

OBTENÇÃO DE BLENDA E NANOFIBRAS POLIMÉRICAS PARA APLICAÇÃO EM REGENERAÇÃO TECIDUAL.	02
ESTUDO DE DISTINTOS PROCESSOS DE CURTIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM CURTENTE ALTERNATIVO.	08
AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DE UM GUINDASTE SUBMETIDO A BAIXAS TEMPERATURAS.	13
MORTEROS GEOPOLÍMEROS BASADOS EN CENIZAS VOLANTES CON LA INCORPORACIÓN DE UN RESIDUO DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO.	18
A CULTURA ORGANIZACIONAL E SUA INTERAÇÃO COM OS PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NAS EMPRESAS DE MÉDIO E PEQUENO PORTE.	23
AVALIAÇÃO NUMÉRICA DO PRÉ-COLETOR DE PARTICULADOS DE UMA USINA DE ASFALTO.	30
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS IMPREGNADOS COM POLIURETANO (PU) E ACETATO DE ETIL VINILA (EVA) NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL.	42
MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO COM FOCO NAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE.	47
ESTUDO E SIMULAÇÃO DE ALTO FALANTES A PARTIR DE MATERIAIS SINTERIZADOS.	52
APLICAÇÃO DE FOTOELETROOXIDAÇÃO COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO E AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE EM <i>ALLIUM CEP</i>.	58
MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA AEROGERADORES.	66

Obtenção de blendas e nanofibras poliméricas para aplicação em regeneração tecidual

Carina Maiara da Silva¹ (carinamaiara2010@hotmail.com)

Orientadora: Vanusca Dalosto Jahno²
Universidade Feevale

Palavras Chave: Biomaterial. Blendas. Regeneração Tecidual.

1 INTRODUÇÃO

Os polímeros vêm sendo estudados por muitos anos devido a sua boa *performance* em diferentes campos da Química. Na Biomedicina tem apresentado um importante papel por se adequarem em diversos meios, o que facilita seu uso para aplicação em biomateriais. Estes podem ser utilizados em contato com sistema biológico ou ainda, substituindo algum tecido ou órgão do corpo e estimulando a formação óssea.

A nanotecnologia vem se destacando ao longo dos anos devido à versatilidade em suas aplicações, dentre elas, está a produção de nanofibras para uso como biomateriais.

A recente parada do desenvolvimento de novos polímeros sintéticos tem ocasionado o desenvolvimento de inúmeras blendas utilizando polímeros naturais, com o intuito de otimizar as propriedades de polímeros convencionais existentes.

Baseado nesses fatos, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um biomaterial que possa ser usado para regeneração tecidual, o qual utilize matérias primas de origem nacional através de blendas e nanofibras de amido, celulose bacteriana e PHA's.

Os polímeros naturais escolhidos para realizar as blendas são o amido, os poli (hidroxi ácidos) (PHA's) e a celulose bacteriana. O amido representa uma classe abundante de polímeros no Brasil, enquanto os PHA's apresentam grupos na sua estrutura química que mostram forte tendência à degradação quando em contato com meios biológicos, característica dos poliésteres alifáticos. Já a celulose bacteriana apresenta importantes características como elasticidade e elevada capacidade de retenção e absorção de água.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BIOMATERIAIS

¹ Bacharel em Engenharia Industrial Química (2012) e Mestranda em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais da Universidade Feevale.

² Doutora em Medicina e Ciências da Saúde / PUCRS (2009). Pesquisadora e Professora na Feevale. Atua no Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais e no Mestrado em Qualidade Ambiental.

Biomateriais são materiais que podem ser utilizados em dispositivos médicos, em contato com sistemas biológicos. Podem ser definidos ainda, como parte de um sistema que trata, aumenta ou substitua qualquer tecido, órgão ou função do corpo (O'BRIEN, 2011; SOARES, 2005; VASQUES, 2007).

A escolha de um material para ser usado como biomaterial depende da análise de uma série de requisitos, como por exemplo, a biocompatibilidade e a biodegradabilidade. A biocompatibilidade é entendida como o efeito que ocorre do ambiente orgânico no material e efeito que ocorre do material no organismo. Já a biodegradabilidade é o fenômeno em que o material é degradado ou solubilizado, desaparecendo do sítio de implantação, bem como a velocidade de degradação do material (OLIVEIRA et al, 2010).

Um dos polímeros mais utilizados em biomateriais são os bioabsorvíveis. Esse tipo de polímero, após certo período de tempo em contato com os tecidos são absorvidos por degradação ou solubilização pelo organismo (CABRAL, 2012; JAHNO, 2005). Dessa forma, o polímero bioabsorvível não poderá dar respostas indesejadas no meio biológico, onde estará aplicado (CASARIN, 2010).

O desenvolvimento de novos polímeros tem estagnado nos últimos anos ao mesmo tempo em que vêm aumentando o interesse de pesquisadores pela utilização e aplicação de blendas poliméricas, onde são utilizados polímeros já existentes (FUZARI, 2008; SCHLEMMER, 2007; SIMIELLI, 1993).

2.2 BLENDA

As blendas poliméricas são obtidas a partir da mistura física de dois ou mais polímeros (BONA, 2007; CASARIN, 2010; FUZARI, 2008; SCHLEMMER, 2007; VASQUES, 2007). Essa mistura pode ser obtida por solução (*casting*) e seguida de posterior evaporação do solvente ou ainda por mistura mecânica, seguida por fusão dos constituintes e resfriamento (CASARIN, 2010; FUZARI, 2008; SCHLEMMER, 2007).

A utilização de blendas biodegradáveis tem atraído o interesse em determinados estudos com o propósito de aumentar a taxa de biodegradação de determinado material (CASARIN, 2010).

2.3 NANOFIBRAS

A técnica de eletrofição, *electrospinning*, foi demonstrada como um meio eficaz para a produção de *scaffolds* com propriedades controláveis e são capazes de sustentar a viabilidade celular. *Scaffolds* biodegradáveis são geralmente reconhecidos como elementos indispensáveis na

engenharia de tecidos. Eles são usados como suporte temporário para célula (BURGER, 2006; ZHANG et al, 2005).

Nanofibras poliméricas foram consideradas para uso como *scaffolds* para engenharia de tecidos como cartilagens, ossos, vasos sanguíneos arteriais, coração, nervos (ZHANG et al, 2005).

2.4 PRODUÇÃO DAS BLENDA E NANOFIBRAS

Para produção das blendas e das nanofibras serão utilizados o amido, PHA's e a celulose bacteriana.

O amido pertence à classe dos polissacarídeos e ocorrem naturalmente em caules, raízes ou sementes de plantas como milho, trigo, arroz, cevada e batata. Também é considerado um dos polímeros naturais mais baratos e ocorre em abundância. (GIL, FERREIRA, 2006; VROMAN, TIGHZERT, 2009).

O amido é formado por dois polissacarídeos: A amilose e a amilopectina. A amilose representa cerca de 20 - 30% do amido e tem a sua estrutura linear e cristalina, enquanto que a amilopectina representa cerca de 70 – 80% do amido e apresenta estrutura ramificada e amorfa (GIL, FERREIRA, 2006; VROMAN, TIGHZERT, 2009).

A utilização do amido em biomateriais tem desenvolvido estudos devido ao fato do amido ser facilmente degradado pelo meio biológico e posteriormente metabolizado e excretado (VASQUES, 2007).

Os PHA's pertencem a família dos polímeros naturais que compreendem ésteres alifáticos e são produzidos bioquimicamente por fermentação microbiana. Sendo que o processo de degradação dos poliésteres é realizado pela hidrólise (FUZARI, 2008; LEJA, LEWANDOWICZ, 2009),

O Poli (hidroxibutirato) (PHB) é um exemplo de PHA's. Enquanto a degradação do PHB pode variar de 6 à 12 meses, dependendo do ambiente, os polímeros convencionais à base de petróleo demoram de 40 à 200 anos para degradar (FUZARI, 2008).

A celulose bacteriana (CB) é produzida através da biossíntese de bactérias do gênero *Glucanacetobacter*, *Rhizobium*, *Sarcina*, *Agrobacterium* e *Alcaligenes* (BELGACEM, GANDINI, 2008). Quimicamente, a CB é um homopolissacarídeo linear que tem como unidade estrutural a celobiose. Biossintetizada tem a estrutura química semelhante a da celulose vegetal $(C_6H_{10}O_5)_n$, porém apresenta uma maior cristalinidade (60 – 90%) e também uma maior pureza, já que estaria inerte de outros componentes naturais, como por exemplo, a lignina e a hemicelulose (ALMEIDA et al, 2012; BELGACEM, GANDINI, 2008; BERTI, 2012; RECOUVREUX, 2008). Além disso, a CB é hidrofílica, sendo que 99% do seu volume são constituídos de líquido (BERTI, 2012).

Estudos mostram que a CB é capaz de se integrar ao tecido hospedeiro *in vivo* sem induzir a processos inflamatórios ou rejeição (BERTI, 2012; RECOUVREUX, 2008).

3 METODOLOGIA

A técnica para produção das blendas será por *casting* e para produção das nanofibras será utilizada a técnica de *electrospinning*. As blendas serão desenvolvidas no Laboratório de Estudos Avançados da Universidade Feevale. As nanofibras serão desenvolvidas na Faculdade de Química da PUCRS. Após a confecção das blendas e das nanofibras, as amostras serão avaliadas em relação ao seu comportamento térmico pela Análise Termogravimétrica (TGA) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC). O comportamento morfológico será avaliado através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Também serão executadas análises de Infravermelho (IV), além da avaliação da degradação das amostras. Para simular a degradação das amostras, as mesmas serão imersas em solução tampão fosfato salino (PBS) e saliva artificial, simulando o fluído biológico.

4 RESULTADOS

Os resultados esperados são blendas e nanofibras poliméricas adequadas para aplicação na regeneração tecidual ou suportes para crescimento celular.

5 DISCUSSÃO

A parte prática está no início e não se dispõe de resultados aptos para discussão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do desenvolvimento de polímeros para utilização na reengenharia tecidual está cada vez maior. A utilização de blendas de polímeros naturais está sendo desenvolvida neste trabalho para satisfazer a ausência deste produto fabricado com matérias primas nacionais. Isso poderá satisfazer a população brasileira, uma vez que os materiais locais utilizados no processo serão mais acessíveis que os importados.

7 AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Universidade Feevale, à sua orientadora Dra. Vanusca Dalosto Jahno e à A.S.Technology pelo apoio financeiro.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Denise M. et al. Propriedades físicas, químicas e de barreira em filmes formados por blenda de celulose bacteriana e fécula de batata. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/polimeros.2013.038>> Acesso em 7 mai. 2013.

BELGACEM, Mohamed Naceur; GANDINI, Alessandro. **Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources**. Disponível em: <www.bookselsevier.com> Acesso em: 25 jun. 2013.

BERTI, Fernanda Vieira. **Desenvolvimento de Estruturas Vasculares Endotelizadas em Scaffolds de Celulose Bacteriana**. 2012. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

BONA, Jaqueline Ceolin. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Curso de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos – Desenvolvimento de Processos na Indústria de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CABRAL, Emanuelli Lourenço. **Síntese e caracterização de poliuretanos bioestáveis com potencial aplicação na área cardiovascular**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) Programa de Pós Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

CASARIN, Suzan Aline. **Blendas de PHBV e PLC para uso em dispositivo de osteossíntese**. 2010. 187 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) Programa de pós graduação em ciências e Engenharia de materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

FUZARI, Gilberto de Campos Jr. **Obtenção e caracterização de filmes de PHB e blendas de PHB com borracha natural**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) Faculdade de Engenharia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, 2008.

GIL, M. H.; FERREIRA, P. Polissacarídeos como biomateriais. **Química**, n. 100, p. 72-74, Jan – Mar, 2006.

JAHNO, Vanusca Dalosto. **Síntese e caracterização do poli (L-Ácido Lático) para uso como biomaterial**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais - PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LEJA, Katarzyna; LEWANDOWICZ, Grazyna. Polymer Biodegradation and Biodegradable Polymers – a Review. **Polish J. of Environ. Stud.** v. 19, n. 2, p. 255-266. 2010.

O'BRIEN, Fergal J. Biomaterials & Scaffolds for Tissue Engineering. **Materials Today.** v. 14, n. 3, Mar. 2011.

OLIVEIRA, Luciana Soares de Andrade Feritas; et al. Biomateriais com aplicação na regeneração óssea: Método de análise e perspectivas futuras. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas.** Salvador, BA, 2010.

RECOUVREUX, Derce de Oliveira Souza. **Desenvolvimento de Novos Biomateriais Baseados em Celulose Bacteriana para Aplicações Biomédicas e de Engenharia de Tecidos.** 2008. 145 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SCHLEMMER, Daniela. **Preparação, caracterização e degradação de blendas de poliestireno e amido termoplástico usando glicerol e óleo de buriti (*Mauritia Flexuosa*) com plastificantes.** 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado) Instituto de Química, Laboratório de pesquisa em polímeros, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SIMIELLI, Edson Roberto. Principais características das blendas poliméricas fabricadas no Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia.** jan-mar, 1993.

SOARES, Glória de Almeida. Biomateriais. **Fórum de Biotecnologia de Biomateriais.** Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2005.

VASQUES, Caroline Teixeira. **Preparação e caracterização de filmes poliméricos a base de amido de milho e polipirrol para aplicação como biomaterial.** 2007. 140 f. Tese (Doutorado em Química) Curso de Pós Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VROMAN, Isabelli; TIGHZERT, Lan. Biodegradable Polymers. **Materials,** 2, 307 – 344, 2009.

ZHANG, Y. et al. Recent development of polymer nanofibers for biomedical and biotechnological applications. **Journal of Materials science: Materials in Medicine.** v.16, p. 933-946, 2005.

ESTUDO DE DISTINTOS PROCESSOS DE CURTIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM CURTENTE ALTERNATIVO

Daiana Feijó Ritterbusch, daianafeijo@feevale.br

Patrice Monteiro de Aquim, patrice@feevale.br

Universidade Feevale, ERS 239, 2755 – Novo Hamburgo/RS Cep. 93315290

Palavras chaves: Curtimento. Tetra-hidroxi-metil-fosfônio. impacto ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa surgiu de uma necessidade de novas opções de curtimento para transformar peles em couro, assim, o trabalho propõe alternativas para tornar o processo de ¹curtimento de couros mais sustentável. A proposta em questão visa à combinação de um curtente alternativo com tanino vegetal para produção de couros. Este estudo, também, proporciona uma melhoria de processos no que diz respeito a resíduos e qualidade do couro, uma vez que os couros produzidos serão isentos de cromo. O curtente testado e comparado será o tetra-hidroxi-metil-fosfônio (THPS), bem como sua combinação com curtentes de tanino vegetal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O setor coureiro, englobando todas as suas ramificações e atividades afins, constitui um expressivo segmento sócio econômico brasileiro ocupando uma posição destacada na pauta de manufaturados do País (IBGE, 2013). Em contrapartida, os curtumes são indústrias que causam elevado impacto ambiental.

Além da necessidade de minimização do impacto causado nas águas, os processos produtivos do couro geram muitos resíduos. Os resíduos sólidos gerados como subprodutos em curtumes são de três tipos: resíduos não curtidos, resíduos curtidos e resíduos de couros tingidos e acabados. Dentre os fatores poluidores, é importante salientar o emprego de sais de cromo no processo de curtimento, gerando resíduos com a presença do metal cromo, que, segundo a norma brasileira NBR-10004 da ABNT, são classificados como Resíduos Classe I - Perigosos, necessitando tratamento e disposição específica. Assim curtimentos alternativos ao cromo resolveriam esta problemática. E a remoção do cromo deste resíduo o excluiria do resíduo classe I,

¹ **Daiana Feijó Ritterbusch** – Engenheira Ind. Química (2012), em andamento mestrado Profissional em Tecnologia de Materiais e Processos, participante do grupo de couro da pós-graduação em materiais da Universidade Feevale.

Patrice Monteiro de Aquim - Engenheira Química (2002), mestrado em Engenharia Química (2004), doutorado em Engenharia Química (2009). Professora e pesquisadora da Universidade Feevale.

ou ainda mais promissor serviria de matéria para outros fins nobres como uso do colágeno em cosmética por exemplo.

O curtimento é a etapa em que acontece a transformação propriamente dita da pele em couro, etapa na qual utiliza-se curtentes minerais ou vegetais. Nesta etapa, ocorre o aumento da estabilidade de todo o sistema do colágeno, diminui a capacidade de intumescimento do mesmo, aumenta a temperatura de retração. Existe uma grande gama de curtentes minerais e vegetais, sendo que, o curtente mineral mais utilizado é o sulfato de cromo pelas características que agrega ao couro; e o curtente vegetal e o tanino de acácia negra (WENZEL E MARCILIO, 2008).

3. METODOLOGIA

O trabalho constituiu em realizar o curtimento em peles piqueladas com fosfônio (THPS) e tanino vegetal em diferentes combinações, sendo a pele dividida em quatro partes para comparação dos testes em uma mesma base, tendo como ponto comparativo entre os testes a parte central do grupão.

Para o teste de curtimento apenas com tanino, foi utilizado 25% de tanino de acácia modificado, no curtimento apenas com THPS, foi utilizado 2,5% de fosfônio (THPS). Na combinação dos curtentes no mesmo banho, foi utilizado 1% de fosfônio e 30% de tanino, e utilizando 0,5% fosfônio (THPS) como pré curtente e 10% de tanino como curtente, pelo fato de a pele ter uma menor espessura.

Para comparação dos processos e aferição da qualidade do produto formado, foram efetuadas as seguintes análises:

-As análises realizadas no couro: retração (realizado no couro curtido seguindo a norma ABNT NBR 13335:2001), solidez a luz (segundo norma ABNT NBR 14730 (2001)), resistência à tração e envelhecimento acelerado.

- As análises realizadas no banho residual foram: Demanda química de oxigênio e demanda bioquímica de oxigênio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes realizados foram identificados como: curtimento com a combinação de tanino com THPS - 2V, o curtimento apenas com THPS - 2VI, o curtimento apenas com tanino - 2VII, e o pré-curtimento com THPS e curtimento com tanino - 2VIII, onde pode-se observar os resultados dos testes de DBO₅ e DQO, no gráfico 1.

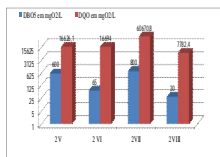


Gráfico 1: DBO₅ e DQO, dos banhos residuais dos distintos curtimentos.

De acordo com a resolução Consema nº128/2006, para a vazão de 20 m³/d o valor máximo de emissão para DBO₅ é de 180 mgO₂L⁻¹ e para DQO este valor é de 400 mgO₂/L. Observa-se no gráfico 1 no que refere-se a DBO₅ obteve-se resultados muito elevados os testes 2V e 2VII, os demais testes ficaram dentro do parâmetro da resolução. No que diz respeito à DQO nenhum dos testes passaram no parâmetro da resolução. O resultado de altas concentrações para os testes com taninos já era esperado, uma vez que o principal resíduo gerado na etapa de curtimento com taninos vegetais trata-se do rejeito líquido contendo elevado teor de tanino, polifenóis, que por seu elevado peso e volume molecular apresenta baixo esgotamento. Além disso, a elevada carga orgânica no rejeito líquido exige alto consumo de oxigênio (MOREIRA E TEIXEIRA, 2003). O curtimento com a combinação do Tanino com o THPS teve grande melhora no esgotamento no banho, assim pode-se dizer que o processo foi otimizado.

Foram realizados testes físicos nos couros produzidos, sendo que segundo Naviglio *et. al.* (2011), os couros curtidos com THPS em temperatura de 100°C, a retração fica em torno de 25%, apresentando ótimo alveijamento, solidez à luz e ao suor. Com isso buscou-se melhorar tais características nas combinações propostas. Assim foram realizados os testes de retração dos couros apenas curtidos, conforme observamos na figura 1 os couros com as combinações com Tanino.

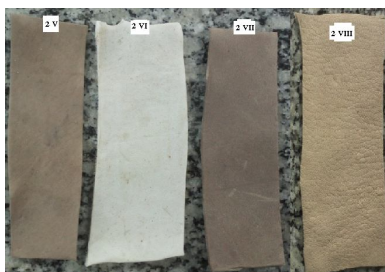


Figura 1: 2 V – curtimento com a combinação de THPS com Tanino; 2 VI - curtimento com THPS; 2 VII - curtimento com Tanino e 2 VIII – curtimento com TAM no couro pré-curtido com THPS.

De acordo com o parâmetro especificado pela ABNT NBR13335:2001 é de 2% retração permitido. Tendo os seguintes resultados: Tanino combinado com THPS – 20% de retração, Curtimento com THPS – 22% de retração, curtimento com Tanino – 45% de retração e o pré-curtimento com THPS e curtimento com Tanino – 28% de retração. Pode-se dizer que os couros

com as combinações com THPS teve resultados satisfatórios, apesar de nenhum dos testes alcançarem o parâmetro da norma. No requisito de solidez à luz, pode-se observar os resultados na Figura 2.

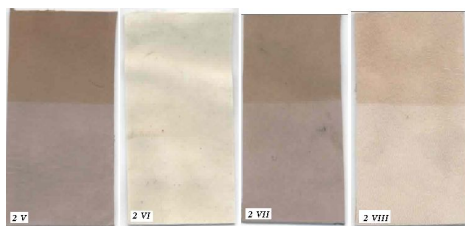


Figura 2: Teste de solidez a luz com as combinações: 2 V – curtimento com a combinação de THPS com Tanino; 2 VI - curtimento com THPS; 2 VII - curtimento com Tanino e 2 VIII – curtimento com Tanino no couro pré-curtido com THPS.

De acordo com a figura 2, pode-se observar o teste de solidez à luz realizado nos couros apenas curtidos com as combinações de Tanino com THPS, sendo que a parte que foi exposta a luz foi a parte superior das amostras. O que pode-se observar é que o uso do THPS no mesmo banho de curtimento do Tanino não teve grande efeito no que diz respeito ao curtimento apenas com Tanino, porém é nítido tanto a melhora na solidez a luz, quanto a melhora na cor da combinação do pré-curtimento com THPS e curtimento com Tanino, onde houve alveijamento na cor do couro.

Nos testes de resistência à tração observa-se que os resultados que ficaram acima do valor de referência foram os testes 2VI e 2VIII, sendo utilizado como referência 50 N (LAMB, SARMENTO, HASS, *et al.*, 2005).

Conforme Malmann (2004), os ensaios de alongamento possuem valores orientativos de no máximo 45%, sendo assim, observou-se que os melhores resultados foram os couros com a combinação do curtimento de Tanino com THPS e pré-curtimento com THPC, tendo seus resultados 45,2% e 41,4% respectivamente.

Observa-se-se no que diz respeito ao envelhecimento acelerado, os melhores resultados foram dos testes, 2VI e 2 VIII que tiveram o mesmo resultado de grau 4.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como um fator muito preocupante na indústria do couro ser a carga poluente descartada em forma de resíduo líquido ou sólido o presente trabalho está tingindo seu objetivo, uma vez que está conseguindo, através de novas propostas de curtimento, diminuir a quantidade de curtentes prejudiciais ao meio ambiente, trazendo alternativas de combinações que se mostraram eficientes nos testes realizados.

6. REFERENCIAS

Instituto brasileiro de Geografia e Estatística <<http://www.ibge.gov.br/home/>> acesso em Maio2013.

LAMB, L.H.; SARMENTO, L. I. N., HASS, M. E. A., *et al.* **Extratos de Mimosa modificados quimicamente para obter-se melhor solidez a luz.** XVII Congresso ABQTIC, Anai vol. 1, 2005.

MALLMANN, N.; BLAUTH, T.. **Qualidade na administração de resultados de ensaios físico-mecânicos.** Estancia Velha, SENAI, 2004.

MOREIRA, M. V.; TEIXEIRA, R. C.. **Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional.** Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas (Projeto Desenvolvimento Sustentável da Indústria do Couro em MG e no RS), 2003.

NAVIGLIO, B., *et. al.* **Sistemas de curtimentos alternativos ao cromo, Chrome Free e Metal Free.** Departamento dos estudos, das instituições e dos sistemas territoriais, universidade dos estudos de Nápoles “Pathenólpe”, 2011.

WENZEL, B. M.; MARCÍLIO Nilson Romeu. **Redução carbotérmica do cromo contido nas cinzas do tratamento térmico de resíduos de couro visando a obtenção de liga ferrocromo e sulfato de cromo.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Dissertacao de Mestrado, 2008.

AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DE UM GUINDASTE SUBMETIDO A BAIXAS TEMPERATURAS

Anderson Braun – Feevale
Angela B.D. Moura - Feevale

Palavras-chave: Guindaste hidráulico articulado. Estrutura metálica. Baixas temperaturas.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho se concentra na pesquisa de referencial teórico para composição de uma tese de mestrado, buscando em material publicado (artigos, periódicos, teses de pós-graduação, etc.) bibliografia para embasamento teórico na área de guindastes e de normas nacionais e internacionais para projeto, dimensionamento e validação desses, bem como normas para uso de estruturas metálicas em ambientes de baixa temperatura, na faixa de 0° a -20°C.

O objetivo geral é o de pesquisar referencial teórico e gerar conhecimento sobre guindastes e normas para validação do projeto. Os objetivos específicos são criação de um banco de dados sobre o tema para uso futuro, realizar levantamento de dados relativos ao cálculo estrutural e determinar normas pertinentes ao comportamento da estrutura em ambientes de baixa temperatura embasados em normas nacionais e internacionais.

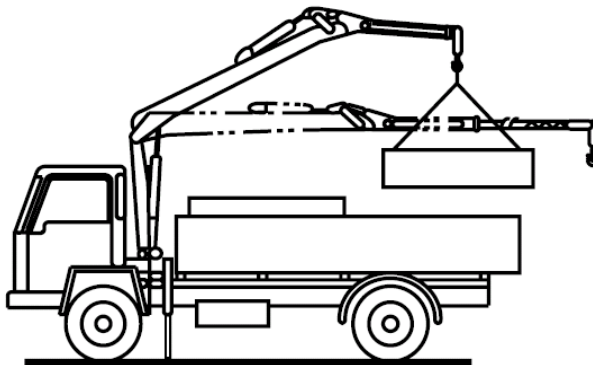
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O guindaste é a máquina mais importante usada para a movimentação vertical e horizontal de cargas, baseado no princípio da física no qual uma ou mais máquinas simples criam vantagem mecânica para mover cargas além da capacidade humana. São comumente empregados nas indústrias, terminais portuários e aeroportuários, aonde se exige grande mobilidade no manuseio de cargas e transporte (Assakkaf, 2003; OSHA 1910.180:2010).

-
1. Anderson Braun. Engenheiro de Seg. do Trabalho, Engenheiro Ind. Mecânico. Mestrando em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.
 2. Angela B. D. Moura. Doutora em Engenharia Mecânica, Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

São vários os tipos de guindastes existentes, porém esse estudo é restrito ao guindaste hidráulico articulado, conforme a Figura 2, que mostra um guindaste desse tipo montado em um caminhão.

Figura 2. Guindaste articulado hidráulico montado atrás da cabine.



Fonte: DIN EN 12999:2012

2.1 NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

A contínua evolução tecnológica dos bens de consumo duráveis e a necessidade de se implantar uma infraestrutura adequada para atender às demandas vitais da humanidade impôs o desenvolvimento de materiais de custo relativamente baixo cujo desempenho atendesse aos requisitos mecânicos, químicos e físicos necessários às mais variadas aplicações. Nesse conceito, muitas normas e requisitos foram definidos para garantir a segurança e padronizar a aplicação de materiais e o dimensionamento de equipamentos (Gorni, 2009).

No Quadro 1 são mostradas as normas levantadas na pesquisa realizada que são pertinentes ao tema proposto.

Quadro 1- Relação de normas sobre guindastes e aplicação de estruturas metálicas em baixas temperaturas.

(continua)

Norma	Descrição
DIN EN 12999:2013-02 Cranes – Loader cranes.	Requisitos mínimos para o projeto, cálculo, exames e testes de guindastes hidráulicos articulados e sua montagem em veículos ou fundações estáticas.
ABNT NBR 14768:2012 Guindastes – Guindaste articulado hidráulico – Requisitos.	Requisitos mínimos para o projeto, cálculo, inspeções e ensaios de guindastes articulados hidráulicos, bem como a respectiva instalação sobre veículos ou bases fixas.

Quadro 1- Relação de normas sobre guindastes e aplicação de estruturas metálicas em baixas temperaturas.

(conclusão)

Norma	Descrição
Eurocode 3. BS EN 1993-1-10:2005. Design of steel structures. Material toughness and through-thickness properties	Orientações de projeto para a seleção de aços para resistência a fratura e para propriedades através da espessura de elementos soldados onde existe um risco significativo de falha lamelar durante a fabricação.
PD 6695-1-10:2009 Recommendations for the design of structures to BS EN 1993-1-10	Informações não contraditórias complementares para uso na Inglaterra em conjunto com a BS EN 1993-1-10 e seu anexo nacional.
Eurocode 3 - BS EN 1993-1-12:2007 Design of steel structures: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S700.	Regras que podem ser usadas em conjunto com as EN1993-1-1, EN 1993-1-2, EN 1993-1-3, EN 1993-1-4, EN 1993-1-5, EN 1993-1-6, EN 1993-1-7, EN 1993-1-8, EN 1993-1-9, EN 1993-1-10, EN 1993-1-11, EN 1993-2, EN 1993-3-1, EN 1993-3-2, EN 1993-4-1, EN 1993-4-2, EN 1993-4-3, EN 1993-5 e EN 1993-6 para permitir que estruturas de aço possam ser projetadas com aços de grades maiores que S460 até S700.
BS 5950-1:2000 Structural use of steelwork in building — Part 1: Code of practice for design — Rolled and welded sections.	Recomendações para o projeto de estruturas de aço usando perfis de aço laminados a quente, barras, chapas e perfis estruturais conformados a frio em construções e estruturas aliadas não especificadas em outras normas.
National Annex (informative) to Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-10: Material toughness and through thickness properties.	Determinação e descrição dos parâmetros contidos nas cláusulas e subcláusulas da BS EN 1993-1-10:2005, sendo estas as cláusulas a 2.2 e 3.1 e fornece referências para informações não contraditórias

Fonte: Elaborado pelos autores

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico é o delimitar o tema da pesquisa, reduzindo a abrangência da busca de referencial. A pesquisa teórica foi realizada em bancos de dados de artigos publicados nacionais e internacionais, periódicos e revistas das áreas de Engenharia Mecânica e de Materiais. Os portais e bancos de dados utilizados na pesquisa foram o Scielo, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, Periódicos Capes, ScienceDirect e o Google Acadêmico.

4. RESULTADOS

Como resultado da pesquisa em bancos de dados de artigos nacionais e internacionais e de teses de mestrado e doutorado em universidades e centros de pesquisa, foram encontrados 22 artigos e publicações sobre guindastes, 81 artigos sobre uso de aço em estruturas metálicas, 28 artigos sobre comportamento de estruturas metálicas em baixas temperaturas e foram pesquisadas 26 normas nacionais e internacionais sobre guindastes e comportamento de materiais e estruturas metálicas em baixas temperaturas, das quais são citadas 7 nesse trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da pesquisa de referencial teórico é motivada pela necessidade de embasamento para formulação de tese de mestrado na área de materiais que está sendo desenvolvida pelos autores. Nesse aspecto, o banco de dados criado sobre o tema é de grande valor, pois propicia grande conhecimento, permitindo o correto desenvolvimento do trabalho proposto.

No campo de geração de conhecimento, a proposta do trabalho é atingida, uma vez que muito material teórico foi encontrado, propiciando o saber necessário para desenvolvimento da pesquisa.

Referências

ASSAKKAF, I. **ENCE 420** – Construction Equipment and Methods. Department of Civil and Environmental Engineering University of Maryland, College Park. Maryland. 2003

OSHA- OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION-1910.180. **Materials Handling and Storage**. Crawler locomotive and truck cranes. EUA. 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN EN 12999:2013-02 Cranes** – Loader cranes. Berlin. 2013

GORNI, A. A. **Aços avançados de alta resistência**: microestrutura e propriedades mecânicas. 5º Congresso de Corte e Conformação de Metais. São Paulo. 2009.

MORTEROS GEOPOLÍMEROS BASADOS EN CENIZAS VOLANTES CON LA INCORPORACIÓN DE UN RESIDUO DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO

Jherson E. Diaz – Universidad del Valle ¹

Silvia R. Izquierdo – Universidad del Valle ²

Fabiano André Trein – Universidade Feevale ³

Matheus Pieretti – Universidade Feevale ⁴

Ruby Mejia – Universidad del Valle ⁵

Alexandre Silva de Vargas – Universidade Feevale ⁶

Palabras clave: geopolímeros, resistencia compresión, modulo $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, modulo $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$.

1. INTRODUCCION

La tecnología de geopolimerización en la actualidad ha atraído la atención de los investigadores como solución viable a la reutilización y reciclaje de desechos sólidos industriales y subproductos, lo que genera un desarrollo sostenible y rentable para muchos problemas que tienen los residuos peligrosos en su tratamiento y almacenamiento en condiciones ambientales críticas (He, et al., 2013). El término geopolímero hace referencia a materiales sólidos sintetizados por reacción de un polvo aluminosilicato con una solución alcalina (Davidovits, 1982). Por su parte la geopolimerización se basa en la reacción química de minerales cuya composición es rica en sílice y alúmina, la cual en un entorno alcalino generan una disolución de átomos de Si y Al los cuales forman monómeros inorgánicos y finalmente son policondensados para obtener una estructura rígida (Rodríguez, 2008).

¹ Estudiante de Doctorado en ingeniería, Énfasis en Ingeniería de Materiales Universidad del Valle, Cali-Colombia.

² Estudiante de Doctorado en Ingeniería. Universidad del Valle – Cali - Colômbia.

³ Doutorando em Qualidade Ambiental PPGQA Universidade Feevale; mestre em ENG. Produção PPGEF UFRGS; Professor e Coordenador dos cursos de Graduação e Pós-Graduação da Universidade Feevale e Ftec.

⁴ Estudiante graduación Tecnología en construcción de edificios, Universidade Feevale

⁵ - Doctora, Profesora titular - Universidad del Valle Cali-Colombia

⁶ - Doutor, Professor Curso de Mestrado em Materiais e Processos Industriais Universidade Feevale

Generalmente se estudia la activación alcalina de materiales geopoliméricos sintetizados a partir de una sola materia prima tales como metacaolín (MK) y cenizas volantes tipo F (FFA), sin embargo existe otra línea de investigación basada en mezclas binarias entre los diferentes materiales anteriormente mencionados y mezclas de estos con otros subproductos, lo que permite investigar amplios rangos de composiciones químicas, creando materiales de diferentes características (Frenandez-Jimenez, et al. 2008; Izquierdo, et al. 2010; Fletcher, et al. 2005). Actualmente existen diversos subproductos para el desarrollo de este tipo de geopolímeros binarios, en el caso particular de esta investigación son tomados la ceniza volante tipo F (CV) y el lodo de anodizado de aluminio (LAA). La ceniza volante es un residuo de partículas finas transportadas por los gases de combustión después de la incineración del carbón en una central eléctrica y es, generalmente, capturada por precipitadores electrostáticos un filtro de mangas. La composición mineralógica depende del diseño de alimentación química de las cenizas volantes depende de la composición inicial del carbón. La ceniza volante es típicamente un aluminosilicato que puede llegar a contener 47 – 65% SiO₂, 23 – 31% Al₂O₃, 3 – 15% Fe₂O₃, 1 – 6% CaO, 0.75 – 2.60 MgO, 0.01 – 0.51 SO₃, 0.23 – 0.96 Na₂O, 0.84 – 3.78 K₂O, 1.07 – 2.1 TiO₂, 0.04 – 0.13 MnO, 0.32 – 0.78 de residuo insoluble y 0.31 – 3.59 de pérdida por calcinación. Los lodos de aluminio (LAA) son partículas sólidas provenientes del tratamiento de aguas residuales de las plantas de anodizado. Estos efluentes son generados de la mezcla de aguas de lavado y de los baños saturados que son substituidos regularmente. El contenido de sólidos típico está por debajo del 40% (Magalhaes, et al. 2005). Aparte del agua y algunas sales solubles, el lodo se compone de especies metálicas y de aditivos de proceso, como son copolímeros, encargados de la floculación. Magalhaes, et al. 2005 han encontrado que el lodo es de carácter amorfo y compuesto básicamente por alúmina, hidróxidos y sulfatos de aluminio. En este estudio se investiga el efecto en la resistencia a la compresión a diferentes edades de curado en morteros geopoliméricos sintetizados a partir de ceniza volante tipo F (CV) cuando se incorpora lodo de anodizado de aluminio (LAA) rico en Al₂O₃ y de esta manera modificar el modulo SiO₂/Al₂O₃.

2. MATERIALES Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se utiliza ceniza volante tipo F (CV) proveniente de la quema del carbón mineral en una termoeléctrica y un residuo de la industria de anodizado de aluminio denominado lodo de anodizado de aluminio (LAA), el cual es rico en Al₂O₃ como se observa en la tabla 1.

Se elaboraron muestras de mortero cilíndricas de 35mm de diámetro y 70mm de altura para resistencia a la compresión, se utilizaron 4 especímenes por edad por mezcla. Se estudian tres valores del modulo $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, siendo 0.45 las muestras de CV sin adición de LAA, y 0.40 y 0.35 con incorporación de LAA. Como activador alcalino se utilizó NaOH, variando el modulo $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ con valores de 0.30, 0.35 y 0.40. Adicionalmente, se realizó microscopia electrónica de barrido (SEM). Se realiza un curado térmico a las diferentes mezclas a 80°C por 24 y 48 horas, y se ensaya a compresión; posteriormente se realizan muestras y se curan a 80°C por 48 y se ensayan a compresión a 7 y 28 días.

Tabla1. Composición química de las materias primas.

Materia I	iO ₂	l ₂ O ₃	e ₂ O ₃	aO	gO	zO	aO ₂	zO ₅	O ₄	iO ₂	P.F.
LAA	,68	4,85	,62	,42	,54	,01	,12	0,14	,13		0,98
CV	4,02	3,09	,85	,15	,81	,75	,21		,34	,77	

*Perdida al fuego

3. RESULTADOS

En la figura 1 se observa que todas las muestras activadas con módulos $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ de 0.35 y 0.40 superan los 30 MPa después de 48 horas de curado térmico a 80°C, alcanzando resistencias hasta de 66,8 MPa después de 7 días cuando se utiliza modulo $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ de 0.40. Por otra parte, las muestras de modulo $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ de 0.30 presentan bajos valores de resistencia a compresión, alrededor de 10 MPa debido a la baja disolución de las materias primas por tener menor cantidad de NaOH en la solución activante.

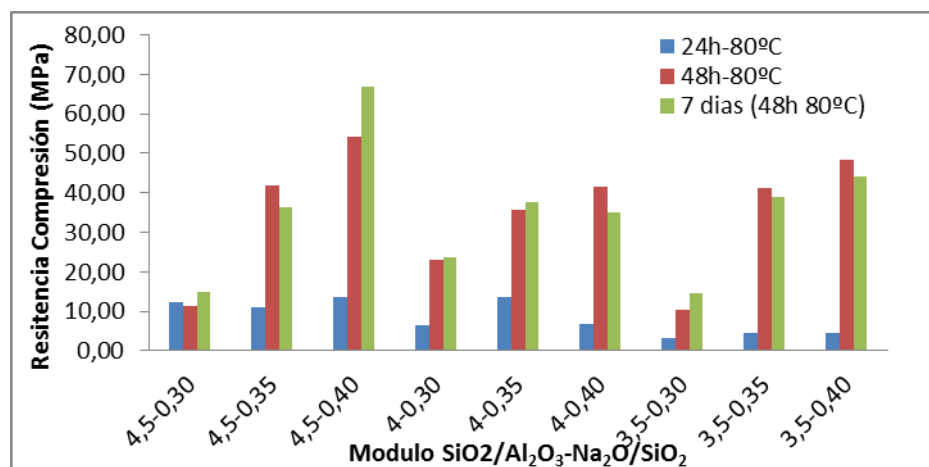


Figura1. Resistencia a la compresión de morteros geopoliméricos.

En la figura 2 se observan imágenes de microscopia electrónica de barrido para las muestras con módulos $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ de 0.40, evidenciando que cuando se utiliza un modulo

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 4.5 (CV sin LAA) (Fig. 2 a. y b.) se obtiene una matriz altamente densa con presencia de algunas grietas debido a la dificultad de la salida de agua durante el curado térmico. Mientras tanto, las muestras con modulo $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 0.4 y 0.35 (con adición LAA) presentan superficies menos densas lo que concuerda con la resistencia a la compresión (Figura 1), sin embargo, en estas muestras no se observa ningún agrietamiento. Lo anterior confirma una solubilización del LAA por parte de la solución alcalina y una inclusión dentro de la red geopolimérica.

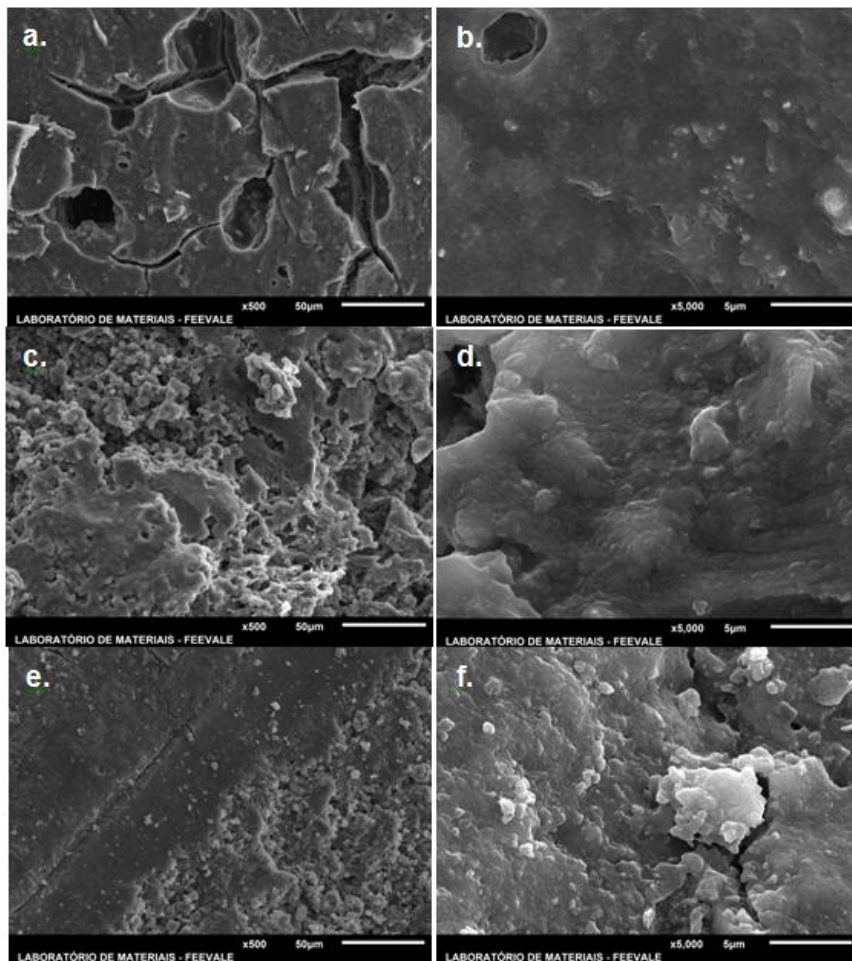


Figura 2. Imágenes de Microscopía electrónica de barrido

4. CONCLUSIONES

De acuerdo al presente estudio se confirma que es posible la utilización del residuo proveniente de la industria de anodizado (LAA) en materiales geopoliméricos basados en CV, consiguiendo elevada resistencia mecánica y a su vez evitando el agrietamiento en estas muestras a diferencia de cuando se utiliza solo CV.

BIBLIOGRAFIA

- [DAVIDOVITS J., COURTOIS L. 1982. “D.T.A. detection of intra-ceramic geopolymeric setting in archaeological ceramics and mortars”. Abstracts of papers 21st symposium on archaeometry, p.p. 22.](#)
- [FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ A., MONZÓ M., VICENT M., BARBA A., PALOMO A. 2008. “Alkaline activation of metakaolin–fly ash mixtures: Obtain of Zeoceramics and Zeocements”. Microporous and mesoporous Materials 108, p.p. 41-49.](#)
- [FLETCHER R. A., MACKENZIE K.J.D., NICHOLSON C.L., SHIMADA S. 2005. “The composition range of aluminosilicate geopolymers”. Journal of the European Ceramic Society 25, p.p. 1471 - 1477.](#)
- HE J., JIE Y., ZHANG J., YU Y., ZHANG G. 2013. “Synthesis and characterization of red mud and rice husk ash-based geopolymer composites”. Cement and concrete Composites, 37, 108-118.
- [IZQUIERDO M., QUEROL X., PHILLIPART C., ANTENUCCI D., TOWLER M. 2010. “The role of open and closed curing conditions on the leaching properties of fly ash-slag-based geopolymers” Journal of Hazardous Materials 176, p.p. 623-628.](#)
- [MAGALHÃES J.M., SILVA J.E., CASTRO F.P., Labrincha J.A. 2005 “Physical and chemical characterisation of metal finishing industrial wastes”. Journal of Environmental Management 75, p.p. 157 - 166.](#)
- RODRÍGUEZ E. 2008. “Efecto de las relaciones Si/al/Na/Ca en materiales geopoliméricos basados en metacaolín”. Tesis Maestría. Universidad del Valle. Cali Colombia.

A CULTURA ORGANIZACIONAL E SUA INTERAÇÃO COM OS PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NAS EMPRESAS DE MÉDIO E PEQUENO PORTE

Alexandre Eberle Alves – Feevale ¹

Fabiano André Trein – Feevale ²

Palavras-chave: Cultura Organizacional. Cultura de Segurança. Segurança do Trabalho. Empresas de Pequeno e Médio Porte.

INTRODUÇÃO:

Este trabalho pretende apresentar como a cultura organizacional de segurança é um dos fatores fundamentais nas organizações, pois impacta diretamente na redução do número de acidentes do trabalho e doenças laborais que, quando ocorrem, causam tanta dor e sofrimentos para os trabalhadores.

Visando atendimento a legislação, muitas das grandes empresas já se encontram em processo constante de adequação as Normas Regulamentadores. Pois, além da fiscalização e maior conscientização, existe risco elevado ao negócio caso, ocorram acidentes e/ou paralisação das atividades por questões de segurança. Entretanto, este universo é muito mais perigoso na realidade enfrentada pelos profissionais que atuam nas pequenas e médias empresas em razão da escassez de informações e recursos.

Compreender a cultura organizacional e como se forma um valor dentro de uma organização se faz necessário para não permitir, por exemplo, que se criem valores de atendimento a prazos junto a clientes que, eventualmente, para serem cumpridos, possam exigir a exposição de colaboradores a situações de risco. O problema que este trabalho abordará é como a cultura organizacional interage com os profissionais de segurança do trabalho nestas empresas.

O objetivo geral é analisar a influência da cultura organizacional para o trabalho dos profissionais da área de segurança e realizar uma abordagem ética na execução dos trabalhos destes profissionais. Nos objetivos específicos, destacamos: estudar cultura organizacional e relacionar com a segurança do trabalho nas empresas, estudar a realidade de segurança do trabalho nas pequenas e médias empresas.

¹ Mestrando/MBE Engenharia Produção/UFRGS. Eng. de Segurança do Trabalho/FEEVALE. MBA Gerência de Telecomunicações/FGV e Eng. Mecânico/UFRGS. Professor.

² Doutorando em Qualidade Ambiental PPGQA Universidade Feevale; mestre em Eng. Produção PPGEP UFRGS; Professor e Coordenador dos cursos de Graduação e Pós-Graduação da Universidade Feevale e Ftec.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Analisando os modelos de cultura organizacional com foco na segurança do trabalho, podemos avaliar as dificuldades vivenciadas pelos profissionais da área. Entretanto, compreendendo este mecanismo, pode-se atuar e interagir com a cultura e, conseqüentemente, melhorar as condições de trabalho. Ressaltando, porém, que as ações voltadas a segurança do trabalho nas pequenas e médias empresas são mais difíceis de serem implementadas. Esta situação ocorre em razão das suas estruturas menores e, em especial, pela visão e conhecimento limitado do tema por parte dos administradores e recursos disponíveis.

Construir ações relacionadas à saúde e segurança nas Pequenas e Médias Empresas (PME) não é tarefa fácil, uma vez que essas empresas precisam lidar com o provimento deficitário de informações, poucos recursos disponíveis e metodologias de ação desenvolvidas de acordo com as características das empresas de grande porte. (Costa, 2007, p. 1)

Segundo Zanelli (2004), verificamos que

A cultura é considerada não como uma rede de comportamentos concretos e complexos, mas como um conjunto de mecanismos que incluem controles, planos, receitas, regras e instruções que governam o comportamento (SILVA; ZANELLI, 2004, p. 416).

Para Robbins (1998), a cultura original é derivada da filosofia do fundador e, desta forma, isto influencia os critérios utilizados nas contratações. Além disso, as ações da alta administração demonstrarão o que é aceitável e o que não, dentro da organização. Cardella (1999), reforça que ela exerce um forte influência sobre o comportamento, conforme segue:

Um indivíduo tem necessidade de ser aceito e aceita o comportamento do grupo.
(Cardella, 1999, p. 194)

Para Richard Barrett (2009), termos culturas dirigidas por valores não ocorre por acaso. Ele entende que estes valores são escolhidos pelos líderes e gestores e passam a ser aplicados no dia a dia da empresa.

Normalmente, a culturas dirigidas por valores são criadas de maneira consciente: o líder ou a equipe de liderança escolhe os valores da organização e os coloca em prática continuamente. Eles reforçam os valores, referindo-se a eles de forma constante e fazendo com que eles sejam integrados em todos os sistemas e processos organizacionais. (Barrett, 2009, p. 103).

Atualmente, percebemos que algumas empresas conseguem disseminar cultura e valores de alto desempenho na área de segurança; porém, geralmente o que verificamos com

grande frequência é a propagação da cultura e dos valores da excelência em vendas, em gestão da qualidade e produtividade; por exemplo.

METODOLOGIA:

Estudar cultura organizacional de segurança do trabalho nas empresas, avaliando a interação desta com o trabalho do profissional da área. Buscando literatura sobre a realidade do profissional de segurança do trabalho quando aos desafios de manutenção de um ambiente seguro nas diferentes culturas organizacionais nas pequenas e médias empresas.

Quanto ao tipo de pesquisa deste trabalho:

a) Quanto aos fins/ objetivos: Pesquisa exploratória com o objetivo de conhecer, descrever e identificar os conceitos associados ao tema debatido. É, ainda, objeto da pesquisa, analisar, comparar e debater sobre a questão proposta.

b) Quanto aos meios/ procedimentos: Pesquisa bibliográfica concebida a partir de materiais já publicados, e pesquisa documental utilizando matérias e publicações relacionadas ao objeto do estudo.

c) Quanto à abordagem: Pesquisa qualitativa, através da coleta de dados, sua interpretação e atribuição de significados e conclusões.

Não é objetivo realizar um estudo isolado de caso, mas sim, realizar uma abordagem da interação das diversas culturas organizacionais existentes nas pequenas e médias empresas com o trabalho do profissional da área de segurança. Pretende-se apresentar informações obtidas em artigos, livros, pesquisas, internet, revistas, dentre outros. A análise dos dados será realizada sobre análise de conteúdo.

RESULTADOS:

Verifica-se que existe pouca fiscalização nas pequenas e médias empresas, o que facilita que muitas delas mantenham funcionários expostos a situações de riscos de acidentes e em ambientes insalubres.

Uma proposta de solução encontrada por diferentes estudiosos é diferenciar/simplificar, quando possível, os itens mais críticos de segurança para estas estruturas. Esta proposta não quer permitir maiores riscos ou exposições nas empresas de menor porte, porém, quando possível, simplifica-las e exige-las. Atualmente as normas são de difícil implantação e pouco controladas. O que se propõem é simplifica-las e fiscalizar os pontos cruciais para a saúde e integridade do trabalhador, mesmo nas menores estruturas.

Importante ressaltar que este estudo não se propõe a apresentar soluções para criação de cultura organizacional de segurança ou de novas regras nas pequenas e médias empresas. Afinal, esta matéria envolve muitas variáveis intransponíveis neste trabalho, porém pretende-se levantar e discutir o assunto para avançarmos no entendimento deste tema e, assim, utilizar este conhecimento para realização eficaz da atividade de profissional da área de segurança.

DISCUSSÃO:

Para Richard Barrett (2009), termos culturas dirigidas por valores não ocorre por acaso. Ele entende que estes valores são escolhidos pelos líderes e gestores e passam a ser aplicados no dia a dia da empresa.

Esta definição se aplica perfeitamente para o valor segurança do trabalho. Percebemos que algumas empresas conseguem disseminar cultura e valores de alto desempenho na área de segurança; porém, o que verificamos com maior frequência é a propagação da cultura e valores da excelência em venda, gestão da qualidade e produtividade; por exemplo. Nestes casos, quando houver um conflito de valores, a segurança poderá ficar em segundo plano; aumentando o risco de acidentes e possibilidade de doenças laborais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O que foi exposto através desta pesquisa é que a geração de uma cultura de segurança pode criar uma conscientização dos trabalhadores, gerar massa crítica e auxiliar no trabalho dos profissionais da área de segurança.

Conforme apresentado, disseminando as informações sobre as causas e consequências das condições inseguras, de eventuais acidentes/incidentes ocorridos e, principalmente, trocando informações sobre o tema, criamos uma cultura de segurança. E, uma vez que esta cultura esteja estabelecida em nossa sociedade, teremos colaboradores com capacidade de auxiliar, cada vez mais, na diminuição da exposição aos riscos.

Compreendendo os mecanismos psicológicos que norteiam as organizações, trabalharemos com as culturas organizacionais para termos, cada vez mais, o valor segurança enraizado em nossas empresas e em nossas pessoas e, desta forma, teremos menos ambientes insalubres e menores riscos de acidentes na nossa comunidade. Assim, reduziremos os estes acontecimentos que causam tanta dor e sofrimento aos trabalhadores e suas famílias, bem como prejuízos aos empregadores e a toda a sociedade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EUROPEIA PARA A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO. **Criar uma cultura de segurança e saúde no trabalho.** Disponível em: http://osha.europa.eu/pt/publications/annual_report/2005/. Acesso em: 07 Ago. 2012.

AGÊNCIA FIOCRUZ DE NOTÍCIAS. **Tese de doutorado construção civil e saúde do trabalhador.** Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ccs/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=4910&sid=9>. Acesso em 27 Out. 2012.

APAEST, Associação Paulista de Engenheiros de Segurança do Trabalho. **Código de conduta para Engenheiros de Segurança do Trabalho.** Disponível em: http://www.apaest.org.br/portal/index.php?view=article&catid=1%3Ainstitucional&id=53%3Acodigo-de-conduta&format=pdf&option=com_content&Itemid=1. Acesso em 20 Nov. 2012.

BARRETT, Richard. **Criando uma organização dirigida por valores: uma abordagem sistêmica para transformação cultural.** São Paulo: ProLibera Instituto Editora, 2009.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística.** Segurança integrada a missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. São Paulo: Atlas, 1999.

COSTA, Denise da Conceição da; MENEGON, Nilton Luiz. **Condução de ações em Saúde e Segurança do Trabalho em pequenas e médias empresas: análise de três casos.** São José dos Campos: Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, 2007. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/rbso/BancoAnexos/RBSO%20117%20Condu%C3%A7%C3%A3o%20de%20a%C3%A7%C3%B5es%20...%20PME.pdf>. Acesso em: 05 Ago. 2012.

DE CICCIO, Francesco; FANTAZZINI, Mario Luiz. **Introdução à engenharia de segurança de sistemas.** 3 ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1988.

GARDINALLI, José R.; **Manual de Prevenção de Acidentes.** Brasília, 2005. Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1227209981.pdf e também em http://www.trajanocamargo.com.br/wp-content/uploads/2012/05/seguranca_no_trabalho.pdf. Acesso em: 25 Nov. 2012.

GOMES, Haroldo Pereira; Tese de Doutorado/2011: **Construção civil e saúde do trabalhador: um olhar sobre as pequenas obras.** Disponível em: [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:aBkCu_TJmhEJ:bvssp.icict.fiocruz.br/lildbi/docsonline/get.php%3Fid%3D2734+Em+artigo+publicado+na+Revista+Prote%C3%A7%C3%A3o+referente+a+tese+de+doutorado+Constru%C3%A7%C3%A3o+Civil+e+Sa%C3%BAde+do+Trabalhador:+um+olhar+sobre+as+pequenas+obras+da+Escola+Nacional+de+Sa%C3%BAde+P%C3%BAblica+\(Ensp/+Fiocruz\),+haroldo+gomes&hl=pt-PT&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESi-hJS-EfxH0SVK-Y1q9gPP0kkkB7u2AZMKjbM5WWJ1bbStCaz1TRXGfzzgz91jotm0apTi3WgBhjMtSfnBzrc05X2UOCBkzkkXGRUkAQ5pMb-](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:aBkCu_TJmhEJ:bvssp.icict.fiocruz.br/lildbi/docsonline/get.php%3Fid%3D2734+Em+artigo+publicado+na+Revista+Prote%C3%A7%C3%A3o+referente+a+tese+de+doutorado+Constru%C3%A7%C3%A3o+Civil+e+Sa%C3%BAde+do+Trabalhador:+um+olhar+sobre+as+pequenas+obras+da+Escola+Nacional+de+Sa%C3%BAde+P%C3%BAblica+(Ensp/+Fiocruz),+haroldo+gomes&hl=pt-PT&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESi-hJS-EfxH0SVK-Y1q9gPP0kkkB7u2AZMKjbM5WWJ1bbStCaz1TRXGfzzgz91jotm0apTi3WgBhjMtSfnBzrc05X2UOCBkzkkXGRUkAQ5pMb-)

pLqSKpJeuGKj5e64KWZ9bZf&sig=AHIEtbStXJmdBN39koVdbGu4YKGaah7pNA.
Acesso em 24 Nov. 2012.

LEI COMPLEMENTAR Nº 123, de 14 de dezembro de 2006.

LONGENECKER, Justin G.; MOORE, Carlos W.; PETTY, J. William. **Administração de pequenas empresas (ênfase na Gerência Empresarial)**. São Paulo: Makron Books, 1997.

MACEDO, Edson Flavio; Pusch, Jaime Bernardo. **Código de Ética Profissional Comentado: engenharia, arquitetura, agronomia, geologia, geografia, meteorologia**. 4 ed. Ver. – Brasília: Confea, 2011.

MASCIA, F. **Material didático da disciplina de princípios de administração de empresas**. São Paulo. Escola Politécnica da USP, 2005.

MELO, Maria Bernadete Fernandes Vieira de. **Influência da Cultura Organizacional no Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas Construtoras**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/teses_pdf/Tese_Bernadete.pdf. Acesso em: 05 Ago. 2012.

OLIVEIRA, João Cândido de. **Gestão de segurança e saúde do trabalhador – Uma questão para reflexão**. In: **Novos desafios em saúde e segurança do trabalho**. NETO, A. C. e SALIM C. A. (Orgs.). Belo Horizonte: Fundacentro - Segrac, 2002.

OLIVEIRA, João Cândido de. **Aspectos culturais influenciam as ações de segurança no trabalho nas empresas**. Revista CIPA, São Paulo, SP, v. 28, n. 327, p. 22-63, fev.2007.

OLIVEIRA, João Cândido de. **Aspectos críticos da segurança no trabalho**. Revista CIPA, São Paulo, SP, v. 28, n. 330, p. 22-58, maio 2007.

PRODANOV, Cleber C; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2009.

PINTO, Vitor Gomes. **Agregando valor**. Revista Proteção. Novo Hamburgo, RS, v. 15, n. 125, p. 6-12, mai. 2002.

PONTES, Luiz Carlos de Souza. **Cultura de Segurança e Suas Implicações na Prevenção de Acidentes do Trabalho**. Belo Horizonte: Faculdade Novos Horizontes, 2008. Disponível em: http://www.unihorizontes.br/banco_dissertacoes/160620091022077991.pdf. Acesso em: 22 Nov. 2012.

REVISTA PROTEÇÃO; **Estudo aponta carência de segurança em pequenas obras**. Disponível em: http://www.protecao.com.br/site/content/noticias/noticia_detalhe.php?id=A5y5J9y4&__akaco=1096013&__akcnt=3a115386&__akvkey=2b73&utm_source=akna&utm_medium=email&utm_campaign=Proteção%20Seleção%20Ed.%2042/12. Acesso em: 27 Out. 2012

RESOLUÇÃO CONFEA Nº 325, DE 27 NOV 1987

RESOLUÇÃO CONFEA Nº 1.002 , DE 26 DE NOVEMBRO DE 2002

RIBEIRO, Carolina Tagliani; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Proposta de implementação de um sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho com base na OHSAS 18001: um estudo de caso.** UFRGS, 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/33175/000787427.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 Ago. 2012.

ROBBINS, Stephen P. **Comportamento Organizacional.** San Diego University: LTC Editora, 1998.

SCHEIN, E. H. **Organizational culture and leadership.** San Francisco: Jossey -Bass, 1992.

SALIM, Celso Amorim. **Pesquisa sobre acidentes do trabalho em micro e pequenas empresas industriais nos ramos calçadista, moveleiro e de confecções: resultados finais.** Fundacentro CRMG. Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/SemanaDaPesquisa/TrabalhosApresentadosNaFormaOral/Celso%20A%20Salim_Pesquisa%20sobre%20acidentes%20do%20trabalho%20em%20micro%20e%20pequenas%20empresas%20industriais%20nos%20r.pdf. Acesso em: 25 Nov. 2012.

WIKIPÉDIA, **Enciclopédia livre.** Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Cultura_organizacional. Acesso em 08/08/2012.

SESI, **Projeto Saúde e Segurança no Trabalho para Micro e Pequenas empresas.** Disponível em: http://www3.sesi.org.br/sstmicroepequena/default.asp?CONT=1_1. Acesso em: 25 Nov. 2012.

SESI-SEBRAE, **Saúde e Segurança do Trabalho-Micro e Pequenas Empresa como Dicas de Prevenção de Acidentes de Trabalho.** Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1227209981.pdf. Acesso em: 25 Nov. 2012.

SOUZA, E. L. P. **Clima e cultura organizacionais. Como se manifestam e como se manejam.** São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1978.

TAMAYO, A. **Valores organizacionais.** In: TAMAYO, J. E. BORGES-ANDRADE E CODO W. (Orgs.). Trabalho, organizações e cultura. São Paulo: Cooperativa de Autores Associados, 1997

ZANELLI, José Carlos; BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo; BASTOS, Antonio Virgílio Bittencourt. **Psicologia, organizações e trabalho no Brasil.** In: SILVA, Narbal; ZANELLI, José Carlos. Cultura Organizacional. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZOCCHIO, Álvaro. **Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança do trabalho.** 7 ed., São Paulo: Atlas, 2002.

AVALIAÇÃO NUMÉRICA DO PRÉ-COLETOR DE PARTICULADOS DE UMA USINA DE ASFALTO

Julian Marcell Enzweiler Marques – Feevale

Angela B. D. Moura - Feevale

Palavras-chave: Usina de Asfalto. Pré-coletor. Aletas. Pressão Total. Velocidades

1. INTRODUÇÃO

O mercado de equipamentos de pavimentação é extremamente competitivo e está em constante evolução na aplicação de novas tecnologias, fato que exige pesquisa dedicada a este segmento. É de conhecimento que o Brasil necessita grandes investimentos na área de infraestrutura, em especial na construção rodoviária. Nesse cenário apresentam-se as usinas de asfalto de mistura a quente que produzem a massa asfáltica necessária para construção de rodovias. O objetivo básico dessas usinas de asfalto é proporcionar massa homogênea dentro de características previamente especificadas. A obtenção envolve a associação de agregados, aquecidos previamente para remoção de umidade e elevação de temperatura, de forma a garantir o envolvimento com um ligante asfáltico.

Dentre os sistemas que compõem uma usina de asfalto está o pré-coletor de particulados que é um componente importante no sistema de filtragem dos gases de exaustão provenientes do secador. Os gases de exaustão carregam pequenas quantidades de particulados de agregados. O pré-coletor tem a finalidade de separar os particulados maiores, de forma inercial, através de um conjunto fixo de aletas. Assim, ocorre a separação granulométrica dos materiais suspensos nos gases. Esta separação faz com que o coletor secundário, conhecido como filtro de mangas, seja preservado, pois o material mais abrasivo e maior é retirado. Estes particulados voltam para a composição da mistura asfáltica, o que corresponde à fração de 2,1% da produção nominal da usina de asfalto, aproximadamente, conforme Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda (2012).

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é avaliar o pré-coletor de uma usina de asfalto com produção nominal de 120 toneladas por hora através de simulações numéricas.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.

2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

Como objetivos específicos citam-se:

- Investigar os ângulos de varredura e saída (Sweep e Output) das aletas para obter máxima eficiência;
- Investigar a perda de carga decorrente destes ângulos;

A avaliação destes escoamentos, na mecânica dos fluidos, envolve a resolução de um conjunto de equações acopladas (Navier-Stokes, conservação da massa e energia) que devido à complexidade podem ser obtidas através de simulação numérica.

As técnicas da Dinâmica dos Fluidos Computacional envolvendo escoamentos multifásicos são primordiais para este tipo de estudo, uma vez que se fosse feito experimentalmente haveria uma grande demanda de tempo e custos elevados para dar conta do grande número de geometrias necessárias à investigação. Opta-se por utilizar o Software CFX da Ansys, Inc.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 USINAS DE ASFALTO PARA MISTURAS À QUENTE

O objetivo básico das usinas de asfalto é proporcionar de forma adequada a mescla de frações de agregados, aquecer essa mescla e o ligante asfáltico, e misturar todos esses materiais, produzindo misturas asfálticas dentro de características previamente especificadas (BERNUCCI, 2008).

Uma usina de asfalto é um conjunto de equipamentos mecânicos e eletrônicos interconectados de forma a produzir misturas asfálticas. Variam em capacidade de produção e princípios de funcionamento dos componentes, podendo ser estacionárias ou móveis (BERNUCCI, 2008).

Nesse trabalho o estudo será apresentado para uma usina de asfalto do tipo móvel de secagem contra fluxo, dosagem mássica contínua e misturador externo.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.

2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

2.2 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL

A Dinâmica dos Fluidos Computacional (“CFD - Computacional Fluid Dynamics”) é uma ferramenta computacional para simular o comportamento de sistemas que envolvem o fluxo de fluidos, transferência de calor e outros processos físicos relacionados. Ele funciona através da resolução de equações de fluxo do fluido de forma especial sobre uma região de interesse, com condições conhecidas especificadas no limite da região (ANSYS, INC., 2011).

2.1.1 ESCOAMENTO TURBULENTOS

O conjunto de equações que descrevem os processos de dinâmica, calor e transferência de massa é conhecido como as equações de Navier-Stokes. Estas equações mais a equação da continuidade formam um conjunto de quatro equações diferenciais parciais não lineares. Soluções analíticas para estas equações têm sido obtidas para muitos casos especiais, mas somente para geometrias e condições iniciais ou de contorno mais simples, para as quais muitos dos termos nas equações podem ser considerados iguais à zero (FOX; MCDONALD; PRITCHARD, 2006).

O fenômeno da turbulência é muito complexo e difícil de avaliar em simulações numéricas através das equações originais de Navier–Stokes por causa das possibilidades de processamento atual. Devido a essa restrição buscam-se soluções aproximadas dos efeitos da turbulência. A abordagem mais conhecida e difundida é a Simulação Numérica via Equações Médias de Reynolds (“RANS – Reynolds-Averaged Navier-Stokes equations”), também pode ser chamada de Modelagem Clássica da Turbulência.

As Equações Médias de Reynolds (equações de Navier-Stokes com médias de Reynolds) são baseadas no conceito da viscosidade turbulenta e nas equações de transporte do tensor de Reynolds, onde as mesmas são avaliadas considerando a média das médias sobre intervalos de tempo grande para a turbulência.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.

2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada no trabalho envolveu inicialmente estudo da bibliografia pertinente à proposta do trabalho. Após a revisão foi realizada a modelagem da geometria utilizando o Software SolidWorks 2011. Depois, importado para o Ansys versão 14 com o modelo parametrizado possibilitando trabalhar-se nas variáveis, ângulo de varredura e saída. Assim, foi possível avaliar pressão total ou perda de carga e as velocidades tangenciais e axiais do pré-coletor obtidas com as simulações numéricas.

As condições de contorno de entrada utilizadas são ditas ideais. Esta estimativa é bastante importante para balizar os resultados oriundos das simulações que são mostradas na tabela 1.

Tabela 1. Condições de contorno de entrada.

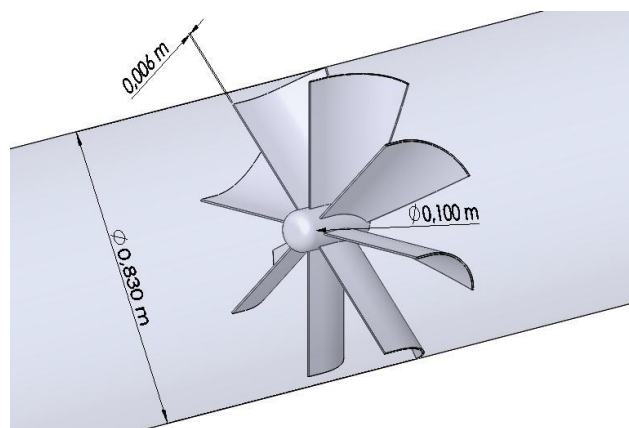
Fluído	Ar
Transferência de calor	Isotérmico
Temperatura	20 (°C)
Velocidade de entrada	18,750 (m/s)
Pressão do domínio	101,300 (kPa)
Massa específica do ar	1,205 (kg/m ³)
Viscosidade dinâmica do ar	1,820 x 10 ⁻⁵ (Pa s)
Número de Reynolds	10104517,580

3.1 MODELAGEM DA GEOMETRIA

A geometria foi modelada no Software da Dassault Systèmes chamado SolidWorks 2011. O número de aletas são oito, a espessura das aletas 0,006 m, o diâmetro do cubo (Hub) 0,100 m e o diâmetro interno da tubulação 0,830 m, e pode ser vista na figura 1.

-
1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.
 2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

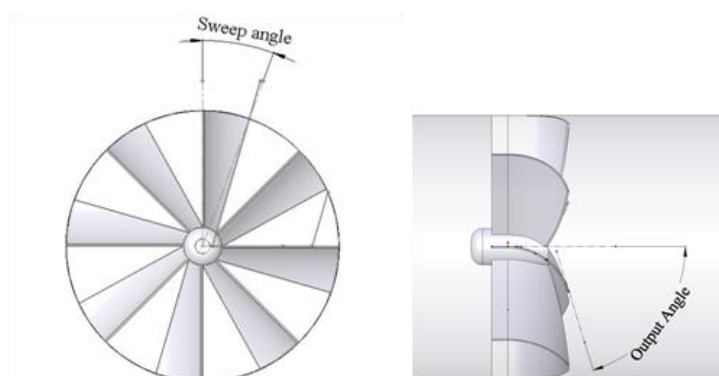
Figura 1. Geometria modelada e suas dimensões.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram investigadas variações nos ângulos de varredura (Sweep Angle) e nos ângulos de saída (Output Angle), figura 2.

Figura 2. Ângulo de varredura (sweep angle) e ângulo de saída (output angle).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisou-se 13 combinações entre ângulos de saída e ângulos de varredura para investigação conforme mostra na tabela 2. A definição destas combinações foi baseada em um estudo anterior de Hobbs (2004) e a combinação 10 serviu de referência devido ao conhecimento adquirido em testes físicos.

-
1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.
 2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

Tabela 2. Combinação do ângulo de saída e ângulo de varredura.

Combinação	Ângulo de saída	Ângulo de varredura
1	73°	45°
2	60°	45°
3	50°	45°
4	73°	35°
5	60°	35°
6	50°	35°
7	73°	25°
8	60°	25°
9	50°	25°
10	73°	20°
11	73°	17°
12	60°	17°
13	50°	17°

3.2 MALHAS COMPUTACIONAIS

As malhas mais utilizadas na área da CFD são as tetraédricas, hexaédricas, prismáticas e poliédricas. Também se utiliza muito malhas mistas para construções de sistemas complexos. Na maioria dos casos são malhas não estruturadas que permitem maior liberdade e são caracterizadas pela ausência de regularidade na distribuição espacial dos pontos.

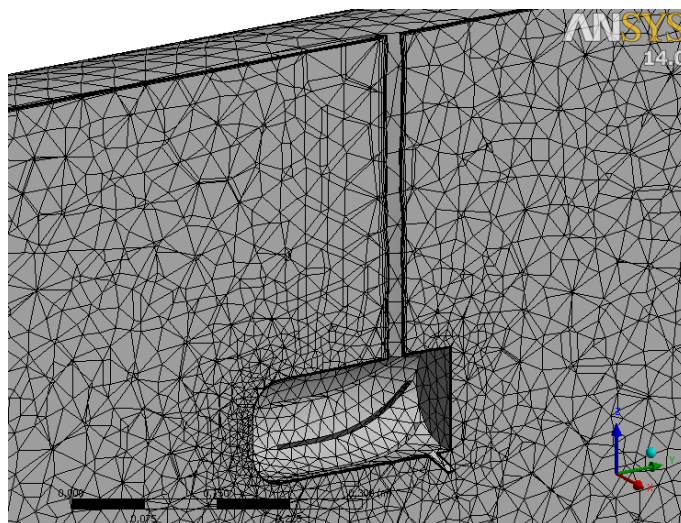
Como o resultado das simulações é muito dependente da malha utilizada, deve-se fazer uso de algum critério para seleção da malha ideal. Assim, realizou-se um teste com malha grosseira no Ansys Meshing, porém já definindo a física do modelo como sendo a CFD.

Após, definiu-se a malha composta por elementos tetraédricos, contendo camadas de elementos prismáticos próximo às paredes da tubulação (Inflated) objetivando sempre razões de aspectos suaves para os elementos. Esses elementos prismáticos são importantes para que a resolução numérica seja mais precisa na região onde ocorrem os maiores gradientes de velocidades (próximo às paredes). A malha também foi refinada com elementos prismáticos nas superfícies das aletas e do Hub, figura 3.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.

2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

Figura 3. Vista seccionada da malha refinada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 MODELO DE TURBULÊNCIA

Nas simulações numéricas via Equações Médias de Reynolds (RANS), utilizam-se modelos de turbulência para descrever o produto das flutuações, denominado tensor de Reynolds.

Dentre os modelos de turbulência mais utilizados está o $k - \epsilon$, baseado no transporte de grandezas escalares, o k é a energia cinética do fluido e o ϵ a dissipação de energia cinética. Esse modelo é deficiente em regiões onde os gradientes de pressão são muito grandes, como o que ocorre próximo às paredes. Apesar disso, o modelo de turbulência escolhido para as simulações numéricas é o $k - \epsilon$ devido a sua robustez satisfatória, demanda menor capacidade de hardware comparado como os outros modelos existentes e é o mais utilizado na indústria.

Para melhorar a precisão do modelo foram elaborados os modelos $k - \omega$ e SSG (Speziale-Sarkar-Gatski).

O modelo $k - \omega$ foi formulado para o cálculo de escoamentos a baixos números de Reynolds, o que ocorre perto da parede, sendo mais apropriado para problemas de aerodinâmica (escoamento com regiões de separação). O modelo não envolve as funções não-lineares necessárias para o modelo $k - \epsilon$, tornando-se, portanto, mais preciso e robusto (CARVALHO, 2008). O modelo SSG inserem apenas pequenas melhorias na avaliação de escoamentos sobre corpos rombudos, apesar da notável complexidade inserida na formulação (PICCOLI, 2009).

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.

2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados foram adimensionalizados com o objetivo de preservar os parâmetros de projeto da empresa. Essa técnica é muito utilizada visando manter em segredo os resultados reais, entretanto é possível realizar a análise com valores coerentes e proporcionais.

4.1 QUALIDADE DA MALHA

A criação da malha para as simulações necessita considerável memória RAM (Random Access Memory) do processador. O CFX usa em torno de 4 Kbytes de memória por nó.

A malha utilizada nas simulações gerou 397.083 nós e 1.584.667 elementos. Para isso necessitou de aproximadamente 1,5 Gbytes de memória RAM.

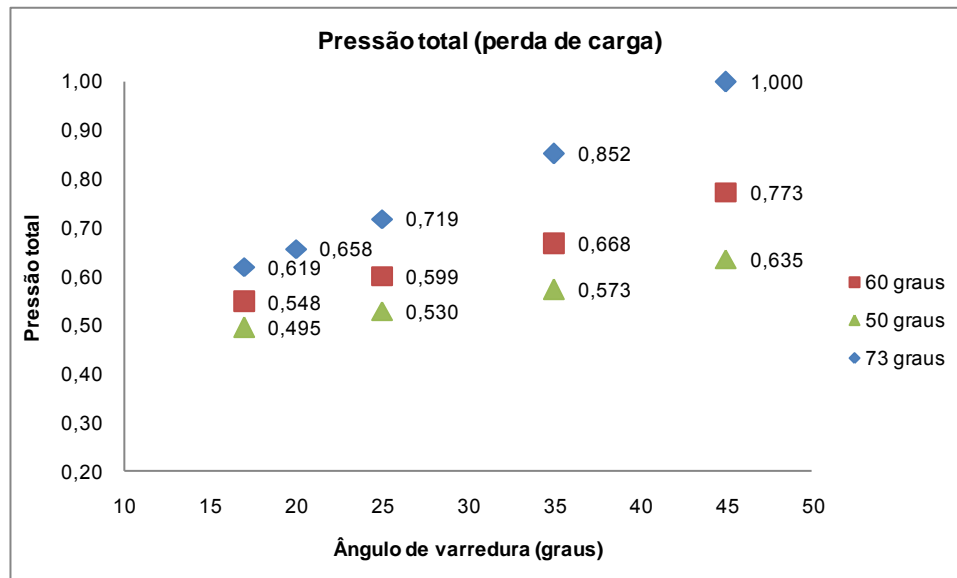
4.2 PRESSÃO TOTAL

Os ângulos de varredura investigados foram 17, 20, 25, 35 e 45 graus. O ângulo de varredura determina a porcentagem da área das aletas perpendicular ao eixo axial. O ângulo de saída pode ter mais influência na rotação gerada pelas aletas e foram investigados 3 ângulos, 50, 60 e 73 graus.

O resultado da pressão total do escoamento dos gases no pré-coletor é detalhado para cada combinação de ângulos apresentada na figura 4.

-
1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.
 2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

Figura 4. Gráfico da pressão total para as combinações investigadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A combinação do ângulo de saída de 73 graus e do ângulo de varredura de 20 graus, combinação 10 da tabela 2, resultou em 0,658.

Na figura 4, observa-se que quanto menor os ângulos de saída e varredura, menor a pressão total. Para as sete combinações (3, 6, 8, 9, 11, 12 e 13) a pressão total ficou abaixo de 0,658.

Em uma usina de asfalto, a pressão total do pré-coletor é usualmente a segunda maior do sistema de filtragem e exaustão. Dentre as variáveis de seleção do exaustor (ventilador centrifugo com pás voltadas para trás) está a pressão total. Por isso, quanto menor a pressão total, menor o tamanho do exaustor, menor a potência necessária do motor elétrico e conseqüentemente menor o consumo de energia.

A pressão total é mais suscetível ao ângulo de saída do que o ângulo de varredura. Isso é observado quando aumenta-se 20,0% o ângulo de saída, combinação 13 para 12, resultando no aumento de 10,7% da pressão total. Já no ângulo de varredura, o aumento de 47,0%, combinação 13 para 9, a pressão aumenta 7,0%.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.
2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

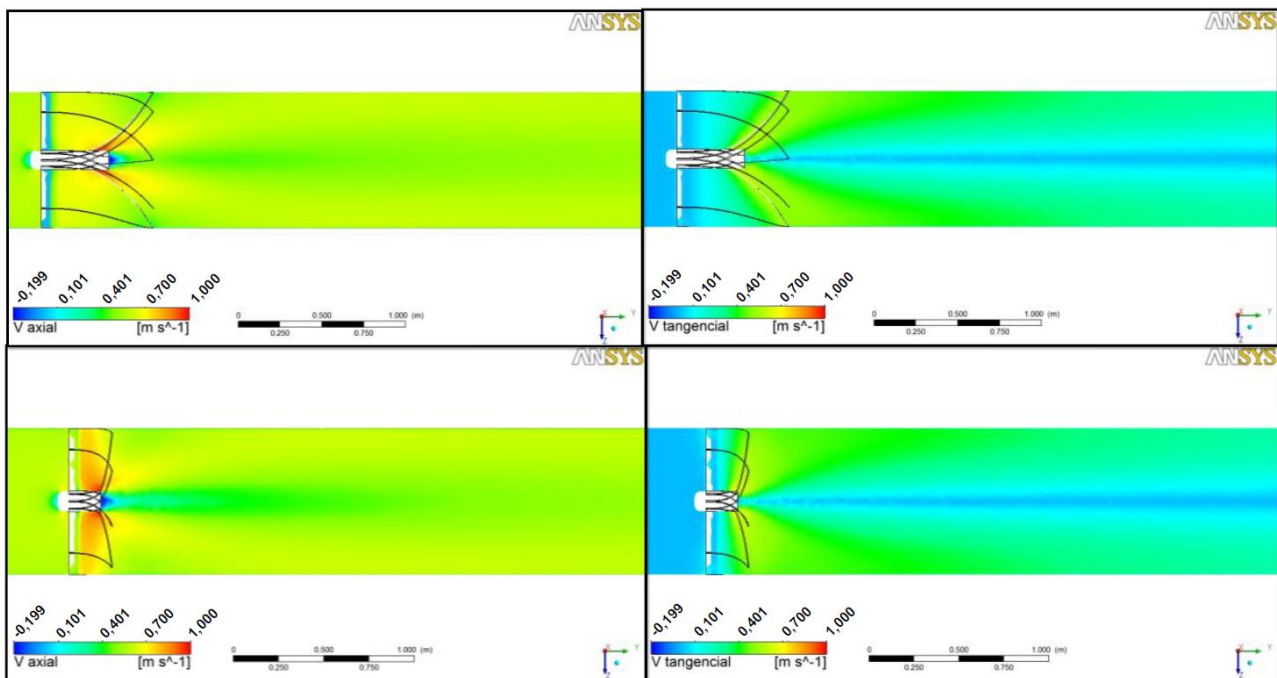
4.3 PLANOS DE VELOCIDADE

Os gases compostos por particulados são altamente abrasivos e comprometem a estrutura do pré-coletor. O desgaste principalmente das aletas e da tubulação é devido às altas velocidades dos particulados em um fluxo turbulento.

Os planos de velocidade axiais e tangenciais possuem a característica de indicar para onde os particulados maiores se deslocam devido a valores de velocidades maiores nas paredes se comprado com o centro da tubulação. Esses planos são bidimensionais e foram posicionados no centro do volume de controle, paralelos ao eixo axial da geometria.

A comparação entre a combinação 3 e 10 é a mais importante, pois verifica-se que a combinação 3 apresenta as maiores velocidades axiais e tangenciais e a figura 4 mostra menor pressão total diante da combinação 10. Para isso, a figura 5 mostra os planos de velocidade axiais e tangenciais das duas combinações com a mesma escala de cores.

Figura 5. Velocidade axial e tangencial da combinação 3 e 10.



Fonte: Elaborado pelo autor.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.
2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar estudo com variação automática de parâmetros de geometria e posterior resolução no CFX é algo recente na indústria. Neste caso a maior dificuldade encontrada está relacionada a criação da malha adequada e seleção do melhor modelo de turbulência. Os resultados no pós-processador demandam tempo, estudo e conhecimento.

Na modelagem da geometria muitas dificuldades são encontradas. Parametrizar a geometria para posteriormente resolver o problema no CFX é algo recente para a indústria. Talvez no CFX estejam as maiores dificuldades, criar a malha adequada, selecionar o modelo de turbulência correto e obter os resultados no pós-processador demandam tempo, estudo e conhecimento.

Analisando os resultados das simulações numéricas realizadas neste estudo, conclui-se que a combinação 3, tabela 2, mostrou o menor valor de pressão total (3,5%), podendo diminuir o tamanho do exaustor, a potência necessária para o motor elétrico e até mesmo o consumo de energia se comparado com a combinação 10.

Apesar das velocidades serem similares devido a pequenas variações nas cores, a combinação 3 apresenta velocidades menores e distribuídas na região das aletas próximo ao Hub. Afirma-se que é possível diminuir o desgaste e aumentar a vida útil do pré-coletor.

Um posterior estudo com o modelo de turbulência SSG (Speziale-Sarkar-Gatski), pode ser conduzido para melhorar os valores das velocidades e pressão total principalmente próximo das aletas e da camada limite. Dessa forma, é possível aproximar os resultados da condição real do problema e obter maior precisão, porém demanda maior tempo de processamento.

O estudo do pré-coletor de particulados de uma usina de asfalto trouxe resultados relevantes e experimentos com modelos físicos podem ser feitos para novas pesquisas e validação.

1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.

2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

Referências

ANSYS, INC. **ANSYS CFX: Introduction**. Canonsburg, USA: SAS IP, Inc., 2011.

CIBER EQUIPAMENTOS RODOVIÁRIOS LTDA. **Especificação Comercial do Produto: Usina de Asfalto Advanced**. Porto Alegre, RS, 2012.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro, RJ: PETROBRÁS, RJ: ABEDA, 2008.

CARVALHO, A. T. **Otimização de Ciclone para a Pré-Separação de Areia na Produção de Petróleo**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

FOX, R. W.; MCDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2006.

HOBBS, A. **Design and Optimization of a Vortex Particle Separator for a Hot Mix Asphalt Plant**. Chattanooga, USA: Astec Industries, 2004.

PICCOLI, G. L. **Análise Numérica na Engenharia do Vento Computacional Empregando Computação de Alto Desempenho e Simulação de Grandes Escala**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

-
1. Julian Marcell Enzweiler Marques. Engenheiro Ind. Mecânico na Universidade Feevale e Técnico em Mecânica de Precisão no Centro Tecnológico de Mecânica de Precisão – CETEMP/SENAI.
 2. Angela B. D. Moura. Doutora em Eng^a Mecânica, Mestre em Eng^a Mecânica, Eng^a de Seg. do Trabalho, Eng^a Mecânica. Docente do Mestrado em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale.

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS IMPREGNADOS COM POLIURETANO (PU) E ACETATO DE ETIL VINILA (EVA) NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Fabiano André Trein – Feevale ¹

Luíz Carlos Robinson – Feevale ²

Alexandre Silva de Vargas – Feevale ³

Marco Antônio Siqueira Rodrigues – Feevale ⁴

Palavras-chave: Co-Processamento. Meio Ambiente. Argamassas álcali-ativadas. Agregado leve.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, situações decorrentes da globalização e da busca incansável por menores custos levam, por parte das empresas a utilização de técnicas, processos e materiais, muitas vezes não condizentes com as necessidades de sua sustentabilidade e do próprio meio no qual estão inseridas. Em meio a essa expansão mundial, há uma crescente preocupação com as questões de reutilização dos resíduos e o crescimento de barreiras ao comércio internacional de diversos produtos, oriundos principalmente, de empresas de setores tradicionais, localizadas em sua maioria, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, os quais afetam consideravelmente o meio ambiente.

Neste contexto, se inserem as indústrias do setor coureiro-calçadista, por utilizarem diversos tipos de materiais para a produção de calçados, bolsas e acessórios. Dentre esse espectro de materiais, citam-se as solas, o couro, os materiais têxteis, materiais expandidos como o acetato de etil vinila (EVA) e os laminados sintéticos, os quais geram uma quantidade considerável de resíduo após seu uso, o que tem causado problemas ambientais, inclusive no que tange a locais e formas pouco apropriadas para a sua armazenagem (ROBINSON, 2009).

¹ Doutorando em Qualidade Ambiental PPGQA Universidade Feevale; mestre em Eng. Produção PPGEP UFRGS; Professor e Coordenador dos cursos de Graduação e Pós-Graduação da Universidade Feevale e Ftec.

² Doutorando em Qualidade Ambiental PPGQA Universidade Feevale; mestre em Qualidade Ambiental Universidade Feevale. Professor e pesquisador Universidade Feevale.

³ Doutor, Professor e Orientador. Universidade Feevale.

⁴ Doutor, Professor e Orientador Curso de Mestrado em Materiais e Processos Industriais Universidade Feevale.

Consciente da importância de se usar tecnologias alternativas, que reduzam os custos de disposição final, e de se trabalhar com as questões eco-sustentáveis de cidadania e da preservação do meio ambiente, o presente trabalho busca uma alternativa para o resíduo gerado na produção de laminados sintéticos.

Fibras sintéticas, em geral poliéster, combinadas com tecidos naturais, como o algodão são hoje recobertas por camadas poliméricas, ditas sintéticas, em especial os poliuretanos, compostos oriundos da reação química entre os polióis e isocianatos. Conhecidos e tratados como materiais sintéticos, esses materiais modificados são mais leves, versáteis, disponíveis em várias formas, duráveis e flexíveis. Sua utilização, portanto, começa a ser cada vez mais intensificada e ampliada na substituição de materiais tradicionais, como o couro ou madeira, gerando por sua vez, uma nova soma de resíduos contaminantes.

Esse projeto de tese orienta-se com os objetivos da linha de Tecnologia e Intervenção Ambiental do Programa de Doutorado Ambiental focando a busca pela solução tecnológica do reaproveitamento dos refilhos dos laminados sintéticos em novos produtos da construção civil. As ações buscam alternativas sustentáveis de transformar um resíduo, que tradicionalmente é descartado, em matéria-prima para novos produtos da construção civil, contribuindo para a melhoria da qualidade do ambiente e para o desenvolvimento sustentável.

Portanto, a contribuição deste estudo está justamente em investigar o uso de resíduos têxteis recobertos com poliuretano co-processados com EVA como substitutos de agregados leves naturais, como a areia, em matrizes à base de cimentos álcali-ativados, visando o desenvolvimento de novos materiais para a construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme Linden (2010) a preocupação com os resíduos oriundos dos processos de fabricação dos componentes para a indústria calçadista, acentua-se em todos os cantos do mundo, o que faz com que grandes empresas e marcas que atuam na área de calçados e componentes de elevado valor agregado imponham exigências técnicas cada vez mais rigorosas aos seus fornecedores, a fim de garantir aos seus clientes finais um produto ecologicamente correto e, além disso, produzido sob condições ecologicamente corretas.

Por motivos dessas pressões externas às empresas, indústrias nacionais de componentes já começam a tomar providências na seleção de insumos e fornecedores, implantando contínuas melhorias em seus processos de fabricação. De acordo com Leite (2009), o “acabamento de materiais sintéticos tem sido modificado significativamente por

pressões de custos e ambientais, sejam elas relacionadas à contaminação do meio ambiente ou à saúde ocupacional dos trabalhadores envolvidos”.

Os refilos dos laminados sintéticos constituem, desta forma, a principal fonte de perda e de geração de resíduos do processo de produção de laminados sintéticos justificando a necessidade de se encontrar soluções técnicas viáveis para o seu aproveitamento e reutilização, evitando a destinação em aterros industriais, ainda mais no caso dos laminados poliuretânicos, por sua característica termofixa.

Considerando a importância e a atualidade dos estudos sobre reciclagem de resíduos de construção no tocante ao uso pela própria indústria da construção civil, de acordo com Jalali et al (2012) a produção de concreto com agregados reciclados juntamente com o gerenciamento de resíduos da construção civil despontam como algumas das atividades que mais vêm sendo pesquisados no país e no exterior, fatos que podem ser comprovados pelos inúmeros eventos realizados nos últimos anos. Segundo Vargas et al (2004) pode-se citar ainda, os cimentos de baixo impacto ambiental, obtidos pela álcali-ativação de cinzas volantes, oriundas da queima de carvão mineral para a geração de energia elétrica. Também conhecidos como cimentos álcali-ativados ou como geopolímeros, estes materiais tem a diferença de não ser necessária a presença de clínquer (componente tradicional do cimento Portland), bastando para isso submeter a cinza volante a um ambiente altamente alcalino, obtida a partir da mistura de água com uma base alcalina. Basicamente os cimentos álcali ativados têm como matérias-primas básicas fontes de aluminossilicatos, tais como cinza volante, metacaulim, escória de alto-forno e pozolanas naturais. Estes alumino-silicatos são dissolvidos liberando Al^{3+} e Si^{4+} por solução aquosa altamente concentrada de hidróxidos e silicatos alcalinos tipicamente NaOH e $Na_2O.SiO_2$. Estes compostos são capazes de desenvolver boas propriedades tixotrópicas, elevada resistência mecânica, dureza superficial e durabilidade.

3. METODOLOGIA

Para uma melhor processabilidade de redução de tamanho, os refilos moídos serão processados em escala piloto através do processo de extrusão mono-rosca com resíduos auxiliares de E.V.A., também oriundo da indústria calçadista. Serão testadas 3 diferentes combinações de formulação entre o refilo de PU moído e o EVA: 30/70, 50/50 e 70/30. Após o processamento de toda a amostra, realiza-se a moagem em moinho de facas com uma peneira de 6 milímetros, coleta-se e realiza-se a substituição em volume de 10%, 20%, 30% e 40% da areia em argamassas álcali-ativadas utilizando um traço 1:2.

Os corpos de prova serão curados a temperatura ambiente e testados após 7, 28, 91 e 180 dias. As matrizes à base de cimentos álcali-ativados serão preparadas com uma consistência utilizando água de acordo com a NBR NM 43. Quando a consistência ideal for atingida, as amostras serão acondicionadas em moldes cilíndricos de 5cm de diâmetro e 10 cm de altura, de acordo com a Norma NBR 7215.

4. RESULTADOS

Os materiais produzidos foram analisados de acordo com os seguintes ensaios: Resistência à Compressão (NBR 7184 e NBR 5739); Ensaio ambientais – Lixiviação ABNT NBR 10005: 2004 e Solubilização ABNT NBR 10006: 2004 nas matérias-primas e nas amostras com adição dos resíduos; Difração Raio X para a análise de compostos cristalinos; Análise MEV - Microscópio Eletrônico de Varredura para a análise morfológica e microsonda de EDS para análises químicas semi-quantitativas; Análise por Infravermelho FTIR para a verificação do grau de polimerização; Absorção água; Relação Massa/volume.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios realizados até o presente momento, após 7 e 28 dias de cura ao ar livre atestam a viabilidade técnica da substituição de agregados leves por resíduos co-processados de 10 a 40% em argamassas álcali ativadas, apresentando valores de compressão superiores aos exigidos pelas normas para elementos não-construtivos.

De acordo com os resultados prévio obtidos pode-se concluir a viabilidade técnica e funcional da formas de co-processamento e reutilização dos resíduos em produtos da construção civil através da reciclagem mecânica, em especial, a moagem e a extrusão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR MN 43: cimento Portland - Determinação da pasta de consistência normal**, Rio de Janeiro; 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215: cimento Portland – determinação da resistência à compressão**, Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005: Procedimento para obtenção do extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004b.

JALALI, S.; PACHECO-TORGAL, F.; DING, Y. **Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): an overview**. Construction and Building Materials v.30. 714 – 724. 2012.

LEITE, P.R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**, São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2009.

ROBINSON, L.C., **Estudo sobre o nível de evolução da indústria calçadista para o desenvolvimento de calçados ecológicos**. Dissertação de Mestrado Ambiental – Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2009.

VARGAS, A. S.; MASUERO, A. B.; VILELLA, A. C. F.: **Estudo Microestrutural e Determinação do Calor de Hidratação em Pastas de Cimento Portland com Pó de Aciaria Elétrica**. Ambiente Construído, v. 4, n. 2, pp. 7-18, Abril/Junho, 2004.

MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO COM FOCO NAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Diego Gomes de Matos - Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT¹

José de Souza - Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT²

Palavras Chave: Interrupção. Energia. FMEA. Diagrama de Causa e Efeito.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como foco aplicar ferramentas da qualidade com a meta de reduzir o número de interrupções e avarias nos equipamentos vinculados a rede de distribuição de energia elétrica, em um município atendido por uma concessionária de energia do estado do Rio Grande do Sul. A pesquisa caracteriza-se como exploratório – experimental com abordagem quantitativa. Serão aplicadas ferramentas da qualidade: FMEA e Diagrama de Causa e Efeito. O Planejamento da manutenção executado criteriosamente é um dos principais fatores que podem determinar um alto índice de confiabilidade do sistema elétrico.

A redução do número de interrupções nos equipamentos vinculados à rede de distribuição é de vital importância para toda concessionária de energia, tanto no que diz respeito a faturamento da empresa, assim como no enfoque de satisfação dos clientes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como definição de interrupção no sistema elétrico energia pode se utilizar o seguinte conceito: interrupção de energia é qualquer falha que impossibilite a disponibilidade de energia elétrica ao consumidor final (LEAL, PINHO e ALMEIDA, 2006).

Considerando a importância da confiabilidade no sistema elétrico de energia, conforme Borba, Vaz e Coelho (2006), evidencia-se a necessidade de um método que indique qual a prioridade em termos de manutenção corretiva, com o objetivo de visualizar as causas e as devidas

¹ Especialista em Educação Matemática pela FURG, Graduado em Matemática pela FACOS de Osório, Graduando em Eng^a de Produção pela FACCAT.

² Doutorando em Eng^a Metalúrgica, Minas e Materiais pela UFRGS. Mestre em Eng^a Metalúrgica Minas e Materiais pela mesma Universidade. Professor do Curso de Eng^a de Produção FACCAT.

medidas necessárias para determinação da confiabilidade do sistema elétrico de distribuição, aliando questões técnicas a viabilidade econômica para estas definições.

A continuidade do fornecimento de energia pode ser medida pelo o grau de disponibilização da mesma ao consumidor final. Sendo que as características que ficam mais evidentes aos clientes são a duração das interrupções, e, o número de vezes que elas ocorrem. Estas interrupções trazem inúmeros prejuízos aos clientes residenciais, assim como a toda cadeia produtiva (PINTO, 2008).

FMEA significa Análise de Modos de Falha e seus Efeitos, e, é uma metodologia simples, objetivando a determinação dos elementos causadores básicos das falhas, identificando quais são suas conseqüências, e, também as causas que originam os elementos causadores destas falhas (FIDALGO, 2007).

Na aplicação do FMEA em processo ou produto, devem-se verificar as possíveis falhas, indicar para cada uma delas suas causas e seus efeitos, logo após indicar as atitudes tomadas para detecção e prevenção de falhas, e, relacionar pesos para avaliar os riscos de cada causa de falha, estes pesos estabelecerão o valor do RPN que identifica qual risco deve ser priorizado, e, é o resultado da multiplicação entre ocorrência, severidade e detecção (LEAL, PINHO e ALMEIDA, 2006). A variável ocorrência para efeito desta pesquisa significa número de interrupções de cada transformador, já a severidade indica o grau de problemas relacionado a um possível acidente, e, a detecção indica a dificuldade na visualização da falha. Na tabela a seguir pode-se verificar a aplicação do FMEA.

REQUISITOS	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO POTENCIAL DA FALHA	CAUSAS POTENCIAIS	RPN				AÇÃO RECOMENDADA	NOVO RPN			
				O	S	D	RPN		O	S	D	RPN
FMEA TR XXX												
DISTRIBUIR ENERGIA	NÃO DISTRIBUIR ENERGIA	CLIENTES SEM ENERGIA	CONDUTOR	3	6	3	54	RECONDUTORAMENTO	1	6	3	18
			SOBRECARGA	1	4	4	16	REMANEJO DE CIRCUITO	1	4	4	16

Planilha FMEA. Fonte: Do Autor.

Diagrama de Causa e Efeito também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe auxilia na indicação das causas de determinada falha de maneira hierárquica. É muito utilizado por possibilitar sua utilização em diversos tipos de processos, facilitando a execução do mesmo devido ser de simples aplicação considerando a sua visualização gráfica (SABINO, MARIANI JR. e SABINO, 2011). Em resumo pode se afirmar que é uma construção gráfica simplificada, que facilita a visualização hierárquica de cada operação. Pode ser visualizado na figura 1.

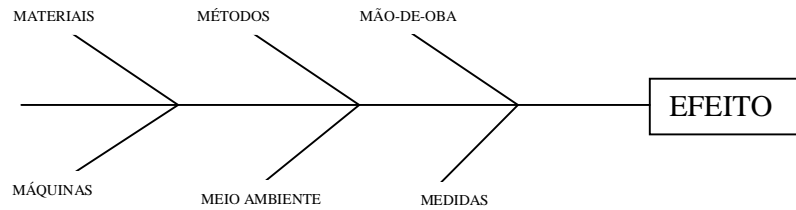


Figura 1 - Diagrama de Causa e Efeito. Fonte Mariani JR. e Sabino (2011).

3. METODOLOGIA

A metodologia executada para planejamento das manutenções em equipamentos de distribuição do sistema elétrico deu-se extraído do sistema de controle de interrupções da concessionária de energia todos os transformadores que no ano de 2012 tiveram um número interrupções maior ou igual a sete (7) interrupções. Para criação do Diagrama de Causa e Efeito das causas de avaria do circuito mencionado foi formada uma equipe multidisciplinar que realizou um brainstorming para diagnosticar estas variáveis.

4. RESULTADOS

Após a operacionalização da metodologia proposta verificou-se uma considerável redução dos valores de RPN, visto que foram priorizadas para execução da manutenção todas as causas que apresentaram valor mais elevado conforme ferramenta FMEA.

No gráfico da figura 2 apresentado a seguir pode verificar-se esta redução nos valores de RPN.

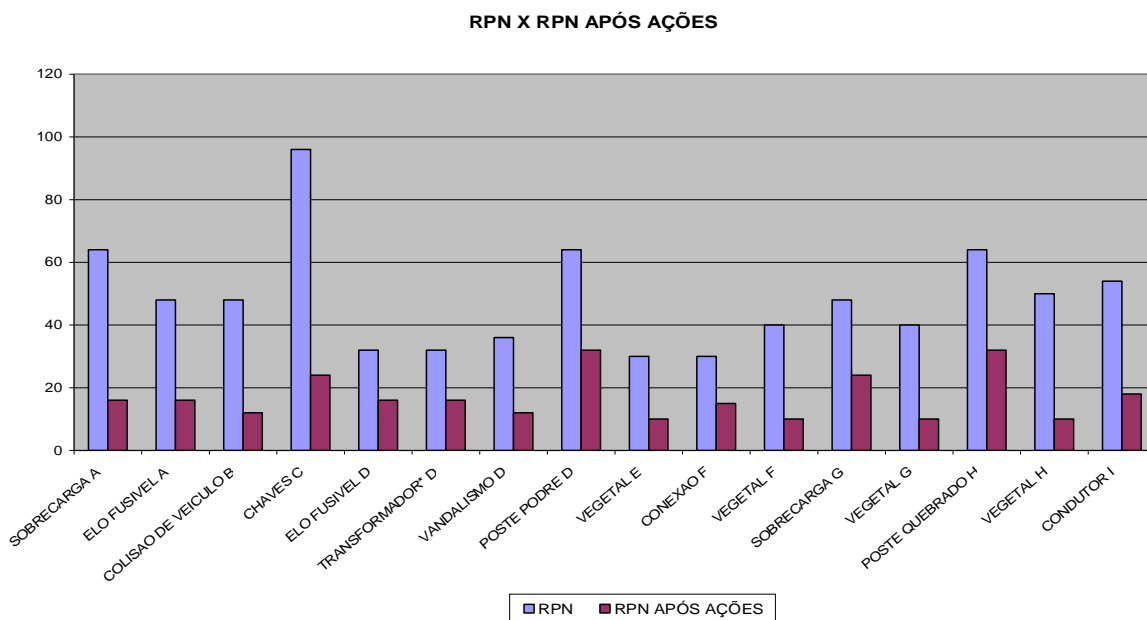


Figura 2 - Gráfico RPN x RPN após ações - Fonte: Do Autor.

5. DISCUSSÃO

Verificou-se também que com a respectiva aplicação das ferramentas da qualidade reduziu-se também o número de interrupções nos equipamentos de distribuição de energia elétrica que é o foco principal do trabalho em análise.

Para análise dos resultados considerou-se uma amostragem de cinco meses após a execução das manutenções indicadas pela ferramenta FMEA. Conforme o gráfico da figura 3 as interrupções em transformadores de distribuição são apresentadas.

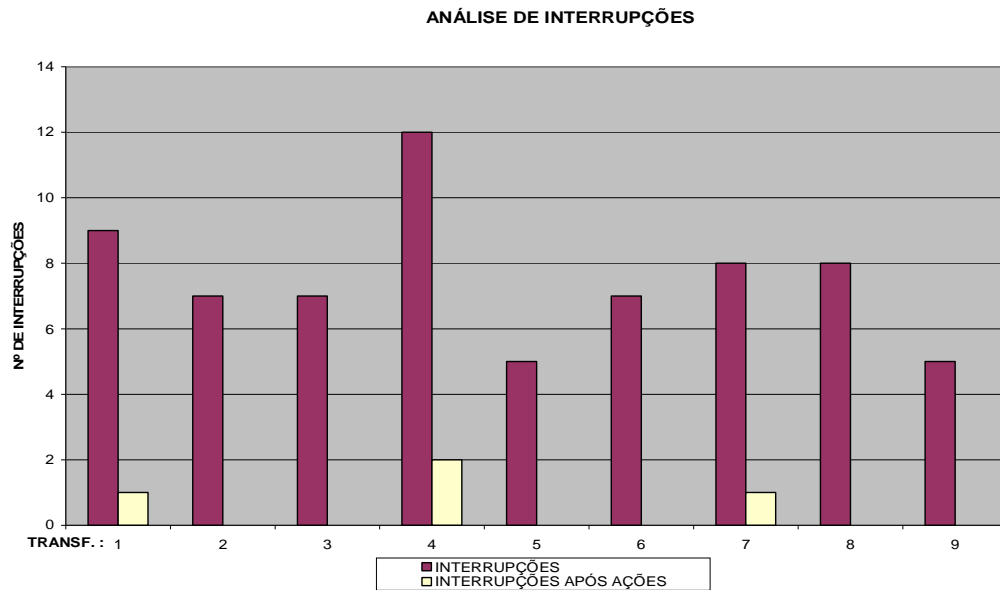


Figura 3 - Gráfico interrupções x interrupções após ações – Fonte: Do Autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas da qualidade servem de base para priorização da programação da manutenção aplicada ao sistema elétrico de distribuição de energia. Esta metodologia já é de grande utilização no meio industrial, porém ficou comprovada sua eficiência também em outras áreas relacionadas a prestação de serviço.

Em específico no que se refere ao sistema elétrico de distribuição evidenciou-se a melhoria da confiabilidade do mesmo, justificada pela considerável redução no número de interrupções dos equipamentos escolhidos para a pesquisa.

Acredita-se que com a inclusão de um número maior de variáveis que interferem na confiabilidade do sistema elétrico de distribuição para a determinação do cálculo do RPN esta metodologia pode ser aplicada como base para priorização dos investimentos de uma concessionária de energia, estabelecendo com isto uma maior assertividade nas manutenções relacionadas a

melhoria da qualidade do fornecimento de energia.

REFERÊNCIAS

BORBA, Cecília M; VAZ, Otávio R.; COELHO, Jorge. **Análise de Causa de Falhas e Desempenho de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. Florianópolis: UFSC, 2006.

FIDALGO, João Emanuel Lós Reis. **Maximização de Receita de Concessionária de Transmissão de Energia Elétrica Através da Otimização da Manutenção**. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Elétrica), 109p. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

LEAL, Fabiano; PINHO, Alexandre Ferreira de; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Análise de Falhas Através da Aplicação do FEMEA e da Teoria Grey**. Revista Gestão Industrial, no.01, Ponta Grossa: UTFPR.

PINTO, Cleverson Luiz da Silva. **Otimização em Dois Níveis Aplicada a Priorização de Obras do Sistema de Distribuição, Voltada ao Cumprimento dos Índices de Continuidade**. (Tese, Doutorado em Engenharia), 191p. São Paulo, Universidade de São Paulo: 2008.

SABINO, CVS; MARIANI JÚNIOR, R. **O uso do diagrama de Ishikawa como ferramenta no ensino de ecologia no ensino médio**. Revista Educação & Tecnologia, Belo Horizonte, v.14, no.3, p. 52/57, set/dez 2009.

ESTUDO E SIMULAÇÃO DE ALTO FALANTES A PARTIR DE MATERIAIS SINTERIZADOS

Feevale¹
Rodrigues, A.²
Braga, E.C.³
Bittencourt, S.D.⁴
Pauletti, P.⁵
Schaeffer, L.⁶
Dias, M.M.⁷

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve por objetivo o estudo de alto falantes onde os núcleos usualmente construídos a partir de ferro fundido ou laminado são substituídos por peças de ligas obtidas a partir dos processos da Metalurgia do Pó. O estudo compreende a obtenção de curvas de histerese de diversas ligas sinterizadas como o Fe puro, FeP, FeSi e FeNi e posterior simulação através de elementos finitos considerando uma topologia convencional de um alto falante comercial. As simulações compreendem a avaliação de fluxo no entreferro e um estudo teórico sobre as potências desenvolvidas comparativamente a alto falantes com núcleos convencionais.

Palavras chave: Metalurgia do Pó. Simulação por elementos finitos. Alto-falantes.

¹ Contribuição técnica a ser apresentada no Seminário de Pós-Graduação 2013 – Inovamundi, 9 a 11 de outubro de 2013, Novo Hamburgo, RS, Brasil;

² Mestrando Profissional em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais. Engenheiro Eletrônico – Universidade Feevale Novo Hamburgo/RS–Brasil. Fone: (51) 9945-3793 – e-mail: alex.rodrigues@harman.com;

³ Graduando Eng. Eletrônica. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS Brasil Fone: (51) 35868800 Fax: (51) 35868836 – e-mail: ecbprojeto@gmail.com;

⁴ Mestre - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM). Laboratório de Transformação Mecânica. (LdTM), Depto. de Metalurgia, UFRGS. e-mail: sergio.bittencourt@ufrgs.br;

⁵ Mestre - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM). Laboratório de Transformação Mecânica. (LdTM), Depto. de Metalurgia, UFRGS. e-mail: philippe.pauletti@ufrgs.br.

⁶ Prof. Dr. - Ing. Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM), Depto. de Metalurgia, PPGEM, UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: schaefer@ufrgs.br;

⁷ Dr. Eng. Prof. Depto. Eng. Eletrônica e Mestrado em Tecnologia de Materiais. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS Fone: (51) 35868800 e-mail: moisesdias@feevale.br.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Metalurgia do Pó é um processo relativamente recente da metalurgia de transformação, onde as peças são obtidas a partir dos pós-constituintes. Os processos básicos da M/P são: Obtenção dos pós, Mistura, Compactação e Sinterização. Às vezes é necessária uma quinta etapa como a retificação. Na M/P os pós, depois de serem misturados, são compactados em matrizes onde adquirem a forma da cavidade da matriz. Após, são colocados em fornos para sinterização onde adquirem consistência e resistência mecânica. [1] A Figura 1 mostra as diversas etapas da M/P.

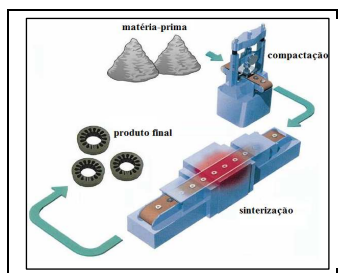


Figura 1 – Representação esquemática das etapas do processo de M/P [1]

Os materiais sinterizados mais comumente utilizados para dispositivos eletromagnéticos, como certos tipos de motores elétricos ou outros dispositivos constituídos por núcleos envolvidos por bobinas, são: ferro puro; ligas ferro-cobalto; ligas ferro-fósforo; ligas ferro-silício e ligas ferro-fósforo-silício; aços inoxidáveis ferríticos e ligas ferro-níquel; [2, 5, 6].

Os alto-falantes são transdutores eletrodinâmicos de graves, médios e agudos, e se baseiam todos em um mesmo conceito: um diafragma em movimento, devido a um campo magnético modulado em amplitude, atuando em conjunto com um ímã permanente. Este mecanismo é análogo ao de um motor elétrico, sendo, no caso do alto-falante, o rotor substituído pela bobina móvel. [4]

Quando se aplica corrente à bobina móvel, um campo eletromagnético é produzido perpendicularmente ao fluxo da corrente e ao campo do ímã permanente. A força mecânica resultante obriga o diafragma (ou cone) a deslocar-se em um movimento perpendicular ao campo magnético no entreferro, movimentando o ar em ambos os lados do cone, conforme ilustrado na Figura 2.

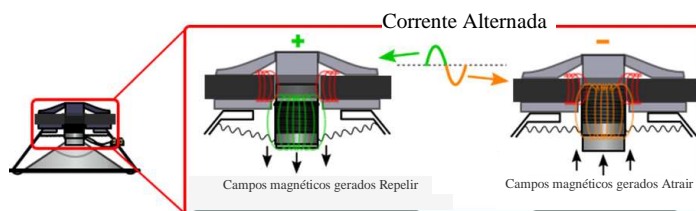


Figura 2 – Representação do campo magnético. (Adaptado pelo autor)

Três sistemas distintos: Sistema Motor, Diafragma e Suspensão, mas interligados entre si, operam em uníssono em um transdutor eletrodinâmico.

Os resultados das interações eletromagnéticas de um conjunto magnético podem ser obtidos através de simulações em software de elementos finitos FEMM 4.2 (Finite Element Method Magnetics). A metodologia de elementos finitos tem como objetivo a solução de equações diferenciais para uma diversidade de entradas. O objetivo principal é dividir o problema em um grande número de regiões, cada um com uma geometria simples (e.g. triângulo). Em cada elemento a solução é aproximada através de uma interpolação dos valores de cada vértice do triângulo. [8]

Através do FEMM 4.2 é possível verificar dados importantes tais como o fluxo magnético de entreferro, condição essencial para análise de desempenho de dispositivos eletromagnéticos como os alto falantes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado a partir de ligas sinterizadas, obtidas a partir de pós de ferro misturado ao fósforo, silício e níquel, adquiridos da Höganäs Brasil Ltda. Conforme certificado do fabricante, o pó de ferro utilizado foi o ASC100.29, com 99,4% da granulometria entre 45 μm e 150 μm . O pó Fe₃P (84% de Fe, 16% de P) apresenta 90% de sua dimensão abaixo de 14,58 μm . O pó FeSi 45 (55% de Fe e 45% de Si) tem 87% de seu conteúdo entre 45 μm e 250 μm e o pó de níquel apresenta granulometria mínima de 3 μm e máxima de 7 μm . O pó de ferro foi misturado com fósforo (1, 2 e 3%), silício (1, 3 e 5%) e níquel (50%) em um misturador duplo cone, com rotação de 60 rpm durante 20 minutos, para dispersão dos constituintes. Também foi adicionado as misturas, 1% de lubrificante sólido a base de estearato de zinco. Para a realização das simulações, optou-se pelo conjunto magnético de um alto-falante CM115D38, Figura 3.

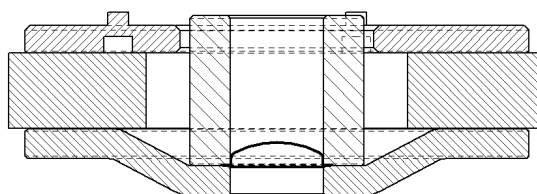


Figura 3 - Conjunto Magnético para Alto-falante introduzido no FEMM

A simulação foi efetuada a partir do projeto dimensional do conjunto magnético (Figura 3), considerando as ligas sinterizadas estudadas e um dos materiais convencionais, ou seja, o aço 1008. Os materiais simulados foram alterados na Arruela Superior e Arruela Inferior e no núcleo do Entreferro. A ferrita (ímã) permaneceu constante em todas as

simulações. A Figura 4-a mostra a malha gerada para cálculo da densidade de fluxo (pequenos triângulos) para o Fe puro sinterizado, e a Figura 4-b mostra as linhas de fluxo magnético no entreferro (12 mm), onde ocorre o movimento da bobina em um alto falante. Neste entreferro, quanto maior a densidade de fluxo (ou indução), maior são as forças que atuam na bobina, resultando com isto maior potência.

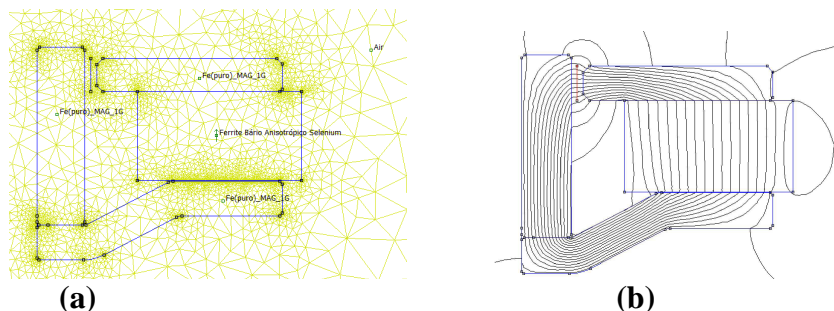


Figura 4 – Simulação de um conjunto de um alto falante –(a) Malha gerada para determinação da Indução magnética – (b) Fluxo magnético no Entreferro

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas simulações realizadas estaticamente, foram analisadas as Curvas de magnetização, os Laços de Histerese, as perdas magnéticas e o fluxo magnético onde os núcleos com as ligas sinterizadas Fe1%P e Fe2%P, resultaram valores próximos em relação ao tradicional aço 1008. O núcleo com Fe1%P apresentou fluxo magnético de 0,62 T, mesmo valor do aço 1008, contudo o núcleo com Fe2%P apresentou valor 0,63 T. Entretanto os núcleos com as ligas Fe3%P e Fe50%Ni, apresentaram valores um pouco menores, ou seja, aproximadamente 0,59T. O bom desempenho nas simulações das ligas sinterizadas citadas, se deve aos seus valores de elevadas permeabilidade magnética e indução de saturação. [18, 19].

5. CONCLUSÕES

A adição de P, Si e Ni no Fe aumentou consideravelmente a resistividade elétrica dos materiais magnéticos macios, sendo um fator preponderante na redução de perdas magnéticas. O Fe puro apresentou resistividade de $1,57E-07 \Omega.m$, contra $4,82E-07 \Omega.m$ da liga Fe5%Si, que foi a maior alcançada. A redução das correntes induzidas pode ser interpretada como um aumento da resistência elétrica do corpo, uma vez que são grandezas físicas inversamente proporcionais. Este efeito de redução das correntes induzidas, também pode ser obtido com o aumento da resistividade elétrica do material. Portanto, quanto maior a resistividade do material, menores serão as correntes induzidas e as perdas por correntes parasitas.

Os ensaios de perdas magnéticas nos materiais sinterizados apresentaram resultados equivalentes aos das chapas laminadas em frequências elevadas. A liga Fe1%P foi a que apresentou o melhor conjunto de propriedades magnéticas, elétricas e mecânicas entre as ligas

estudadas. Uma vez que, em alto falantes, a frequência das correntes que movimentam as bobinas compreendem uma faixa, e não somente uma frequência constante como em motores e transformadores, este ensaio foi importante para demonstrar qual material possui menor perdas em função da frequência.

Nas simulações realizadas estaticamente, o fluxo magnético nos núcleos com as ligas de FeP (1,2 e 3%) resultou em indução magnética de entreferro próximas ao núcleos com aço 1008, sendo inclusive maior para a liga Fe2%P. Nesta condição, uma vez que, as forças atuantes na bobina de alto falante que movem o cone, irão gerar uma maior potência, desde que, seguido de um aumento da corrente da bobina. Nesta condição, um alto falante construído a partir da liga Fe2%P, teoricamente poderia desenvolver uma maior potência que o mesmo alto falante construído a partir do aço 1008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] – GRUPO SETORIAL DE METALURGIA DO PÓ. **A Metalurgia do Pó: alternativa econômica com menor impacto ambiental**. São Paulo: Metallum Eventos Técnicos e Científicos, 2009. 320 p.

[2] – LALL, C; BAUM L.W. **High Performance Soft Magnetic Components by Powder Metallurgy and Metal Injection Molding**, Modern Developments in P/M, v.18, 1998. p.363-389.

[3] – DICKASON, Vance. **Caixas Acústicas & Alto-Falantes**. Tradução: Homero Sette Silva. 5a. Ed. – Rio de Janeiro: H.Sheldon, 1997.

[4] – BORWICK, John. **Louspeaker and Headphone Handbook**. Butterworth – Heinemann Ltd. 1988.

[5] – LENEL, F.V. **Magnetic Applications**. **Metals Hadbook**, v.7, 1984. p.638-641.

[6] – BAS, J. A., PUIG, J., MOLINS, C.B. **Soft Magnetic Materials in P/M: Current Applications and State-of-the-Art**. **Modern Developments in Powder Metallurgy**, Princeton, New Jersey. Metal Powder Industries Federation, v.18, 1988. p.745-756.

[7] – LALL, C. Soft Magnetism, **Fundamentals of Powder Metallurgy and Metal Injection Molding**, Princeton, New Jersey. Metal Powder Industries Federation, 1992. 139p.

[8] – MEEKER, D., **Finite Element Method Magnetics**. User's Manual, v.4.2, 2010.

[9] – JILES, D. **Introduction to Magnetism and Magnetic Materials**. London, Chapman and Hall, 1991.440p.

- [10] – American Society for Testing and Materials. **ASTM A773 / A773M – 01:** Standard Test Method for dc Magnetic Properties of Materials Using Ring and Permeameter Procedures with dc Electronic Hysteresigraphs. West Conshohocken: ASTM, 2009.
- [11] – NASAR, S.A. **Handbook of Electric Machines.** New York, McGraw-Hill, 1987.
- [12] – FITZGERALD, A.E, KINGSLEY, Jr. C, UMANS, S.D. **Electric Machinery.** New York, Bookman, 2008 (reimpressão), 6ª Edição.
- [13] BUSCHOW, K. H. J. **Handbook of Magnetic Materials.** Elsevier Science, v. 19, 2011. 464p.
- [14] K. ASAKA, C. ISHIHARA, **Technical trends in soft magnetic parts and materials, Hitachi Powdered Metals Technical Report**, No. 4, 3–9, 2005.
- [15] SILVA, M. C. A.; BOLFARINI, C.; KIMINAMI, C. S.; GUSSON, P. P. **Magnetic Properties of Spray Formed Fe-3%wtSi, Fe-5%wtSi and Fe-6%wtSi Alloys.** Materials Science Forum, v. 416, n. 4, 2003. p. 113-118.
- [16] NARASIMHAM, K.; HANEJKO, F.; MARUCCI, L. **Growth Opportunities with Soft Magnetic Materials.** Washington, D.C.: Hoeganaes Corporation, 2008. 9 p.
- [17] HANEIJO, F. G.; PHAN, H. G. **Powder metallurgy materials for AC magnetic applications.** Washington, D.C.: Presented at PM TEC, 96 World Congress, June 16-21, 1996.
- [18] NARASIMHAM, K.; HANEJKO, F.; MARUCCI, L. **Growth Opportunities with Soft Magnetic Materials.** Washington, D.C.: Hoeganaes Corporation, 2008. 9 p.
- [19] LANDGRAF, F. J. G. **Propriedades Magnéticas de Aços para fins Elétricos.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2001. 20p.

APLICAÇÃO DE FOTOELETROOXIDAÇÃO COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO E AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE EM *ALLIUM CEPA*

Cláudia Regina Klauck –¹Feevale

Luciano Basso da Silva²–Feevale

Marco Antônio Siqueira Rodrigues³–Feevale

Palavras chave: Chorume. Toxicidade. Processos Oxidativos Avançados. Fotoeletrooxidação.

1. INTRODUÇÃO

A disposição dos resíduos em aterros sanitários é uma prática cada vez mais comum nas grandes cidades, e gera como produto de decomposição dos resíduos e percolação da água da chuva grandes volumes de lixiviado (chorume). Este líquido é altamente tóxico e deve ser tratado adequadamente antes de sua liberação nos corpos receptores. Contudo, devido às suas⁴ características, principalmente em lixiviados estabilizados, frequentemente o tratamento biológico convencional é ineficiente. Assim, em função dos problemas apresentados pelos sistemas de tratamento convencionais, existe uma crescente necessidade de procedimentos que apresentem maior eficiência de tratamento ou que possam ser integrados aos processos convencionais.

Neste sentido, tecnologias como os processos oxidativos avançados (POAs), são consideradas uma excelente opção para a remoção de cor, matéria orgânica e compostos recalcitrantes, bem como para aumentar a biodegradabilidade de lixiviados estabilizados. Outra tecnologia bastante difundida na área de tratamento de efluentes consiste na adição de carvão ativado como etapa final de polimento. O carvão apresenta excelentes propriedades adsorptivas e é capaz de melhorar as características do efluentes. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação da eficácia da aplicação do POA fotoeletrooxidação (FEO) seguido por polimento com carvão ativado no tratamento de chorume, proveniente de um aterro sanitário na região do Vale dos Sinos, e caracterização quanto aos parâmetros físico químicos das amostras e avaliação o potencial toxicológico em *Allium cepa* antes e após os tratamentos.

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale. Bolsista FAPERGS/CAPES do PPGQA Feevale.

² Doutor em Genética e Biologia Molecular pela UFRGS. Professor e pesquisador do PPGQA Universidade Feevale.

³ Doutor em Engenharia pelo PPGEM- UFRGS. Professor e pesquisador do PPGQA Universidade Feevale.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com conseqüência do crescimento populacional, o aumento do poder aquisitivo e a facilidade no acesso a bens de consumo, tem-se um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (GOUVEIA, 2012). Aproximadamente 40% dos municípios brasileiros depositam seus resíduos em aterros sanitários, forma de disposição considerada ambientalmente adequada e de baixo custo (ABRELPE, 2011). A decomposição dos resíduos em celas de aterros ocasiona a geração de gases e também um líquido escuro, de composição variável, altamente poluente, denominado chorume (lixiviado) (BAUN *et al.*, 2003; FOUL *et al.*, 2009). Devido a sua elevada toxicidade, o chorume deve ser tratado adequadamente antes de seu descarte (MARTINNEN *et al.*, 2002).

À medida que a idade do chorume aumenta, a fração biodegradável torna-se reduzida, contendo na sua maior parte substâncias de elevada massa molar e estruturas complexas, como as substâncias húmicas (MAHMUD *et al.*, 2011), altas concentrações de nitrogênio amoniacal e outros compostos de elevada toxicidade, que causam a inibição do processo de tratamento biológico (ROCHA *et al.*, 2011). No caso dos aterros sanitários brasileiros, a grande maioria não possui nenhum tipo de tratamento para o lixiviado ou o trata de maneira ineficiente (MANNARINO *et al.* (2006).

Um das alternativas para o seu tratamento é o uso de tecnologias avançadas baseadas na oxidação química, como os processos oxidativos avançados (POAs), reconhecidos por sua alta eficiência no tratamento de efluentes contendo substâncias recalcitrantes (OLLER *et al.*, 2011). Os POAs são baseados na degradação de matéria orgânica, através da geração do radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$). Este radical apresenta alto poder oxidante e baixa seletividade, oxidando a maior parte dos poluentes orgânicos em tempos relativamente curtos, podendo até mesmo causar a mineralização completa dos compostos (MORAIS & ZAMORA, 2005). Entre os estudos que vem sendo desenvolvidos com POAs, a aplicação da tecnologia de fotoeletrooxidação tem sido utilizada como alternativa de tratamento para os poluentes como o chorume (CORTEZ *et al.*, 2011). Estas tecnologias apresentam grande eficiência na diminuição dos parâmetros físico-químicos e melhora da biodegradabilidade do efluente. Apesar disto, a aplicação de processos oxidativos avançados pode ocasionar a geração de subprodutos que podem ser tanto quanto ou até mesmo mais tóxicos do que o composto inicial, desta forma é imprescindível a avaliação de toxicidade de efluentes tratados por estas tecnologias, como forma a complementar as análises habituais (RIZZO, 2011).

3. METODOLOGIA

Coleta da amostra: A amostra de chorume bruto foi coletada na estação seca em um aterro sanitário desativado, de idade aproximada de 50 anos, na região do Vale dos Sinos. Imediatamente após a coleta foram aplicados os tratamentos a seguir.

Aplicação de Fotoeletrooxidação: O tratamento de fotoeletrooxidação (FEO) foi conduzido em um reator cilíndrico com capacidade de 2L com sistema de refrigeração, acoplado a um tanque de recirculação com capacidade de 4L. Dentro do reator, foram inseridos dois eletrodos concêntricos, compostos de $Ti_{70}TiO_{2/30}RuO_2$, juntamente com uma lâmpada de vapor de mercúrio de 400W, encapsulada em um bulbo de quartzo, para permitir a passagem da luz UV, disposta centralmente, irradiando o ânodo. Os eletrodos foram conectados a um retificador de corrente contínua com capacidade de 50A. Aplicou-se a densidade de corrente de $21,6 \text{ mA.cm}^{-2}$ por 6h, com 6L de efluente.

Aplicação de carvão ativado em FEO: Ensaios anteriores realizados pelo grupo de pesquisa indicam que o uso de carvão ativado diretamente com o chorume bruto não foi capaz de causar melhora nos parâmetros físico químicos e de toxicidade da amostra (dados não apresentados). Desta forma, o presente estudo investigou a aplicação de carvão como polimento ao chorume tratado por FEO. Para tanto, uma alíquota do efluente tratado por FEO nas configurações descritas anteriormente, foi adicionalmente tratada com carvão ativo. Para este procedimento, foram adicionados 50g.L^{-1} de carvão ativo ao efluente após passar por tratamento fotoeletrooxidativo, mantidos sob agitação por 1h, sendo posteriormente filtrado.

Análises físico-químicas: As amostras antes e após o tratamento, foram encaminhadas para análise quanto aos seguintes parâmetros: cloretos, condutividade, DQO, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total Kjeldahl, pH, turbidez, cádmio, chumbo, cromo total, manganês e zinco.

Avaliação de toxicidade em *Allium cepa*: O ensaio em *Allium cepa* foi realizado com a exposição de 5 bulbos de cebolas, previamente preparados às amostras de chorume bruto e chorume após o tratamento oxidativo, por um período de 48h, nas seguintes concentrações: 12%, 25% e 50%. Manteve-se um controle negativo, com água de abastecimento público. Ao fim deste período foi aferido o comprimento das três maiores raízes de cada cebola. A média de comprimento das raízes em cada tratamento foi calculada e comparada com o crescimento do grupo controle. Também avaliou-se Índice Mitótico (IM) e genotoxicidade quanto a presença de Alterações Cromossômicas(AC) (LEME & MARIN-MORALES, 2009). O preparo das lamina seguiu o protocolo descrito por MAGDALENO *et al.* (2008). Para cada lâmina foram utilizadas duas raízes de cada cebola e contabilizadas 1000 células, onde quantificou-se o número de células em divisão

(Índice Mitótico), além de 200 células em anáfase/telófase, quanto a presença de alterações cromossômicas (AC), ambos observados sob microscópio óptico com aumento de 1000x. Após a contagem, os valores foram comparados com o grupo controle e entre os tratamentos, através da análise de variância (ANOVA) seguida do post hoc Tukey, no programa estatístico SPSS®, considerando-se o nível de significância (p) de 0,05.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela a seguir (tab.1) mostra as propriedades físico-químicas do lixiviado antes e após o tratamento por FEO, bem como após o tratamento por FEO seguido por carvão ativo. Observa-se que o tratamento isolado causou uma pequena redução nos parâmetros como DQO, fósforo, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total Kjeldahl. Este resultado indica que o tratamento não atingiu a eficácia esperada, necessitando-se de ajustes no tempo e densidade de correntes aplicadas para melhora dos parâmetros.

A degradação do nitrogênio amoniacal ocorre principalmente pelo processo de oxidação indireta, onde o poluente é destruído da solução pela presença de oxidantes formados na reação (BERTOLDI *et al.*, 2012). Como resultado da oxidação do nitrogênio amoniacal, observa-se a formação de nitrato na solução. Adicionalmente observa-se um aumento na turbidez do efluente tratamento por FEO evidenciando processo de mineralização dos compostos, visto que uma das causas para o aumento de turbidez são partículas inorgânicas em suspensão.

Já o tratamento com carvão ativo mostrou grande melhora nos parâmetros avaliados. Comparando-se com os parâmetros de lançamento de efluentes exigidos pela legislação estadual (Consema nº128/2006), os valores de nitrogênio total e nitrogênio amoniacal ainda encontram-se acima dos limites permitidos para o lançamento, os demais parâmetros foram atingidos. Salienta-se, entretanto, que o processo de adsorção por carvão ativado requer uma etapa adicional de regeneração do adsorvente. Neste processo ocorre apenas uma transferência de fase e não atenuação dos compostos, tornando o carvão um resíduo perigoso que necessita de tratamento adequado.

Tabela 1- Caracterização físico química das amostras antes e após o tratamento e comparativo com a legislação ambiental vigente (Consema 128/2006).

Parâmetro	Unidade	Bruto	FEO	FEO + carvão	Consema 128/2006
Cloretos	mg L ⁻¹	125,4	191,8	184,6	-
Condutividade	µS cm ⁻¹	>1412	>1412	11,33	-
DQO	mg O ₂ L ⁻¹	1113,2	946,4	320	360*
Fósforo Total	mg L ⁻¹	1,76	0,36	0,15	4*
Nitrato	mg L ⁻¹	1,72	47,74	29,88	-
Nitrogênio amoniacal	mg L ⁻¹	97,62	54,5	40,72	20*
Nitrogênio total Kjeldahl	mg L ⁻¹	621,41	458,37	48,45	20*
pH	-	7,73	7,06	9,08	6 a 9
Turbidez	NTU	21,3	94,1	2,3	-
Cádmio	mg L ⁻¹	0,026	0,029	0,04	0,1
Chumbo	mg L ⁻¹	0,426	0,387	0,032	0,2
Cromo Total	mg L ⁻¹	0,012	n.d.	n.d.	0,5
Manganês	mg L ⁻¹	1,193	0,300	0,150	1,0
Zinco	mg L ⁻¹	0,081	0,081	0,085	2,0

*valor considerando-se a faixa de vazão entre 20 e 100m³ por dia.

O bioensaio em *Allium cepa* não detectou a presença de genotoxicidade nas amostras antes ou após o tratamento. Entretanto a avaliação de toxicidade evidencia a presença de substâncias com potencial citotóxico na amostra bruta em todas as suas concentrações, onde há uma redução significativa em relação ao controle ($p < 0,05$) no crescimento radicular e índice mitótico (tab.2). O mesmo ocorre com a amostra tratada por FEO nas concentrações de 25% e 50%. Já a amostra tratada por carvão ativado não apresentou diferenças em relação ao grupo controle, indicando que após este tratamento ocorre redução na toxicidade do efluente. Bertoldi *et al.*, 2012, avaliaram os níveis de stress oxidativo em estruturas cerebrais de ratos e camundongos expostos à chorume bruto e após o tratamento por FEO e concluíram que não há diferença na toxicidade, que se manteve elevada, entre as amostras.

Tabela 2: resultados da aferição de crescimento radicular, índice mitótico e alterações cromossômicas para os diferentes tratamentos ($p>0,05$)

Tratamento	Crescimento raiz (cm)	Índice mitótico	Frequência de AC
Controle	2,000±0,924	0,086±0,008	0,006±0,0041833
Bruto12%	0,340*±0,114	0,002*±0,001	0,040±0,0894427
Bruto25%	0,320*±0,044	0,006*±0,004	0,040±0,0894427
Bruto50%	0,220*±0,109	0,003*±0,003	0,100±0,2236068
FEO 12%	1,300±0,561	0,069±0,010	0,015±0,010
FEO 25%	0,700*±0,200	0,080±0,027	0,012±0,008
FEO 50%	0,360*±0,134	0,034*±0,022	0,009±0,013
FEO + carvão 12%	1,680±0,531	0,069±0,032	0,015±0,005
FEO + carvão 25%	1,940±0,397	0,054±0,022	0,014±0,009
FEO + carvão 50%	1,060±0,260	0,083±0,016	0,018±0,010

Comparando-se com Bertoldi *et al.*, 2012, que aplicaram processo de fotoeletrooxidação em um lixiviado do aterro sanitário de Novo Hamburgo, os resultados foram distintos. Estes autores atingiram 87% e 88% de remoção de nitrogênio amoniacal e DQO, respectivamente, ao utilizaram uma densidade de corrente de $23\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$, em um volume de 2L por 1h 30min de tratamento. Já o presente trabalho, aplicando apenas o processo de fotoeletrooxidação, obteve em sua melhor configuração, com 7L de efluente, remoção 43% de nitrogênio amoniacal e 15% de DQO, melhorando seus parâmetros apenas após a aplicação de carvão ativado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento integrado com FEO seguido por carvão ativado mostrou-se superior na melhora dos aspectos físico químicos e de toxicidade do chorume. Apesar disto, nenhuma configuração atingiu os parâmetros legais permissíveis para lançamento deste efluente no meio ambiente. A complexidade no tratamento deste tipo de efluente assim como a necessidade de uma solução para este problema ambiental são evidentes. Neste contexto, outras configurações de tratamento e a integração de diferentes tecnologias estão sendo testadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011**. V.1, 186p, 2011.
- BAUN, A.; LOTTE, A.; REITZEL, L. A.; LEDIN, A; CHRISTENSEN, T.; BJERG, P. L. Natural attenuation of xenobiotic organic compounds in a landfill leachate plume (Vejen, Denmark). **Journal of Contaminant Hydrology**. V. 65, p. 269-291, 2003.
- BERTOLDI, K.; SPINDLER, C.; MOYSÉS, F.; VANZELLA, C.; LOVATEL, G.; ELSNER, V.; RODRIGUES, M.A.S.; SIQUEIRA, I.R. Effect of landfill leachate on oxidative stress of brain structures and liver from rodents: Modulation by photoelectrooxidation process. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. V. 84, p. 319-324, 2012
- CORTEZ, S.; TEIXEIRA, P.; OLIVEIRA, R.; MOTA, M. Evaluation of feton and ozone-based advanced oxidation processes as mature landfill leachate pre-treatments. **Journal of Hazardous Materials**. V.92, p. 749-755, 2011.
- FOUL, A.; AZIZ, H.A.; ISA, M.H.; HUNG, Y-T. Primary treatment of anaerobic landfill leachate using activated carbon and limestone: batch and column studies. **Waste Management**, V. 4, p. 282–298, 2009.
- GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e saúde coletiva**. V. 17, p. 1503-1510, 2012.
- LEME, D.M.; MARIN-MORALES, A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: a review on its application. **Mutation Research**. V. 682, p. 71-81, 2009.
- MAGDALENO, A.; MENDELSON, A.; FABRIZIO DE IORIO, A.; RENDINA, A.; MORETTON, J. Genotoxicity of leachates from highly polluted lowland river sediments destined for disposal in landfill. **Waste Management**. V. 28, p. 2134-2139, 2008.
- MAHMUD, K.; HOSSAIN, MD.; SHAMS, S. Different treatment strategies for highly polluted landfill leachate in developing countries. **Waste Management**. V. xxx p. xxx–xxx, 2011.
- MANNARINO, C.F.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C.; RITTER, E. Wetland para tratamento de lixiviados de aterros sanitários – experiencias no aterro sanitário de Pirá e no aterro metropolitano de Gramacho. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. V.11, p.108-112, 2006.
- MARTTINEN, S.K.; KETTUNEN, R.H.; SORMUNEN, K.M.; SOIMASUO, R.M.; RINTALA, J.A., Screening of physical–chemical methods for removal of organic material, nitrogen and toxicity from low strength landfill leachates. **Chemosphere**. V. 46, p. 851-858, 2002.

MORAIS, J.L.; ZAMORA, P.P. Use of advanced oxidation processes to improve the biodegradability of mature landfill leachates. **Journal of Hazardous Materials**. V. 123, p. 181-186, 2005.

ROCHA, E.M.R.; VILAR, V.J.P.; FONSECA, A.; SARAIVA, I.; BOAVENTURA, R.A.R. Landfill leachate treatment by solar-driven aops. **Solar energy**. V. 85, p. 46-56, 2011.

RIO GRANDE DO SUL, Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA. **Resolução nº 128/06** - Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br>.

RIZZO, L. Bioassays as a tool for evaluating advanced oxidation processes in water and wastewater treatment. **Water Research**. V. 45, p. 4311-4340, 2011.

MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA AEROGERADORES

Brinkhus, Vitor Luis -FEEVALE ⁽¹⁾

Dias, Moisés de Mattos - FEEVALE ⁽²⁾

Palavras-chave: Energia eólica. Aerogeradores. Metalurgia do pó. Ímãs. Materiais alternativos.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo fazer um estudo sobre materiais e processos alternativos possíveis de serem aplicados na construção de geradores eólicos, em substituição aos processos e materiais convencionais. Assim, são estudados novos materiais obtidos através da metalurgia do pó na fabricação de núcleos de rotores e estatores dos geradores e ímãs permanentes de Neodímio, Ferro e Boro (NdFeB), obtenção de eixos e engrenagens por forjamento, carenagem por estampagem incremental e pás a partir de fibra vegetal. Também foram realizadas simulações e ensaios de uma máquina elétrica construída a partir destes ímãs.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Energia eólica no Brasil é uma realidade, atestada pelas recentes medidas do governo federal, que vão desde implantação de parques eólicos e leis de incentivo que estabelecem a produção nacional dos aerogeradores e linhas de financiamento para pesquisa, assim como o grande investimento de empresas estrangeiras em 2011 no Brasil para produção de aerogeradores [1]. Os grandes argumentos favoráveis à fonte eólica são, além da renovabilidade, a perenidade, grande disponibilidade de ventos, independência de importações e custo zero para obtenção de suprimento (ao contrário do que ocorre com as fontes fósseis).

¹ *Mestrando do Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais. ICET, Universidade Feevale, Novo Hamburgo – RS – Brasil; vlbrinkhus@gmail.com*

² *Dr. Eng. Prof. Depto. Eng. Eletrônica e Mestrado em Ciência dos Materiais, ICET, Universidade Feevale, Campus II, Novo Hamburgo - RS; e-mail: moisesdias@feevale.br*

Estudo recente da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) sinaliza que o parque eólico instalado no Brasil possui 76 usinas 1.543.042 kW representando 1,22% da produção nacional de energia elétrica. Este mesmo estudo sinaliza que a capacidade eólica a ser instalada no Brasil poderá passar dos atuais 1,5 MW para 5,788 GW nos próximos anos [2].

Através de estudos financiados pelo governo federal e governo do estado do Rio Grande do Sul, através dos órgãos, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) estão sendo desenvolvidos estudos para obtenção de materiais mais eficazes para produção de aerogeradores.

As pesquisas envolvem a obtenção de núcleos e rotores através da metalurgia do pó, obtenção de eixos e engrenagens através do processo de forjamento, utilização da Estampagem Incremental para fabricação das carenagens dos aerogeradores e utilização de fibras vegetais para o desenvolvimento das pás dos aerogeradores.

2.1 NÚCLEOS E ROTORES – METALURGIA DO PÓ

A obtenção de núcleos e rotores através da metalurgia do pó envolve etapas de mistura dos pós componentes, compactação e sinterização. Na etapa de compactação, os pós são inseridos numa matriz e submetidos a aplicação de pressão. Já a sinterização pode ser definida como um processo físico, termicamente ativado, fazendo com que um conjunto de partículas de determinado material, inicialmente em contato, adquira resistência mecânica [3].

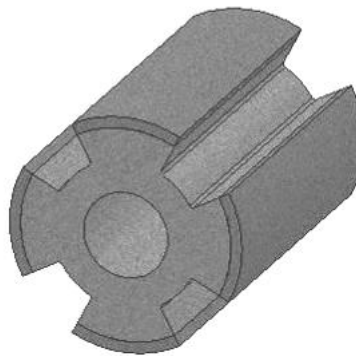


Figura 1 - Vista em perspectiva do núcleo do rotor da máquina

Os ímãs escolhidos para o projeto são compostos de NdFeB (Neodímio-ferro-boro) com revestimento de Níquel, pois apresentaram ótimas características magnéticas. A figura 1 ilustra a montagem do núcleo e ímãs obtidos através da metalurgia do pó.

2.2 EIXOS E ENGENHAGENS - FORJAMENTO

O desenvolvimento de tecnologia para fabricação de aerogeradores passa por além de pesquisa em eficiência e capacidade de geração de energia, mas também por considerar um aspecto construtivo de suma importância: a altura. Os geradores de alta potência (5MW) chegam facilmente a 100 metros de altura ou mais, sendo que a transformação do movimento das pás em energia demanda de peças robustas capazes de suportar grandes solicitações mecânicas. Estes sistemas mecânicos, compostos de peças como eixos engrenagens e mancais, são responsáveis por grande parte do peso total do aerogerador e por si fatores críticos de projeto [4].

A pesquisa nesta área, tanto na indústria como no meio acadêmico (universidades e institutos de pesquisa), concentra-se no forjamento de materiais de alta resistência e controle de processo de fabricação que possibilite a predição do estado macroestrutural final da peça e por consequência a garantia das propriedades mecânicas, além da obtenção de formas forjadas muito mais próximas da geometria final da peça (near-net-shape) [5].

2.3 Carenagens - Estampagem Incremental

O processo de Estampagem Incremental é uma inovação tecnológica na área de conformação de chapas. Esta técnica envolve desde a formação da geratriz, a qual é transformada num programa que é carregado numa fresadora CNC, que possui ferramentas especiais, onde é executada ou “estampada” a peça, [6]. A figura 2 mostra esquematicamente uma possibilidade do processo.

Enquanto os processos convencionais de estampagem, por serem mais rentáveis economicamente, estão voltados para grandes escalas de fabricação com matrizes complexas e de alto custo, surge o processo de Estampagem Incremental aplicável para pequenos lotes e também para componentes de geometrias complexas. Por isso, este processo coloca-se como alternativa para prototipagem rápida e para fabricação de pequenos lotes que exigem um ferramental de alto custo, [7]. Outro importante avanço desta técnica é a possibilidade de estampar peças que não sejam simétricas com baixo custo [8]. A figura 3 mostra uma estratégia de fabricação onde também é evidenciada a quantidade de parâmetros que devem ser controlados durante o processo, como por exemplo: Tamanho e forma da ferramenta móvel, material de matriz e velocidade; forma e espessura da geratriz; estratégia da geração da peça; força do prensa-chapas, temperatura, lubrificação, etc. Em cada movimentação completa do punção (de baixo para cima) a inclinação da parede se modifica por 3 a 5 graus. Isto significa que são necessários de 7 a 12 estágios para a produção do componente.

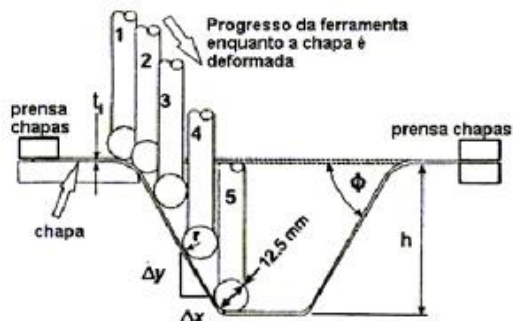


Figura 2 - Estampagem incremental [8]

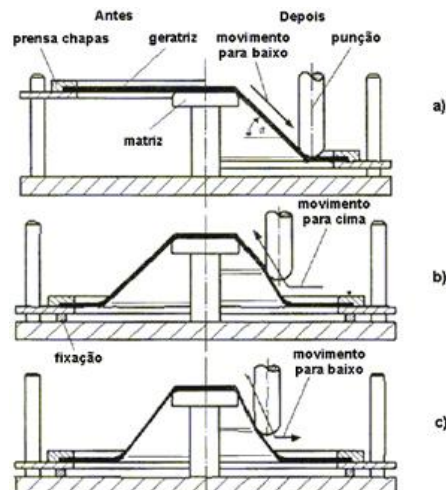


Figura 3 - Princípio de fabricação estampagem incremental [8]

2.4 Pás de Aerogeradores a partir de Fibras Vegetais

No intuito de reduzir o peso e por consequência a energia necessária para movimentação das pás de um aerogerador, estuda-se a produção das pás a partir de compósitos poliméricos reforçados por fibras naturais e sintéticas. Este tipo de material conjugado apresenta características adequadas para utilização em estruturas que exigem: baixo peso, alta resistência específica à tração, alta rigidez específica, resistência à corrosão e boa resistência à fadiga [9]. São estudados compostos de matriz poliéster e epóxi. Como reforços são utilizados fibras naturais e sintéticas. Devido ao custo elevado, as fibras de carbono e aramida são utilizadas apenas nas partes que necessitam de maior resistência à fadiga. Nestes estudos são utilizadas, predominantemente, fibra de vidro e algumas fibras naturais, principalmente, coco, sisal e piaçava.

3. SIMULAÇÃO DA MÁQUINA SÍNCRONA COM IMÃS PERMANENTE

A máquina síncrona com imãs permanentes simulada neste trabalho foi projetada baseando-se na estrutura de um motor de indução trifásico de 4 polos e 10 CV. A topologia e as dimensões do núcleo do rotor foram fundamentadas no projeto clássico das máquinas de relutâncias convencionais e máquinas síncronas de polos salientes. [10, 11]

A figura 4-(a) mostra, a partir de um corte transversal, o projeto dimensional da máquina elétrica. O projeto do rotor foi realizado levando em consideração as características do processamento de materiais por metalurgia do pó, cujo formato adequado deve ser o menos complexo possível, possibilitando assim sua construção e também para evitar falhas e trincas nas peças construídas.

Em resumo, os dados para simulação estão relacionados a seguir:

- Corrente: 14,2 A
- Número de espiras por ranhura: 12
- Fio: 12AWG
- Número de Condutores em Série por Fase: 192
- Tamanho do Pacote (profundidade do estator): 150mm
- Número de ranhuras: 48

As saliências e ímãs no rotor originam quatro polos com polaridades invertidas na sequência angular, e a mesma característica deve ocorrer com o campo magnético gerado pelos enrolamentos de armadura, ou seja, originar uma sequência invertida de quatro polos no perímetro de 360 graus do estator. Esta característica de acoplamento de campo magnético resulta em uma máquina elétrica síncrona em que rotor e campo magnético girante (originado a partir dos enrolamentos de armadura), giram na mesma velocidade com uma defasagem angular em função da carga da máquina. A figura 4-(b) ilustra a estrutura da máquina para a simulação no software de elementos finitos – FEMM 4.2.

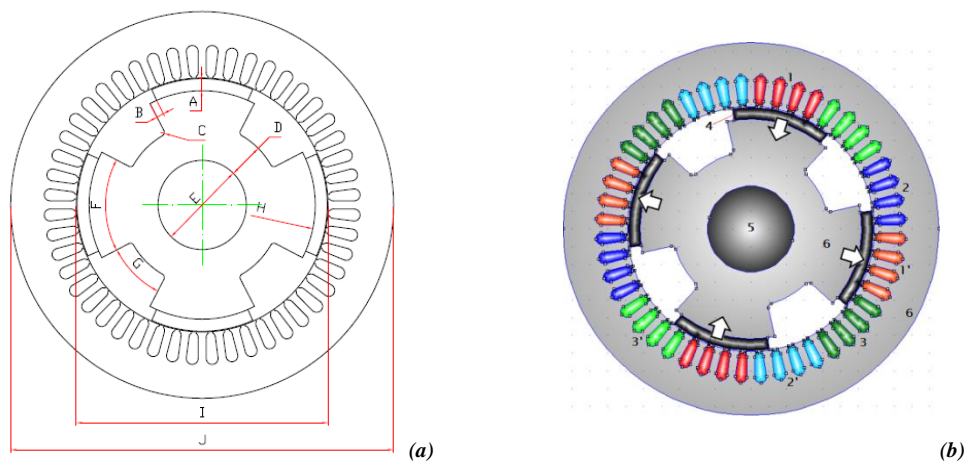


Figura 4 - (a) Cotas do rotor em corte transversal – A = 6,55; B = 4; C = 2; D = 18,575; E = 49,8; F = 55°; G = 35°; H = 62,05; I = 138; J = 210. (b) Corte transversal da máquina analisado no software de simulação: 1, 2 e 3 – Polos para correntes “U”, “V” e “W”, respectivamente; 1', 2' e 3' – Polos para correntes “-U”, “-V” e “-W”, respectivamente; 4 – Ímãs de NdFeB com suas respectivas orientações; 5 – Eixo da máquina; 6 – Núcleo do rotor e do estator

4. CONCLUSÕES

A máquina simulada construída com núcleos a partir da liga sinterizada Fe1%P apresentou valores de 2,00 T e 32,46 N.m respectivamente. Também foram realizados ensaios destes materiais em núcleos magnéticos alimentados com variação da frequência da corrente elétrica, onde verificou-se que, a partir dos 500 Hz, as perdas magnéticas totais em núcleos de materiais magnéticos macios tendem a se igualar as perdas em núcleo de chapas laminadas.

- [1] AGÊNCIA BRASIL (Org.). **Notícias**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/renai/noticia/conteudo/sq_noticia/110>. Acesso em: 11 jul. 2012.
- [2] ANEEL (Org.). **Energia Eólica**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2012.
- [3] CHIAVERINI, Vicente. **Metalurgia do pó**. 4ª São Paulo: Editora Abm, 2011.
- [4] SCHAEFFER, Lirio. **Forjamento: Introdução ao processo**. 2ª edição Porto Alegre: Editora Imprensa Livre, 2006.
- [5] RUSINOFF, S. E. **Forging and forming metals**. 2ª edição Chicago: Editora American Technical Society, 1959.
- [6] HAGAN, E.; JESWIET, J.: **Effect of wall angle on Al 3003 strain hardening for parts formed by computer numerical control incremental forming**. **Proc. Instn. Mech. Engrs. Part B: Journal Engineering Manufacture**, v. 217. 2003. p. 1571-1579.
- [7] HIRT, G.; JUNK, J.; BAMBACH, M.; CHOUVALOVA, I. AMES, J.: **Flexible CNC Incremental Sheet Forming: Process Evolution and Simulation**. Anais da VI Conferência Nacional de Chapas. UFRGS. Porto Alegre (2002) pág. 30-38.
- [8] HAGAN, E.; JESWIET, J.: **Effect of wall angle on Al 3003 strain hardening for parts formed by computer numerical control incremental forming**. **Proc. Instn. Mech. Engrs. Part B: Journal Engineering Manufacture**, v. 217. 2003. p. 1571-1579.
- [9] VOGT, Hans Heinrich. **Análise estrutural de pás de gerador eólico de pequeno porte**. 2010. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas Aplicadas) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2010.
- [10] FITZGERALD, A.E, KINGSLEY, Jr. C, UMANS. S.D. **Electric Machinery**. New York: McGraw-Hill Inc, 1990.
- [11] JANSSON, P. **Soft Magnetic Materials for A.C. Applications**. **Powder Metallurgy**, v.35, n.1, p.63-66, 1992.