Artemia salina</i> .....	47

PROJETO DE UM CONTROLADOR PID DIGITAL COM OTIMIZAÇÃO POR ENXAME DE PARTÍCULAS .....	49
PROPOSTA DE UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA FINS FISIOTERAPÊUTICOS APLICADOS AO TRATAMENTO DE HEMIPLEGIA .....	51
REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO DO PEIXE UTILIZANDO COAGULANTE NATURAL .....	53
SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA PARA A AVICULTURA E A SUINOCULTURA EM VIDEIRA, SC.....	55
TURBINA PULSOJATO PARA UTILIZAÇÃO EM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) DE ASA FIXA .....	57
USO DO SISTEMA SAP MÓDULO PM PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO MEIO-OESTE CATARINENSE.....	59

## APRESENTAÇÃO

Os anais do II Simpósio das Engenharias ACET tratam-se de uma produção científica que reúne 26 trabalhos aprovados e apresentados nas modalidades de resumo expandido, com apresentação oral deles. O evento foi organizado pelos Cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Engenharia Química, da Unoesc Joaçaba, e ocorreu entre os dias 21 e 25 de maio de 2018.

O simpósio teve como objetivo complementar a formação profissional e social dos participantes, fortalecendo e disseminando os conhecimentos tecnológicos e sociais por meio das atividades propostas no evento. Com característica interdisciplinar, foram oferecidas durante o evento mais de 60 atividades, entre palestras, oficinas teórico-práticas, competições estudantis e mostra de trabalhos científicos.

O II Simpósio das Engenharias ACET contou com aproximadamente 600 participantes, entre palestrantes, expositores, alunos, professores e comunidade em geral; teve apoio da Diretoria de Graduação, da Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão e dos coordenações dos Cursos de Engenharia; e recebeu recursos financeiros da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, por meio da chamada pública FAPESC n. 07/2017 PROEVENTOS 2018/2019 – Fase 1 e do Sindicato dos Engenheiros no Estado de Santa Catarina (Senge-SC).

Estes anais buscam divulgar os resultados de projetos de pesquisa dos Cursos de Engenharia da Unoesc Joaçaba. Desejamos a todos uma ótima leitura, que os trabalhos aqui apresentados possam trazer novos conhecimentos, além de contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento de técnicas científicas e tecnológicas.

Profa. Dra. Eduarda de Magalhães Dias Frinhani

Profa. Me. Gislaíne Luvizão

Editoras



# ANÁLISE DE UMA MISTURA DE AGREGADOS PARA UTILIZAÇÃO EM CONCRETOS RODADOS EM OBRA

Alexandre Luiz de Matos Filho<sup>1</sup>; Fabiano Alexandre Nienov<sup>2</sup>; Gislaine Luvizão<sup>3</sup>; Lucas Quiocca Zampieri<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; alexandrematos.civil@gmail.com

<sup>2</sup> Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabianonienov@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

<sup>4</sup> Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

Na região Meio-Oeste de Santa Catarina grande parte das obras de construção civil são de médio e pequeno portes. Segundo Balbinot (2017), os concretos rodados in loco nessa região não possuem um traço adequado para atingir as resistências solicitadas em projeto, esse fato pode causar patologias, além de comprometer a durabilidade da edificação.

Com isso, justifica-se a comercialização de uma mistura pronta de agregados, visando que a qualidade dos concretos rodados em obra seja melhorada, propiciando um correto arranjo do esqueleto granular e por consequência um elevado empacotamento das partículas.

Com a presente pesquisa pretende-se analisar um traço 1:3 (cimento : mistura de agregados) e, a partir dos resultados, ser fornecido um traço comprovado cientificamente que atenda à resistência solicitada e que possa ser facilmente reproduzido em condições de obra.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa trata da análise de resistência obtida por meio da utilização de uma mistura de quatro agregados para a execução de concreto rodado em obra. Essa mistura é composta de brita 1, pedrisco, pó de pedra e areia. Neste trabalho foi reproduzido um traço de proporção 1:3 (cimento : mistura de agregados), variando somente sua relação água/cimento (*a/c*) para atingir diferentes resistências.

A fim de avaliar a distribuição granulométrica da mistura fornecida pela pedreira foram utilizadas as parábolas de Fuller e Thompson, sendo adotadas como parâmetro ideal as parábolas geradas utilizando as peneiras de 9,5 mm e

19 mm. Para a avaliação do esqueleto granular da mistura proposta foram seguidos os procedimentos descritos por Dal Molin e Tutikian (2008).

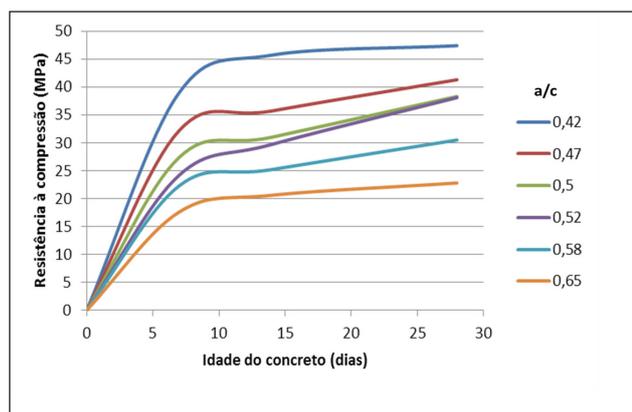
No desenvolvimento do traço 1:3 foram utilizadas as relações *a/c* de 0,42, 0,47, 0,52, 0,58 e 0,65 para atingir respectivamente as resistências de 35, 30, 25, 20 e 15 MPa. Posteriormente também foi utilizada a relação *a/c* de 0,5, sendo esta considerada uma relação *a/c* desejável para rodagem em obra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando a continuidade da distribuição granulométrica da mistura atual, constatou-se que a curva granulométrica gerada pela mistura de agregados não fica inteiramente contida dentro do intervalo proposto pelas parábolas de Fuller e Thompson, possuindo quantidade de material fino inferior à necessária. Por meio do método de empacotamento realizado foi possível diminuir o índice de vazios da mistura e aumentar sua massa específica, sendo que a mistura atualmente fornecida pela pedreira possui esse índice igual a 36,09% e massa específica de 2.919,98 kg/m<sup>3</sup>, e os resultados obtidos para a mistura desenvolvida foram de 34,04% para o índice de vazios e de 2.946,76 kg/m<sup>3</sup> para a massa específica.

A mistura atualmente fornecida pela pedreira foi testada para o desenvolvimento de um traço 1:3 (cimento : mistura de agregados), sendo os resultados expostos no Gráfico 1:

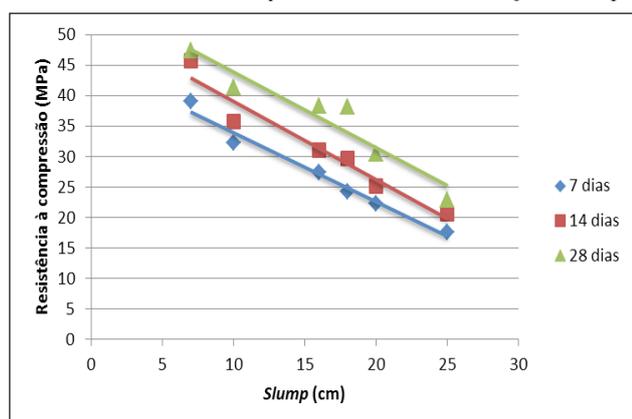
Gráfico 1 – Evolução da resistência à compressão



Fonte: os autores.

Nota-se que o principal ganho de resistência do concreto ocorre nas idades iniciais e que quanto maior a relação a/c menor é a resistência do concreto, independente da idade em que se encontra. A fim de possibilitar uma previsão da resistência à compressão em condições de obra para o traço 1:3, foi desenvolvido o Gráfico 2, relacionando a resistência à compressão com o *Slump*:

Gráfico 2 – Resistência à compressão do concreto em função do *slump*

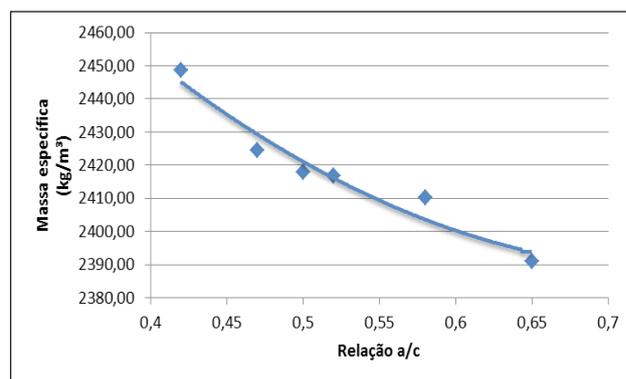


Fonte: os autores.

O Gráfico 2 também pode ser muito útil em condições de obra, pois por meio do *slump*, para esse traço 1:3, pode-se estimar uma resistência.

Outra propriedade alterada pela relação a/c é a massa específica, pois a água é menos densa que os demais materiais constituintes do concreto, ou seja, quanto maior a relação a/c menor será a massa específica. Essa relação foi comprovada mediante o Gráfico 3:

Gráfico 3 – Massa específica em razão da relação a/c



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Por intermédio do método de empacotamento foi possível aumentar a massa unitária da mistura em 26,78 kg/m<sup>3</sup> e diminuir o índice de vazios em aproximadamente 2%. Avaliando a continuidade granulométrica da mistura, observou-se que as misturas mostraram perfeito enquadramento para os materiais mais grossos, entretanto, apresentaram desvios em relação à quantidade de finos.

A dosagem do traço 1:3 apresentou resultados bem definidos, apresentando parâmetros distintos para as diferentes relações a/c utilizadas, obtendo resistências que variaram de 17,6 MPa aos 7 dias a 47,4MPa aos 28 dias. Contudo, foi possível concluir que a mistura atual é viável para a aplicação em obra, visto as resistências apresentadas, embora possa ser melhorada em termos de empacotamento das partículas, aumentando sua massa específica, diminuindo seu índice de vazios e, com isso, melhorando seu comportamento em relação à sua continuidade granulométrica.

## REFERÊNCIAS

- BALBINOT, T. **Estudo e análise das informações referentes aos concretos coletados no estágio supervisionado nos anos de 2015 e 2016**. 2017. 95 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil)– Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, 2017.
- DAL MOLIN, D. C.; TUTIKIAN, B. F. **Concreto Auto-Adensável**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2008.

# APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM *DECANTER* CENTRÍFUGO

Janclei Alencar Faccin<sup>1</sup>; Janrieh José Faccin<sup>2</sup>; Andrei Bonamigo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduado em Fabricação Mecânica pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade do Oeste de Santa Catarina

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina; andreibonamigo@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Observa-se a ampla necessidade de as empresas buscarem adaptação e flexibilidade de modo a atenderem às novas exigências que o mercado vem solicitando por meio de uma maior eficiência e agilidade no que se refere à qualidade, fabricação e entrega de peças (GUIMARÃES et al., 2013). Com efeito, busca-se melhorar o processo de fabricação existente em um equipamento mecânico, denominado *decanter* centrífugo, no qual se realizaram estudos de tempos e métodos com o objetivo de otimizar o processo de fabricação.

Para Toledo (2004), o estudo de tempos e métodos aponta o período necessário para o colaborador realizar o trabalho em ritmo normal, no entanto, é possível o aumento da eficiência por meio da eliminação contínua dos desperdícios.

Toledo (2004) expõe que o layout tem o objetivo de tornar mínima as despesas de processamento e armazenamento de materiais no decorrer do sistema de produção, buscando distâncias mínimas entre os locais de trabalho e o aproveitando da melhor maneira do ambiente disponível.

Diante do exposto, com o presente estudo teve-se por objetivo aprimorar o processo de fabricação mecânica em um componente de um *decanter* centrífugo por meio de estudos dos tempos e métodos a fim de otimizar o processo.

## METODOLOGIA

Para atingir o objetivo com este estudo que compreende aprimorar o processo de fabricação mecânica em um componente de um *decanter* centrífugo por meio de estudos dos tempos e métodos a fim de otimizar o processo.

O *decanter* centrífugo analisado é o principal produto de uma empresa do setor metal-mecânico situada no Meio-Oeste de Santa Catarina.

Para atingir o objetivo com este estudo foram seguidas três etapas. Em um primeiro momento foi mapeado o processo de fabricação do *decanter* na condição atual, de modo a identificar os processos em que o equipamento percorre para a produção, as principais operações e as variáveis do processo. Adicionalmente nessa etapa foi realizada uma avaliação documental nos registros e históricos do processo de fabricação do equipamento.

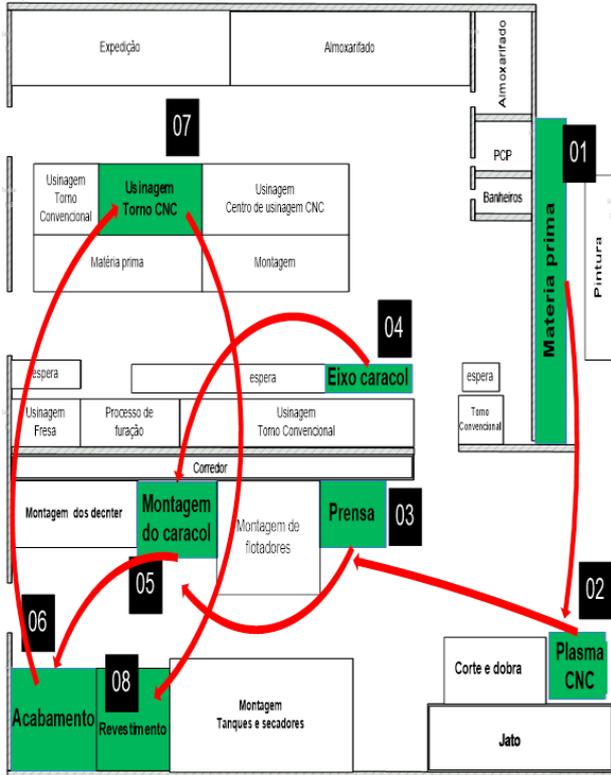
Uma vez mapeado o processo na condição atual, foram analisados os dados obtidos e proposta a condição futura, ou seja, um novo fluxo de produção do *decanter*. Nessa etapa, as melhorias foram identificadas e incorporadas na proposta do mapa do estado futuro.

Em seguida, foram avaliados os impactos e contribuições que o novo fluxo apresentou no processo de fabricação do *decanter*. Nessa etapa foram utilizadas planilhas eletrônicas e gráficos para contribuir na análise dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar na Figura 1 que o layout na condição atual e as atividades estão distantes uma das outras; verifica-se, também, que a matéria-prima fica no lado externo da empresa, havendo a necessidade da utilização de empilhadeira para transportar as chapas até o plasma CNC; todavia, esses deslocamentos geram tempos ociosos de máquinas e operador, bem como aumento no tempo total de fabricação.

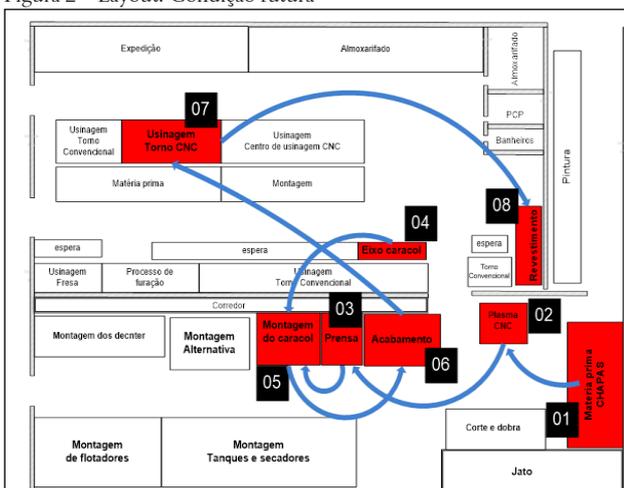
Figura 1 – Layout: Condição atual



Fonte: os autores.

Com o intuito de amenizar os desperdícios identificados realizou-se uma proposta de alteração de layout. Esta atinge toda a área de caldeiraria da organização, realocando os locais de trabalho e possibilitando a aproximação das etapas dos processos de produção. No entanto, a Figura 2 ilustra a nova proposta de layout, na qual pode ser observado que a matéria-prima está alocada na parte interna da fábrica; essa alteração possibilita que as chapas possam ser transportadas por meio de ponte rolante, evitando o uso de empilhadeiras e consequentemente reduzindo o tempo de *setup* do plasma CNC.

Figura 2 – Layout: Condição futura



Fonte: os autores.

Com base na proposta do layout na condição futura, pode-se constatar melhorias de impacto no processo de fabricação no que se refere à movimentação dos operadores (Gráfico 1).

De acordo com o Gráfico 1, a nova proposta de layout é vantajosa, pois é possível alcançar uma redução de movimentos desnecessários em cerca de 47,48% do operador em relação ao processo na condição atual:

Gráfico 1 – Percurso dos operadores por processos



Fonte: os autores.

No que se refere aos custos de implementação das melhorias no processo, demonstraram amortização em 8,2 meses, o que viabilizou a implementação da proposta de melhoria apresentada.

## CONCLUSÃO

Observa-se que as alterações propostas no processo de fabricação possuem grande importância, acarretando uma redução do tempo de fabricação do *decanter* centrífugo, o que proporciona à empresa que entregue seus produtos nos tempos estimados com um menor custo e aumento de produtividade. Todavia, essa redução do tempo total é expressiva, uma vez que reduz 47,48% na movimentação dos operadores da produção.

## REFERÊNCIAS

- GUIMARÃES, J. C. F. et al. Inovação no processo e melhoria contínua em uma indústria de plásticos do polo moveleiro da serra gaúcha. **Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 1, p. 34-43, 2013.
- TOLEDO JÚNIOR, F. B. **Lay-out: Arranjo Físico**. 8. ed. São Paulo: O&M, 2004.

# ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE CABREÚVA (*Myrcarpus fastigiatus*) E PINHEIRO (*Araucaria angustifolia*)

Larissa Nora<sup>1</sup>; Adriana B. Vanin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; laari\_nr@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora no Curso de Engenharia Química da Universidade do Oeste de Santa Catarina; adriana.vanin@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

Estruturalmente, os antioxidantes são compostos aromáticos que possuem pelo menos uma hidroxila, podendo ser sintéticos, largamente utilizados pela indústria de alimentos; ou naturais, como organossulfurados, fenólicos e terpenos, que se apresentam como uma alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos e minimizar os danos oxidativos nos seres vivos (RAMALHO; JORGE, 2006).

A atividade antioxidante dos óleos essenciais está relacionada, principalmente, com a presença de fenilpropanoides e terpenoides (DEL RÉ; JORGE, 2012). De acordo com Carvalho (2004), a presença de compostos contendo um ou mais grupos hidroxila (OH) ou metoxila (CH<sub>3</sub>O) ligados ao anel aromático, insaturações e elétrons disponíveis para serem doados, nos óleos essenciais, confere a eles atividade antioxidante.

Por possuir aroma agradável e interessantes propriedades biológicas como antibacteriana e nematicida, o óleo essencial de cabreúva (*M. fastigiatus*) é amplamente utilizado na indústria farmacêutica (ANDRÉS et al., 2012).

Algumas atividades farmacológicas como a atividade anticâncer, antimicrobiana, antifúngica e antiviral (GRYNBERG et al., 2002) também foram verificadas para o óleo essencial de *Araucaria angustifolia*.

Diante do presente contexto, o objetivo com a pesquisa foi determinar a atividade antioxidante dos óleos essenciais de cabreúva (*Myrcarpus fastigiatus*) e pinheiro (*Araucaria angustifolia*) pelo método baseado na medida da extinção da absorção do radical 1,1-difenil-2-picril hidrazil (DPPH) em 515nm.

## METODOLOGIA

Inicialmente se obtiveram os extratos hexanoicos das madeiras de cabreúva e pinheiro em destilador Soxhlet.

Após as extrações o solvente foi recuperado e os óleos foram utilizados nos testes. A metodologia para a determinação da atividade antioxidante está baseada na medida da extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) em 515 nm. A determinação da atividade antioxidante foi realizada em triplicata, por método espectrofotométrico. A técnica consistiu na incubação por 10 minutos, de 500 µL de uma solução etanólica de DPPH 0,1 mM com 500 µL de soluções contendo concentrações crescentes dos óleos avaliados (10; 25; 50; 75; 100; 250; 500 µg/mL) em etanol. Procedeu-se da mesma forma para a preparação da solução denominada “controle”, porém, substituindo 500 µL da amostra em 500 µL de solvente etanol. As soluções denominadas “branco” foram preparadas usando diferentes concentrações do óleo essencial em etanol, sem DPPH. O percentual de captação do radical DPPH foi calculado em termos da porcentagem de atividade antioxidante (AA%), conforme a Equação 1:

$$AA\% = 100 - \left\{ \frac{(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) \times 100}{Abs_{controle}} \right\} \quad (1)$$

Em que:

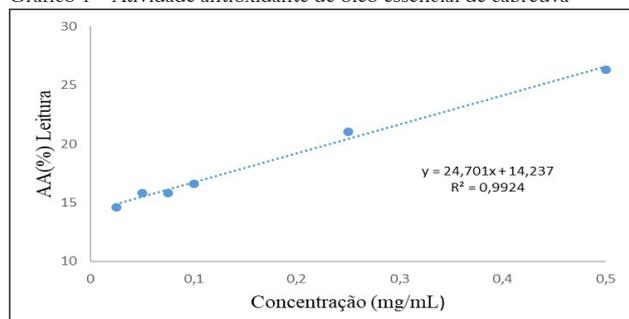
$Abs_{amostra}$  é a absorbância da amostra,  $Abs_{branco}$  é a absorbância do branco e,  $Abs_{controle}$  é a absorbância do controle.

A determinação foi feita em espectrofotômetro UV-Visível Pharo 300 da marca Merck. Após a avaliação da faixa de concentração ideal, calculou-se a concentração de óleo essencial necessária para capturar 50% do radical livre DPPH (IC<sub>50</sub>) por análise de regressão linear (CARBONARI, 2005). Os resultados foram expressos pela média aritmética dos valores obtidos nas três repetições, sendo as médias analisadas estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), utilizando-se o programa ASSISTAT®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados nos Gráficos 1 e 2:

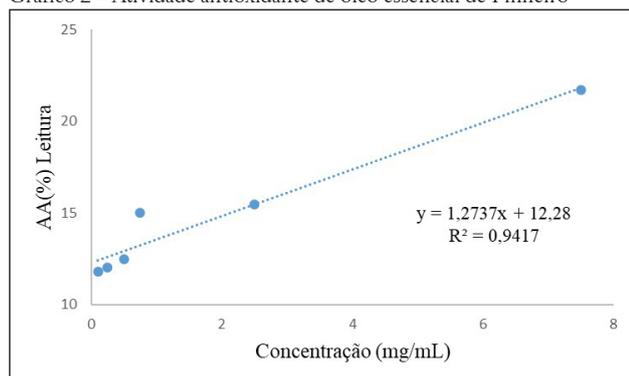
Gráfico 1 – Atividade antioxidante de óleo essencial de cabreúva



Fonte: os autores.

A correlação entre a atividade antioxidante (%) e a concentração de óleo utilizado ( $Y = 24,701x + 14,237$ ) com  $R^2 = 0,99$  forneceu um  $IC_{50}$  de 1,447 mg/mL.

Gráfico 2 – Atividade antioxidante de óleo essencial de Pinheiro



Fonte: os autores.

A correlação entre a atividade antioxidante (%) e a concentração de óleo utilizado ( $Y = 1,2737x + 12,28$ ) com  $R^2 = 0,94$  forneceu um  $IC_{50}$  de 29,61 mg/mL. Os resultados demonstram que para ambos os óleos o percentual antioxidante aumenta proporcionalmente ao aumento na concentração de óleo. A atividade antioxidante do óleo essencial de pinheiro relaciona-se com a presença de compostos fenólicos e terpenoides (germacreno-D, diterpenos hibaeno e filocladeno), denominados araucaroides (CORDENUNSI et al., 2004).

## CONCLUSÃO

A comparação das médias pelo teste Tukey demonstrou diferença significativa com o incremento na concentração

de óleo. Ambos os óleos essenciais investigados apresentam atividade antioxidante com potencial promissor para a aplicação em produtos químicos, cosméticos e indústria farmacêutica.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉS, M. F. et al. Nematicidal activity of essential oils: a review. **Phytochem Reviews**, v. 11, p. 371-390, 2012.

CARBONARI, K. A. **Avaliação do potencial antioxidante (in vitro e in vivo) e anti-inflamatório de *Oureate parviflora*, *Polymnia sonchifoliae* Marlierea obscura**. 2005. 127 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CARVALHO, J. C. T. Fitoterápicos anti-inflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas. **Tecmedd**, Ribeirão Preto, v. 61, n. 2, p. 267-273, 2004.

CORDENUNSI, B. R. et al. Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412-3416, 2004.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicações na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

## AVALIAÇÃO DA FALHA DE DESGASTE EM PINOS E ALINHAMENTO ENTRE CAVIDADES DE MOLDES DE SOPRO

Elivelton Scheurman<sup>1</sup>; Sérgio Luis Marquezi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; eliveltns@gmail.com;

<sup>2</sup> Professor no Curso de Engenharia Mecânica da Universidade do Oeste de Santa Catarina; sergio.marquezi@unoesc.edu.br

### INTRODUÇÃO

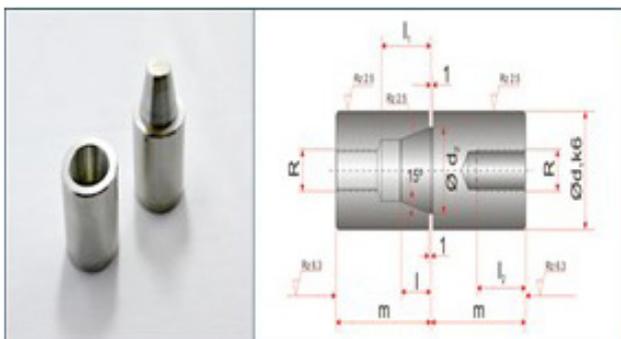
Conforme as Fotografias 1 e 2 um fabricante de moldes de sopro se deparou com um problema de desgaste precoce nos pinos e buchas de alinhamento de moldes de sopro, causando um transtorno na hora do reparo.

Fotografia 1 – Pino e bucha com desgaste



Fonte: os autores.

Fotografia 2 – Pino e bucha alinhados



Fonte: os autores.

Atualmente existe uma demanda muito grande de mercado por produtos plásticos. O processo de moldagem por sopro se encontra entre as principais técnicas de processamento existentes. Uma variada gama de produtos se expande por diversas indústrias, como a automobilística e a de embalagens, as que mais movimentam o setor nesse momento. O processo de moldagem por sopro está dividido em várias técnicas de processamento, as quais,

aliadas e sincronizadas com os processos de extrusão e injeção, proporcionam a fabricação de garrafas, galões, frascos, latas de lixo e recipientes para líquidos diversos. Segundo Harada (2004), para realizar esse processo se utilizam moldes, os quais são divididos em duas partes (duas cavidades, em alguns casos macho e fêmea), são eles responsáveis pela forma do produto final. Esses moldes trabalham em conjunto com uma máquina sopradora a qual realiza a abertura, o fechamento e, por fim, o sopro.

### METODOLOGIA

O trabalho é de caráter prático-teórico, envolvendo procedimentos experimentais. Foi realizado com base em uma revisão bibliográfica detalhada das propriedades dos materiais, dos fatores metalúrgicos e da fabricação, que causam o desgaste em amostras de pinos confeccionadas de aço fornecidas pela Empresa parceira, bem como por análises de resultados experimentais obtidos por meio de ensaios dos materiais realizados em laboratório. A sequência e os tipos de ensaios foram definidos a partir do levantamento das informações técnicas da Empresa em questão, da revisão bibliográfica e obedecendo às normas técnicas estabelecidas pela ABNT para esses tipos de componentes, pois é necessária que essa metodologia seja apropriada para análise em laboratório que correlacione a causa do desgaste dos pinos com as propriedades mecânicas do material, com montagem e funcionamento dos moldes? Essa questão mostra o interesse dos engenheiros quanto ao entendimento da fabricação de pinos de alinhamento de aço em moldes de sopro. Sabe-se que os aspectos mais funcionais de um projeto são que seus componentes tenham um custo amenizado e uma eficiência bem aprimorada. No entanto, esses fatores fazem com que determinados elementos sofram com exigências prematuras ou excessivas, ocasionando, dessa

forma, desgastes ou falhas mecânicas além de um custo de fabricação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A liga metálica utilizada na fabricação de pinos e buchas na empresa parceira trata-se de um aço ferramenta que quando temperado e resfriado em óleo atinge dureza de até 55HRC. Possuindo uma alta relevância e combinação de dureza e resistência à fratura, com o tempo, tal liga metálica não é o suficiente para suportar desgaste em razão da fadiga por fricção presente em relação ao atrito na abertura e no fechamento do molde; outro fator que influencia diretamente na fadiga por fricção é a rugosidade superficial, que em valores expressivos proporciona esse desgaste em proporções elevadas. Conforme Callister Junior (2008), o aço é uma liga básica de ferro mais carbono combinado com outros elementos de liga. A liga metálica utilizada na fabricação de pinos e buchas na Empresa parceira trata-se de um aço ferramenta que quando temperado e resfriado em óleo atinge dureza de até 55HRC. Possuindo uma alta relevância e combinação de dureza e resistência à fratura, com o tempo tal liga metálica não é o suficiente para suportar desgaste em decorrência da fadiga por fricção. A primeira solução encontrada é o uso do aço SAE 8620, que é um dos aços mais indicados para a cementação visando alcançar os 65HRC. Conforme Silva e Mei (2006), a cementação é um tratamento termoquímico que visa por difusão adicionar elementos químicos (carbono, nitrogênio e boro, entre outros) na superfície de aços com teores de carbono menores do que 0,3%. Como se trata de um componente que não está sujeito a grandes solicitações mecânicas, a não ser ao desgaste e à oxidação, pode-se optar pelo aço DIN 20 Mn Cr 5, aço de norma alemã, o qual tem a mesma capacidade de difusão atômica.

Foi observado também um fenômeno existente nesse tipo de mecanismo, em que as peças com não conformidades de padrão, com rugosidade acima de 0,4 Ra, sofriam com desgaste precoce resultante de uma quebra nanomicrométrica dos picos em que essas partículas se depositam nos fundos dos vales. Foi observado também um fenômeno existente nesse tipo de mecanismo, no qual peças com não conformidades de padrão com rugosidade acima de 0,4 Ra sofriam com desgaste precoce resultante de uma quebra nanomicrométrica dos picos em que essas partículas se depositam nos fundos dos vales, e com o

aquecimento residual do molde em combinação com calor gerado pelo atrito

existente no mecanismo, essas partículas passam pelo processo de microfusão no qual elas formam uma pasta na superfície ocasionando um desgaste ainda mais evidente nos componentes estudados.

## CONCLUSÃO

Como resultado final deste trabalho, a Empresa adotou a utilização do aço para cementação 5120 (DIN20MnCr5) para a fabricação dos pinos e das buchas, complementando com uma cementação sólida para obter uma dureza equivalente de 62HRC estabelecida em projeto. Pode-se observar nos Pinos SP, os quais foram produzidos com os novos parâmetros estabelecidos nesta pesquisa, uma melhora significativa em rugosidade e dureza, o que consequentemente melhorará os índices de falha por fadiga e desgaste.

## AGRADECIMENTO

À Empresa parceira por confiar na equipe da Unoesc para o desenvolvimento deste Trabalho.

## REFERÊNCIAS

CALLISTER JUNIOR, W. **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma Introdução. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

HARADA, J. **Moldes Para Injeção de Termoplásticos**. São Paulo: Artliber, 2004.

SILVA, A. L.; MEI, P. R. **Aços e Ligas Especiais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

## AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE JOAÇABA, SC

Sandileia Recalcatti<sup>1</sup>; Gislaine Luvizão<sup>2</sup>; Scheila Lockstein<sup>3</sup>; Lucas Q. Zampieri<sup>4</sup>; Fabiano A. Nienov<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; sandileia.r@unoesc.edu.br

<sup>2</sup>Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

<sup>3</sup>Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; scheila.lockstein@unoesc.edu.br

<sup>4</sup>Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

<sup>5</sup>Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

### INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma produção de resíduos sólidos de 387 kg/hab./ano, semelhante à de países desenvolvidos, porém, o padrão de descarte ainda é de países pobres, com o despacho em lixões e deficiência na reciclagem. Destinam-se para aterros sanitários apenas 58% do resíduo sólido coletado, os 42% restantes correspondem a 81 mil toneladas diárias que são destinadas a lixões e aterros não controlados, os quais não possuem um conjunto de medidas necessárias para a proteção do meio ambiente contra impactos e degradações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2014). Ainda de acordo com a pesquisa aplicada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2014), a região Sul do Brasil tem o menor percentual em geração de lixo do País: gera 0,770 kg de lixo por habitante por dia, uma queda de 11,5% se comparado com o levantamento feito em 2010.

Conforme a NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), o resíduo de origem domiciliar pode ser orgânico, incluindo os não recicláveis, e ainda papéis, papelões, plásticos, vidros e outros materiais diversos.

De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) (JOAÇABA, 2014), o sistema de coleta seletiva implantado em Joaçaba abrange 100% do perímetro urbano.

A geração de resíduos está diretamente ligada ao crescimento econômico. Para minimizar esse agravante ambiental é necessário investir em programas de coleta além de informar e conscientizar a população sobre as consequências da destinação incorreta do lixo produzido. Com este trabalho teve-se por objetivo analisar a geração de resíduos domiciliares, as formas de coleta, além da destinação final.

### METODOLOGIA

A pesquisa teve caráter científico e exploratório. Buscou-se caracterizar o tipo de resíduo gerado pela população, baseando-se na aplicação de questionário e em visitas nos locais de tratamento e destinação dos resíduos.

Verificou-se o PMGIRS a fim de conhecer o processo de coleta e efetuou-se contato com a empresa prestadora dos serviços com a finalidade de identificação do processo de destinação final dos resíduos gerados.

Posteriormente, montou-se um questionário e aplicou-se em uma amostra da população, distribuída em todos os bairros contemplados pelo serviço e no centro da Cidade de Joaçaba.

O cálculo amostral foi feito com erro amostral de 10% e confiabilidade de 95%, com base na população de 27.240 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Em sequência, dirigiu-se a campo para levantamento das informações. De posse das informações, iniciou-se a tabulação dos dados.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta seletiva, transporte e destinação final dos resíduos no Município estão a cargo do Grupo Tucano. A coleta e o transporte são feitos com caminhão compactador, para o lixo convencional, e com caminhão tipo baú, para o lixo reciclável. A disposição final é feita no aterro sanitário da empresa, localizado no Município de Erval Velho, distante aproximadamente 15 km de Joaçaba.

Conforme afirma a empresa, o Município gera 670 toneladas/mês de resíduos sólidos urbanos, sendo tratados 100% do material coletado.

Chegando ao aterro, os resíduos passam pela Central de Valorização dos Resíduos (CVR), onde é feita a triagem dos materiais assegurando o retorno da matéria-prima ao ciclo produtivo, e contribuindo com a vida útil do aterro sanitário. Após essa etapa, o trator de esteira faz o espalhamento e a compactação do lixo orgânico, uma vez que o reciclável é destinado à Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Joaçaba (Acomar).

O aterro possui camada de impermeabilização da base feita de manta PEAD, e também sistema de drenagem interna de gases e percolados, o que contribui com o meio ambiente evitando a contaminação do lençol freático e do meio natural.

A partir do questionário aplicado em 122 pessoas, nos bairros e no centro do Município, verificou-se que 100% da população tem conhecimento sobre o sistema de coleta e que aproximadamente 70% dos entrevistados fazem a separação. Há diversas formas de divulgação da forma e dos horários de coleta.

Do montante entrevistado, aferiu-se que mais de 70% das residências são casas de alvenaria, possuindo espaços para a implantação de medidas alternativas para a destinação do resíduo orgânico. Em relação a essas residências, 66% fazem a disposição parcial dos resíduos orgânicos em compostagem, representando um valor significativo frente à redução de material enviado ao aterro sanitário, além de melhorar a qualidade do solo em relação à fertilidade.

No entanto, 64% não reutilizam embalagens, segundo os entrevistados, e isso decorre do comodismo ou do costume de comprar e depois de usar se desfazer da embalagem, jogando no lixo. Porém, essa prática não é a mais recomendada ambientalmente.

No Município de Joaçaba os caminhões da coleta orgânica e reciclável passam em dias diferentes nas residências, nota-se isso como um incentivo para a população separar o lixo. A separação, além de diminuir o trabalho na triagem, também contribui para o aumento da vida útil do aterro sanitário.

Durante o desenvolvimento da pesquisa ocorreram alterações na forma de coleta do resíduo na área central da Cidade. Foram instalados contêineres para armazenamento de resíduo orgânico (cor verde) e reciclável (cor azul), dispostos em vagas de estacionamento, espaçados de forma a atender a toda a região central. A coleta é feita diariamente e a higienização a cada 15 dias.

O sistema encontra-se em fase de testes, se for aceito pela população, será expandido para o restante da Cidade (bairros).

## CONCLUSÃO

Do exposto, conclui-se que o sistema de coleta seletiva em Joaçaba é eficiente. Há incentivo para reutilizar embalagens, substituindo a sacolinha plástica do supermercado por caixa de papelão. Além disso, o resíduo gerado e coletado vai para o aterro sanitário recebendo tratamento adequado. Portanto, o investimento do Poder Público e a contribuição da população deixam a Cidade mais limpa e com melhor qualidade de vida.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos à Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina pela disponibilidade da bolsa.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira Regulamentadora 10004 – Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- IBGE. **Panorama do Município de Joaçaba**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joacaba/panorama>>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- JOAÇABA (Município). **Conferência discute Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em Joaçaba**. Joaçaba, 11 nov. 2014.

## AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE CURA EM MISTURAS DE SOLO-CIMENTO INCORPORADAS COM PÓ DE PEDRA

José C. Bressan Junior<sup>1</sup>; Fabiano A. Nienov<sup>2</sup>; Lucas Q. Zampieri<sup>3</sup>; Gislaine Luvizão<sup>4</sup>; Renata P. Chiarani<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; jose.cj@unoesc.edu.br <sup>2</sup>Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

<sup>3</sup>Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

<sup>4</sup>Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

<sup>5</sup>Graduanda do Curso de Engenharia Civil na Universidade do Oeste de Santa Catarina; recharani@hotmail.com

### INTRODUÇÃO

O solo é um material de construção imprescindível para a elaboração de projetos e a construção de obras rodoviárias, constituindo o subleito e a base dos pavimentos. Para desempenhar essa função com excelência, necessita-se apresentar uma boa condição de suporte, o que pode variar dependendo de sua composição.

O solo-cimento caracteriza-se pela mistura de solo, cimento e água, dosados em laboratório e que quando consolidados apresentam características de resistência e durabilidade (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2010).

Consoante Ingles e Metcalf (1972), a estabilização mecânica do solo é realizada quando não se obtém um material geotécnico capaz de sanar as características solicitadas de resistência, deformabilidade, permeabilidade e durabilidade.

O ganho de resistência à compressão simples em decorrência do tempo de cura do solo-cimento ocorre pelo fato do endurecimento do agente cimentante por meio da produção das reações primárias e secundárias ocorridas entre os argilomateriais (HERZOG; MITCHELL, 1963).

Com este trabalho teve-se a finalidade de avaliar o desempenho de misturas solo-cimento quando testadas à compressão simples nos tempos de cura de 7, 14 e 28 dias, visando à substituição parcial na massa seca de solo por pó de pedra basáltico e cimento Portland para sua utilização em estradas vicinais.

### METODOLOGIA

Para os ensaios de laboratório desta pesquisa experimental se coletou uma amostra de solo deformada proveniente do Município de Joaçaba, SC. Após a coleta, o solo foi seco ao ar, acomodado e armazenado em sacos plásticos no Laboratório de Solos, Materiais e Asfalto da Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Realizaram-se os ensaios de caracterização necessários e padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com a finalidade de classificar o solo pelo sistema *Highway Research Board (HRB)* e pelo método textural. Os resultados desses ensaios e as classificações podem ser observados na Tabela 1:

Tabela 1 – Caracterização e classificação do solo

Limite de liquidez (%)	58
Limite de plasticidade (%)	54
Índice de plasticidade (%)	4
Peso esp. real dos grãos (g/cm <sup>3</sup> )	2,88
Classificação pelo sistema H.R.B	A7 -5
Classificação textural	Argila-Siltosa

Fonte: os autores.

O método de dosagem visou à substituição parcial da massa de solo seco por cimento Portland CPV – ARI e pó de pedra. Formularam-se 12 traços de mistura de solo-cimento e moldaram-se 144 corpos de prova (CPs), sendo 4 para cada traço, para testá-los com a resistência à compressão simples (RCS) nas idades de 7, 14 e 28 dias de cura. A definição dos traços pode ser observada na Tabela 2.

Para a moldagem, utilizou-se um molde cilíndrico com diâmetro de 5 cm de diâmetro e altura de 10 cm. A compactação ocorreu em três camadas, todas com a mesma quantidade de solo. Findo o processo de moldagem, os

CPs foram armazenados em sacos plásticos fechados, nos quais permaneceram confinados em cura até 24 horas antes do rompimento. Para finalizar o período de cura programado para cada uma das três idades (7, 14 e 28 dias), os CPs foram imersos na água até o momento do rompimento. Após a retirada dos CPs da água, rompeu-se na prensa hidráulica a uma velocidade de 1,18 mm/s.

Tabela 2 – Misturas de solo-cimento formuladas

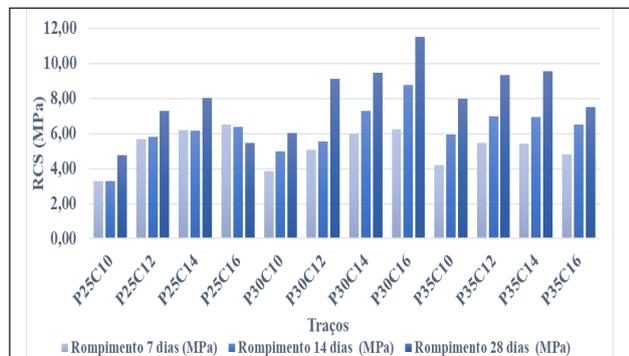
Mistura (traço)	Qt. de solo (%)	Qt. de cimento (%)	Qt. de pó de pedra (%)
P25C10	65	10	25
P25C12	63	12	25
P25C14	61	14	25
P25C16	59	16	25
P30C10	60	10	30
P30C12	58	12	30
P30C14	56	14	30
P30C16	54	16	30
P35C10	55	10	35
P35C12	53	12	35
P35C14	51	14	35
P35C16	49	16	35

Fonte: os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os resultados obtidos nos ensaios de RCS das amostras, concluiu-se que a mistura que obteve o melhor desempenho em relação à resistência à compressão simples (RCS) foi o traço P30C16, com valores de RCS aos 28 dias de 11,53 MPa, conforme pode ser observado no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Evolução da resistência à compressão simples ao longo do tempo de cura



Fonte: os autores.

Conforme esperado, avaliou-se que os traços apresentaram evolução na RCS à medida que foi aumentado o período

de cura, com exceção da mistura P25C16, que aos 28 dias apresentou valor inferior aos tempos de cura de 7 e 14 dias.

Analisando os valores de RCS do traço P30C16, responsável pelo melhor desempenho, observa-se que o aumento do tempo de cura de 7 dias para 14 dias proporcionou ganho de RCS na ordem de 40,48%, e quando avaliado o tempo de cura 14 dias para 28 dias, verifica-se um acréscimo de resistência na ordem de 31,32%.

Averiguando os valores de RCS obtidos no ensaio, verifica-se que todos os traços atingiram valores de 2,1 MPa aos 7 dias de cura, conforme estabelece a norma DNIT 143/2010-ES: Pavimentação – Base de solo-cimento, ou seja, o material geotécnico pode ser incorporado como base em pavimentos asfálticos.

## CONCLUSÃO

A melhora nas propriedades de resistência à compressão simples do solo-cimento com substituição parcial de solo seco por pó de pedra possibilita a redução na porcentagem de substituição de solo seco por cimento, visando a uma maior economia, já que o cimento é o material de maior valor na mistura.

A partir dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que com maiores tempos de cura se obtém maiores valores de resistência à compressão simples, corroborando as pesquisas de Herzog e Mitchell (1963).

## REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 143/2010-ES: Pavimentação – Base de solo-cimento**. 2010.

HERZOG, A.; MITCHELL, J. K. Reactions accompanying stabilization of clay with cement. **Highway Research Record**, Washington, v. 36, p. 146-171, 1963.

INGLES, O. G.; METCALF, J. B. **Soil Stabilization – Principles and Practice**. Sidney: Butterworths, 1972.

# AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA AGRICULTURA PARA A PRODUÇÃO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS

Evelin Toscan<sup>1</sup>; Adriana B. Vanin<sup>2</sup>; Eduarda D. M. Frinhani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; evelintoscan@gmail.com

<sup>2</sup> Professora no Curso de Engenharia Química da Universidade do Oeste de Santa Catarina; adriana.vanin@unoesc.edu.br; eduarda.frinhani@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

Até pouco tempo atrás as pesquisas estavam voltadas em descobrir materiais cada vez mais duráveis como o plástico; no entanto, Bona (2007) diz que apesar de os plásticos possuírem excelentes propriedades funcionais, levam muito tempo para se degradarem ocasionando sérios problemas ambientais. Diante disso, pesquisadores têm sido incentivados a desenvolver materiais biodegradáveis, cujos descarte e degradação na natureza causem baixos impactos ao meio ambiente.

O Brasil é um dos maiores produtores de arroz. Na safra 2009/2010 colheu 11,26 milhões de toneladas. Estima-se que 15% do total de casca de arroz sejam destinados a secagem do arroz e mais 15% não possam ser aproveitados por terem sua origem em pequenas indústrias dispersas, o que inviabiliza sua utilização. A destinação inadequada da casca de arroz pode gerar grandes passivos ambientais, como um elevado volume de metano (CH<sub>4</sub>), um gás causador do efeito estufa (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2012).

Dentro das opções de disposição, a reutilização de resíduos é, sem dúvida, a opção mais interessante sob o ponto de vista econômico, ambiental e, muitas vezes, social. A reciclagem de resíduos representa um benefício inquestionável: a minimização do problema ambiental que representa seu descarte inadequado.

Diante do exposto e com o intuito de minimizar os impactos ambientais gerados pelas embalagens sintéticas e resíduos agrícolas, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o potencial de diferentes matérias-primas na obtenção de embalagens biodegradáveis a partir de resíduos da agricultura e da resina biodegradável à base de mamona pela propriedade mecânica de tração.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento das amostras se utilizou resina IMPERVEG AGT 1315 à base de poliuretano vegetal (originado do óleo de mamona), bicomponente 100% sólido (isento de solventes) formulado pela mistura a frio de um prepolímero (componente A) e um polioli (componente B) e resíduos de bagaço de cana-de-açúcar, palha de arroz e cascas de arroz provenientes de agricultores da região Sul do Brasil.

Os resíduos (bagaço da cana e palha de arroz) foram previamente tratados pela imersão em solução NaOH 10% por 24 horas à temperatura ambiente. Após esse período, os resíduos tratados foram lavados com água corrente até pH neutro, secos em estufa a 5°/5h e moídos em moinho macro tipo Willey TE 680 – Tecnal até granulometria de 3 mesh. Essa metodologia se aplicou também à casca de arroz, com exceção da etapa de pré-tratamento.

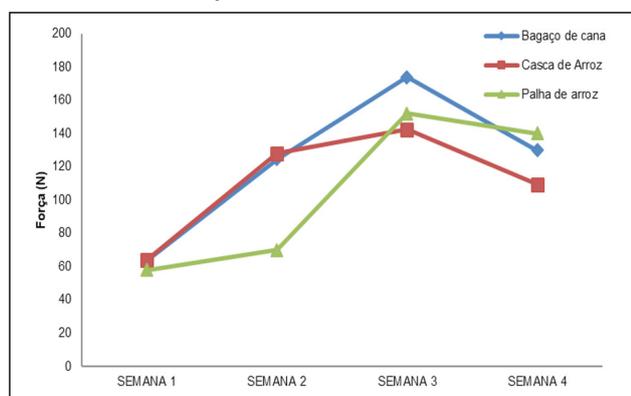
As fibras moídas foram misturadas manualmente com a resina na proporção A/B de 1:1,5 (p/p). Para a padronização das amostras se optou em utilizar 10 g da resina A e 15 g da resina B, variando-se a quantidade de fibra em cada compósito: 6 g (arroz e bagaço de cana-de-açúcar) e 8 g (casca de arroz). Posteriormente, as misturas foram colocadas em moldes de alumínio com dimensões de 16 cm de largura por 6 cm de altura e armazenadas em estufa com temperatura entre 20 e 26 °C durante 24 horas para a cura.

Os testes de tração foram realizados em triplicata em equipamento DL 30000 com capacidade máxima de 300KN, em que se verificou a força máxima suportada pela amostra no rompimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção das amostras com diferentes resíduos agrícolas, procedeu-se ao teste de tração durante quatro semanas consecutivas. Os resultados estão apresentados no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Teste de tração



Fonte: os autores.

Verificou-se o mesmo comportamento para todas as amostras, caracterizado por um aumento na elasticidade até a terceira semana, atingindo um valor máximo de 174N pré-ruptura para a amostra à base de cana-de-açúcar, a partir do ponto em que começa a decair.

A utilização da resina à base de poliuretano vegetal mostrou ser uma alternativa promissora no desenvolvimento dos biocompósitos. Miléo (2011) realizou aplicações na celulose de palha de cana-de-açúcar para a obtenção de derivados partindo de celulose branqueada e de biocompósitos com poliuretano obtido a partir de óleo de mamona (*Ricinus communis L.*) e percebeu que com a adição de fibras de palha em matriz de poliuretano de óleo de mamona ocorreu um aumento das propriedades mecânicas quando comparada com a matriz pura. Para os testes de tração, observou-se um aumento da elasticidade em relação ao poliuretano puro em decorrência do reforçamento com fibras.

Sanchez et al. (2010) verificaram que o tratamento das fibras de bagaço de cana com NaOH melhorou as propriedades de impacto; aumentou o módulo de elasticidade em flexão; não alterou significativamente o módulo de elasticidade em tração dos compósitos em relação à resina sem reforço; e melhorou a compatibilidade da fibra matriz.

## CONCLUSÃO

O reaproveitamento dos resíduos agrícolas no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis merece um destaque especial em novas pesquisas na área.

Os diferentes resíduos apresentaram comportamentos semelhantes ao longo do período avaliado. Dos três resíduos testados, a maior força necessária para rompimento foi aplicada para a amostra constituída de bagaço de cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

BONA, J. C. de. **Filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MILÉO, P. C. **Aplicações da celulose de palha de cana-de-açúcar: obtenção de derivados partindo de celulose branqueada e de biocompósitos com poliuretano obtida a partir de óleo de mamona (*Ricinus communis L.*)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial)–Universidade de São Paulo, Lorena, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Animal. Exportação**. Brasília, DF: MAPA, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em: 27 maio 2017.

SANCHEZ, E. M. S. et al. Compósito de resina de poliéster insaturado com bagaço de cana-de-açúcar: influência do tratamento das fibras nas propriedades. **Polímeros**, v. 20, n. 3, p. 194-200, 2010.

# CAPACIDADE DE TROCA TÉRMICA EM TROCADORES DE CALOR DE CASCO E TUBOS E DE PLACAS SOB MESMAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO

Antonio C. Ferreira<sup>1</sup>; Cristiano Meneghini<sup>1</sup>; Victor Bahú<sup>2</sup>; Rodrigo P. Weber<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Oeste de Santa Catarina; antonio.ferreira@unoesc.edu.br; cristiano.meneghini@unoesc.edu.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Mecânica na Universidade do Oeste de Santa Catarina; victorbahu12@gmail.com; rodrigo.p.w@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Segundo Incropera (2002), um processo de troca térmica ocorre entre dois fluidos que estão a diferentes temperaturas e separados por uma parede sólida. O equipamento utilizado para efetuar essa troca é denominado trocador de calor.

Os trocadores de calor são classificados também pelo seu tipo de construção. Os principais são os trocadores tubulares, também chamados de casco e tubos, e os trocadores de placas. Os trocadores de calor casco e tubos são constituídos com tubos e uma carcaça, sendo que um dos fluidos passa por dentro dos tubos e o outro passa pelo espaço entre a carcaça e os tubos. Quando o fluido que entra nos tubos circula em seu interior e retorna para a entrada, o trocador é chamado de multipasses. “Existe uma grande variedade de modelos desses trocadores, dependendo da transferência de calor desejada, do desempenho, da queda de pressão, da facilidade de limpeza, de suportar pressões operacionais e temperaturas altas, de controlar corrosão, etc.” (BRAGA FILHO, 2004, p. 549).

Segundo Ferreira (2014), o trocador de calor casco e tubos é o tipo de trocador mais amplamente usado em razão da sua construção resistente, da flexibilidade de projeto e de adaptação às condições de processo, como condensação, vaporização e troca de calor sem mudança de fase, posicionamento na horizontal ou vertical, ampla faixa de pressão e operação (desde o vácuo até os altos valores de pressão) e ampla faixa da variação da perda de carga permitida.

Conforme Incropera (2002), há vários tipos de arranjos para o escoamento dos fluidos entre as placas do trocador que interferem no processo de troca térmica, sendo o arranjo em U um dos mais fabricados hoje.

Ferreira (2014) testou um trocador de casco e tubos e uma placa com configuração em U sob mesmas vazões e mostrou que o trocador a placas é bem mais efetivo. Entretanto, ele não utilizou as vazões dos fluidos na

entrada de cada trocador em uma mesma temperatura, condição que é testada no presente trabalho.

Neste trabalho montou-se uma bancada experimental na qual foram instalados e instrumentados um trocador de calor do tipo casco e tubos e um trocador do tipo placas, com áreas de troca térmica praticamente iguais, com o objetivo de se avaliar a capacidade de troca térmica destes para diferentes vazões de água fria e de água quente, esta última mantida em uma temperatura constante na entrada dos dois trocadores testados.

## METODOLOGIA

A pesquisa realizada foi experimental, com levantamento de dados no Laboratório de Ciências Térmicas da Unoesc. Foram utilizados um trocador a placas fabricado pela APEMA, modelo FP-04.29, de área total de 1,16 m<sup>2</sup>, com 29 placas de troca térmica em arranjo tipo U, e um trocador de casco e tubos, também fabricado pela APEMA, modelo TST-100.4.2.A, com um passe no casco e dois passes nos tubos, com área total de 1,21 m<sup>2</sup>. As vazões de água quente e de água fria foram obtidas por medidores de vazão volumétrica, do tipo rotâmetro. A água quente foi conseguida com o uso de um sistema de aquecimento composto por três resistências elétricas de potência 9 kW. Já a água fria foi originária da rede de abastecimento do prédio em que os testes foram realizados. Para a medição das temperaturas da água na entrada e na saída de cada trocador foram instalados quatro termopares do tipo K. Para analisar o comportamento dos trocadores de casco e tubos e de placas, para diferentes vazões de água fria e de água quente, foram definidas três diferentes vazões de água quente, entrando nos trocadores sempre a 35 °C, e quatro diferentes vazões de água fria, entrando nos trocadores a 25 °C. As vazões volumétricas de água quente ensaiadas foram de 0,7 m<sup>3</sup>/h (utilizando somente uma resistência de 9 kW), 1,4 m<sup>3</sup>/h (utilizando duas

resistências de 9 kW ligadas em série, totalizando uma potência elétrica igual a 18 kW) e 2,1 m<sup>3</sup>/h (utilizando simultaneamente as resistências de 9 kW), e as vazões de água fria foram 0,8 m<sup>3</sup>/h, 1,2 m<sup>3</sup>/h, 1,6 m<sup>3</sup>/h e 2,0 m<sup>3</sup>/h. Para as diferentes combinações de vazão, esperou-se cinco minutos de operação em cada trocador, a fim de garantir que o regime permanente fosse atingido. Levando-se em conta a pequena influência da temperatura sobre o calor específico da água no intervalo de temperaturas estudado, considerou-se para este um valor constante de 4.180 J/kgK. Contudo, a variação da massa específica da água com a temperatura foi observada nos cálculos.

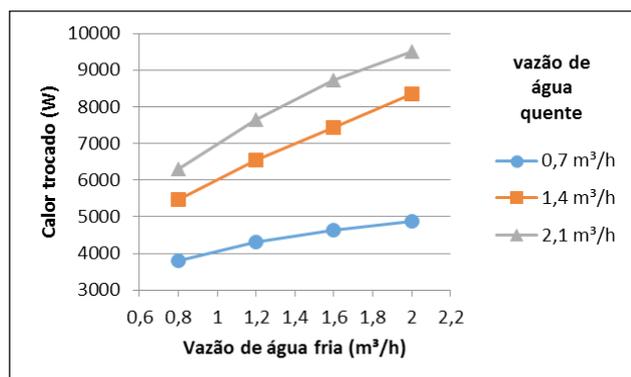
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados aqui os resultados dos testes obtidos com os trocadores de calor casco e tubos e do tipo placas, para cada uma das vazões utilizadas neste trabalho.

Os Gráficos 1 e 2 fornecem a capacidade de troca térmica ou o calor trocado entre os fluidos em razão das vazões de água fria e quente, para cada um dos trocadores testados.

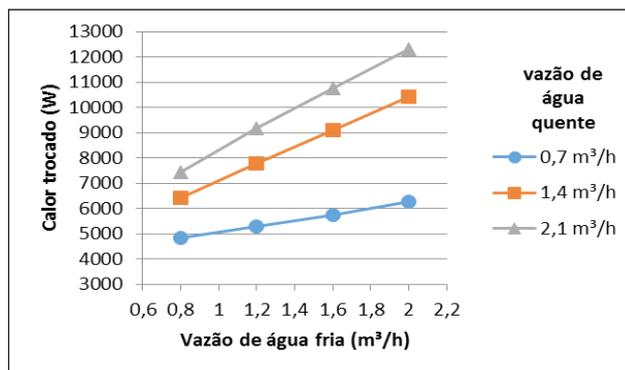
Pode-se observar que, para a operação de cada trocador com a mesma vazão de água quente, o calor trocado é sempre maior no trocador do tipo placas e sempre aumenta conforme a vazão de água fria aumenta. Ainda, observa-se que a quantidade de calor trocado, para uma mesma vazão de água fria, cresce com o aumento da vazão de água quente, sendo sempre maior no trocador a placas. Isso pode ser explicado pelo fato de que como no trocador de placas as vazões de água quente e fria se distribuem, alternadamente e com grande turbulência entre as várias placas existentes, há uma melhora do processo de troca térmica, sendo mais intensa à medida que as vazões são aumentadas.

Gráfico 1 – Taxa de transferência de calor do trocador casco e tubos



Fonte: os autores.

Gráfico 2 – Taxa de transferência de calor do trocador do tipo placas



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho pode-se concluir que, para uma mesma vazão de fluido quente na entrada dos trocadores, o trocador de calor a placas transfere mais calor que o trocador de casco e tubos, e essa troca é mais intensa em maiores vazões dos fluidos quente e frio em razão da maior turbulência no interior dos trocadores.

## REFERÊNCIAS

- BRAGA FILHO, W. **Transmissão de Calor**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- FERREIRA, A. C. Estudo comparativo da troca térmica em trocadores de calor dos tipos casco/tubos e de placas. **Unesc & Ciência –ACET**, p. 57-66, 2014.
- INCROPERA, F. P. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

# CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ MÓVEL PARA COMPETIÇÃO NA CATEGORIA *TREKKING*

Ana Carina C. Perin<sup>1</sup>; Kleyton Hoffmann<sup>2</sup>; Renato G. Scortegagna<sup>3</sup>; Marconi Januário<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Elétrica – Universidade do Oeste de Santa Catarina; anacarina-perin@gmail.com

<sup>2</sup> Professor no Curso de Engenharia Elétrica na Universidade do Oeste de Santa Catarina; kleyton.hoffmann@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Professor no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Oeste de Santa Catarina; renato.scortegagna@unoesc.edu.br; marconi.januario@unoesc.edu.br

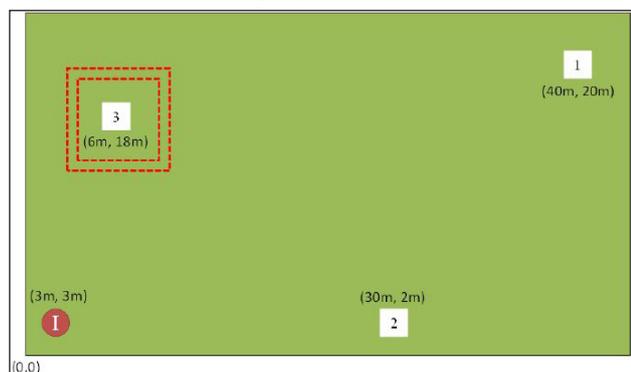
## INTRODUÇÃO

A necessidade de realizar o projeto de um robô para competição na categoria *trekking* surgiu por meio da equipe de robótica WestBots, que é uma iniciativa do Curso de Engenharia Elétrica da Unoesc.

Entre os eventos dos quais a equipe participou nos últimos dois anos, o Winter Challenge destaca-se em razão da proporção e dificuldade apresentadas nas modalidades nas quais compete. Atualmente, a WestBots possui robôs para competição nas categorias de sumô e seguidor de linha.

O objetivo da categoria é utilizar um robô móvel autônomo para, a partir do ponto de partida I, passar pelos pontos 1, 2 e 3, respectivamente. Esses pontos são identificados por cones colocados em cima de placas metálicas com 1 m<sup>2</sup> de área. Cada vez que o robô atingir um marco, um dispositivo luminoso deve ser acionado. Nos trajetos entre os pontos podem haver obstáculos, os quais devem ser desviados pelo robô. A disposição dos marcos pode ser vista na Figura 1 (ROBOCORE, 2016).

Figura 1 – Ambiente de competição da categoria *trekking*



Fonte: RoboCore (2016).

O robô deve ser totalmente autônomo e possuir dimensão inferior a um cubo de aresta de 50 cm. Cada robô tem direito a três tomadas de tempo oficiais, e durante uma tomada de tempo, modificações no robô não são permitidas (ROBOCORE, 2016).

Um dos principais desafios da categoria *trekking*, presente também na maioria das aplicações de robótica móvel, é a informação da localização espacial de um veículo móvel. Embora existam muitos métodos capazes de reduzir a complexidade desse problema, geralmente não se opta por uma única solução e, sim, pela integração de diferentes métodos a fim de reduzir a taxa de erros durante a movimentação do robô (BORENSTEIN; EVERETT; FENG, 1997).

Veículos móveis podem possuir dois tipos de sistemas de direção: a direção ackermann e a direção diferencial. A direção ackermann, utilizada nesse caso, é caracterizada pela liberdade de direção do eixo frontal apenas, semelhante a um automóvel. A desvantagem desse tipo de direção está na necessidade de um planejador de trajetórias, uma vez que diferentemente do sistema diferencial, o robô deve realizar manobras a fim de que possa girar o próprio eixo (MEGGIOLARO, 2009).

Existe a necessidade de implementação de um planejador de trajetórias integrado ao sistema de controle PID com uma malha de posição e uma de velocidade.

## METODOLOGIA

Duas técnicas foram escolhidas para solucionar o problema de localização espacial, em razão do baixo custo de implementação e da boa precisão: odometria e bússola digital.

A odometria é o método utilizado para estimar a posição de um robô móvel em um ambiente, que é feita por meio de *encoders*. Os *encoders* são dispositivos capazes de converter as revoluções da roda de um robô em um modelo de deslocamento linear. A desvantagem do uso dessa técnica está no acúmulo de erros gerados pelas imperfeições do solo durante o movimento do robô, nas variações no tamanho das rodas e nas derrapagens (BORENSTEIN; EVERETT; FENG, 1997).

O uso de bússolas digitais (magnetômetros) em robôs é comum, pois são capazes de prover medidas de posição com alta precisão e baixo custo de implementação. As bússolas digitais são geralmente combinadas a outros sensores como acelerômetros e giroscópios (MARCU et al., 2013).

Os sensores ultrassônicos são responsáveis pela detecção de objetos em uma faixa de 3 cm a 2 m, e representam uma boa solução para a identificação dos cones sinalizadores posicionados sobre cada marco. Os sensores ultrassônicos podem também ser utilizados para a identificação de obstáculos.

O controle proporcional, integral e derivativo (PID) digital é uma técnica de controle que contém um termo proporcional, um termo derivativo e um termo integral (DORF; BISHOP, 2009). Cada um desses termos atua sobre um sinal de erro, calculado nesse caso como uma subtração entre ângulo de referência (direção desejada) e medida atual de ângulo (saída do magnetômetro). O resultado do processo trata-se de um valor equivalente a uma determinada angulação do servomotor. Desse modo, o eixo dianteiro do robô aponta para a direção de referência.

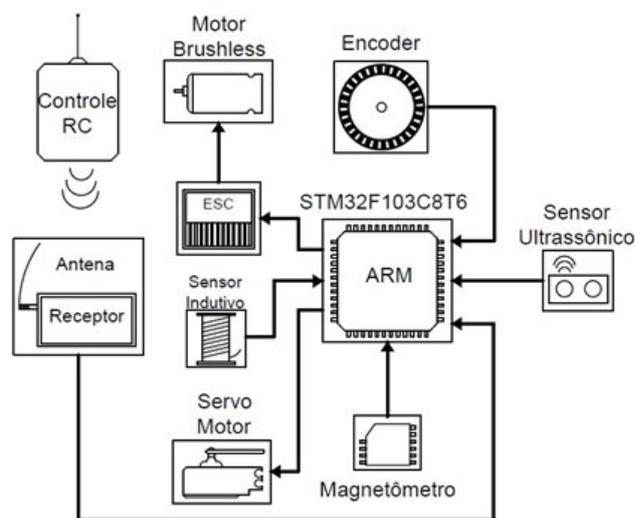
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Esquema 1 apresenta as conexões dos dispositivos do robô. O microcontrolador ARM STM32F103C8T6 realiza a integração e o gerenciamento dos sensores e atuadores. O robô foi programado para passar a responder somente pelo radiocontrol caso este seja ativado. Do contrário, a rotina de processamento é realizada normalmente e os motores atuam de acordo com o controle PID.

O robô *trekking* foi desenvolvido a partir de um chassi comercial, modelo HI3101BL da marca HiMOTO. O chassi é radiocontrolado, possui tração 4X4, suspensão dianteira e traseira. Um motor tipo *brushless* é responsável pela tração 4X4 e é acionado por um controlador eletrônico de velocidade (ESC). Um servomotor é responsável pela direção do eixo dianteiro.

A integração dos sensores ultrassônicos, magnetômetro, *encoder*, microcontrolador ARM e demais conexões necessárias foi feita por meio de uma placa de circuito impresso. Uma bateria de 12 V foi prevista a fim de alimentar sinalizador luminoso conectado à placa, que possui um regulador de tensão de 5 V para a alimentação de todos os periféricos.

Esquema 1 – Conexões dos dispositivos do robô



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Como atividades futuras, o projeto de um planejador de trajetória deve ser implementado no robô a fim de que se possam iniciar os testes em campo. Além de diversificar as modalidades nas quais participa, este projeto avança na pesquisa de robótica móvel dentro da equipe. O chassi modelo HI3101BL adquirido pela equipe resulta em uma economia de tempo que geralmente é dedicado à construção mecânica do robô. Trata-se de um equipamento capaz de gerar incentivo para os futuros pesquisadores, com a finalidade de que o aperfeiçoamento da categoria na equipe seja contínuo.

## AGRADECIMENTO

Ao Programa de bolsas universitárias Uniedu, financiado pelo art. 171 do Governo do Estado de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS

- BORENSTEIN, J.; EVERETT, H. R.; FENG, L. **Where am I? Sensors and Methods for Mobile Robot Positioning**. Michigan: University of Michigan, 1997.
- DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de controle modernos**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- MARCU, C. et al. Robot orientation controle using digital compasses. **IEEE**, Brasília, DF, 08 set. 2013.
- MEGGIOLARO, M. A. **RioBotz Combat Robot Tutorial**. 2009. Disponível em: <<https://www.riobotz.com/riobotz-combot-tutorial>>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- ROBOCORE. **Regras Robô Trekking**. 2016. Disponível em: <[https://www.robocore.net/upload/attachments/robocore\\_\\_regras\\_robo\\_trekking\\_100.pdf](https://www.robocore.net/upload/attachments/robocore__regras_robo_trekking_100.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2018.



# DETERMINAÇÃO DAS CONDIÇÕES LABORATORIAIS PARA DESSULFURIZAÇÃO DE PASTA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS

Henann Costa Rodrigues<sup>1</sup>; Eduarda de M. D. Frinhani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; henanncr@gmail.com

<sup>2</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; eduarda.frinhani@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

As baterias chumbo-ácido usadas contêm entre 30 e 40% de pasta de chumbo, sendo que o principal constituinte é de sulfato de chumbo ( $\text{PbSO}_4$ ) com 60%, além de 19% de  $\text{PbO}_2$  e 21% de Pb (XINFENG et al., 2012; ARAI; TOGURI, 1984).

Nos processos de reciclagem pirometalúrgicos, durante as operações de fusão do sulfato de chumbo são gerados vapores de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e partículas de chumbo para o meio ambiente, que causam graves problemas ambientais (SATO, 2001).

Sato (2001) afirma que a hidrometalurgia tem sido investigada como alternativa às operações tradicionalmente pirometalúrgicas. Na hidrometalurgia realiza-se a dessulfurização da pasta com carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), em que o sulfato de chumbo é convertido a carbonato de chumbo ( $\text{PbCO}_3$ ) e posteriormente reduzido a chumbo metálico. O sulfato é lixiviado como sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), solúvel em água.

Neste trabalho apresentam-se os resultados dos testes para a determinação da concentração ideal de agente dessulfurizante,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , bem como tempo e temperatura de reação, de modo a fornecer subsídios para a substituição de um processo pirometalúrgico por um processo hidrometalúrgico para reciclagem de pasta de baterias automotivas chumbo-ácido.

## METODOLOGIA

A pasta residual de bateria automotiva foi obtida de uma empresa de reciclagem de baterias chumbo-ácido localizada em Santa Catarina. A pasta foi lavada com água industrial até pH 8,2 para a remoção do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ); em seguida, foi homogeneizada, filtrada para separação de plástico e fibras e determinou-se seu peso seco.

Para os testes de dessulfurização, utilizou-se 20 g secos da pasta, e soluções de carbonato de sódio 26,5; 53; 106 e 159  $\text{g.L}^{-1}$ , preparadas com  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  PA da marca Dinâmica, na razão 1:6.

Para a determinação do tempo de reação, testou-se as quatro concentrações de carbonato de sódio na temperatura de 40 °C, com 60 e 120 minutos de reação.

Em seguida, no melhor tempo, testou-se as mesmas concentrações à temperatura ambiente (28±2 °C), 40 °C e 60 °C.

Os ensaios foram realizados em béquer de vidro borossilicato de 250 mL, com agitação mecânica a 760 rpm, suficiente para manter a polpa em suspensão. O aquecimento e a agitação foram realizados em chapa de aquecimento da marca Fisatom.

Após a reação, procedeu-se filtração a vácuo, recolhendo-se a solução de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  em um frasco Kitassato. O resíduo sólido, composto de carbonato de chumbo, foi armazenado para futuras análises.

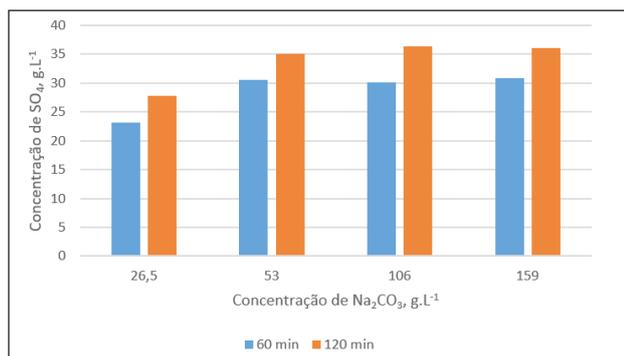
Para a determinação da eficiência da reação se realizaram cálculos estequiométricos a partir da concentração de sulfato no filtrado. A concentração de sulfato foi determinada utilizando-se o método nefelométrico SM2130-B (APHA, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pasta residual após lavagem apresentou pH 8,2 e concentração de sulfato no filtrado igual a 4,0  $\text{mg.L}^{-1}$ .

A partir dessa pasta, determinou-se o melhor tempo de reação para as quatro concentrações, na temperatura de 40 °C. Os resultados são apresentados no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Concentração de sulfato no filtrado (g.L<sup>-1</sup>) em relação à concentração de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, em 60 e 120 minutos de reação, a 40 °C



Fonte: os autores.

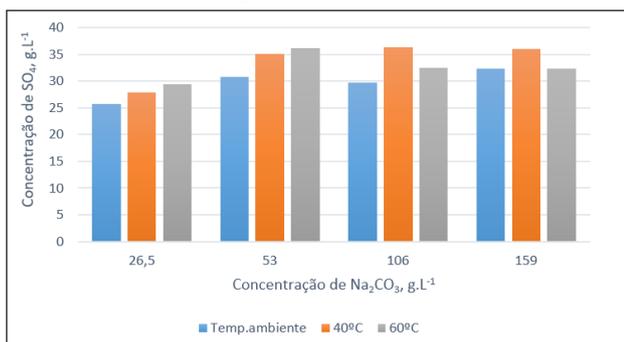
Considerando que o PbSO<sub>4</sub> é o principal componente da pasta, a reação de dessulfurização, após adição da solução aquosa de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, é a apresentada na Equação 1:



A quantificação do sulfato presente no filtrado fornece uma indicação do rendimento teórico da reação. Analisando o Gráfico 1, observa-se que no tempo de 120 minutos, para as quatro concentrações, houve um incremento médio de 15% na concentração de sulfato, em relação a 60 minutos.

No Gráfico 2 são apresentadas as concentrações de sulfato no filtrado para diferentes temperaturas e 120 minutos de reação:

Gráfico 2 – Concentração de sulfato dissolvido (g.L<sup>-1</sup>) em relação a diferentes concentrações de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e temperaturas de reação, no tempo de 120 minutos



Fonte: os autores.

Observou-se que a formação de sulfato, a 40 °C, não variou muito quando se testou 53, 106 e 159 g.L<sup>-1</sup> de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. A 60 °C, a maior formação de sulfato foi observada com 53 g.L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. A melhor conversão, 69%, foi obtida para a concentração de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> igual a 106 g.L<sup>-1</sup>, no tempo 120 minutos, a 40 °C.

A redução na concentração de sulfato formado com 106 e 159 gNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> pode ser em razão da decomposição

térmica do Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, com liberação de CO<sub>2</sub>, o que reduziu o carbonato disponível para a reação.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a melhor temperatura de reação é a 40 °C, pois propiciou um aumento na porcentagem de conversão em relação à temperatura ambiente, para todas as concentrações testadas.

A concentração de 106 g.L<sup>-1</sup> de agente dessulfurizante é suficiente para garantir a reação química. Nesta concentração o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> encontra-se em excesso em relação à massa de PbSO<sub>4</sub> estimado e observou o maior rendimento médio da reação.

Houve um incremento médio de 15% na concentração de sulfato, quando se dobrou o tempo de reação.

A análise e a fundição da pasta dessulfurizada serão realizadas posteriormente, a fim de confirmar a formação de PbCO<sub>3</sub> e a porcentagem de conversão a Pb metálico, confirmando a viabilidade de implantação do processo hidrometalúrgico.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos ao CNPq.

## REFERÊNCIAS

- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
- ARAI, K.; TOGURI, J. M. Leaching of Sulphate in Sodium carbonate solution. **Hydrometallurgy**, v. 12, p. 49-59, 1984.
- SATO, C. H. Estudo da dessulfurização da pasta de baterias automotivas visando à recuperação de chumbo. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA CETEM, 9., 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2001.
- XINFENG, Z. et al. Preparation of basic lead oxide from spent lead acid battery paste via Chemical conversion. **Hydrometallurgy**, p. 24-31, 2012.

## DETERMINAÇÃO DE SISTEMA E PROJETO DE CONTROLADOR DE NÍVEL

Marconi Januário<sup>1</sup>; Alex G. Zuffo<sup>2</sup>; Elizabeth G. Fonseca<sup>2</sup>; Kleyton Hoffmann<sup>1</sup>

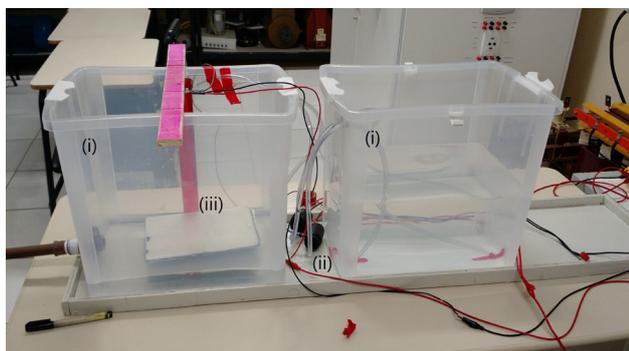
<sup>1</sup> Professores no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Oeste de Santa Catarina; marconi.januario@unoesc.edu.br; kleyton.hoffmann@unoesc.edu.br

<sup>2</sup> Graduandos do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Oeste de Santa Catarina; alexgraffo@hotmail.com; elizabethgfonseca@gmail.com

### INTRODUÇÃO

A falta de exercícios práticos na área de controle de processos pode ser um obstáculo aos acadêmicos que buscam oportunidades no mercado de trabalho. Para possibilitar a interação entre estudante e aplicação prática, foi desenvolvido um sistema de controle de nível em um reservatório que utiliza sinais analógicos para relacionar vazões de entrada e saída e controlar a altura do líquido. Na Fotografia 1 é apresentada a fotografia do sistema em estudo, em que é possível observar dois reservatórios, o sistema de bombeamento de água e a medição do nível:

Fotografia 1 – Sistema de controle de nível



Fonte: os autores.

Sabe-se que os sistemas de nível estão presentes em diversas aplicações na indústria e englobam os ramos da engenharia elétrica e da engenharia química. Em muitas situações os sistemas de nível são modelados a partir de suas funções de transferência (SOUZA; PINHEIRO, 2008). Todavia, podem ser empregadas modelagens a partir das curvas de resposta do sistema no domínio do tempo e assim obtidas as devidas funções de transferência (NORMAN, 2002).

O sistema foi projetado de modo a manter o nível do fluido independentemente da vazão de saída ou de qualquer perturbação que ocorra na planta. Para que isso ocorra, a entrada é regulada por duas bombas que operam em corrente contínua, e a saída por uma válvula de esfera.

Um controlador proporcional integral (PI) (NISE, 2002) utiliza o valor fornecido pelo sensor de altura (infravermelho) para regular a tensão que alimenta as bombas. Ele faz isso comparando a tensão de referência, determinada pelo usuário, com o sinal recebido do sensor, e age para diminuir o erro até zerá-lo. Quando ocorre uma perturbação, o erro aumenta e o controlador aumenta ou diminui a tensão nas bombas, fazendo com que o nível do líquido volte ao valor de referência.

### METODOLOGIA

Inicialmente foi determinada a função de transferência do sistema em malha aberta. Para isso, um degrau de potência de 27 W foi aplicado na entrada das bombas. O sinal do sensor de nível, dado em tensão, foi obtido. O sistema foi modelado por meio de uma função de transferência de primeira ordem, dada pela Equação 1 (NISE, 2002; TROFINO, [20--]):

$$G(s) = \frac{0.0001049}{s + 0.00434} \quad (1)$$

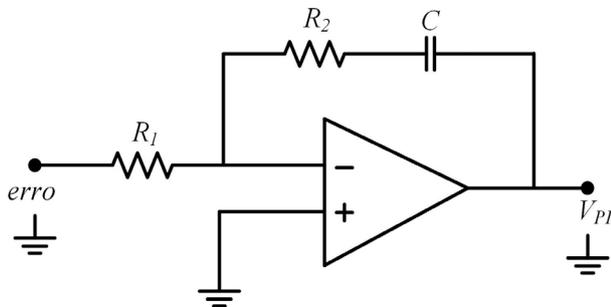
Um controlador tipo PI foi projetado. Sua função de transferência é dada pela Equação 2:

$$G_{PI}(s) = 50 \cdot \frac{s + 0.00434}{s} \quad (2)$$

O controlador PI foi implementado utilizando amplificadores operacionais. A função de transferência do controlador PI é dada pela Equação 3. Os valores de parâmetros comerciais utilizados são:  $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ;  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ ;  $C = 2,2 \text{ mF}$ . A configuração do controlador PI empregado no trabalho é mostrada na Figura 1 (NISE, 2002):

$$G_{PI}(s) = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \left(\frac{s + \frac{1}{R_2 C}}{s}\right) \quad (3)$$

Figura 1 – Circuito com configuração controlador PI

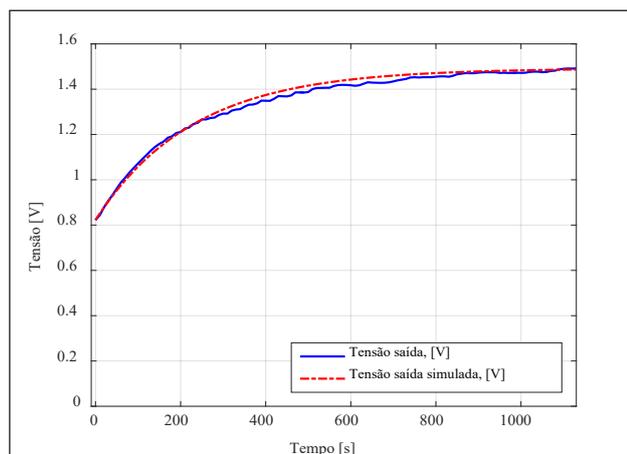


Fonte: os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 são apresentadas as curvas de resposta ao degrau do sistema em malha aberta experimental e simulado, para uma entrada ao degrau de potência de aproximadamente 27 W. O valor da tensão de saída em regime é de 1,48 V, o que representa aproximadamente 16 cm de altura. Nota-se que a resposta do modelo simulado ao longo do tempo é semelhante à resposta experimental do sistema.

Gráfico 1 – Resposta ao degrau de potência do sistema em malha aberta experimental e simulada

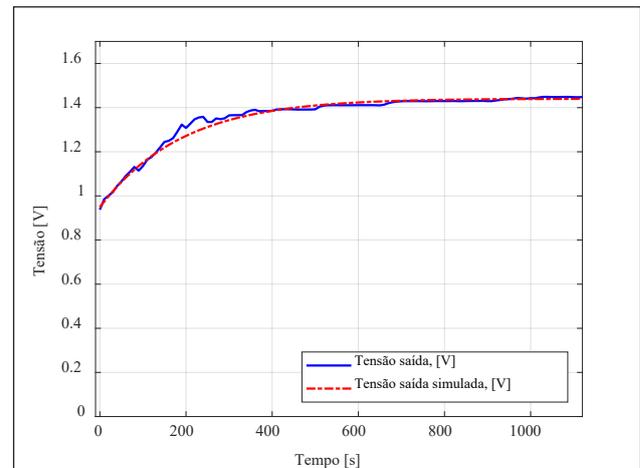


Fonte: os autores.

No Gráfico 2 são apresentadas as respostas experimental e simulada do sistema em malha fechada com a atuação do controlador PI. O valor de referência no sistema é de 1,44

V. Percebe-se que a curva controlada experimental segue a tendência da curva simulada.

Gráfico 2 – Resposta do sistema em malha fechada com atuação do controlador PI, curva experimental e curva simulada



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

O sistema de controle de nível foi modelado e um controlador tipo PI analógico foi projetado. O sistema foi implementado em malha fechada com a utilização do controlador PI. Pode-se observar que a resposta do sistema controlado simulado é condizente com a resposta do sistema controlado experimental. Ainda, o sistema experimental controlado foi submetido a distúrbios e a variações de quantidade de água que alteram o nível, e o controlador efetuou as correções necessárias.

## REFERÊNCIAS

NISE, N. S. **Engenharia de Sistemas de Controle**. 3. ed. [S.l.]: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2002.

SOUZA, A. C. Z.; PINHEIRO, C. A. M. **Introdução à Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas Dinâmicos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

TROFINO, A. **Sistemas Lineares**. Florianópolis, [20--]. Disponível em: <<https://arquivos.ufsc.br/d/d4547ba8d9/?p=/ecl-7052>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

# DIAGNÓSTICO DA OCUPAÇÃO E ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DE TREZE TÍLIAS, SC

Taiana Monfroi<sup>1</sup>; Elfride Anrain Lindner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; taianamonfroi@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professora no Curso de Engenharia Civil da Universidade do Oeste de Santa Catarina; elfride.lindner@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

Os cemitérios são espaços essenciais à população, porém causam impactos ao meio ambiente.

Em Treze Tílias, SC o cemitério municipal segue a tendência de outros no Brasil, com dificuldades de expansão dentro da área urbana. Neste estudo apresenta-se o levantamento de informações do cemitério, com o objetivo de caracterizar o local, estimar a vida útil do espaço disponível e expor propostas que visam à melhoria do uso do espaço.

## METODOLOGIA

Nos meses de julho a novembro de 2017 realizou-se a caracterização do cemitério municipal (mapeamento, uso e ocupação). Nos setores de Engenharia e Jurídico da Prefeitura Municipal de Treze Tílias compilou-se a legislação e os documentos pertinentes ao cemitério. Foram realizadas visitas in loco para a coleta de informações constantes nos jazigos. Elaborou-se planilha digital (localização no terreno, estado de conservação das sepulturas, datas, nomes das pessoas sepultadas), útil como ferramenta para a administração do cemitério, meio de pesquisa para familiares e estudos históricos.

O cemitério não possuía mapa com localização das sepulturas e nem livro oficial de registros, os quais foram elaborados para o presente trabalho. Entrevistas com gestores e profissionais permitiram esclarecer aspectos não registrados em documentos.

Machado (2006) cita que, para estimar a capacidade de inumações que cada cemitério possui, recorrem-se a censos demográficos ou populacionais, buscando informações que representaram o local em longo prazo.

Para o cálculo da vida útil, além dos dados estatísticos, foram analisadas também as possibilidades de gestão da

capacidade do cemitério municipal de Treze Tílias. Na avaliação levaram-se em conta as formas de utilização atuais e a possibilidade de mudança para o melhor aproveitamento, poupando e reaproveitando espaços por meio de mudanças conceituais e até oferecendo uma nova visão à população.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cemitério municipal de Treze Tílias localiza-se aos fundos da Igreja Matriz Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, situada na rua Monsenhor João Reitmeier, número 104. A sua utilização iniciou no começo da década de 1930. Por meio da análise dos mapas e leis, delimitou-se a área do cemitério, que totaliza 5.374,88 m<sup>2</sup>. O levantamento realizado identificou 763 sepulturas, com cerca de 1.292 corpos sepultados.

Observa-se a arte funerária típica austríaca e os corpos são inumados abaixo da superfície do solo. O local, em área descoberta, possui pouca arborização e passeios com gramíneas.

Enquadra-se como um cemitério horizontal tradicional, segundo Campos (2007).

Figura 1 – Setorização, arruamento e distribuição dos túmulos do Cemitério Municipal de Treze Tílias



Fonte: os autores.

A Figura 1 mostra a setorização do cemitério, os acessos, os arruamentos, a delimitação dos túmulos existentes

e os espaços para futuros jazigos, com proposta de denominação para orientação dos visitantes.

O levantamento evidenciou 401 sepulturas, que possuem identificação dos falecidos e respectivas datas de falecimento, que poderiam ser exumados, respeitando um período de cinco anos após o óbito.

Treze Tílias, de acordo com os censos de 1960 em diante, em projeção geométrica, tem taxa de crescimento populacional médio anual de 2,35%.

O maior índice anual de sepultamentos encontrado, de 5,3 a cada 1000 habitantes, é menor que a Taxa Bruta de Mortalidade de 5,7 para 2009 (2003-2010), mostrada por Santa Catarina (2010), para a região Meio-Oeste. A existência de mais cemitérios no município explica essa diferença. Portanto, utilizou-se a taxa do levantamento, que serviu para estimar o número de óbitos e novas sepulturas (Tabela 1):

Tabela 1 – Projeção anual da população, do número de sepultamentos e da demanda de novas sepulturas para o cemitério municipal de Treze Tílias, SC

Ano	Pop. (hab.)	Número de sepultamentos	Sepulturas a construir
2017	-	7*	4
2018	7.635	40	20
2019	7.814	41	21
2020	7.998	42	21
2021	8.186	43	22
2022	8.378	44	22
2023	8.574	45	23
2024	8.775	47	23
2025	8.981	48	24
2026	9.192	49	24
2027	9.408	50	25

Fonte: os autores.

Nota: \* Valores estimados para nov./dez. 2017.

Conforme o número de espaços disponíveis para novas sepulturas, o cemitério deve alcançar a sua saturação no início de 2020. Levou-se em conta a existência de apenas 50 lotes vagos para novas sepulturas destinadas ao público geral e que o percentual de construção de novas sepulturas é 50% em relação ao número de óbitos.

A construção de um ossuário no local possibilitaria o prolongamento da vida útil do cemitério mediante exumações, gerando um sistema de reuso dos locais.

Outra proposta é de um columbário, estrutura na qual são guardadas urnas e cinzas funerárias. Um columbário, complementar às cremações, reduz o espaço ocupado por sepulturas, além de eliminar problemas advindos

da decomposição dos corpos, como a formação de necrochorume (CAMPOS, 2007).

## CONCLUSÃO

A atualização da legislação e a gestão do cemitério podem prolongar a sua vida útil, estimada para 2020. A construção de ossuários (infantil e adulto) nos fundos da casa mortuária liberaria vários lotes, por meio da exumação, permitindo o reuso dos locais. Um columbário no local possibilitaria o sepultamento de urnas de cremação, que demandam menor área. A identificação dos setores e a demarcação das vias internas proporcionariam segurança e melhor direcionamento aos transeuntes.

O mapeamento e os dados do levantamento elaborado proporcionam aos administradores meios de controle e gestão do cemitério, de forma a otimizar o uso do espaço ainda livre.

As intervenções devem respeitar não apenas quesitos técnicos e da legislação, mas também sociais, culturais, com ênfase na cultura dos imigrantes, religiosos e sempre deve ser ouvida a opinião da família dos falecidos.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial.** 2007. 140 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MACHADO, S. S. Análise ambiental dos cemitérios: um desafio atual para a administração pública. **Revista de C. Humanas**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 127-144, jan./jun. 2006.

SANTA CATARINA (Estado). **Taxa bruta de mortalidade:** dados estatísticos e comentários. Florianópolis: Secretaria de Estado de Saúde, 2010. Disponível em: <[http://www.saude.sc.gov.br/cgi/Fichas\\_Demogr%C3%A1ficos/SC\\_A10.pdf](http://www.saude.sc.gov.br/cgi/Fichas_Demogr%C3%A1ficos/SC_A10.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2017.

## DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO DA COMUNIDADE DE SÃO ROQUE, LACERDÓPOLIS, SC

Nathaniel D'Agostini<sup>1</sup>; Lucas Q. Zampieri<sup>2</sup>; Fabiano A. Nienov<sup>3</sup>; Gislaine Luvizão<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; nathani\_dagostini@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

<sup>3</sup>Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

<sup>4</sup>Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

### INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um fator determinante para a população. Está diretamente relacionado ao abastecimento de água potável, manejo da água pluvial, coleta de lixo e tratamento de esgoto, buscando manter a saúde das pessoas tanto nos centros urbanos quanto nos rurais. De acordo com notícia divulgada na Globo News (CADA..., 2011), a cada R\$ 1,00 investido em saneamento R\$ 4,00 são economizados em gastos com saúde.

Em razão da grande importância do saneamento básico nos municípios, a proposta de trabalho visa analisar e levantar dados em relação às condições de saneamento da Comunidade de São Roque, no Município de Lacerdópolis, SC.

### METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir da realização de ensaios em laboratório e levantamento de dados na Comunidade de São Roque, Lacerdópolis, SC.

Por meio de visitas ao local e entrevistas com os moradores, totalizando em 12 residências pesquisadas, foi possível obter informações como:

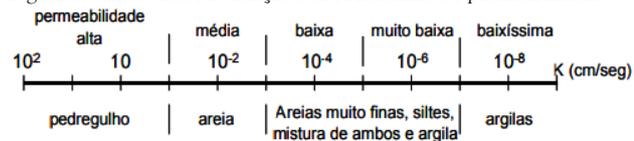
- a) funcionamento do sistema de abastecimento de água, coleta de amostras para análise microbiológica;
- b) condições da coleta dos resíduos sólidos, estabelecendo geração média de lixo per capita;
- c) tipos de tratamento de esgoto e verificação das dimensões e da capacidade.

Além disso, foram escolhidos dois pontos para a realização de ensaios de permeabilidade em campo. Os ensaios executados foram:

- a) ensaio de infiltração em furo de sondagem: realizado de acordo com as diretrizes da Associação Brasileira de Geologia e Engenharia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA E ENGENHARIA, 2013), conhecido também como ensaio de rebaixamento. Primeiramente foi executado um furo com trado manual até atingir 80 cm de profundidade, então, com o auxílio de uma régua, encheu-se o furo com água até o máximo e a cada centímetro que o nível baixava, anotava-se o tempo de rebaixamento;
- b) ensaio de piezômetro escavado, em que se utilizou o mesmo furo do ensaio de infiltração, montou-se o piezômetro, preencheu-se o entorno do filtro com pedrisco e acima disso se colocou areia e bentonita (pó) para impedir que a água extravasasse no furo. O piezômetro possuía uma pipeta graduada na parte superior, em que se realizavam as leituras do tempo para rebaixamento de determinada altura de água;
- c) ensaio de infiltração em cava: esse ensaio de infiltração, de acordo com a NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), consiste na retirada da camada superficial do solo em 1,0 m<sup>2</sup> aproximadamente, para que no centro desse espaço seja executada uma cava de 30 x 30 x 30 cm (C x L x H). Colocou-se uma camada de 5 cm de brita 1 no fundo. Com o auxílio de uma régua, cronometrou-se o tempo para o rebaixamento de água em 1 cm.

Na Figura 1 está apresentada a classificação de Cavalcante (2006) quanto aos coeficientes de permeabilidade.

Figura 1 – Intervalos de variação dos coeficientes de permeabilidade



Fonte: Cavalcante (2006).

Para a validação e a comparação dos resultados obtidos nos ensaios de permeabilidade em campo coletou-se o solo nos dois pontos estudados e, por meio de ensaios em laboratório, pode-se classificar os solos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que o sistema de abastecimento de água atende atualmente a 57 famílias nas comunidades de São Luiz, São Roque e Linha Encruzilhada, mediante uma associação entre os usuários. O sistema dispõe de dois poços artesianos, funcionando simultaneamente. Para o controle e a cobrança do consumo de água cada família possui um cavalete hidrômetro e a tarifa cobrada é de R\$ 0,75/m<sup>3</sup> de água consumida.

Quanto aos resíduos sólidos, foram quantificados separadamente, o lixo seco (papel, plásticos, papelão) e o lixo orgânico, com o auxílio da balança digital de mão. Obteve-se o valor médio de 0,71 kg/hab.dia de resíduos gerados, valor que se enquadra na média do Sul do Brasil. Para o lixo seco, há a possibilidade da venda deste, e para o orgânico, propôs-se a implantação do sistema de leiras de compostagem.

Constatou-se que, em geral, a maioria dos lotes é provida apenas de sistema com tanque séptico e sumidouro e raramente haviam filtros anaeróbios. Apenas uma das edificações atendeu ao volume útil dos tanques sépticos, calculado por meio da NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993).

Os ensaios de permeabilidade efetuados na comunidade resultaram em valores médios de coeficiente de permeabilidade do solo. O ponto 1, na faixa de  $3,44 \times 10^{-5}$  até  $8,91 \times 10^{-5}$  cm/s. O ponto 2, que obteve resultados entre  $2,60 \times 10^{-3}$  e  $1,31 \times 10^{-4}$  cm/s.

## CONCLUSÃO

A área de saneamento ambiental tem ganhado maior incentivo nos últimos anos. Em razão disso, novas

tecnologias têm aflorado no mercado para solucionar os problemas do saneamento.

Quanto ao abastecimento de água, por meio da coleta de amostras para análise microbiológica, conseguiu-se fornecer resultados aos responsáveis quanto à qualidade da água.

Os resíduos sólidos poderiam se tornar lucrativos mediante a venda do lixo seco ou da implantação de leiras de compostagem para o lixo orgânico, gerando adubo natural. A respeito do tratamento de esgoto, percebeu-se o subdimensionamento dos tratamentos unitários, que poderia ser sanado com um sistema coletivo de tratamento na comunidade.

Com o estudo da permeabilidade, facilitou-se a classificação do solo nos pontos ensaiados e o entendimento do seu comportamento em cada ensaio e na sua caracterização em laboratório.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA E ENGENHARIA. **Ensaio de permeabilidade em solos**: orientações para execução em campo. 4. ed. São Paulo: ABGE, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.
- CADA real investido em saneamento economiza R\$ 4 na saúde', diz ministro. **Globo News**, 19 dez. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-news/noticia/2011/10/cada-real-investido-em-saneamento-economiza-r4-na-saude-diz-ministro.html>>. Acesso em: 06 ago. 2017.
- CAVALCANTE, E. H. **Mecânica dos Solos II – Notas de Aula**. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2006. Disponível em: <<http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/MecDosSolos/mecdosolosII.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

# DIAGNÓSTICO DAS POLÍTICAS DE ESTOQUE ADOTADAS EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL-MECÂNICO DA REGIÃO MEIO-OESTE DE SANTA CATARINA

Maiara A. Azeredo<sup>1</sup>; Pablo M. Belchor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; mai.azeredo@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; pablo.belchor@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

A boa gestão de estoques nas organizações em tempos ou não de crise econômica tem grande relevância dentro destas. Uma das principais formas de uma empresa diminuir custos e aumentar ganho é uma gestão eficiente de estoque, classificando e aplicando ferramentas de controle de ressurgimento com base na previsão de demanda.

## METODOLOGIA

O objetivo com este estudo foi analisar melhores estratégias para o gerenciamento do estoque de matéria-prima dentro de uma empresa, avaliando, assim, a tomada de decisão referente à gestão de estoques e propondo simulações por meio de outras ferramentas com o propósito de gerar um comparativo de resultados. A organização estudada trata-se de uma indústria metal-mecânica localizada na região Meio-Oeste catarinense.

Trata-se de uma pesquisa com natureza aplicada, por se tratar de conhecimentos gerados para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos. Sua abordagem é quantitativa de objetivo descritivo, que traduz opiniões e números em informações, as quais são classificadas e analisadas. Refere-se a uma pesquisa experimental focada no departamento de estoque e tomadas de decisões da empresa. Para a coleta de dados/informações se utilizaram métodos de entrevista não estruturada, histórico de vendas, relatórios de custos e quantidades de estoque, notas fiscais de fornecedores e relatório de lotes de compras que foram realizadas no período e no cenário estudados.

Empregou-se o método de classificação ABC e duas políticas de gestão do estoque a fim de trabalhar a gestão do estoque de maneira correta em relação à demanda. As simulações tiveram como base a demanda do ano em questão e o relatório de quantidades em estoque atual.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método quantitativo dividiu os itens do estoque de matéria-prima em três classes. Foi identificado que os itens classe A são os que têm a proporção de 5,63% em quantidades e 79,31% em proporção de valor em estoque. O estoque classe A foi o grupo utilizado para os cálculos neste estudo por se tratar dos itens que geram maior valor agregado em estoque.

Observou-se que o estoque estudado possui um montante de R\$ 6.065.837,80 que corresponde aos itens A, com uma proporção do valor total em estoque de 79,31%.

O Lote Econômico de Compra foi uma das políticas simuladas para os itens classificados como A, visto que é a mais indicada para itens mais caros, importantes ou com alto custo de falta (CORRÊA; DIAS, 1998).

Para cada item A se atribuiu o cálculo do LEC, utilizando a demanda que aconteceu no cenário estudado.

Levando em consideração que no cálculo do LEC foram utilizadas “estimativas aproximadas” de demanda, custo de pedido e custo de manutenção de estoque, logo deve ser ressaltado que este não expressa resultados confiáveis, ou seja, não tem acuracidade das informações expostas.

Admitindo essa linha de raciocínio, no presente estudo apresentou-se uma segunda simulação de política de análise de ressurgimento, que é a utilização de uma estratégia para análise das gerações de pedidos, que ocorre por meio da Equação 1:

$$Q = \frac{\sqrt{2A_D S}}{i} \quad (1)$$

Em que:

$A_D$  = Demanda anual em Dinheiro;

S = Custo do Pedido;

i = Custo do Estoque.

Na dedução matemática, expressa por Arnold (1999),  $S$  e  $i$  tem o mesmo valor para todos os itens e a proporção  $2S/i$  deve ser a mesma para todos os itens da família. Considerando, por conveniência, a Equação (2):

$$K = \frac{\sqrt{2S}}{i} \quad (2)$$

Então:  $Q = K\sqrt{A_D}$

E também:  $Q = \frac{\text{demanda anual}}{\text{pedidos por ano}} = \frac{A_D}{N}$

Portanto:  $K\sqrt{A_D} = \frac{A_D}{N}$

Ou seja:  $K = \frac{\sqrt{A_D}}{N}$

Observa-se na fórmula anterior que após a dedução matemática restaram as variáveis  $A_D$  = demanda anual em dinheiro e  $N$  = pedidos por ano, isto é, o LEC será calculado com base nessas variáveis, desconsiderando os custos totais.

A simulação da segunda proposta se torna mais eficiente ao se comparar com a primeira proposta, pela acuracidade de informações, pois não depende do custo do pedido ou custo de armazenamento, os quais não são conhecidos pela empresa estudada.

## CONCLUSÃO

Por meio do levantamento de informações e dos resultados obtidos, fica clara a importância da utilização das metodologias propostas. Após a identificação da demanda com a utilização do método da variável por correlação, sugerido por esse relatório, essas simulações propostas se mostram ótimas ferramentas para a redução de estoque e custos envolvidos.

Ressalta-se que não podem ser comparadas as duas simulações, pois se trata de ferramentas distintas, em que o LEC foi trabalhado com dados do estoque e a estratégia da análise de geração de pedidos foi elaborada com base nos lotes comprados. Porém, a acuracidade de estoque admitiu que a proposta de simulação 2, calculada por meio da análise de geração de pedidos seria a melhor opção, pois ela não depende dos custos envolvidos no armazenamento e nos pedidos, confirmando a sua eficácia apenas na maneira correta de pedir e/ou comprar.

Embora o lote econômico de compra seja uma das metodologias mais utilizadas na atualidade para controle de estoque, muitas vezes se torna uma ferramenta não confiável em razão da falta de acuracidade de custos de pedidos e custos de manutenção de estoque, fazendo-se necessária a importância da utilização de ferramentas para o controle de estoque que gerem acuracidade, ainda que, na maioria das vezes, não sejam confiáveis.

## REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais**: uma introdução. São Paulo: Atlas, 1999.

CORRÊA, H. L.; DIAS, G. P. P. D. De volta a gestão de estoques: as técnicas estão sendo usadas pelas empresas. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FGV-SP, 1998.

# DISTRIBUIÇÃO DE TEMPOS DE RESIDÊNCIA EM REATOR CONTÍNUO DO TIPO TANQUE AGITADO (CSTR)

Polyana Miguelão<sup>1</sup>; Diogo L. de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; polyana.miguelao@outlook.com

<sup>2</sup> Professor no Curso de Engenharia Química da Universidade do Oeste de Santa Catarina; diogo.oliveira@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

Um reator de mistura contínuo (CSTR) em escala piloto foi utilizado para estudar o seu comportamento fluidodinâmico quando submetido a variações de vazão e de agitação. O reator do tipo CSTR é normalmente utilizado em reações de fase líquida, quando se necessita de intensa agitação e pode ser utilizado tanto isoladamente quanto combinado em série. O objetivo principal com este trabalho foi determinar os tempos de residência do reator, comparando-os com os valores teóricos para diagnosticar possíveis desvios da idealidade em seu escoamento. Segundo Levenspiel (2000), reatores reais são versões imperfeitas dos reatores ideais descritos na literatura, sendo vários os fatores envolvidos em um sistema reacional real que influenciam a eficiência de uma reação química, como o tempo de residência e a cinética da reação. Dessa forma, são necessários ajustes nas equações de projeto dos reatores ideais, levando em conta esses desvios observados na prática. Segundo Fogler (2009), a distribuição do tempo de residência (DTR) é uma característica da mistura que ocorre no reator químico. Para determinar a DTR é utilizada a grandeza  $E(t)$ , chamada de função/distribuição de tempo de residência. Essa função representa a distribuição de idades do fluido à saída do reator. A comparação do tempo de residência médio com o tempo espacial permite verificar se o escoamento é ideal, quando os dois valores são iguais. Caso sejam diferentes, há um desvio do escoamento ideal, podendo haver predominância de curto-circuito (quando o tempo espacial é menor) ou formação de zonas mortas (quando o tempo médio de residência é menor). Para diagnosticar problemas relacionados ao perfil de escoamento e descrever o comportamento fluidodinâmico real, no seguinte trabalho teve-se como objetivo determinar experimentalmente as DTRs de um reator CSTR, possibilitando, em trabalhos futuros, a adequação das suas equações teóricas de conversão, levando em conta a não idealidade do processo.

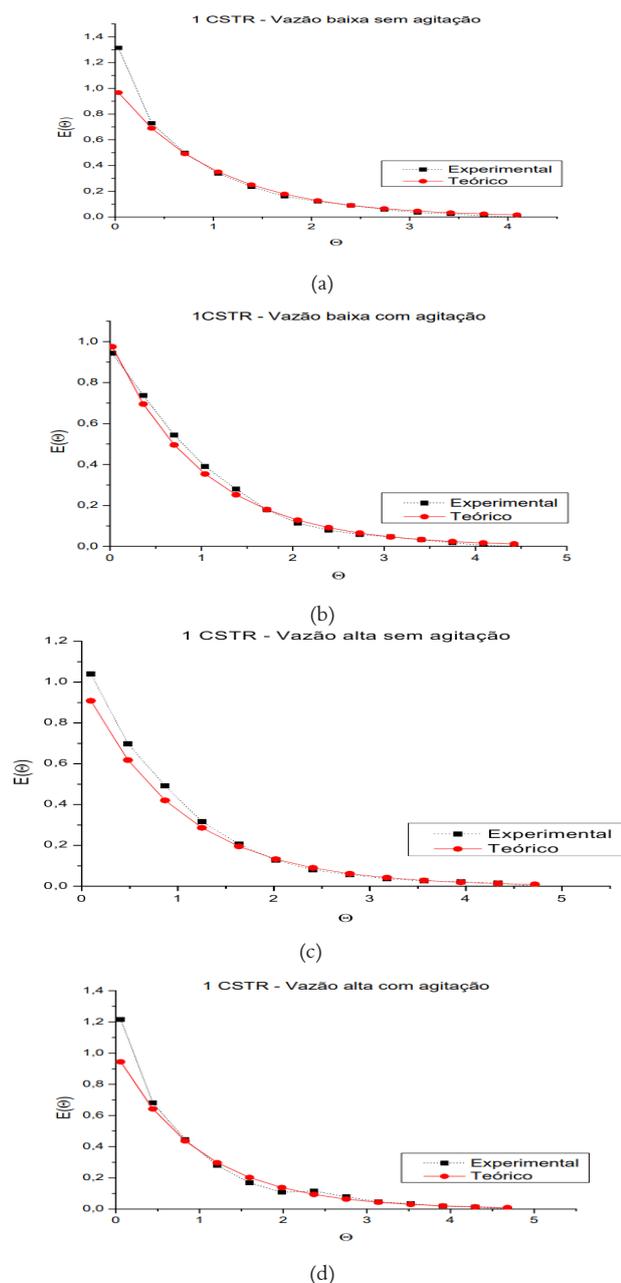
## METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados na bancada de reatores MD024 projetados pela ECO Educacional, utilizando o reator CSTR. Para determinar o tempo de residência, utilizou-se água em temperatura ambiente, como fluido de transporte. A perturbação do sistema foi feita em tipo pulso, com 10 mL de traçador azul de metileno a uma concentração de  $0,4 \text{ g.L}^{-1}$ , injetada na corrente de alimentação com o auxílio de uma seringa. As duas vazões ( $4,23$  e  $9,63 \text{ mL.s}^{-1}$ ) e as agitações (sem e moderada) foram predeterminadas para que, a partir dessas duas variáveis, fossem estabelecidos os tempos de retirada das amostras, no qual o primeiro tempo ficou em 10 segundos após a injeção do traçador, e os demais de 20 em 20 s para alta vazão e de 40 em 40 s para baixa vazão, até se perceber que não havia mais traçador no reator. Foram retiradas em média de 10 a 15 amostras, com aproximadamente 10 mL em cada seringa, sendo a concentração das mesmas medidas utilizando um colorímetro digital DPD. Para o tratamento dos dados e a construção dos gráficos foi utilizado o software OriginLab®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 estão apresentadas as curvas de distribuição de tempos de residência normalizadas ( $E(\Theta)$ ) no reator CSTR, para vazões baixas ( $4,23 \text{ mL.s}^{-1}$ ) e altas ( $9,63 \text{ mL.s}^{-1}$ ) e para sistemas com agitação e sem agitação.

Gráfico 1 – Valores de  $E(\theta) \times \theta$  de reator CSTR, para vazão baixa sem agitação (a), vazão baixa com agitação (b), vazão alta sem agitação (c) e vazão alta com agitação (d)



Fonte: os autores.

Ao analisar o Gráfico 1, praticamente não é possível perceber diferenças significantes entre as quatro condições testadas, pois todas as curvas são muito semelhantes ao modelo teórico.

Para quantificar os desvios da idealidade são apresentados, na Tabela 1, os valores calculados para o tempo médio de residência ( $t_m$ ), o tempo espacial ( $\tau$ ) e o desvio médio entre os valores experimentais e teóricos:

Tabela 1 – Dados experimentais, teóricos e desvios para um CSTR

Vazão (mL/s)	Agitação	$\tau$ (s)	$t_m$ (s)	Desvio
4,23	Sem	118,2	98,29	0,0063
	Com		107,52	0,00026
9,63	Sem	51,92	48,23	0,0057
	Com		50,31	0,0067

Fonte: os autores.

Comparando os tempos de residência, fica evidente que existe uma diferença entre os valores experimentais ( $t_m$ ) e o valor teórico esperado para reatores ideais ( $\tau$ ). Em todos os casos o tempo médio de residência é menor que o tempo espacial, indicando a presença de volumes mortos no reator. Ao comparar as condições testadas por meio dos valores dos desvios verifica-se que, para vazões baixas, o desvio é bem menor na presença de agitação. Ao trabalhar com vazões mais altas, a presença do agitador não parece interferir significativamente no escoamento.

## CONCLUSÃO

Na análise do perfil de escoamento no reator CSTR foi observada a presença de zonas mortas em seu interior. Entretanto, esse desvio da idealidade é muito baixo, sendo praticamente desprezível. Também foi possível observar a influência da agitação, pois quanto mais agitado o sistema, menor é o desvio da idealidade. Assim, é possível afirmar que o reator CSTR tem seu comportamento fluidodinâmico perto do ideal quando suficientemente agitado e operado com fluidos que tenham as viscosidades similares à da água.

## REFERÊNCIAS

- FOGLER, H. S. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- LEVENSPIEL, O. **Engenharia das Reações Químicas**. 3. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2000.

## ESTUDO DA ARTE: AVALIAÇÃO/ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

Scheila M. Stempcosqui<sup>1</sup>; Gislaiane Luvizão<sup>2</sup>; Scheila Lockstein<sup>3</sup>; Fabiano A. Nienov<sup>4</sup>; Lucas Q. Zampieri<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; scheila.stempcosqui@unoesc.edu.br

<sup>2</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaiane.luvizao@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; scheila.lockstein@unoesc.edu.br

<sup>4</sup> Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

<sup>5</sup> Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

### INTRODUÇÃO

O Brasil desde o final do século XX está em forte processo de urbanização e industrialização, o que provoca impactos ambientais, em razão do não controle do uso dos recursos naturais. Para analisar esses impactos ambientais, utiliza-se o método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

Segundo o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT, 2009), a ACV é uma técnica utilizada para avaliar, frente aos aspectos ambientais, os principais impactos potenciais associados a um determinado serviço ou produto, considerando desde a extração da matéria-prima até o seu descarte final.

Conforme a NBR ISO 14040 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 17), uma ACV “modela o ciclo de vida de um produto por meio de seu sistema de produto, que desempenha uma ou mais funções definidas.”

A Avaliação do Ciclo de Vida é composta de quatro fases: definição dos objetivos e do escopo, análise do inventário, avaliação de impacto e, por último, interpretação dos resultados da pesquisa, juntamente com as conclusões do estudo (MENDES; BUENO; OMETTO, 2013). Com esta pesquisa objetiva-se relacionar as pesquisas desenvolvidas no Brasil frente à ACV na área da engenharia, identificando software e metodologias mais utilizadas pelos pesquisadores.

### METODOLOGIA

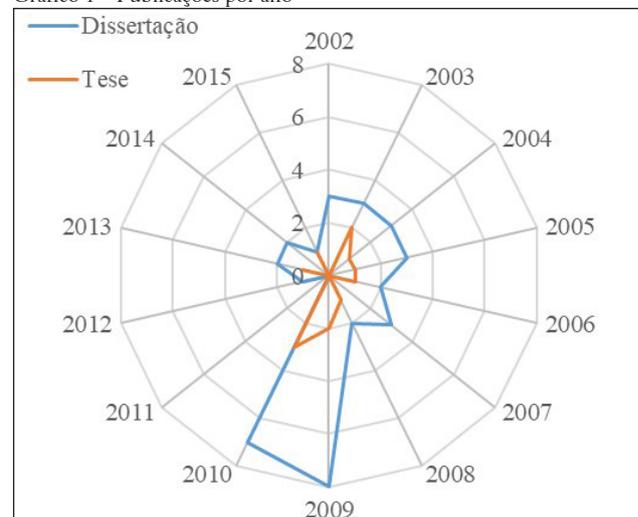
Neste trabalho foi utilizado o Método Bibliográfico de pesquisa, que consiste em desenvolvê-la tentando explicar um problema por meio de materiais publicados em fontes secundárias (livros, monografias, dissertações, teses, artigos).

No mês de abril de 2018 foi realizada uma Pesquisa Bibliométrica, colhendo dados referentes a teses e dissertações publicados no Brasil nos últimos 15 anos. Como palavras de pesquisa foram utilizadas: “Análise de Ciclo de Vida” e “Avaliação do Ciclo de Vida”. Foram colhidos dados como título da dissertação/tese, nome do autor e do orientador, ano de publicação, área da pesquisa e software utilizado para o estudo das informações da ACV. A obtenção de dados foi feita com acesso ao portal de periódicos da Capes (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2018).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa resultou em uma tabela com 27 itens para o tema Avaliação do Ciclo de Vida e em 26 itens para o tema Análise do Ciclo de Vida. O Gráfico 1 apresenta a quantidade de dissertações e teses que foram desenvolvidas entre 2002 e 2017 (as quais constam no portal de periódicos da Capes):

Gráfico 1 – Publicações por ano



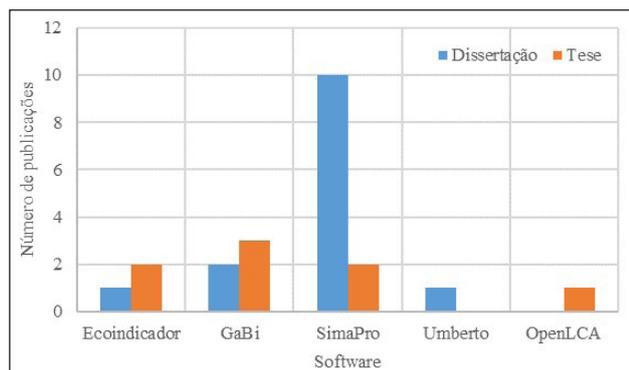
Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Os anos que apresentaram maior quantidade de publicações foram 2009 e 2010, sendo que a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foi a que mais contribuiu para esse aumento nas publicações.

Para a modelagem dos processos e serviços são utilizados diferentes softwares disponibilizados no mercado. O Gráfico 2 apresenta os mais utilizados nas pesquisas desenvolvidas no Brasil:

Gráfico 2 – Software utilizados em pesquisas referentes à Avaliação do Ciclo de Vida



Fonte: os autores.

O software mais recorrente na aplicação de modelagem encontrado dentro desse período estudado foi o SimaPro®. Este, com inúmeras versões, começou a ser aplicado ainda em 2003 na versão 5.0, atualmente na versão 8.5.

Os mais recentes são: SimaPro, OpenLCA e Umberto. Destes, apenas o OpenLCA é disponibilizado para utilização sem contratação do serviço.

Dentro desse período, 18 teses e dissertações foram desenvolvidas no Curso de Engenharia Civil, isso mostra o empenho da área em avaliar como os materiais e processos executados por ela estão impactando no meio ambiente.

No entanto, a fonte de dados modelados dentro das pesquisas desenvolvidas possui informações coletadas nas bases internacionais, as quais muitas vezes não representam a realidade local.

O IBICT criou o Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida (SICV Brasil), o qual armazena os dados de Inventários do Ciclo de Vida (ICVs) de produtos nacionais, pesquisados em Universidades e empresas. Com isso, busca-se a criação de sistema totalmente local.

Sendo a ACV uma ferramenta que permite avaliar o desempenho e os impactos ambientais e sociais causados por um produto ao longo de sua vida útil, por meio deste buscou-se reduzir o consumo de energia, a emissão de poluentes e o aumento da vida útil do material ou processo analisado, além de estimular novas pesquisas relacionadas a essa área.

Com isso, conclui-se que o Brasil vem avançando nos estudos e na implantação destes em indústrias, nas construções e na própria governabilidade.

Porém, há falta de dados locais para a modelagem da ACV, sendo necessária a consulta em bases internacionais, o que muitas vezes não representa o que realmente ocorre no Brasil.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos à Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina pela disponibilidade da bolsa e à Universidade do Oeste de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura.** Rio de Janeiro, 2014.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Portal de Periódicos.** Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Avaliação do Ciclo de Vida como Ferramenta para o Desenvolvimento Sustentável.** Juiz de Fora, 2009.
- MENDES, N. C.; BUENO, C.; OMETTO, A. R. **Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos.** São Carlos, 2013.

# INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM CAUQ: AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DA MISTURA

Rodrigo L. Salla<sup>1</sup>; Gislaine Luvizão<sup>2</sup>; Fabiano Alexandre Nienov<sup>3</sup>; Lucas Quiocca Zampieri<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; rodrigossalla77@gmail.com

<sup>2</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

<sup>4</sup> Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; lucas.zampieri@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

O procedimento de fundição é basicamente determinado para a conformação de ligas metálicas utilizando moldes, permitindo que qualquer tipo de matéria-prima aquecida a uma determinada temperatura possa ser fundida em qualquer forma, dependendo do molde. A areia de fundição é um dos resíduos sólidos mais produzidos no Brasil em razão da moldagem de peças de metal em grande escala por indústrias de fundição. Muitas empresas ainda não conseguem reutilizar esse material, por isso da preocupação em dar um destino correto para ele, podendo ser uma opção utilizá-lo em misturas asfálticas.

A reutilização da areia de fundição faz-se necessária para evitar a inadequada disposição desse resíduo e também porque essa atividade utiliza muitos materiais extraídos da natureza, como, por exemplo, areia e argila. Dessa forma, pode-se minimizar o uso desses recursos, contribuindo, assim, para a diminuição da poluição do meio ambiente (COUTINHO NETO, 2004).

Ainda para Coutinho Neto (2004), as misturas asfálticas com areia de fundição, além de apresentarem boas propriedades físicas e mecânicas, têm baixa possibilidade de contaminação do meio ambiente, dependendo de seu processo de produção.

Com este trabalho teve-se por objetivo o estudo da adição do resíduo de areia de fundição em misturas asfálticas, na tentativa de contribuir no reaproveitamento desses materiais, além de diminuir significativamente os impactos ambientais.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da mistura asfáltica foram utilizados os agregados pétreos: brita I, pedrisco, pó de pedra e cimento

asfáltico de petróleo (CAP), e para os testes uma mistura substituindo parte do pó de pedra pelo resíduo de areia de fundição (RAF). Os RAFs utilizados são provenientes de seis cidades do Estado de Santa Catarina (Gráfico 1).

Ensaio laboratoriais foram realizados para a caracterização do ligante e dos agregados utilizados, seguindo as normas vigentes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) para cada tipo de agregado. A partir dos resultados foi selecionada a faixa granulométrica C para pavimentos flexíveis ES 031 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRÂNSITO, 2006).

As quantidades de cada material para a mistura asfáltica ficaram divididas em 15% de brita I, 30% de pedrisco, 45% de pó de pedra e 10% do RAF. A realização da mistura asfáltica a quente ocorreu por meio do método Marshall, seguindo as orientações prescritas na norma ME 043 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, 1995). Após a moldagem dos corpos de provas, estes foram submetidos aos ensaios mecânicos na prensa Marshall para determinar os valores de estabilidade, fluência e resistência à tração por compressão diametral (RTCD).

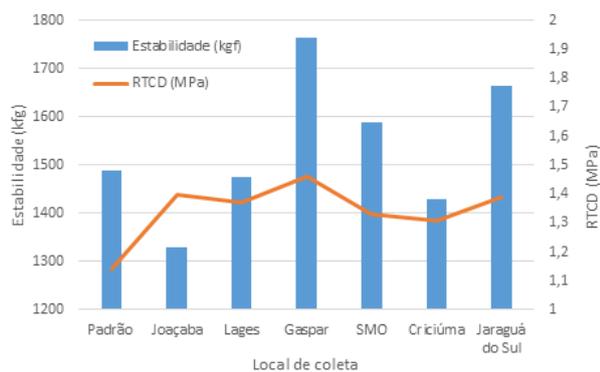
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor ótimo de ligante utilizado na mistura com adição de RAF foi de 4,9%, obtido a partir do traço padrão. O Gráfico 1 apresenta as características mecânicas e de deformação referentes ao teor ótimo já descrito, relacionando estabilidade, fluência e RTCD para o traço padrão (sem adição de RAF) e para os traços com adição de RAF.

Fazendo uma comparação dos valores obtidos para estabilidade e resistência à tração por compressão diametral das misturas contendo RAF com a amostra sem o RAF, pode ser percebido que a adição contribuiu para o aumento da RTCD em todas as amostras e a estabilidade

em quatro das seis amostras analisadas, como pode ser observado no Gráfico 1:

Gráfico 1 – Características mecânicas das misturas



Fonte: os autores.

O traço sem o RAF resultou em valores elevados para a RTCD e estabilidade em relação aos padrões mínimos normatizados pela ES 031 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRÂNSITO, 2006), em que cita que a estabilidade mínima deve ser 500,00 kgf e a RTCD deve apresentar no mínimo 0,65 MPa. O valor obtido para o traço padrão foi de 1488,51 kgf para estabilidade e 1,14 MPa para RTCD; para o traço com RAF a que mais se destacou foi de Gaspar, que apresentou valores de 1762,75 kgf para estabilidade e 1,46 MPa para RTCD. Essa mistura apresentou o menor volume de vazios em relação às demais e a massa específica do RAF foi maior em razão da presença de grande quantidade de metal auxiliando na resistência dela. Todas as amostras ficaram dentro dos limites estabelecidos pelas normas.

Na amostra padrão os valores de estabilidade e RTCD não apresentaram uma relação desejada como nas amostras contendo RAF, ou seja, a introdução do RAF auxiliou para que RTCD e estabilidade obtivessem valores correlacionados. Os valores encontrados para a fluência das misturas foram satisfatórios pois todos ficaram dentro dos limites estipulados pela norma do ES-P-05B (DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA, 2016), a qual estipula que a fluência deve ficar entre 2,00 mm e 4,00 mm.

## CONCLUSÃO

Com a obtenção dos resultados foi possível afirmar que o RAF é uma opção viável para a incorporação em misturas

asfálticas, sendo os valores obtidos nas características físicas e mecânicas, contendo esse resíduo, satisfatórios perante os parâmetros normativos.

Todos os valores obtidos para estabilidade e RTCD ficaram acima dos limites normatizados, sendo que a mistura que mais se destacou foi a amostra contendo RAF da Cidade de Gaspar apresentando valores superiores em comparação com a amostra sem RAF. Dessa forma, conforme avaliado, a reutilização do RAF é indicada para misturas asfálticas, pois melhora as características mecânicas, porém, vale ressaltar a grande importância de uma avaliação química da mistura após o encapsulamento do resíduo.

## REFERÊNCIAS

- COUTINHO NETO, B. **Avaliação do reaproveitamento de areia de fundição como agregado em misturas asfálticas densas**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes)– Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. 293 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes)– Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA. **Pavimentação: Camadas de misturas asfálticas usinadas a quente. ES-P 05**. Rio de Janeiro, 2016.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **ME 043 – Misturas betuminosas a quente – Ensaio Marshall**. Rio de Janeiro, 1995.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRÂNSITO. **ES 031 – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2006.

# MELHORIA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE BATERIAS DE MOTO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING*

Marlon Welter<sup>1</sup>; João H. Bagetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Baterias Pioneiro; marlon\_wallace@hotmail.com

<sup>2</sup>Curso de Engenharia de Produção pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; joao.bagetti@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

No mercado competitivo atual e com produtos com ciclo de vida cada vez mais curtos, percebe-se que as empresas que conseguem fabricar produtos ou prestar serviços de maneira eficiente ao menor custo possível se sobressaem às demais. Contudo, as empresas devem ter ciência que para se manterem atualizadas no mercado é preciso que estejam dispostas a investir em novos processos, treinamentos e mudanças de cultura, a fim de se transformarem ou manterem flexíveis e competitivas.

Para as empresas alcançarem esse objetivo, a principal forma é eliminar os desperdícios, extinguir processos que não agregam valor ao cliente e, conseqüentemente, diminuir os tempos de fabricação (DENNIS, 2008; SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

Nesse sentido, realizou-se um estudo em um fabricante de baterias automotivas, correlacionando os desperdícios dos processos com os tempos produtivos. A partir dessa verificação, propuseram-se melhorias de baixo custo para o aumento da produtividade e estabilidade do processo.

## METODOLOGIA

A empresa a ser estudada produz baterias para carros, caminhões e motocicletas. Para este estudo se optou pela família de baterias de moto, mais precisamente o setor de Formação, responsável por ativar eletroquimicamente as baterias com aplicação de energia e solução ácida.

Por intermédio da tomada de tempos (em minutos) da produção, da análise da demanda média de vendas dos últimos três meses e de projeções de demandas futuras, determinou-se o *Takt-Time* do setor (demanda total dividida pelo tempo total disponível) (SHOOK, 1998) e comparou-se com os tempos de ciclo de cada processo e operador. Após verificadas as discrepâncias

a respeito do tempo necessário de fabricação e o tempo real de fabricação, buscou-se com as ferramentas do *Lean Manufacturing* sugerir e implantar melhorias específicas para tratar os problemas antes descritos.

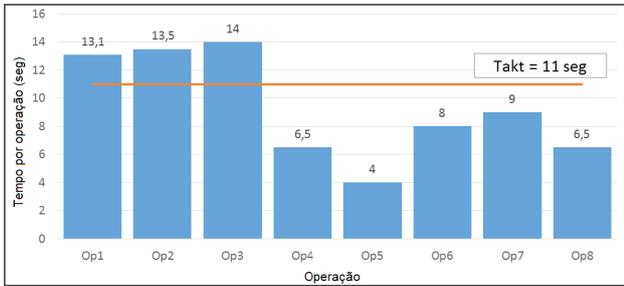
Esta pesquisa tem natureza aplicada, pois se refere à solução de um problema específico, com abordagem quali-quantitativa, pois foram utilizados dados numéricos, análises do processo e pesquisas bibliográficas.

Em relação aos procedimentos metodológicos, foi utilizada a pesquisa documental em livros e artigos, a pesquisa experimental por meio da tomada dos tempos observados do setor de Formação de Baterias de Moto, o levantamento de dados de produção e procedimentos de qualidade e um estudo de caso indicando a viabilidade da implantação de melhorias no processo para o aumento de Eficiência Global do setor de Formação de Baterias de Moto com base em uma das Ferramentas do *Lean Manufacturing*, o Trabalho Padronizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao processo de formação, após verificação, concluiu-se que das 19 etapas do processo 15 dependem de processos manuais, portanto, apenas 4 atividades são automatizadas (evidenciando a necessidade de uma padronização das atividades), todas as atividades executadas por um total de 8 operadores. Considerando esse contexto, tomou-se os tempos de todas as atividades do processo, agrupando-as posteriormente por cada operador responsável pela sua execução. Paralelamente, dividiu-se o tempo total disponível diário (39.600 segundos) pela demanda diária (3.452 baterias) para a obtenção do tempo *Takt* (11 segundos). Assim, usando o *Takt-Time* como referência, montou-se Gráfico 1 de Combinação do Trabalho Padronizado, comparando o tempo total de atividades por operador pelo tempo ideal (*Takt*):

Gráfico 1 – Combinação do Trabalho Padronizado



Fonte: os autores.

Após a montagem do Gráfico, calculou-se a quantidade ideal de operadores no processo conforme a fórmula ( $TT/Takt$ ), em que  $TT$  é o tempo total das atividades de todos os operadores envolvidos no processo (74,6 segundos). Por meio dessa diferença, obteve-se o valor de 6,78 operadores. Para esse estudo se arredonda esse valor para cima, obtendo-se sete operadores como valor ideal.

Por meio desses resultados foi possível identificar a existência de desperdícios, principalmente pela falta de padronização na ocupação dos operadores ao longo do processo. Juntamente com a análise do processo pela ótica dos 7 desperdícios do *Lean Manufacturing*, observou-se 16 desperdícios que potencializavam essas perdas no processo.

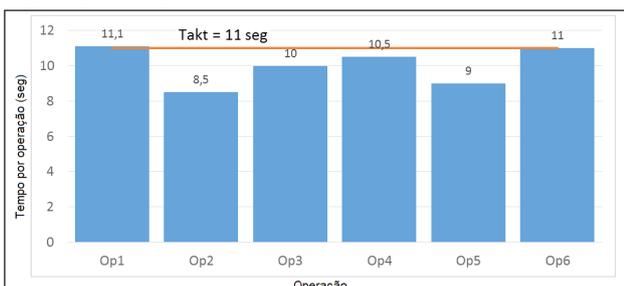
Portanto, montou-se um plano de ação com 10 ações por meio da ferramenta *5W2H*, envolvendo realocação de atividades entre operadores, treinamentos, ajustes de máquinas, modificações de rotas e eliminação de movimentações que foram implantadas ao longo de 15 dias.

Com a implantação das ações, no Gráfico 2 de Combinação foi montado novamente, utilizando os novos tempos encontrados no processo.

Também se recalculou o número ideal de operadores, com o novo valor de Tempo Total (60,1 segundos), obtendo-se 5,46 operadores (6 com o arredondamento).

Após três meses de implantação do Trabalho Padronizado, obteve-se um aumento de 16% do volume produzido e 85% de redução dos rejeitos comparando com os primeiros seis meses do ano, diante da implantação do projeto.

Gráfico 2 – Gráfico de Combinação do Trabalho Padronizado após a implantação das ações



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Com este estudo permitiu-se identificar primeiramente quais operadores estavam sobrecarregados e quais estavam ociosos em um processo de Formação de Baterias de moto, evidenciando numericamente em segundos essas situações. Também se permitiu observar, por meio dos sete desperdícios do *Lean*, vários desperdícios que influenciavam diretamente na produtividade e nos rejeitos do setor estudado.

Após três meses de implantação do plano de ação (*5W2H*) observou-se um aumento de 16% no volume produzido mensal e uma redução de 85% no volume de rejeito gerado internamente, permitindo ao setor apresentar melhores resultados, mesmo com a redução de 2 operadores no processo produtivo em razão do melhor balanceamento das atividades pela aplicação do Trabalho Padronizado.

## REFERÊNCIAS

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1996.

SHOOK, Y. Bringing the Toyota Production System to the United States: A Personal Perspective. In: MANUFACTURERS, L., J. (Org.). **Becoming Lean: Inside Stories of U.S.** Portland, EUA: Productivity, 1998.

# MELHORIAS NAS ATIVIDADES DE MANEJO DE MUDAS DE PINUS NO VIVEIRO DE UMA EMPRESA DO RAMO DE CELULOSE E PAPEL

Andrei Bonamigo<sup>1</sup>; Gabriel F. Lopes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina; andreibonamigo@gmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; gabriellope03@msn.com

## INTRODUÇÃO

O *Lean Thinking* é uma das principais metodologias utilizadas pelas organizações para qualificar os processos e as pessoas e obter maiores e melhores resultados (MARCHWINSKI; SHOOK, 2003).

Nesse contexto, percebeu-se no viveiro de mudas de uma empresa do ramo papelero oportunidades de aplicação de conceitos *Lean Thinking* para melhorias na atividade de espaçamento de mudas, pois essa atividade vem enfrentando dificuldades com o aumento da demanda, reduções no quadro de funcionários, e, por consequência, não está atendendo às metas de produtividade e à necessidade das etapas posteriores do processo produtivo florestal.

Em vista do problema identificado, no presente trabalho teve-se como objetivo o aumento do rendimento operacional da atividade de espaçamento de mudas, com redução de desperdícios, alteração de layout das células de trabalho e padronização e procedimentação das atividades produtivas.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa tem natureza aplicada, refere-se à solução de um problema específico, com abordagem quantiqualitativa, na qual foram utilizadas pesquisas bibliográficas para entendimento e apropriação de conceitos e metodologias. Foram feitas análises dos processos, com acompanhamentos das atividades e levantamento de dados para a construção da situação atual; interpretação das evidências para a elaboração da estratégia e propostas das ações para soluções dos problemas evidenciados, ou seja, elaboração da situação futura ou desejada; execução das ações específicas para as melhorias do rendimento operacional e padronizações das atividades; e propostas de manutenção das ações implementadas por

meio do conceito *Kata*, especificamente com a ferramenta de monitoramento orientado.

Resumidamente, esta pesquisa apresenta-se em formato descritivo, na qual foram utilizadas técnicas da observação, do registro e da análise e implementação de ações para a execução do desafio assim proposto.

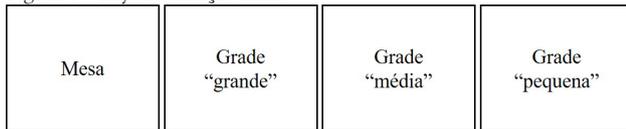
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espaçamento é a atividade objeto de estudo deste trabalho. Resumidamente, é realizado nas seguintes etapas: confecção do layout das estações de trabalho; abastecimento das mesas com grades cheias (960 mudas); separação das mudas por tamanho (pequena, média, grande); espaçamento e colocação das mudas nas grades espaçadas (480 mudas); e organização das grades nas linhas de irrigação (estoque).

A situação atual da atividade é traduzida por meio de seu indicador de acompanhamento, o qual não atende à meta estipulada proposta de 12 grades por colaborador por dia; os índices médios praticados até agosto de 2017 estão em patamares de 8,6 grades por colaborador por dia.

Para maior entendimento da situação atual e da atividade de espaçamento foram realizados estudos de tempos e movimentos e identificados os principais desperdícios desse processo. Os elementos acompanhados foram: abastecimento das mesas com grades cheias, separação das mudas por tamanho, espaçamento ou colocação das mudas nas grades espaçadas e organização das grades nos estoques. Com tal acompanhamento e amostragens de tempos entendeu-se que a média prática para a confecção de uma grade é de 70 minutos e o melhor tempo amostrado ou *benchmarking* da situação atual foi de 61,4 minutos, uma diferença de 12%. Os tempos amostrados foram feitos sobre o layout atual caracterizado conforme a Figura 1:

Figura 1 – Layout situação atual

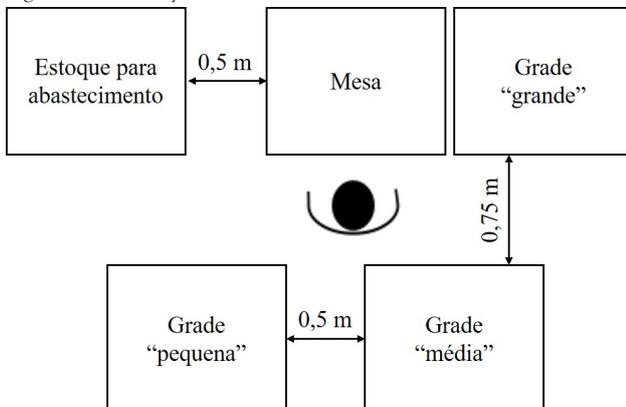


Fonte: os autores.

Analisando a situação atual e suas características, pode-se notar que a situação futura/desejada depende da melhoria do layout das estações de trabalho e da inserção de padrões das atividades por responsabilidades, melhorias nas práticas de acompanhamento de início e fim do expediente e reuniões de contabilidade diárias pautadas pelo acompanhamento de um diário de bordo.

A principal ação de melhoria foi a alteração do layout de trabalho. Para a confecção do novo layout foram realizadas simulações com quatro propostas diferentes e premissas, como: redução de movimentação e redução do tempo de confecção das grades. O layout que atendeu às premissas e obteve melhor resultado teve como tempo amostrado 30 minutos para a confecção de uma grade, em comparação ao *benchmarking* da situação atual, que foi de 61,4 minutos, ou seja, uma diferença de 51%. O novo layout é caracterizado conforme a Figura 2:

Figura 2 – Novo layout



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

A entrega das atividades deste estudo foi benéfica para a empresa, pelos resultados e desenvolvimento da cultura de melhoria e pelas oportunidades de replicação dessas práticas e conceitos para os demais setores.

Assim, pode-se ressaltar que com este trabalho se proporcionaram ganhos qualitativos relativos à capacitação dos colaboradores e à apropriação ao tema melhoria contínua em suas rotinas, e também ganhos quantitativos,

representados no indicador de eficiência operacional com índices positivos de 30% após a aplicação das melhorias no layout e a padronização das práticas especificadas neste trabalho. Como oportunidade para estudo futuro, sugere-se que sejam replicadas as práticas especificadas neste trabalho para as demais etapas do viveiro de mudas a fim de fortalecer o *Lean Thinking* e buscar maiores e melhores resultados.

## REFERÊNCIAS

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. (Ed.). **Léxico lean:** glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

# POTENCIAL TÓXICO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ENDRO (*Anethum graveolens*) E NIM (*Azadirachta indica* A. Juss) FRENTE AO *Artemia salina*

Rafaela P. Moraes<sup>1</sup>; Isabela C. Corrêa<sup>1</sup>; Adriana B. Vanin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduandas em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; rafaelpadilha31@hotmail.com; isa.ccorrea@hotmail.com

<sup>2</sup>Professora no Curso de Engenharia Química da Universidade do Oeste de Santa Catarina; adriana.vanin@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

A utilização de plantas medicinais é uma prática antiga e predominante em países em desenvolvimento onde existe uma dependência na denominada medicina popular. Nos últimos anos tem-se verificado um grande avanço científico envolvendo os estudos químicos e farmacológicos de plantas medicinais que visam obter novos compostos com propriedades terapêuticas (SINTIM et al., 2015).

Os óleos essenciais são compostos com excelentes potenciais biológicos, os mais encontrados nos óleos são os monoterpenos e os sesquiterpenos (HYLDGAARD; MYGIND; MEYER, 2012). O óleo essencial de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) possui efeitos benéficos que podem ser atribuídos a um ou mais compostos fitoquímicos, incluindo antioxidantes, flavonoides e outras substâncias (MOSSINI.; KEMMELMEIER, 2004).

O óleo essencial de endro tem sido foco de vários estudos, podendo ser utilizado nas indústrias de cosméticos, alimentícia e farmacêutica. Entre os principais componentes do óleo de endro estão o dilapiol, que representa 14,4%; a carvona, que representa 55,2%; e o limoneno, que representa 16,6%, (GARCEZ, 2016).

No entanto, compostos bioativos são quase sempre tóxicos em altas doses. Dessa maneira, a avaliação da letalidade em um organismo animal menos complexo pode ser usada para um monitoramento simples e rápido (VANIN et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo com a presente pesquisa foi determinar o potencial toxicológico dos óleos essenciais de Endro (*Anethum graveolens*) e de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), frente ao microcrustáceo *Artemia salina*.

## METODOLOGIA

O óleo essencial de endro foi obtido por destilação em Soxhlet utilizando éter de petróleo. Após as extrações, o solvente foi recuperado por evaporação. O óleo essencial de nim foi obtido do mundo dos óleos. Os cistos de *Artemia salina* foram incubados por 24 horas em um recipiente plástico com solução salina artificial (23 g de sal marinho/1 litro de água destilada/0,7 g de bicarbonato de sódio) com iluminação artificial, sob aeração e controle da temperatura (20-30 °C) para a eclosão dos ovos. Após o período de incubação, cerca de 10 náuplios foram retirados e expostos a diferentes concentrações dos óleos, que variaram de 0,1 a 70 µg/mL por 24 horas, cada uma em triplicata constituindo um ensaio. Determinou-se, então, a faixa de concentração a ser testada buscando sempre a maior concentração em que se observasse 0% de mortalidade e a menor concentração em que se deflagrassem 100% de mortalidade, de modo a obter a CL<sub>50</sub>; concentração letal para 50% da população em 24h. As soluções dos compostos a serem testadas foram preparadas em 2% de DMSO (dimetilsulfóxido) e avolumadas com solução salina artificial. Realizaram-se também os testes de controle utilizando solução de DMSO 2% diluído em solução salina. Após o tempo de exposição dos náuplios nas amostras foram realizadas as contagens dos elementos vivos e a toxicidade frente à *Artemia salina* foi então determinada. A CL<sub>50</sub> foi calculada a partir do percentual de animais mortos (Equação 1) contra o logaritmo das doses ensaiadas. Esse valor foi verificado por meio do método de regressão linear.

$$\% \text{ mortalidade} = 100 - (IVm \times 100) / CNm \quad (1)$$

Em que:

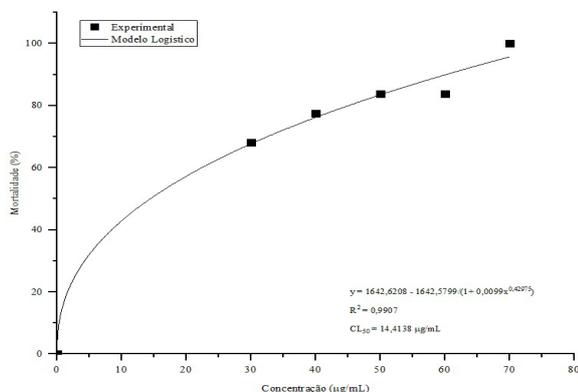
CNm: média do controle negativo;

IVm: média de indivíduos vivos por concentração após 24h.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

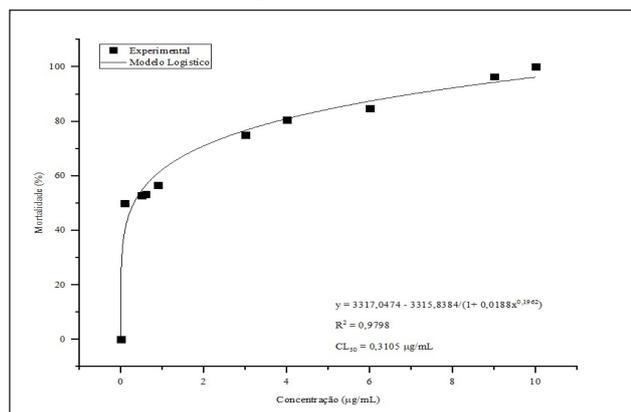
Os resultados são apresentados nos Gráficos 1 e 2:

Gráfico 1 – Curva de calibração da toxicidade do óleo de nim



Fonte: os autores.

Gráfico 2 – Curva de calibração da toxicidade do óleo de endro



Fonte: os autores.

Os resultados demonstraram que o percentual de mortalidade aumenta proporcionalmente em relação à concentração dos óleos adicionados. Após a identificação da faixa de concentração, a  $CL_{50}$  foi determinada. O valor encontrado para o óleo *Azadirachta indica* A. Juss foi de  $14,4138 \mu\text{g/mL}$  com  $R^2$  de 0,9907. Para o óleo essencial de endro, o valor de  $CL_{50}$   $0,3105 \mu\text{g/mL}$  encontrado foi considerado baixo. Pereira et al. (2015) classificam o óleo essencial de endro (*Anethum graveolens*) como atóxico.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, ambos os óleos essenciais não apresentaram toxicidade significativa, não oferecendo, assim, risco toxicológico

na utilização deles. Segundo Kimmelmeier (2004), em razão da baixa toxicidade e larga distribuição na natureza, o nim pode ser considerado uma valiosa fonte para uso na medicina tradicional e no desenvolvimento de drogas modernas.

## REFERÊNCIAS

GARCEZ, J. J. **Obtenção do extrato volátil de sementes de anethum graveolens l. por diferentes técnicas extrativas**. 2016. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais)–Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/696>> Acesso em: 28 fev. 2018.

HYLDGAARD, M.; MYGIND, T.; MEYER, R. L. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. **Frontiers in Microbiology**, v. 3, 2012.

MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. **Acta Farm. Bonaerense**, p. 139-140, 2004.

PEREIRA, E. M. et al. Potencial toxicológico frente *Artemia Salina* em plantas condimentares comercializadas no município de Campina Grande-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v 10, n. 1, p. 52-56, 2015.

SINTIM, H. Y. et al. Hydrodistillation time affects dill seed essential oil yield, composition, and bioactivity. **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 190-196, 2015.

VANIN, A. B. et al. Toxicity of clove essential oil and its ester eugenyl acetate against *Artemia salina*. **Brazilian Journal of Biology**, p. 155-156, 2017.

# PROJETO DE UM CONTROLADOR PID DIGITAL COM OTIMIZAÇÃO POR ENXAME DE PARTÍCULAS

Ezequiel Dambroz<sup>1</sup>; Marconi Januário<sup>2</sup>; Maxwell M. Menezes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; ezequieldambroz@hotmail.com

<sup>2</sup> Professores no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Oeste de Santa Catarina; marconi.januario@unoesc.edu.br; maxwell.menezes@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

De acordo com Nise (2011), os processos presentes no campo industrial em geral exigem que um controle atue em um equipamento. Isso é requerido para manter variáveis do processo em um valor constante mesmo quando submetidos a perturbações ou distúrbios, garantindo confiabilidade e precisão.

A determinação de um sistema de controle pode ser feita a partir da sua resposta transitória. Conforme Ogata (2010), caso não atenda às especificações de projeto, são utilizadas técnicas de controle, como o método do Lugar das Raízes, para modificar o comportamento dinâmico do processo. Dessa maneira, pode-se melhorar o tempo de resposta, a ultrapassagem percentual e eliminar ou suprimir o erro. Junto às técnicas de controle, podem-se aliar os métodos de otimização para os parâmetros do controlador de forma a garantir que a resposta transiente ocorra conforme definido em projeto (ANDRADE; COSTA; ANGÉLICO, 2013).

O objetivo geral com este trabalho foi projetar um controlador PID digital aplicado a um sistema RLC de segunda ordem, por meio da modelagem tradicional com o Lugar das Raízes aliada ao método de Otimização por Enxame de Partículas. Para atingir o objetivo, o trabalho contempla análise experimental do circuito em estudo, elaboração do algoritmo de otimização e simulações para validar os resultados obtidos.

A Otimização por Enxame de Partículas é um método eficiente adotado por Menezes (2014) e Maranhão (2017), que foram inspiração para o desenvolvimento do tema.

## METODOLOGIA

O levantamento de dados inicial foi realizado por meio de análise experimental do circuito RLC de referência. Com

uso de osciloscópio digital, obteve-se a resposta ao degrau do sistema em malha aberta, aplicando um sinal de tensão contínua na entrada e monitorando a saída de tensão no capacitor.

A modelagem matemática do sistema foi realizada por meio de cálculos utilizando os dados obtidos experimentalmente, pois as características reais do circuito diferem das nominais dos componentes, garantindo, assim, maior aproximação do modelo.

As especificações do projeto foram definidas de forma a melhorar a resposta obtida do sistema operando em malha fechada.

O projeto do controlador PID pelo método do Lugar das Raízes foi realizado por meio de rotinas de cálculos do MATLAB, porém, o posterior ajuste de ganho do controlador não foi efetuado manualmente, ficando a cargo do algoritmo de otimização. A ferramenta SISOTOOL foi utilizada para verificar o desempenho do projeto do controlador PID.

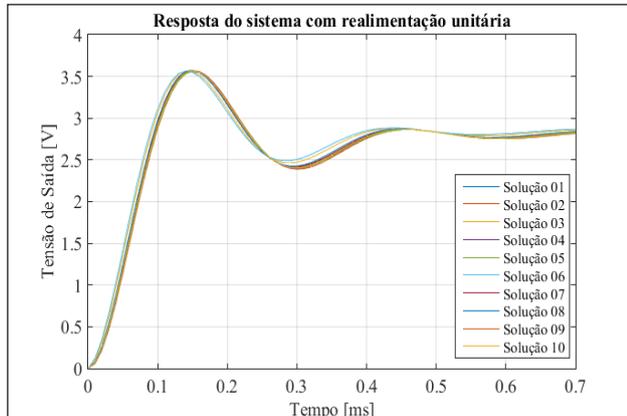
Com uso do MATLAB, elaborou-se o código do algoritmo de Otimização por Enxame de Partículas proposto por Bratton e Kennedy (2007). Após 10 execuções do algoritmo, utilizando como parâmetros iniciais os calculados anteriormente, realizou-se a comparação dos controladores otimizados obtidos. Foram utilizados como resultado os parâmetros do controlador PID de uma das execuções da otimização. Por fim, para efeito de análise de desempenho por comparação, foram realizadas diversas simulações do sistema sem controle e controlado em malha fechada utilizando a ferramenta SIMULINK.

As etapas do projeto e otimização foram elaboradas com o sistema no tempo contínuo, somente após a obtenção do resultado foi utilizada a discretização pelo método de Tustin. A frequência de amostragem utilizada é de 5  $\mu$ s, respeitando um mínimo de 10 amostras até o sistema atingir seu valor de pico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 são apresentados resultados obtidos com o algoritmo por enxame de partículas a partir dos requisitos de projetos solicitados.

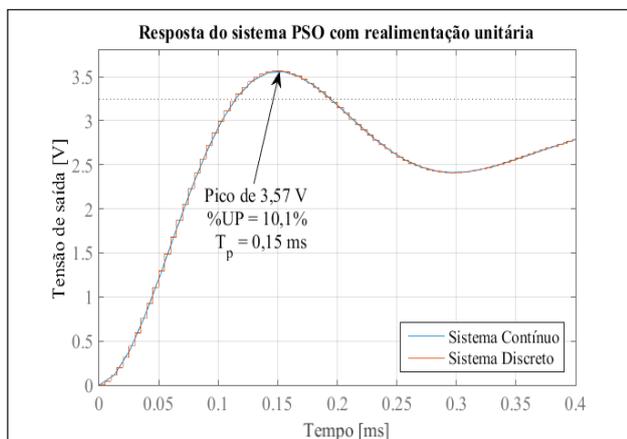
Gráfico 1 – Soluções do algoritmo de Otimização por Enxame de Partículas



Fonte: os autores.

No Gráfico 2 são amostradas as curvas do sistema controlado contínuo e discreto para respostas ao degrau em malha fechada dos sistemas compensado PID via otimização por enxame de partículas. O sistema otimizado atende aos requisitos de desempenho especificados, apresentando ultrapassagem de 10,1% e tempo de pico de 150  $\mu$ s.

Gráfico 2 – Resposta ao degrau em malha fechada do sistema compensado (PID otimizado por OEP)



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

Para o circuito RLC proposto, o sistema de controle PID calculado pelo método do Lugar das Raízes demonstrou ser um bom ponto de partida para o algoritmo de Otimização por Enxame de Partículas. Após otimizado, o sistema atuou conforme o especificado, apresentando tempo de pico de 150  $\mu$ s e ultrapassagem percentual de 10,1%, além de corrigir o erro quando aplicado um distúrbio, mantendo a tensão de saída constante.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. H.; COSTA, B. L. G.; ANGÉLICO, B. A. **PSO aplicado à sintonia do controlador Pi/Pid da malha de nível de uma planta didática industrial**. Cornélio Procópio: [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.sbai2013.ufc.br/pdfs/7935.pdf>>.

BRATTON, D.; KENNEDY, J. **Defining a standard for particle swarm optimization**. Honolulu: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2007.

MARANHÃO, G. N. de A.; MODESTO, C. S. **Uso de PSO Modificado para Controle Dinâmico de Motor CC**. [S.l.:s.n.], 2017.

MENEZES, M. M. de. **Métodos de otimização aplicados no ajuste de ESPs e controladores de amortecimento inseridos no FACTS TCSC em sistemas elétricos de potência**. Ilha Solteira: [s.n.], 2014.

NISE, N. S. **Engenharia de sistemas de controle**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

## PROPOSTA DE UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA FINS FISIOTERAPÊUTICOS APLICADOS AO TRATAMENTO DE HEMIPLEGIA

Otávio F. A. Prado<sup>1</sup>; Geovani R Scolaro<sup>2</sup>; Cristian R Mergener<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia de Computação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; otavio.ferraz@unoesc.edu.br;

<sup>2</sup> Professor no Curso de Engenharia da Computação na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba, geovani.scolaro@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Professor no Curso de Fisioterapia na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; cristian.mergener@unoesc.edu.br

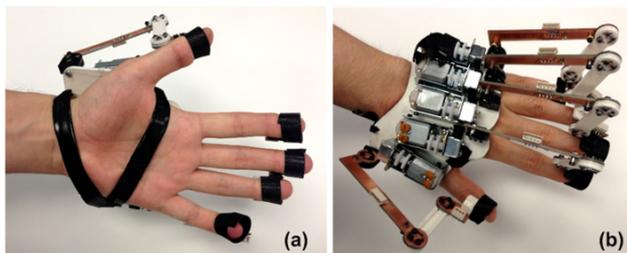
### INTRODUÇÃO

A hemiplegia é a seqüela mais frequente observada no Acidente Vascular Cerebral (AVC) (BAPTISTA, 2009). A hemiplegia apresenta características diferentes dependendo do lado afetado do cérebro, podendo causar diminuição na sensibilidade de um lado do corpo, espasticidade (tendência de o braço ficar encolhido), dores nas articulações e dificuldade nos movimentos dos braços e das mãos. Para evitar ou minimizar essa rigidez muscular, o paciente pode fazer fisioterapia e exercícios físicos específicos que fortaleçam os músculos e ajudem a melhorar o seu bem-estar (MASSOCO; LUCINIO; SANTOS, 2013; CONCEITO..., [2014]).

De acordo com IBGE (2010 apud MASSOCO; LUCINIO; SANTOS, 2013, p. 2), “23,9% dos brasileiros apresentam alguma deficiência (auditiva, visual, motora ou mental) e desses, 7% (13,2 milhões de pessoas) apresentam deficiência motora.”

Atualmente, pesquisas e protótipos para o tratamento da hemiplegia de membros superiores (braços e mãos) são encontrados fora do Brasil e com um alto custo agregado. Podem-se citar exemplos como BEN-TZVI, EXTRA, vistos nas Fotografias 1 e 2:

Fotografia 1 – Protótipo desenvolvido por BEN-TZVI



Fonte: Ben-Tzvi, Danoff e Ma (2016).

Fotografia 2 – Protótipo desenvolvido pela GLOREHA



Fonte: Cientistas... (2011).

Na região Meio-Oeste catarinense o processo de tratamento da hemiplegia e de outros processos fisioterapêuticos é realizado em centros especializados, como o Ambulatório Médico Universitário (AMU) da Unoesc. Este disponibiliza um centro de fisioterapia para pacientes que necessitem de tratamentos fisioterapêuticos diversos, incluindo o tratamento da hemiplegia de membros superiores, que é realizado de forma manual por um fisioterapeuta. Neste trabalho propõe-se o projeto de um dispositivo eletrônico, que implemente a segurança e as funcionalidades necessárias para a realização de movimentos semelhantes aos que o fisioterapeuta executa no paciente, como o abrir e o fechar dos dedos, por exemplo, no momento das sessões de fisioterapia.

### METODOLOGIA

Para se obter informações relevantes de como projetar um protótipo funcional no tratamento da hemiplegia foram realizadas várias conversas com os fisioterapeutas do AMU, nas quais se coletaram informações sobre os problemas enfrentados e as etapas necessárias para esse

tratamento. Isso possibilitou escolher as técnicas para a criação do protótipo.

O sistema será composto por um dispositivo eletrônico e por uma luva do tipo Órtese Tala para Punho Bilateral, a qual acomodará cabos extensores que serão fixados em pontos específicos nos dedos e que realizarão o movimento mecânico da mão e especificamente dos dedos. O sistema embarcado para o controle da luva será composto por um microcontrolador modelo PIC18F4550 e por cinco servomotores e suas interfaces de controle, que serão acomodados em uma caixa metálica fora da luva. A luva terá os cabos e encaixes fixados com velcro em pontos predeterminados nos dedos.

O controle do sistema será realizado por um software, que será responsável por controlar os parâmetros do sistema eletrônico bem como a programação dos movimentos necessários para a fisioterapia do tratamento da hemiplegia, a intensidade da força aplicada aos dedos, o tempo de abertura dos dedos; e adicionar, modificar e excluir programações de movimentos predeterminados, conforme orientação do fisioterapeuta.

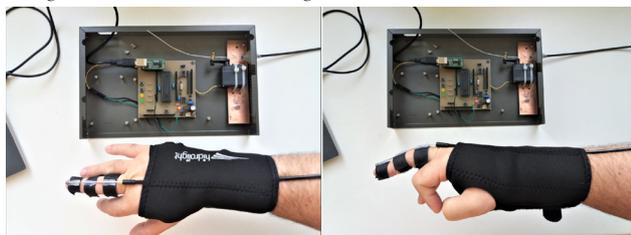
A validação e os testes serão realizados ao término de cada parte da estrutura para garantir a funcionalidade e a segurança desse dispositivo no tratamento com o paciente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes foram feitos na estrutura física e na programação inicial do sistema embarcado.

Depois de montada a estrutura foram identificadas diversas melhorias em relação ao posicionamento dos motores, na tensão e no posicionamento dos cabos e das tiras de velcro, como podem ser vistas na Fotografia 3:

Fotografia 3 – Estrutura de montagem do dedo médio



Fonte: os autores.

Os resultados obtidos mostraram que é possível chegar a uma estrutura funcional para a movimentação de um dos

dedos, motivando a reprodução do mecanismo para os demais, chegando a um protótipo totalmente funcional.

## CONCLUSÃO

Conclui-se com a realização deste trabalho que o projeto e futuro desenvolvimento desse protótipo contribua significativamente no tratamento da hemiplegia de forma regional e principalmente para a crescente demanda de pacientes do AMU. O fisioterapeuta poderá apenas programar os movimentos necessários e disponibilizar o seu tempo no atendimento de outros pacientes, aumentando a demanda destes. Futuras modificações poderão ser realizadas, deixando o sistema portátil e acessível ao paciente para a sua utilização em domicílio.

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA, B. R. et al. **Efeitos da reabilitação do tronco e membro superior após participação em oficinas de arte por pacientes hemiplégicos.** ed. São Paulo: Atlântica, 2009.

BEN-TZVI, P.; DANOFF, J.; MA, Z. **The Design Evolution of a Sensing and Force-Feedback Exoskeleton Robotic Glove for Hand Rehabilitation Application.** 2016. Disponível em: <<http://mechanismsrobotics.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2478815>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

CIENTISTAS italianos desenvolvem luva robótica para reabilitar pacientes que perderam movimentos dos dedos. **Extra Globo**, 19 set. 2011. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/saude-e-ciencia/cientistas-italianos-desenvolvem-luva-robotica-para-reabilitar-pacientes-que-perderam-movimentos-dos-dedos-2639152.html>>. Acesso em: 01 maio 2018.

CONCEITO de hemiplegia. 2014. Disponível em: <<https://conceito.de/hemiplegia>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

MASSOCO, D. Z. da S.; LUCINIO, L. A.; SANTOS, R. M. dos. **Hemiplegia: uma revisão bibliográfica.** São Paulo, 2013. Disponível em: <http://geprofatecjahu.com.br/anais/2013/24.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

# REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO DO PEIXE UTILIZANDO COAGULANTE NATURAL

João P. Bottin<sup>1</sup>; Letícia Bonfanti<sup>2</sup>; Luiz G. Denbinski<sup>3</sup>; Leonardo H. de Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; jpbottin@gmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; leebonfanti@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; luizdenbinski@hotmail.com

<sup>4</sup> Professor Doutor no Curso de Engenharia Química da Universidade do Oeste de Santa Catarina; leonardo.oliveira@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

A coagulação consiste essencialmente na desestabilização das partículas coloidais e suspensas realizada pela junção de ações físicas e reações químicas, com duração de poucos segundos, entre o coagulante – usualmente um sal de alumínio ou de ferro –, a água e as impurezas presentes (VON SPERLING, 2005).

O tanino é uma vasta classe de compostos, a qual, além de encontrada no vinho, é também encontrada no cacau, no café e em alguns chás de plantas, podendo ser utilizado como um coagulante natural (MUTHURAMAN; SASIKALA, 2014).

No presente trabalho utilizou-se o tanino extraído da uva, com o objetivo de verificar a eficiência no que diz respeito à capacidade de coagulação dele, que acarreta na remoção de partículas coloidais. Além disso, a dosagem e o pH ideais foram analisados com a realização de ensaios em batelada em *Jar Test*. A eficiência das condições experimentais foi determinada por meio de análises de cor e turbidez.

## METODOLOGIA

Nesta pesquisa experimental foram utilizadas amostras de água coletadas do Rio do Peixe, no Município de Joaçaba, SC, próximo ao ponto de captação da concessionária que abastece os Municípios de Joaçaba, Herval d'Oeste e Luzerna. As coletas foram realizadas em períodos pós-chuva, visando trabalhar com amostras com turbidez elevada. As amostras foram armazenadas em galões de 20 L. Os reagentes utilizados no preparo das soluções de ácido sulfúrico, 1 mol L<sup>-1</sup> e hidróxido de sódio 10%, marca Synth, foram utilizados para o controle do pH nos ensaios

em *Jar Test* (marca Milan, modelo 102-3). O coagulante utilizado foi a base de tanino da marca Acquaquímica, linha Acquapol C1 30.

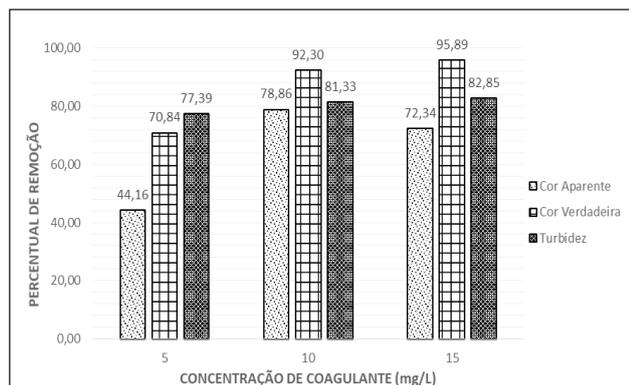
Para a realização das análises e determinação do pH, utilizou-se o pHmetro da marca Tecnal, modelo TEC-5, de acordo com a metodologia Standard Methods, 2005. Na determinação de cor aparente, verdadeira e turbidez foram utilizados o Espectrofotômetro UV/VIS 190-1100 nm, modelo PHARO 300 e o turbidímetro Hannah Instruments, modelo HI88713. No equipamento *Jar Test*, os ensaios foram realizados em triplicata. Em cada cuba se adicionou 1 L de água bruta e o coagulante. O tanino foi dosado em três concentrações diferentes, 5 mg L<sup>-1</sup>, 10 mg L<sup>-1</sup> e 15 mg L<sup>-1</sup>. As concentrações utilizadas foram de acordo com os estudos feitos no Rio Tubarão (SKORONSKI et al., 2014).

Após a adição do coagulante, homogeneizou-se a mistura com o coagulante na velocidade de 100 rpm. Os testes foram realizados em pH 6, pH 7 e pH 8, sendo corrigido com hidróxido de sódio 10%, acompanhando-se o valor desejado com o pHmetro. Posteriormente, a amostra foi homogeneizada por mais 4 minutos a 150 rpm e em repouso durante 30 minutos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água bruta utilizada para os ensaios em *Jar Test* demonstrou turbidez de 110 NTU e cor de 51,1 uH. Os testes realizados em pH 6,0 demonstraram melhor resultado quando a concentração de coagulante foi de 15 mg L<sup>-1</sup>, atingindo a média de remoção da turbidez, cor verdadeira e cor aparente acima de 70%, como pode ser verificado no Gráfico 1:

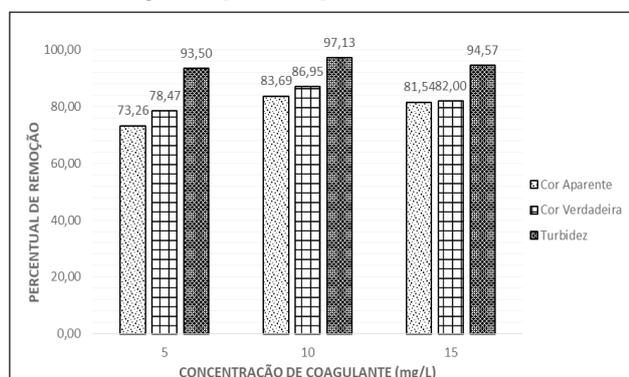
Gráfico 1 – Percentual de remoção em razão da concentração de coagulante aplicado no pH 6,0



Fonte: os autores.

No pH 7,0 (Gráfico 2), os melhores índices de remoção foram com a concentração de 10 mg/L, conseguindo-se uma média de remoção de turbidez, cor aparente e cor verdadeira acima de 80%. Os resultados alcançaram a média de turbidez de 3,16 NTU, cor aparente 8,33 uH e cor verdadeira de 6,67 uH, atendendo aos padrões de potabilidade da Portaria n. 2.914, do Ministério da Saúde.

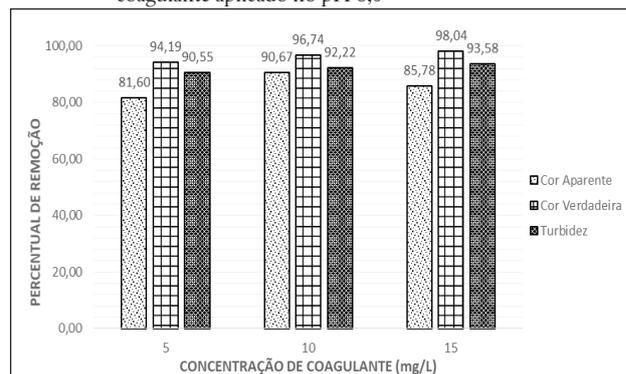
Gráfico 2 – Percentual de remoção em função da concentração de coagulante aplicado no pH 7,0



Fonte: os autores.

As experiências realizadas com as amostras em pH 8,0 (Gráfico 3) obtiveram os melhores resultados na remoção de cor verdadeira. Na concentração de 10 mg/L os valores alcançados foram de 4,77 uH de cor aparente (96,74%) e na concentração de 15 mg/L a média alcançada foi de 1,00 uH para a cor verdadeira (98,04%). Porém, a turbidez final para essas concentrações de coagulante foi de 8,56 e 7,06 uT, acima do estabelecido pela legislação.

Gráfico 3 – Percentual de remoção em razão da concentração de coagulante aplicado no pH 8,0



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

De acordo com as corridas experimentais realizadas em laboratório, a melhor condição de trabalho do tanino para amostras de água do Rio do Peixe é na concentração de 10 mg/L e o meio aquoso em pH 7. Os percentuais de remoção de cor e turbidez foram acima de 80%, proporcionando maior clarificação pela decantação da matéria orgânica, resultante da boa interação dos compostos fenólicos presentes no tanino.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, 2005.

MUTHURAMAN, G.; SASIKALA, S. Removal of turbidity from drinking water using natural coagulants. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 20, p. 1727-1731, 2014.

SKORONSKI, E. et al. Estudo da aplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rio Tubarão, na Cidade de Tubarão, SC. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, p. 679-687, 2014.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: Ed. UFMG, 2005.

# SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA PARA A AVICULTURA E A SUINOCULTURA EM VIDEIRA, SC

Natalia da Rocha Pinto<sup>1</sup>; Elfride Anrain Lindner<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; 96nataliarocha@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professora no curso de Engenharia Civil da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; elfride.lindner@unoesc.edu.br

## INTRODUÇÃO

O consumo de água potável nas atividades pecuárias de suinocultura e avicultura é elevado e a disponibilidade de água superficial de qualidade não tem suprido a demanda. No Oeste catarinense o déficit é suprido pela extração de água subterrânea, com a depleção do Aquífero Guarani. A água de chuva pode e deve ser utilizada, porém, exige projetos para captação, condução, reservação e distribuição. O uso de água pluvial traz vantagens econômicas e ambientais, pela substituição da água subterrânea e pelo efeito da retenção que diminui os picos de cheia, promovendo a gestão sustentável dos recursos hídricos. No presente artigo apresentam-se dados para um sistema de aproveitamento da água da chuva em uma propriedade rural. Os objetivos incluem dimensionar os dispositivos e unidades constituintes do sistema; elaborar o projeto do sistema de aproveitamento da água da chuva para a propriedade rural, considerando a oferta de chuva e a demanda de água; e efetuar o orçamento para a implantação do projeto.

## METODOLOGIA

A área de estudo para o aproveitamento da água da chuva é uma propriedade rural (68 ha) em Videira, SC, constituída por oito edificações rurais (cinco aviários, total 146.000 aves; três pocilgas, total 1.800 suínos). Os fatores considerados foram: a precipitação, a área de coleta e a demanda de água passível de substituição. Para o cálculo da precipitação média, com a série histórica de dados de Luvizon (2016), utilizou-se o método dos Polígonos de Thiessen definindo como área o círculo (raio de 30 km do ponto de referência na Prefeitura de Videira). Os dados pluviométricos foram processados em planilha Excel. Os empreendimentos foram analisados conforme seu espaço físico e o manejo empregado para quantificar a demanda e estabelecer a área de coleta.

Mensurou-se as áreas de telhado disponíveis para a captação da água pluvial, observando-se o material dessas coberturas, sendo elaborados croquis em AutoCad® 2015. Os dados compilados de temperatura, umidade relativa e consumo de água nas edificações rurais fornecem a demanda real para a dessedentação dos animais e a higiene das instalações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A demanda de água foi calculada em razão do número de animais e do respectivo consumo, para a autonomia de um período de 30 dias.

O volume necessário resultou na capacidade de reservação de 500 m<sup>3</sup> (Tabela 1). As pocilgas representam 98% da demanda de água e os aviários 2%. Por lote, os suínos ficam alojados 120 dias e as aves 28 dias.

Tabela 1 – Demanda de água das pocilgas e aviários, reservação de 30 dias

Edificação	Consumo L/ lote	Consumo L/dia	Consumo 30 dias, L
Pocilgas	1.629.000	13.575	407.250
Aviários (125 m)	14.962	534	32.062
Aviários (100 m)	18.881	674	60.690
Total	1.662.844	14.784	500.003

Fonte: os autores.

A oferta de água considera a precipitação média calculada (Thiessen) para a região de Videira, SC de 155 mm/mês. A área de captação necessária é de 3.400 m<sup>2</sup>, bastando apenas as coberturas das três granjas de suínos, que totalizam 3.549,60 m<sup>2</sup>. A capacidade das calhas e condutores verticais considera uma precipitação com duração de 5 minutos e tempo de retorno de 5 anos. Aplicando-se a equação de chuvas intensas proposta por Back e Bonetti (2014) para a Cidade de Videira, a intensidade resulta em 167 mm/h. Para condutores verticais de seção circular, valor tabelado de 175 mm/h (OLIVEIRA et al., 2012), velocidade máxima

de 1,28 m/s e cano de descida vertical de 75 mm; obtém-se a área de abrangência por duto de 116,3 m<sup>2</sup>.

As calhas totalizam 600 m (extensão de 100 m de cada uma das abas das pocilgas. O material das calhas é PVC (cloreto de vinila) com diâmetro usual de 100 mm e 0,5% de declividade, para a vazão de 130 L/min.

Há a necessidade de 30 condutores verticais para a área de 3.400 m<sup>2</sup>. Para padronização, adotam-se cinco condutores em cada lado das edificações (um a cada 120 m de calha). As águas das calhas escoam para um depósito dotado de boia para armazenar o volume da primeira água da chuva (limpeza dos telhados e tubulações), a ser descartada. A partir de determinado o volume estabelecido pela boia, a água será transferida para os filtros.

Os filtros consistem de três reservatórios de fibra de vidro de 1.000 litros e material filtrante (pedra marroada, brita n. 2 e brita n. 1). Dos filtros, a água passa para as cisternas. Para ser utilizada no consumo animal, é necessária a cloração da água, aplicando a dosagem requerida (OLIVEIRA, 2012).

Optou-se pela divisão do sistema em três conjuntos de cisternas, de acordo com a localização das edificações: 1 (Granjas de Suínos 1, 2 e 3); 2 (aviários 4 e 5) e 3 (aviários 1, 2 e 3). O volume de reservação foi recalculado, de acordo com a área de telhado direcionada a cada uma das cisternas e a demanda a ser atendida. Em vista da topografia do terreno, o bombeamento fica reduzido (100 m de diferença de nível entre as granjas e os aviários). Podem ser adotadas bombas de menor potência (economia de energia), e a escolha do tipo motobomba centrífuga monoestágio foi, respectivamente: 1 CV (Conj. 1); 1/2 CV (Conj. 2) e 1/3 CV (Conj. 3).

Os elementos de cada um dos conjuntos foram dimensionados para propiciar água da chuva para todas as instalações rurais. Elaborou-se o memorial descritivo contendo as informações referentes às especificações dos materiais e da mão de obra. A consulta de preços foi realizada no comércio local da região de Videira, SC, vide custos na Tabela 2:

Tabela 2 – Orçamento de três conjuntos para sistema de aproveitamento da água da chuva em granjas de suínos e aves

Conj.	Demanda, L	Captação, área, m <sup>2</sup>	Cisterna, m <sup>3</sup>	Custo, R\$
1	13.575	3.763,80	225	87.486,74
2	534	1.183,71	100	72.300,76
3	674	2.794,80	200	68.805,41
Total	14.784	7.742,31	525	228.592,91

Fonte: os autores.

O Conjunto 3 mostra-se mais econômico, considerando o volume de água armazenado. O Conjunto 2 é o mais oneroso, pois requer maior metragem de tubos condutores da água pluvial para vencer a distância no terreno. O orçamento evidencia que a tubulação para a condução das águas representa cerca de 30% do valor total da obra.

As cisternas, em geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), demandam: escavação e preparação da vala; colocação da geomembrana de PEAD; cobertura em estrutura metálica; proteção das bordas (vala de ancoragem); medidas de precaução quanto ao acesso e cerca entorno do reservatório.

## CONCLUSÃO

As atividades de suinocultura e avicultura podem beneficiar-se com projetos de engenharia dimensionados com base em estudos hidrológicos e hidráulicos para o aproveitamento da água da chuva. A modulação em três sistemas reduz custos com tubulação e bombeamento e possibilita a construção independente de cada sistema. Conclui-se que, quanto mais próximos os locais de armazenamento das edificações, mais econômico o sistema. Além do menor consumo de água subterrânea, espera-se a economia de energia gasta com motobombas na propriedade.

## REFERÊNCIAS

BACK, A. J.; BONETTI, A. V. Chuva de projeto para instalações prediais de águas pluviais de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 260-267, 2014.

LUVIZON, F. **Processamento e atualização de dados de precipitação e vazão da bacia do Rio do Peixe – SC (1977-2015)**. 2016. 93 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, 2016.

OLIVEIRA, Paulo A. V. et al.

**Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. 38 p. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_v7r28u3f.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v7r28u3f.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2017.

# TURBINA PULSOJATO PARA UTILIZAÇÃO EM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) DE ASA FIXA

Douglas Roberto Zaions<sup>1</sup>; Matheus Z. Chemin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor no Curso de Engenharia Mecânica da Universidade do Oeste de Santa Catarina; douglas.zaions@unoesc.edu.br

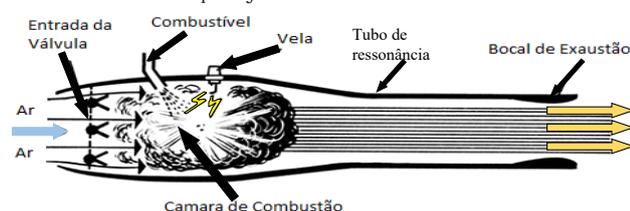
<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; matheus\_chemin@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Atualmente o desenvolvimento tecnológico tem propiciado a construção de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), de pequeno e médio portes para as mais diversas missões envolvendo pequenas, médias ou grandes distâncias percorridas com velocidades pequenas e moderadas. Para realizar missões de média e grandes distâncias em tempos cada vez mais reduzidos, os VANTs necessitam operar com velocidades cada vez maiores, exigindo motores de propulsão mais potentes e mais onerosos.

Uma das alternativas para otimizar a utilização dos VANTs seria o uso da turbina pulsojato (Desenho 1), que, por ser uma turbina de princípio de funcionamento simples e por não apresentar partes rotacionais, consiste em um sistema de fácil fabricação e pouco oneroso quando comparado com os motores à combustão, elétricos e a jato (MIRAGLIA, 2004). Entretanto, para que tal turbina seja utilizada em VANTs, é preciso a realização de novas pesquisas com desenvolvimento de protótipos para testar suas funcionalidades.

Desenho 1 – Turbina pulsojato



Fonte: Miraglia (2004).

## METODOLOGIA

Caracterizada como uma pesquisa científica, de cunho teórico-prático, foram utilizadas técnicas padronizadas para a coleta e o tratamento de dados, vinculadas com

a pesquisa exploratório-descritiva, com a realização de levantamento bibliográfico e com a pesquisa-ação.

O projeto da turbina pulsojato foi realizado a partir da Metodologia de Projeto de Produtos Industriais proposta por Pahl e Beitz (1996), amplamente utilizada na área de Engenharia Mecânica. O planejamento do produto e o planejamento do projeto permitem, respectivamente, conhecer sistemas similares e suas características técnicas e gerenciar o projeto com as atividades que são propostas. Para transformar as ideias e necessidades iniciais do projeto em um protótipo físico, realizaram-se as seguintes tarefas: projeto informacional ou esclarecimento da tarefa; projeto conceitual; projeto preliminar; e projeto detalhado.

Para o desenvolvimento do protótipo virtual se utilizou como software de apoio e análise o SOLIDWORKS®, em que se realizou o modelamento geométrico da turbina pulsojato de acordo com os cálculos e resultados determinados em uma planilha do Excel® na forma de um memorial de cálculo.

Com os desenhos individuais das peças e do conjunto, utilizaram-se as máquinas e os equipamentos disponíveis no Laboratório de usinagem da Unoesc para a fabricação dos componentes do protótipo. Em seguida, montou-se o protótipo da turbina e realizaram-se os testes da turbina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto da turbina pulsojato para utilização em veículo aéreo não tripulado foi o objetivo com o trabalho.

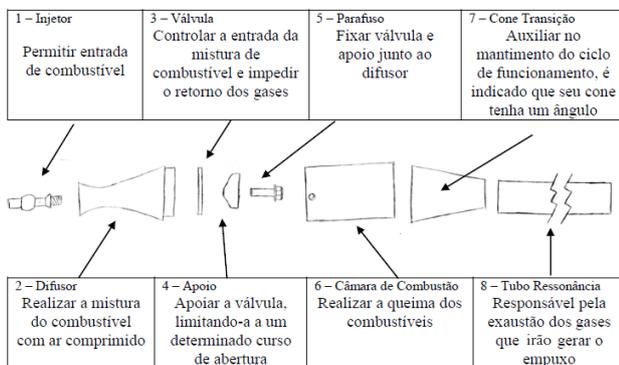
Na etapa de planejamento do projeto todas as ações a serem desenvolvidas foram sistematicamente definidas e planejadas para serem realizadas durante o tempo disponível do projeto.

Na etapa de planejamento do produto analisaram-se as tecnologias envolvidas na turbina pulsojato com o foco

no uso de materiais leves e dimensões reduzidas de modo a facilitar a decolagem, o voo e a aterrissagem dos VANTs. Em relação ao projeto informacional, identificou-se a problemática, o ciclo de vida e, de suma importância, os requisitos do projeto, que surgem do aprimoramento técnico das necessidades do cliente. As etapas que constituem a fase de projeto informacional realizadas foram: identificação do problema de projeto; identificação da demanda; identificação do ciclo de vida do produto; levantamento das necessidades do cliente; requisitos de projeto; e especificação de projeto de produto.

No projeto conceitual definiu-se a estrutura funcional da turbina pulsojato (Figura 1), transformando o conceito do produto em um protótipo físico (Fotografia 1) a partir do Projeto Preliminar e Detalhado.

Figura 1 – Funções da turbina pulsojato e seus elementos



Fonte: os autores.

Fotografia 1 – Protótipo físico da turbina pulsojato



Fonte: os autores.

A fim de apresentar a descrição das etapas desenvolvidas no projeto e demonstrar o funcionamento do protótipo da turbina pulsojato desenvolvida, insere-se neste resumo (Figura 2) um código de barras bidimensional denominado Código QR, que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera.

Figura 2 – Código QR



Fonte: os autores.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento da pesquisa resultou em informações altamente satisfatórias para a equipe de projeto, pois possibilitou o estudo da turbina pulsojato, o desenvolvimento de seus cálculos e também a fabricação de seus componentes com a montagem e o teste de um protótipo, avaliando positivamente seu funcionamento com a possibilidade de implementar em VANTs de asa fixa.

## AGRADECIMENTO

Gostaríamos de agradecer a todos que ajudaram nesta pesquisa, em especial ao Prof. Rogério Pasinato e ao Tec. Mec. Denis Dotti, que auxiliaram com seus conhecimentos na fabricação do protótipo físico da turbina.

## REFERÊNCIAS

- MIRAGLIA, J. **Conhecendo o Pulsojato**. 2004. Disponível em: <<http://www.minifoguete.com.br/silverjet/artigo.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. Berlim: Springer Verlag, 1996.
- SIMPSON, B. **The Enthusiast's Guide to PULSEJET ENGINES**. 2. ed. New York: [s.n.], 2004.
- VEDIA, R. M. **Motores Térmicos**. Buenos Aires: Reverté, 1957.

## USO DO SISTEMA SAP MÓDULO PM PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DO MEIO-OESTE CATARINENSE

Jorge Dantas R. Cordeiro<sup>1</sup>; Pablo M. Belchor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; jdrccjorgecordeiro@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; pablo.belchor@unoesc.edu.br

### INTRODUÇÃO

Com este trabalho visou-se incorporar as ferramentas do módulo PM disponível no software SAP para assim promover a gestão da manutenção, garantindo maior confiabilidade e manutenção dos equipamentos. Dessa forma, possibilitou monitoramento de ações que refletiram em produtividade ou formas de evidenciá-la, auxiliando os gestores nas tomadas de decisões.

### METODOLOGIA

O presente estudo foi de cunho quantitativo e apresenta o processo de implantação do sistema integrado de informações com uso do software SAP para gerenciamento e processamento de informações, especificamente dentro da área de manutenção para controle e planejamento das manutenções corretivas e preventivas com suas inspeções e lubrificações.

Foi realizada uma pesquisa de cunho descritivo, sendo iniciada pelo levantamento dos dados de equipamentos, manuais, históricos de defeitos e periodicidade de falhas. Posteriormente, foi elaborada uma planilha de carga para que os dados colhidos pudessem ser inseridos no sistema viabilizando a estrutura de controle e gerenciamento das demandas de manutenção.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

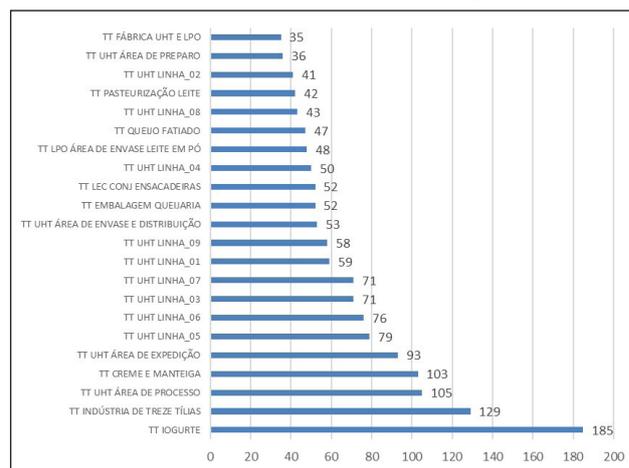
Os títulos de cada plano e listas foram padronizados com descrição que identifica o tipo de plano, unidade, período e equipamento respectivo de cada unidade, facilitando a identificação da unidade à qual pertence cada plano. No perfil de acesso foram feitas restrições às transações indesejadas, impedindo que as ações do usuário causassem distorções

nos custos dos produtos. No processo de devolução de remessa para conserto de peças foi definida a sequência de atividades de cada setor. O módulo PM permite a criação de indicadores de produtividade da equipe de manutenção considerando as horas apontadas dentro do sistema SAP mais as informações obtidas pelo RH.

O resultado do mês de agosto mostra que três colaboradores ficaram com resultado acima dos 75% e isso representa 8% do total da equipe; 14 ficaram entre 50% e 75%, representando 36% do total da equipe; e a maior parte da equipe ficou com resultado inferior a 50% de produtividade, sendo um total de 22 colaboradores, representando 56% do total da equipe.

No mês de julho foram registradas 2.205 falhas em que se apresenta o Gráfico 1 com 20% (22 locais de instalação) dos maiores números de falhas considerando os 112 locais de instalação:

Gráfico 1 – Número de falhas nos setores no mês de julho 2017



Fonte: os autores.

No nível de atendimento dos pedidos de manutenção elucidamos com o gráfico de resultado de notas abertas e fechadas as quantidades de notas e percentuais que refletem em resultados atingidos ao longo dos meses.

## CONCLUSÃO

A partir da realização deste estudo, pôde-se evidenciar que estabelecendo os requisitos e critérios corretos, é possível melhorar um processo. Facilitou-se os acessos e caminhos a serem feitos pelas áreas, conseqüentemente refletindo também na necessidade de melhoria contínua para aprimoramento e melhores resultados da empresa.

Observando os indicadores de produtividade da manutenção, pôde-se perceber em que nível se encontra a equipe, ajudando os gestores nas decisões estratégicas, sendo importante pontuar que um sistema novo, com indicadores de monitoramento conforme citados neste estudo, pode inicialmente não representar dados reais, considerando que o registro de dados no sistema está sendo difundido e será consolidado ao longo do tempo. Com o amadurecimento da equipe na prestação de serviço registrada dentro do sistema, pode-se entender a necessidade de redução ou aumento do quadro de funcionários e se estabelecer um valor de custo final dos produtos mais coerente, dado que absorvendo o apontamento de horas corretas das manutenções, o valor total nos custos é rateado para os produtos cujas máquinas receberam intervenções.

Como sugestão para melhoria dos indicadores de produtividade, pode-se monitorar os apontamentos de horas e semanalmente passar o relatório para os gestores. Dessa maneira, pode-se ter a oportunidade de tratar pontualmente eventuais tendências não concebíveis.

Do histórico de notas abertas e fechadas, expõe-se constatar essencialmente maior acompanhamento dos pedidos de manutenção para que o indicador de atendimento fique próximo do percentual de 100%, ou definir junto aos gestores qual meta é a melhor para atender à demanda de notas abertas em relação às notas fechadas.

Como sugestão na melhoria do histórico de notas, o PCM pode periodicamente enviar o histórico de abertura e fechamento de notas, auxiliando os gestores no cumprimento desse indicador.

## REFERÊNCIAS

COLANGELO, F. L. **Implantação de sistemas ERP (Enterprise Resource Planning):** um enfoque de longo prazo. São Paulo: Atlas, 2001.