

Sumário

MATERIAIS METÁLICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE REATORES ANAERÓBIOS.....	2
MEIO AMBIENTE, TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL.....	6
ANÁLISE TÉRMICA DO CONJUNTO DO INJETOR DE ADESIVO TERMOPLÁSTICO.....	10
ESTUDO DA GERAÇÃO DE <i>CROSSLINKING</i> DURANTE A FABRICAÇÃO DE EVA/PEBD EM REATORES TUBULARES DE PROCESSOS DE ALTA PRESSÃO.....	16
RECICLABILIDADE DE MATERIAIS: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DOS “REFILOS” DA INDÚSTRIA DE LAMINADOS SINTÉTICOS.....	27
AValiação DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS: UMA ANÁLISE DESCRITIVA E APLICADA.....	31

MATERIAIS METÁLICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE REATORES ANAERÓBIOS

¹ José de Souza – UFRGS

² Antonio Pereira Borba – UFRGS

³ Lirio Schaeffer – UFRGS

⁴ Márcio Luiz Cardoso – FACCAT

⁵ Guilherme Lauck – FACCAT

Palavras-Chave: Reatores Anaeróbios. Chapas Metálicas. Aços Inoxidáveis.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Amon et ali, (2006) reatores anaeróbios em aço inox possuem vantagens em relação à outros materiais por apresentarem boa resistência contra agentes corrosivos. Esta estrutura possui condições apropriadas para a instalação de misturadores, divisórias, mecanismos de aquecimento e controle de temperatura. O emprego de ligas de aços inox de classificação AISI 316 (austeníticos) são excelentes para aplicação em sistemas de biodigestão (Souza & Schaeffer, 2010). Além destes os aços inoxidáveis duplex, de estrutura dupla (austeníticos e ferríticos) e também possuem boas propriedades para construção dos reatores.

Na escolha do material a ser empregado na construção de reatores é necessário que o material possua resistência mecânica, aliada a resistência à corrosão e durabilidade. É necessário utilizar-se de materiais resistentes a corrosão, tanto ácida como oxidante. Busca-se neste trabalho levantar dados, a fim de determinar as características, qualidade anticorrosiva, resistência mecânica e problemas técnicos construtivos para fabricação de biorreatores. Estas determinações serão feitas através de pesquisas e características já pesquisadas.

A vida útil de reatores depende principalmente dos materiais empregados e processos de fabricação utilizados. Reatores anaeróbios, utilizando grandes quantidades de matéria

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia (PPGEM). – Tecnólogo em Automação Industrial – Docente na Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste (FACCAT) <http://www.faccat.br>

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM). Depto. de Metalurgia, UFRGS – Tecnólogo em Mecânica.

³ Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM) <http://www.ufrgs.br/ldtm>, Depto. De Metalurgia, PPGEM, UFRGS. <http://www.ufrgs.br/ldtm>

⁴ Tecnólogo em Automação Industrial – Acadêmico do Curso de Sistemas de Informação na Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste (FACCAT) <http://www.faccat.br>

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção na Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste (FACCAT) <http://www.faccat.br>

orgânica, como em aterros sanitários urbanos, podem produzir quantidades consideráveis de gás metano, sendo então de grande utilidade econômica e ambiental. A escolha adequada do material influencia no desempenho e na vida útil do reator, sendo fundamental a pesquisa sobre este assunto.

Pesquisar sobre o emprego de ligas inoxidáveis em reatores é indispensável para diminuir a manutenção em tais sistemas. Considera-se que uma planta de biodigestão deva operar com grandes reatores contínuos haja vista a ininterrupção da produção de resíduos e quantidade de materiais orgânicos. Estes reatores necessitam de materiais duráveis, uma vez que é bastante difícil a substituição de um reator em uma planta em operação. Para este trabalho escolheu-se duas ligas mais recomendadas na literatura para construção de reatores. Serão verificadas as características e propriedades quando aplicadas na construção de tais equipamentos.

O objetivo deste projeto, portanto é analisar a liga 316L e os aços duplex para fabricação de reatores anaeróbios. Buscando-se maior durabilidade, resistência mecânica, resistência à corrosão e baixa manutenção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Reatores anaeróbios também são chamados de biodigestores. Dentro destes ocorre a degradação da matéria orgânica por bactérias anaeróbias. Este equipamento gera uma mistura de gases, como metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), vapor d'água, gases corrosivos como o ácido sulfídrico (H_2S), etc. Estes gases corrosivos constituem-se no principal fator redutor da vida útil dos reatores. O gás sulfídrico (H_2S) pode acarretar corrosão precoce, diminuindo tanto o rendimento, como a vida útil dos materiais constituintes dos biodigestores (Coelho et alii, 2006). Há também a produção de substâncias alcalinas por causa da geração de carbonato de cálcio (CaCO_3) e a presença de sólidos voláteis. Esta alcalinidade produz também corrosão em materiais ferrosos devido à presença de oxigênio no carbonato de cálcio. Conforme (Leite, 2003) a alcalinidade total é função da alcalinidade devido a bicarbonato e a ácidos voláteis. À medida que o processo entra na fase de equilíbrio dinâmico, a alcalinidade a bicarbonato passa a ser mais representativa quantitativamente.

3. METODOLOGIA

A pesquisa deu-se através de uma extensa investigação de publicações e informações sobre as ligas. Verificaram-se as propriedades e relacionaram-se com o ambiente interno dos reatores.

4. ANÁLISE

Os aços inoxidáveis austeníticos são conhecidos pela sua excelente resistência à corrosão em muitos meios agressivos. Estes aços apresentam maior resistência à corrosão do que os ferríticos. Eles combinam baixo limite de escoamento com alta resistência a tração e bom alongamento, oferecendo as melhores propriedades para trabalho a frio. Eles possuem uma ampla faixa de propriedades mecânicas, oferecendo boa ductilidade e resistência a altas e/ou baixíssimas temperaturas, além de boa trabalhabilidade e soldabilidade (Laboratório de Materiais do Centro Universitário da FEI).

Os aços duplex são empregados em meios nos quais se exige principalmente resistência à corrosão intergranular. Este tipo de corrosão, associada à formação de carbonetos nos contornos de grãos (“sensitização”), é particularmente mais frequente nos aços inoxidáveis austeníticos, pois a baixa difusividade na estrutura CFC dificulta a eliminação dos gradientes de concentração causados pela precipitação. Nos aços duplex a precipitação de $M_{23}C_6$ ocorre principalmente nas interfaces austenita-ferrita. A alta difusividade da ferrita permite uma rápida eliminação dos gradientes de concentração que favoreceriam a corrosão intergranular, fazendo com que os aços duplex sejam menos suscetíveis à corrosão intergranular do que os aços austeníticos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A corrosão intergranular ou intercrystalina é causada pela precipitação de carbonetos de cromo (Cr) nos sinais visíveis na superfície. Para evitar esse tipo de corrosão é indicado o uso de ligas Duplex. Já na corrosão por pites é indicado a utilização das ligas como o 316L, pois apresentam teores de carbono extra baixos, (abaixo de 0,035%) ou ainda a utilização de aços inoxidáveis austeníticos estabilizados ao Ti (Titânio), Nb (Nióbio) ou Ta (Tantálio).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMON, T; KRYVORUCHKO, V; AMON, B; SCHREINER, M; – **Optimierung der Methanerzeugung aus Energiepflanzen mit dem Methanenergiewertsystem** – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Austria, 2006.

COELHO, S. T; VELÁZQUEZ S. M. S. G; MARTINS O. S; ABREU F. C. - **A conversão da fonte renovável biogás em energia.**- Políticas públicas para a Energia: Desafios para o próximo quadriênio.-31 de maio a 02 de junho de 2006.

LABORATÓRIO DE MATERIAIS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI – IPEI – Instituto de Pesquisas e Estudos Industriais – Dep. de Engenharia mecânica.
<http://www.fei.edu.br/mecanica/me541/LabMat.htm>

LEITE, V. D; SOUSA, J. T; PRASAD, S; LOPES, W. S. – **Tratamento de resíduos sólidos de centrais de abastecimento e feiras livres em reator anaeróbio de batelada**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.318-322, 2003.

SOUZA, J; & SCHAEFFER, L. **Estudo para fabricação de cilindros especiais para biometano.** REVISTA LIBERATO: Educação, Ciência e Tecnologia v. 11, n. 15, jan./jun. 2010 ISSN: 1518-8043, Novo Hamburgo, 2010.

MEIO AMBIENTE, TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

¹ José de Souza – UFRGS

² Antonio Pereira Borba – UFRGS

³ Lirio Schaeffer – UFRGS

⁴ Márcio Luiz Cardoso – FACCAT

⁵ Guilherme Lauck – FACCAT

Palavras-Chave: Meio ambiente. Resíduos Sólidos Urbanos. Geração de Metano.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma região é o conjunto das condições de vida dos habitantes, como o bem estar social, o livre acesso à saúde, escola, trabalho, renda, transporte, segurança e lazer. Todas estas características estão ligadas diretamente ao tripé, meio ambiente, produção energética e tratamento de resíduos. A poluição gerada na produção, tratamento ou no uso da energia é um importante aspecto a ser considerado. Usinas de biogás compõem uma alternativa para o tratamento de resíduos aliada à geração de energia e que contribui de forma fundamental para o desenvolvimento sustentável. Reatores anaeróbios promovem o saneamento, previnem a poluição e a contaminação dos recursos hídricos e do solo. Estes recursos são vulneráveis aos dejetos e esgoto não tratado. Esta tecnologia possibilita um adequado tratamento de diversos resíduos orgânicos urbanos, bem como a utilização energética do gás metano. Justifica-se seu potencial de utilização baseando-se principalmente nos aspectos: socioeconômicos, energéticos e ambientais (Andrade, 2003).

Resíduos orgânicos urbanos, esgotos, etc, poluem o meio ambiente caso não tratados, causam sérios prejuízos à sociedade, pois disseminam doenças, poluem o ar, solo e os recursos hídricos. Por outro lado essas fontes poluidoras podem ser utilizadas como fonte de energia em estações de tratamento e geração de energia renovável (Iglesias, 1999).

Outro aspecto social a ser considerado é o fato de que a acessibilidade aos recursos energéticos eleva a qualidade de vida dos cidadãos que estão localizados próximos à região

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia (PPGEM). – Tecnólogo em Automação Industrial – Docente na Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste (FACCAT) <http://www.faccat.br>

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM). Depto. de Metalurgia, UFRGS – Tecnólogo em Mecânica.

³ Coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM) <http://www.ufrgs.br/ldtm>, Depto. De Metalurgia, PPGEM, UFRGS. <http://www.ufrgs.br/ldtm>

⁴ Tecnólogo em Automação Industrial – Acadêmico do Curso de Sistemas de Informação na Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste (FACCAT) <http://www.faccat.br>

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia da Produção na Fundação Educacional Encosta Inferior do Nordeste (FACCAT) <http://www.faccat.br>

produtora. A descentralização da produção energética traz benefícios à população distanciada dos grandes centros. A produção desta energia através dos próprios consumidores, como associações, cooperativas, etc, lhes confere maior liberdade e autonomia de gerenciar seus recursos energéticos considerando as características da região tendo em vista suas necessidades e demandas. A projeção dos recursos necessários a implementação de tecnologias e manutenção deve ser efetuada pelos próprios associados, o que reduz custos da energia gerada beneficiando assim o núcleo de consumidores locais.

Este trabalho tem como objetivo principal o de discutir possibilidades de tratamento e geração de energia renovável de forma integrada e sustentável utilizando reatores anaeróbios.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O principal subproduto das usinas de tratamento e geração de energia é o metano. Este é obtido através da decomposição de materiais orgânicos por bactérias anaeróbicas que se desenvolvem em diferentes estágios dentro dos reatores anaeróbios. A mistura dos gases produzidos é chamada de biogás e difere em sua composição em função da sua formação e do substrato do qual é obtido. Basicamente é composto por metano, dióxido de carbono, nitrogênio, oxigênio, gás sulfídrico e amônia (Costa, 2006). Esta variação é devido a uma série de condições na geração e no substrato utilizado. Verifica-se, portanto a necessidade de tecnologias para separação do metano do restante da composição bem como o seu acondicionamento para utilização.

O biogás uma vez filtrado é um biocombustível que pode ser usado na geração de energia elétrica, aquecimento em estufas, fornos, fogões e em veículos automotores já convertidos para GNV (Gás Veicular). O biometano com uma composição de 95% de metano possui um poder calorífico de 10.469,60 Kcal/kg um excelente combustível veicular (Alves, 2000). A emissão de poluentes na queima do biometano é muito menor comparado com os combustíveis fósseis, além disso, tem a grande vantagem ambiental, pois a produção do mesmo tem origem do tratamento de resíduos poluidores.

O biogás é obtido através da decomposição de materiais orgânicos por bactérias anaeróbicas que se desenvolvem dentro de câmaras fechadas sem contato com o ar, os reatores anaeróbios. Para sua produção podem ser utilizados os mais diversos materiais orgânicos como resíduos da agricultura e agroindústria, podas, capins, folhas, etc, desde os mais diversos compostos até os excrementos e fezes de animais como também esgotos e resíduos sólidos.

3 METODOLOGIA

A implantação de reatores anaeróbios depende principalmente da existência de materiais orgânicos. Para tanto se pesquisou a possibilidade de implantação, quantidade de resíduos gerados, tipos de reatores e subprodutos gerados. Através do levantamento efetuado verificou-se uma série de informações que foram apresentadas neste trabalho.

4 ANÁLISE

A região Vale dos Sinos e Paranhana possui um grande potencial produtor de biomassa com uma taxa de urbanização acima de 97% no Vale dos Sinos e 87% para o Paranhana. Estima-se que um habitante produz em média 0,5 kg de resíduos orgânicos por dia (Souza et alii, 2010). Estes em sua maioria não recebem tratamento adequado. Soma-se a isso a questão somente alguns dos municípios que compõem essa região possuem sistemas de tratamento de esgotos e águas residuárias que são jogadas diretamente nos rios Sinos e Paranhana. Devido a esse fator aponta-se para a necessidade do desenvolvimento de um Plano Estratégico para o tratamento dos resíduos de forma descentralizada focando a geração de energia renovável.

Plantas de geração de biogás também podem ser usadas como estações de tratamento e triagem de resíduos. A separação da parcela inorgânica dos resíduos é necessária para a degradação posterior em reatores anaeróbios. A utilização do biogás depende do tratamento e do acondicionamento do mesmo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estações de tratamento e geração de energia são mecanismos de promoção de sustentabilidade uma vez que tratam de maneira apropriada os resíduos gerados pela população retornando os mesmos na forma de energia e biofertilizante. Desse modo conecta-se uma ponta a outra no processo de consumo dos produtos orgânicos formando uma cadeia ou ciclo sustentável.

Referências

ALVES J. W. S. - **Diagnóstico Técnico Institucional da Recuperação e uso Energético do Biogás Gerado pela Digestão Anaeróbica de Resíduos**. Dissertação de Mestrado PIPGE, USP – São Paulo, 2000.

ANDRADE, M. A. N; et ali - **Biodigestores Rurais no Contexto da Atual Crise de Energia Elétrica Brasileira e na Perspectiva da Sustentabilidade Ambiental**” Coordenadoria de Gestão Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis - SC - UFSC – 2003.

COSTA, D. F. – **Geração de energia elétrica a partir do Biogás do tratamento de esgoto** – Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo – São Paulo, 2006.

IGLESIAS, L. et ali - *Biomethanization of municipal solid waste in a Pilot Plant* - Department of Chemical and Environmental Engineering, Higher School of Industrial Engineering, University of Oviedo, Spain, 1999.

SOUZA, J. et ali - **Tecnologia de produção de biocombustíveis: Desenvolvimento de tecnologias para compressão de Biogás** – 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente – Bento Gonçalves – RS, Brasil, 2010.

ANÁLISE TÉRMICA DO CONJUNTO DO INJETOR DE ADESIVO TERMOPLÁSTICO

Pier Alfredo Scheffel, FEEVALE.

Angela Beatrice Dewes Moura, FEEVALE.

PALAVRAS CHAVES

Máquinas de calçados. Transferência de calor.

INTRODUÇÃO

As máquinas de montagem dos bicos são utilizadas para promover a junção do cabedal com a palmilha dos calçados. Esta tarefa é realizada através da aplicação de um termo-adesivo na palmilha e posterior colagem do cabedal na mesma. O adesivo, um fio cilíndrico fornecido em bobinas, entra no equipamento, e é aquecido antes da aplicação na palmilha (AMAZONAS, 2010). Isto é feito por um dispositivo chamado de conjunto do injetor de adesivo. Ele executa as duas funções: aquece e aplica o adesivo na palmilha do calçado (ERPS, 2011). Para poder realizar esta tarefa, o dispositivo é composto de várias peças, de diferentes materiais, conforme figura 1.

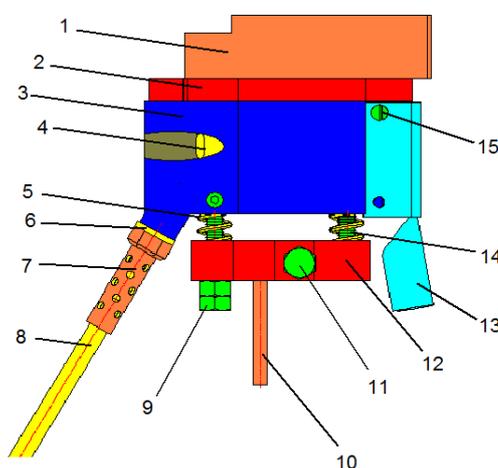


Figura 1: Conjunto do injetor de adesivo (FONTE: ERPS, 2011).

Tabela 1: Nome dos componentes da figura 1.

Pos.	Nome
1	Injetor de adesivo
2	Placa de ligação
3	Base de aquecimento
4	Resistência elétrica
5	Mola de compressão
6	Anel de vedação
7	Fixador do tubo
8	Tubo guia
9	Porca sextavada
10	Pino guia
11	Parafuso cabeça sextavada
12	Base de fixação
13	Protetor dos cabos das resistências
14	Parafuso cabeça redondo sextavado interno
15	Parafuso fenda cabeça cilíndrica

A peça de maior relevância é a base de aquecimento (Pos. 3), ela é confeccionada em aço carbono (SAE 1020), e serve de estrutura para todos os componentes do conjunto do injetor (ERPS, 2011). Também nela estão alojadas as resistências elétricas que realizam o aquecimento para poder fluidificar o adesivo termoplástico. Por estas características a análise térmica será centralizada na base de aquecimento.

O objetivo deste trabalho é aprimorar o conhecimento do comportamento térmico da base de aquecimento do conjunto do adesivo. O conhecimento adquirido servirá de base para posteriores simulações e validação do desempenho do mesmo. Para atingir este objetivo será feita inicialmente uma revisão bibliográfica sobre o equipamento e sobre transferência de calor, e será descrito na sequência o funcionamento do conjunto do injetor de adesivo. A descrição do comportamento térmico da base de aquecimento quando submetida a condições de trabalho será realizada através da realização de ensaios. O que se deseja avaliar é a variação da temperatura em nove pontos pré-definidos localizados na base de aquecimento do injetor.

Com a determinação deste comportamento espera-se poder avaliar o desempenho do injetor visando possíveis melhorias no sistema e com isso criar um diferencial tecnológico para indústria de máquinas ERPS nas suas máquinas de montar bicos. Outro ganho se refere ao estabelecimento de uma base de dados para validação de futuras simulações numéricas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas indústrias calçadistas existem alguns setores que são considerados gargalos, principalmente a costura e em menor escala o setor de montagem. Assim, observa-se que, mesmo não sendo considerado o setor mais crítico, é no setor de montagem que se encontram os equipamentos mais sofisticados. Quanto às máquinas e equipamentos, as máquinas de montar bicos foram consideradas as mais complexas da linha de produção (BORBA, SCHNORR, 2006).

As máquinas de montar bicos possuem vários componentes, dentre eles está o conjunto do injetor de adesivo termoplástico.

O conjunto do injetor realiza a aplicação do adesivo na parte inferior do calçado, onde a palmilha já se encontra fixa contra a forma. O adesivo é fornecido na forma de fio com seção cilíndrica. Com um diâmetro aproximado de 4,5 mm, ele vem fornecido em bobinas de 2,2 a 2,6 Kg (AMAZONAS, 2010). O adesivo é conduzido através de dois tubos de teflon® para dentro do conjunto do injetor onde é aquecido até uma temperatura aproximada de 225°C, passando do estado sólido para um estado de fluidez. Neste estado é direcionado e distribuído de forma uniforme na parte superior do injetor (AMAZONAS, 2010). Na sequência o conjunto é elevado até atingir a palmilha. Este movimento é feito por um cilindro, que pode ser hidráulico ou pneumático. O contato do conjunto do injetor com a palmilha se dá por um breve instante para que haja a passagem da cola para a mesma, e após o conjunto retorna para posição de origem, conforme figura 2.

Após a aplicação, o cabedal é conduzido de encontro à palmilha, pelos outros componentes da máquina, para efetuar a colagem. Assim, a parte frontal do calçado está montada, e seguirá a sequência da linha de montagem (ERPS, 2011).

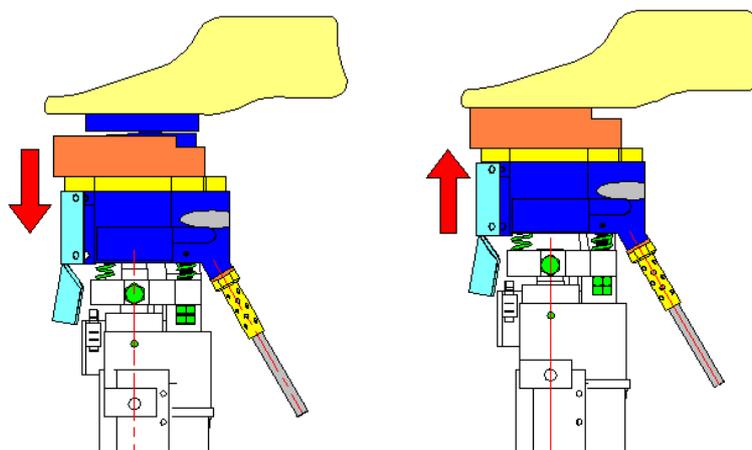


Figura 2: Movimento do injetor em direção a forma (FONTE: ERPS, 2011).

Em física transferência, transmissão ou propagação de calor, algumas vezes citada como propagação ou transferência térmica, é a transição de energia térmica de uma massa (corpo) mais quente para uma massa mais fria. Noutras palavras, é a troca de energia calorífica entre dois sistemas de temperaturas diferentes (KREITH, BOHN, 2003).

Quando uma quantidade de calor conduzida por unidade de tempo depende da diferença de temperatura no condutor e a quantidade de calor depende também das propriedades do material, temos a condutividade térmica (FOX, MCDONALD, 1998).

Como visto anteriormente o conjunto do injetor de adesivo trabalho com uma temperatura média de 225°C e a base de aquecimento que é fabricada em aço carbono (ERPS, 2011). Portanto para análise térmica da base de aquecimento deve-se considerar o calor específico e também a condutividade térmica do mesmo. Por trabalhar com faixas de temperaturas consideradas baixas para os aços, pode ser desconsiderada a variação do calor específico do aço (FONSECA, 2011). Porém a variação da condutividade térmica do aço em função da temperatura, mesmo trabalhando em uma faixa considerada baixa ela deve ser considerada (FONSECA, 2011).

Com o desenvolvimento de câmeras termográficas para obtenção de imagens no espectro infravermelho, um número cada vez maior de aplicações está disponível para usar esta técnica de inspeção não destrutiva. Com uma ampla gama de aplicações na engenharia e na medicina, a utilização de imagens termográficas no espectro infravermelho auxilia em aspectos de redução de custos para inspeções de manutenção preditiva, e na realização de exames para auxiliar no diagnóstico de doenças em seres humanos. A termografia infravermelha constitui-se em uma técnica valiosa em casos onde uma fonte de calor na superfície pode ser medida (ABREU, LIMA, MAGNANI, 2011).

METODOLOGIA

No estudo prático das variações das temperaturas na base de aquecimento do injetor, foram utilizadas duas metodologias. A primeira abrangeu o monitoramento das temperaturas através de termopares e na segunda foram utilizadas imagens de infravermelho (Câmara FLIR, Termacam T 300). Os resultados estão mostrados no trabalho.

Os conjuntos de medições, em triplicata, num total de vinte e sete, foram realizadas na indústria ERPS. O período de coleta foi de trinta minutos para cada conjunto, com intervalo entre as medições de trinta segundos. Foram utilizados os dados médios amostrais

para a elaboração dos gráficos que evidenciam o comportamento da base do injetor de adesivo e são comparados com as imagens em infravermelho da peça em questão.

Através destas comparações poderão ser realizadas algumas proposições sobre o comportamento das variações das temperaturas e melhorias estruturais e de melhor aproveitamento da energia.

RESULTADOS INICIAIS

Uma das técnicas usadas para determinação do comportamento das temperaturas em peças mecânicas é a termografia (fotografia em infravermelho). Esta técnica já foi realizada em caráter experimental e na figura 3 pode-se ver uma fotografia em infravermelho do conjunto do injetor de adesivo aquecido. Nesta fotografia é possível identificar as variações de temperaturas em toda a superfície, pela escala de cores localizada a direita. É possível visualizar também o posicionamento das resistências elétricas, que é o ponto de maior aquecimento, e o injetor na parte superior onde o adesivo sai para posterior aplicação no calçado.



Figura 3: Fotografia do conjunto do injetor de adesivo aquecido em infravermelho (ERPS, 2011).

Atualmente está sendo conduzido o monitoramento do aquecimento nos nove pontos definidos através de utilização de termopares e registrador. Posteriormente também será realizada a simulação numérica da base do injetor de adesivo. Todos os resultados serão compilados e comparados futuramente e poderão ser apontadas melhorias térmicas da base do injetor de adesivo e com isto otimizar o conjunto do injetor de adesivo termoplástico, com a

finalidade de diminuir o desperdício de energia elétrica, diminuindo ou otimizando a potência das resistências elétricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, César Augusto Pimentel de; LIMA, Rita de Cássia Fernandes de; MAGNANI, Fábio Santana. **DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EM LABVIEW PARA AQUISIÇÃO DE DADOS E CONTROLE DE CAMERA DE INFRAVERMELHO**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/cesarabreu/disspreprojweb>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

AMAZONAS. **Boletim Técnico AM-742**. Disponível em: www.amazonas.com.br, acesso em: 09 set. 2010.

BORBA, Gustavo Severo. SCHNORR, Leonardo. **Revista Fae. Setup: uma aplicação em indústrias calçadistas exportadoras do Vale do Rio dos Sinos**. Disponível em: <www.fae.edu/publicacoes/fae_v9_n2/06_Gustavo_Leonardo.pdf>, acesso em: 09 set. 2010.

ERPS. **Indústria de Máquinas ERPS Ltda**. Disponível em: www.erps.com.br, acesso em: 23 mar. 2011.

FONSECA, Elza M. M.; REAL, Paulo M. M. Vila. **Análise não linear do comportamento termo-mecânico de componentes de aço sujeitas ao fogo**. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/analise-n%C3%A3o-linear-do-comportamento-termo-mec%C3%A2nico-componentes-em-a%C3%A7o/id/49333458.html>. Acesso em: 06 jun. 2011.

FOX Robert W.; MCDONALD, Alan T.. **Introdução à mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: Ltc, 1998.

KREITH, F.; BOHN, Ms.. **Princípios de transferência de calor**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

Estudo da geração de *crosslinking* durante a fabricação de EVA/PEBD em reatores tubulares de processos de alta pressão.

Autor: Luiz Antonio Barbosa – Instituição: Feevale

Palavras chave: *Crosslinking, fabricação de PEBD/EVA, estalactites, fluência, filme tubular.*

1. INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM, entidade que congrega indústrias químicas define que as plantas petroquímicas são indústrias que utilizam derivados de nafta ou gás natural como matérias-primas básicas para produzir os chamados produtos petroquímicos, como por exemplo, o polietileno. Atualmente estes produtos já estão sendo obtidos tanto a partir de outras matérias-primas como, carvão ou álcool, (ABIQUIM, 2010).

Segundo Adorno (2004), as plantas petroquímicas possuem características de tecnologia construtiva com equipamentos interligados, onde ocorrem reações físicas e ou químicas, que são singulares a aplicação da produção a que se destinam. No processo de produção de PEBD e EVA, a sua obtenção ocorre em reatores tubulares, através da compressão do gás eteno a alta pressão e temperatura num processo de polimerização de poliadição de monômeros (CALIANI, 2005).

Em processo de fabricação de PEBD e de EVA à alta pressão e temperatura, segundo Barbosa (2010), o polímero mais o gás não reagido saem do reator tubular e seguem na direção do vaso separador primário, onde são separados em duas correntes. Uma parte de gás sai pelo topo do vaso e a outra parte de gás e polímero saem pelo fundo. A resina e o gás não reagido seguem para o vaso separador secundário, que separa o gás do polímero, e este alimenta a extrusora até a granulação do produto. O gás não reagido sai pelo topo do vaso separador secundário retornando ao processo de compressão.

Em unidades petroquímicas produtoras de PEBD e EVA, que a produção de copolímero não é constante ao longo de um ciclo mensal, em função da demanda de mercado, ou seja, é necessário produzir ora homopolímero ora copolímero na mesma instalação. Esta condição resulta em um problema operacional, que é a geração de *crosslinking* que se

caracteriza na forma de infundido (polímero de alto peso molecular) no filme tubular, devido aos resíduos de copolímero presos a parede do vaso separador, (BRASKEM, 2010).

Uma das ações para mitigar a geração de infundidos no PEBD e no EVA é a limpeza interna do vaso separador secundário através da manutenção, cujo tempo de parada de produção dura, em média 22 horas, conforme os relatórios de paradas emitidos pela operação. Este tempo inclui os tempos de manutenção e condicionamento operacional (são ações descritas em procedimentos de trabalho que estabelecem o método a ser aplicado) (BRASKEM, 2010). Os períodos de planta parada aumentam os custos de manutenção e produção, e provocando, assim, uma consequente redução da margem de contribuição da empresa (OLIVEIRA, 2002).

Segundo Barbosa (2010), o método aplicado a partir de 2007 para redução da geração do *crosslinking* no vaso separador durante a produção de PEBD. O método consiste na produção de uma resina com baixo perfil de temperatura após produção de EVA e com um índice de fluidez de 2,2 g/10min, para facilitar o escoamento do polímero no interior do vaso. A temperatura mais baixa de processamento do polímero no interior do vaso, em relação ao método anterior, permitiu evitar a geração das ligações cruzadas ativadas pela temperatura acima de 160 °C. Contudo, neste, trabalho não foi possível determinar qual seria o tempo máximo que o vaso poderia ficar sem limpeza interna.

Posterior a data de aplicação deste método aplicado por Barbosa (2010), foi modificada a posição angular do distribuidor de fluxo na entrada do vaso, o que estabeleceu uma nova configuração da fluidodinâmica no interior do vaso.

2 Justificativa

Os custos e riscos das atividades relacionadas com a geração de *crosslinking* e de manutenção para limpeza interna do vaso são os seguintes:

- a) Intensa atividade ergonômica dos trabalhadores (operadores, mecânicos, caldeireiros, soldadores, etc).
- b) A perda de produção média durante a atividade é de 206 toneladas de resina;
- c) O custo médio estimado da parada de manutenção para limpeza do vaso separador é de R\$ 25.000,00;

- d) Produção de produtos fora da especificação devido à contaminação por infundidos que causas um problema de qualidade.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste projeto é estudar os fenômenos da geração de *crosslinking* e o comportamento fluidodinâmico durante processamento do polietileno de baixa densidade - PEBD e poli(etileno-co-acetato de vinila) – EVA no interior do vaso separador, para desenvolver um novo método de controle aplicado a produção.

3.2 Objetivos Específicos

Acompanhar o crescimento das estalactites no interior do vaso através de inspeção visual, durante a limpeza interna do vaso separador pela manutenção ou

Determinar a temperatura de geração de *crosslinking* (géis, reticulação, ligações cruzadas) no PEBD e EVA;

Identificar as resinas poliméricas que formam as estalactites;

Determinar o tempo de queda das estalactites do topo do vaso através fluência do polímero em condições de temperatura e pressão controladas.

Relacionar os lotes e resinas contaminadas por infundidos entre o intervalo de limpeza do vaso separador;

Analisar o grau de reticulação ao longo das estalactites;

Simular o fluxo do polímero através de software de simulação fluidodinâmica.

4. Fundamentação Teórica

4.1 Polimerização

O processo de polimerização consiste no conjunto de reações que unem pequenas moléculas (os meros) através de ligações covalentes, para a formação das muitas cadeias

macromoleculares que compõem um material polimérico. As reações podem estar agrupadas ou classificadas em polimerização por adição ou por condensação (BATHISTA e SILVA, 2003; CALLISTER, 2006; BRASKEM, 2010).

4.2 Cadeias Poliméricas

As cadeias poliméricas podem apresentar diferentes formas de repetição do mero, ao longo da sua estrutura formando uma cadeia continua de estrutura linear, ramificada (ou não linear) e de ligações cruzadas (reticulada) (VLACK, 2003; MANO e MENDES, 2004; CANEVAROLO, 2004; CALLISTER, 2006; AKCELRUD, 2007).

As cadeias com ligações cruzadas ou reticuladas são estruturas formadas das unidades das cadeias conectadas de forma tridimensional formando uma rede, por meio de ligações covalentes. A reticulação pode ser formada durante a polimerização ou por reação termoquímica irreversível, dificultando aproximação das cadeias e reduzindo as interações moleculares. A formação de retículos impede o deslizamento das cadeias aumentando a resistência mecânica e tornando o polímero insolúvel e infusível. Os polímeros dividem-se em função da quantidade de ligações cruzadas por volume unitário, em: baixa densidade de ligações cruzadas com a borracha vulcanizada, e os com alta densidade de ligações cruzadas com os polímeros termorrígidos (VLACK, 2003; MANO e MENDES, 2004; CANEVAROLO, 2004; CALLISTER, 2006; AKCELRUD, 2007).

4.3 Crosslinking e Cisão das Cadeias

As reações de *crosslinking* ou reticulação são aquelas que levam à formação de polímeros insolúveis e infusíveis em que as cadeias estão unidas para formar uma estrutura de rede tri-dimensional. A reação de reticulação simples é exemplificado por cadeias de polímero com vários grupos funcionais "A" que são capazes de reagir entre si para formar ligações químicas A-A. Se essas cadeias dos poliméricas são expostas a determinadas condições em que os grupos funcionais possam reagir, então estas cadeias se ligam por meio de uma nova ligação - A, formando uma molécula de polímero gigante no meio reacional, (MARK *et al.*, 1986).

Os radicais livres formados se propagam ou se recombinam de forma intramolecular ou intermolecular no polímero. Na recombinação intramolecular ocorre a ciclização da matriz polimérica e na intermolecular tem-se a reticulação. No caso do polietileno, em ambiente inerte, predomina a reticulação com um aumento do peso molecular em função da degradação (LUGÃO 2004; PAOLI, 2008).

De acordo com Ribeiro (2006), os processos de cisão e reticulação podem coexistir e os efeitos produzidos dependeram das características dos constituintes do polímero e da temperatura ou de outros agentes de degradação. Sendo um dos aspectos que diferenciam os dois efeitos de cisão é a diminuição do peso molecular e a reticulação pelo seu aumento (LUGÃO, 2004).

4.4 Reologia dos Poliméricos

A reologia é a ciência que estuda o fluxo de matéria submetida a tensões, sob determinadas condições termodinâmicas ao longo de um intervalo de tempo. Os materiais poliméricos são considerados especiais, pois apresentam tanto características de materiais sólidos quanto de líquidos, sendo esta propriedade chamada de viscoelasticidade (Bretas e D'Ávila, 2000).

5 METODOLOGIA

5.1 Caracterização da Pesquisa

De acordo com Jung (2004, p. 149), “uma pesquisa que utiliza conhecimentos básicos, tecnologias existentes, conhecimentos tecnológicos, e que tenha como objeto um novo produto ou processo caracteriza-se como tecnológica”. Uma das principais características deste tipo de pesquisa é “gerar novas tecnologias e conhecimentos resultantes do processo de pesquisa” (JUNG, 2004, p. 147).

Quanto à natureza trata-se de uma pesquisa aplicada que busca descobrir, conhecer e entender fenômenos naturais e obter uma explicação ou descrição de um sistema para produzir conhecimentos científicos com a finalidade de aperfeiçoar o processo produtivo, (SILVA e MENESES 2001; JUNG, 2010).

A pesquisa possui um objetivo exploratório, que busca obter um melhor conhecimento teórico e aplicação de prática em um processo produtivo, através de procedimentos de experimentação e aplicação em um estudo de caso. Conforme Jung (2004), este tipo de procedimento é utilizado na obtenção de novos conhecimentos, que é a natureza desta pesquisa, e requer a experimentação para materializar as idéias.

Quanto à abordagem trata-se de uma pesquisa quantitativa, que busca melhoria dos resultados estabelecendo uma relação com causas. Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa experimental que requer uma detalhada sistemática de manipulação de variáveis para a coleta de dados sobre o fenômeno de interesse, (SILVA e MENESES 2001; PRODANOV e FREITAS, 2009; JUNG, 2010).

5.2 Método Proposto

5.2.1 Descrição das Atividades de Limpeza Interna do Vaso Separador Secundário

O processo de limpeza interna do vaso separador consiste em uma seqüência de atividades planejadas e elaboradas em conjunto pela operação e manutenção.

As principais atividades durante este processo são: (i) resfriamento do vaso separador pela circulação de gás frio; (ii) abertura e isolamento do vaso; (iii) instalação do sistema de ventilação; (iv) medição das condições internas de O₂ e temperatura; (v) liberação para entrada no vaso; (vi) limpeza do vaso; (vii) inspeção final.

5.2.2 Determinação do grau de reticulação em homopolímeros e copolímeros de etileno

A determinação do grau de reticulação – é realizada usando-se o método ASTM D 2765-01 (*Standard Method for Determination of Gel Content and Swell Ratio of Crosslinked Ethylene Plastics*) e inclui os seguintes experimentos:

1. Análise do grau de reticulação ao longo das estalactites. Esta análise será realizada na ponta, no meio e na parte mais próxima da parede do vaso. As amostras de estalactites serão coletadas durante a limpeza do vaso separador ou durante inspeções do mesmo.

2. Determinação da temperatura de geração de *crosslinking* (géis, reticulação, ligações cruzadas) no PEBD e EVA, descrevendo a curva de relação entre o tempo e a temperatura. O objetivo desta análise é identificar qual é a relação entre o tempo e a temperatura necessária para que se tenha início o crescimento da cadeia por reticulação e correlacionar com as temperaturas de processamento no interior do vaso separador.

5.2.3 Caracterização da estalactite

Análise das propriedades térmicas através calorimetria diferencial de varredura - DSC (T_m e T_c) empregando ASTM D3418: técnica utilizada para determinar a temperatura e entalpia de fusão, temperatura e entalpia de cristalização e grau de cristalinidade de polímeros semicristalinos.

Análise de espectroscopia no infravermelho (FTIR): técnica utilizada para determinação das mudanças estruturais (ligações duplas) causada pela reticulação do PEBD / EVA. Caracterização das resinas poliméricas que formam as estalactites será feita através do método ASTM D-5594. A análise tem como objetivo a identificação da formação predominantemente das estalactites, PEBD ou de EVA encontradas no topo do vaso separador, para correlacionar com característica fluidodinâmica do polímero.

5.2.4 Análise reológica

Análise da viscosidade das estalactites e das resinas de PEBD/EVA produzidas dentro da especificação, através do reômetro dinâmico cisalhante (DSR - Dynamic Shear Rheometer). A análise será realizada na ponta, no meio e na parte mais próxima da parede do vaso. As amostras de estalactites serão coletadas durante a limpeza do vaso separador ou durante inspeções do mesmo. As resinas especificadas serão coletadas no processo produtivo sendo classificadas pelo tipo e lote. O objetivo é comparar a viscosidade da resina reticulada, da não reticulada e correlacionar com o grau de reticulação.

Teste de deformação com a aplicação de uma carga constante com temperatura de trabalho fixa, para determinar do tempo de queda das estalactites do topo do vaso. A fluência do polímero em condições de temperatura e pressão controladas tem como objetivo verificar

se as estalactites estão caindo constantemente no produto ou se caem a partir de um longo tempo e qual a sua massa da formação. Esta análise será correlacionada com a planilha de acompanhamento de lotes para verificar a incidência ao longo do tempo.

5.2.5 Registro eletrônico - registro de lotes contaminados

Relacionar os lotes de resinas contaminadas por infundidos com o intervalo entre as limpezas do vaso separador, através do registro em planilha eletrônica do número do lote, tipo de resina, data e quantidade. O objetivo é verificar se há um aumento na quantidade de resina contaminada com o passar do tempo da última limpeza.

5.2.6 Inspeção visual e registro fotográfico

Acompanhamento do crescimento das estalactites no interior do vaso através de inspeção visual e do registro fotográfico em intervalos não determinados. Este acompanhamento por observação será realizado sempre que ocorrer uma oportunidade de parada, que possa incluir a tarefa de abertura da boca de visita no topo do vaso separador. Esta atividade requer uma parada planejada da planta com mais de dez horas.

5.2.7 Estabelecer objetivo

Necessidade empresarial com objetivo de otimizar a gestão de sistemas de controle da produção, através da redução da geração de *crosslinking* e conseqüentemente das paradas de produção para limpeza do vaso separador secundário em uma planta petroquímica.

5.2.8 Referências pesquisadas

Como referencial teórico serão utilizados padrões usados dentro da própria empresa, artigos científicos, livros clássicos, trabalhos de conclusão de cursos nível superior que referenciem o tema abordado e dêem sustentação ao estudo. Conforme Prodanov e Freitas (2009). O objetivo do estudo teórico é identificar os principais conceitos e técnicas para o desenvolvimento da pesquisa.

6 Resultados Esperados

Os resultados esperados com esta pesquisa são:

- a) Aumento da geração de receita financeira, devido a redução das paradas de produção e da geração de produto fora de especificação;
- b) Implementação de um novo método aplicado à gestão da produção com maior previsibilidade e controle dos fenômenos de processo;
- c) Melhoria do processo;
- d) Divulgação da metodologia para outras unidades industriais;
- e) Redução das paradas de manutenção para limpeza do vaso separador;
- f) Divulgação das lições aprendidas a fim de melhorar o aprendizado organizacional.

7 Considerações Finais

O projeto está em fase inicial de aplicação, portanto não tem nenhum resultado final ou parcial.

10 Referencial Bibliográfico

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. **Perguntas frequentes**. Publicado em 2010. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/elementos.asp?pag=perg>> Acesso em 15/01/2010.

ADORNO, Laurence Ricardo. **Levantamentos de demandas ergonômicas em dez plantas petroquímicas brasileiras**: Dissertação de Mestrado de Engenharia Ênfase em Ergonomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2004. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/laurence_ricardo_adorno.pdf>. Acesso em 24/01/10.

AKCELRUD, Leni. **Fundamentos da Ciência dos Polímeros**. Editora Manole Ltda, São Paulo, 2007.

BARBOSA, Luiz Antonio. **Método aplicado à otimização da fabricação de polietileno de baixa densidade após produção de EVA: um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Produção das Faculdades Integradas de Taquara – Faccat, Taquara, 2010.

BATHISTA, André Luis Bonfim e Silva, SILVA, Emerson Oliveira. **Conhecendo materiais poliméricos**. Universidade Federal de Mato Grosso Instituto de Ciências Exatas e da Terra Departamento de Física Grupo de Pesquisa em Novos Materiais, 2003. Disponível em: <<http://www.ingaprojetos.com.br/download/polimeros.pdf>>. Acesso em 20/02/2010.

BAUMHARDT NETO, Ricardo. **Glossário de termos básicos em ciência de polímeros**. (IUPAC - Recomendações de 1996). Pós-Doutorado. University of Massachusetts at Amherst. Disponível em: <<http://www.iq.ufrgs.br/solid/glossario.doc>>. Acesso em 05/01/2010.

BRASKEM, S.A. **Glossário de termos aplicados a polímeros**. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/upload/portal_braskem/pt/produtos_e_servicos/boletins/Gloss%C3%A1rio_de_termos_aplicados_a_pol%C3%ADmeros.pdf> Acesso em 05/01/2010.

_____. **Manuais de Tecnologia da Braskem - PE6**. Divulgação restrita, revisado em 2010.

BRETAS, Rosário E. S; D´AVILA, Marcos A. **Reologia de Polímeros Fundidos**. Editora da Universidade de São Marcos, 2ª edição, São Carlos, 2005.

CALIANI, Erico. **Modelagem e simulação de um reator autoclave para a produção de polietileno de baixa densidade (PEBD)**: Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000365855>> Acesso em 22/01/09.

CALLISTER, William D. Jr. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Abordagem Integrada**. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 2006.

CANEVAROLO Jr, Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros**. Artiber Editora Ltda, São Carlos, 2004.

COUTINHO, Fernanda M. B.; MELLO, Ivana L.; SANTA MARIA, Luiz C. **Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações**. Instituto de Química, UERJ, 2003. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/470/47013105.pdf>> Acesso em 20/02/2010.

DOW Chemical Company. **Dow Brasil - Plásticos**. Disponível em: <http://www.dow.com/brasil/mercados_produtos/plasticos/index.htm> Acesso em 25/01/2010.

JUNG, Carlos Fernando. **Elaboração de Projetos de Pesquisa Aplicados a Engenharia de Produção**. Publicado em 2010. Disponível em: <<http://www.jung.pro.br/moodle/course/view.php?id=9>>. Acesso em 01/03/2010.

_____. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento**: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Editora Artmed Editora S.A., Porto Alegre, 2008.

LUCAS, Elizabete Fernandes; SOARES, Bluma Guenther; MONTEIRO, Elisabeth Ermel da Costa. **Caracterização de Polímeros – Determinação de peso molecular e análise térmica**. E-papers Serviços Editoriais Ltda, Rio de Janeiro, 2001.

LUGÃO, Ademar Benévolo. **Estudos da síntese por irradiação, da estrutura e do mecanismo de formação de polipropileno com alta resistência do fundido**. Tese de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Ademar%20Benevolo%20Lugao_D.pdf>. Acesso em 05/03/2010.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luis Cláudio. **Introdução a polímeros**. Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo, 2004.

MARK, Herman F.; BIKALES, Norbert M.; OVERBERGER, Charles G.; MENGES, Georg. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. Editora John Wiley & Sons, Inc, Nova York, 1986.

MEIRA, Gedson. **Modelo de análise dos fatores que influenciam o desempenho das empresas de caldeiraria nas paradas programadas de manutenção de unidades da Refinaria Landulpho Alves – RLAM**. Publicado em 2006. Disponível em: <<http://www.cadernosnpga.ufba.br/viewarticle.php?id=85>> Acesso em 25/01/2010.

MESQUITA, Andrea Cercan. **Estudo da polimerização do acetato de vinila utilizando a radiação ionizante**. Dissertação de Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Andrea%20Cercan%20Mesquita_M.pdf>. Acesso em 20/01/2010.

OLIVEIRA, Humberto Rosa. **Relatórios gerenciais para decisão de preços de venda na micro e pequena empresa comercial varejista: uma contribuição ao estudo do conceito de margem de contribuição**. Contador e Mestre em Administração de Empresas pela UFMG, Vila Velha, 2002. Disponível em: <http://www.uvv.br/servicos/scientia/scientia_03_02.pdf#page=93> Acesso em 20/01/2010.

PAOLI, Marco Aurélio. **Degradação e Estabilização de Polímeros**. Segunda versão *on-line* publicada em 2008. Disponível em: <<http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf>> Acesso em 25/01/2010.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2009.

QUATTOR, Petroquímica S.A. **Cadeia da Indústria petroquímica 1ª e 2ª geração**. Disponível em: <<http://www.quattor.com.br/quattorweb/pt/industria.aspx> em 20/01> Acesso em 24/01/2010.

RIBEIRO, Rodrigo Pinheiro. **Efeito da radiação gama no comportamento *in vitro* de um copolímero bioabsorvível**. Dissertação de Mestrado em Ciências dos Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ime.eb.br/arquivos/teses/se4/cm/efeitoradiacao_rodrigoribeiro.pdf>. Acesso em 05/03/2010.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. UFSC Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 2001. Disponível em: <<http://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia%20da%20Pesquisa%203a%20edicao.pdf>>. Acesso em: 10/09/2010.

TAMBORLIN, Norberto; REICHELT, Sidnei. **Melhoria do processo de preparação de aviamentos da empresa Rovitex LTDA**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, 2008. Disponível em: <<http://unimestre.unibes.com.br/rica/index.php/rica/article/viewFile/116/111>>. Acesso em 19/09/2010.

VIANA, Hamilton Magalhães. **Degradação de Polímeros: Degradação, Estabilização e Reciclagem de Polímeros**. Publicado em 2009. Disponível em: <http://hamiltonviana.net/deg_term.pdf> Acesso em 20/02/2010.

VIANA, Hamilton Magalhães; ANTUNES, Renato Altobelli. **Degradação de Polímeros: Degradação de Polímeros e Corrosão**. Publicado em 2006. Disponível em: <http://www3.fsa.br/LocalUser/Materiais/deg_intro.pdf>. Acesso em 20/02/2010.

VLACK, Van, Lawrence Hall. **Princípios de Ciência e Tecnologia dos Materiais**. Elsevier Editora Ltda, São Paulo, 2003.

WEIBECK, Hélio; HARADA, Júlio. **Plásticos de Engenharia – Tecnologia e Aplicações**. Artliber Editora Ltda, São Carlos, 2005.

RECICLABILIDADE DE MATERIAIS: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DOS “REFILOS” DA INDÚSTRIA DE LAMINADOS SINTÉTICOS

Fabiano André Trein ¹
Marco Antônio Siqueira ²
Universidade Feevale

Palavras-chave: Reciclabilidade. Materiais. Laminados Sintéticos.

1 – INTRODUÇÃO

O trabalho proposto envolverá a caracterização de refilos da indústria de laminados sintéticos para o setor calçadista e determinações de utilização dos mesmos em ações de reutilização ou em novos processos industriais denominados de reciclagem. Os refilos são resíduos resultantes do recorte lateral de laminados antes de envio das peças para comercialização e constituem resíduos gerados em grandes quantidades no setor industrial de laminados sintéticos justificando assim as tentativas de reutilização ou reciclagem. O objetivo geral desta pesquisa é o de apresentar a pesquisa e o desenvolvimento de técnicas de reaproveitamento dos “refilos” do processo de produção de laminados sintéticos, utilizados como matéria-prima alternativa ao couro natural na confecção de calçados, acessórios e móveis.

A proposta metodológica compreende a pesquisa exploratória e bibliográfica dimensionada e contextualizada para atender à extensão qualitativa deste trabalho.

2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, situações decorrentes da globalização e da busca incansável por menores custos, levam, por parte das empresas na 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 frenética agitação numérica, há uma crescente preocupação mundial com as questões ambientais e o crescimento de barreiras ao comércio internacional de diversos produtos, oriundos principalmente, de empresas de setores tradicionais, localizadas em sua maioria, em países em desenvolvimento, os quais afetam consideravelmente o meio ambiente.

Neste contexto, se inserem as indústrias do setor coureiro-calçadista, por utilizarem diversos produtos químicos para a conservação e transformação das matérias-primas em produtos adequados à construção dos produtos finais.

Segundo comenta Robinson (2009), as questões relacionadas ao gerenciamento ambiental do setor de componentes do *cluster* coureiro-calçadista são de relevância considerável no contexto da

1 – Doutorando PPGQA Universidade Feevale; Mestre em Engenharia de Produção PPGEP- UFRGS.

2 – Doutor UFRGS; Grupo de Pesquisa em Tecnologias Ambientais Universidade Feevale.

manutenção da qualidade de vida de uma sociedade e na própria percepção dos consumidores com o calçado que irão usar.

Os tecidos podem ser revestidos diretamente com o uso de facas ou rolos ou por processos de transferência. Revestimentos por transferência evitam riscos inerentes a pinturas locais, como contaminações atmosféricas. Utilizam transportadores temporários, usualmente em papel com desmoldantes de silicone gravados com o revestimento. O papel é normalmente revestido por faca ou rolo reverso, com uma ou mais camadas de elastômeros.

O solvente ou a água são removidos do revestimento por aquecimento antes do contato com o substrato têxtil. Revestimentos espumados são usualmente produzidos com policloreto de vinila ou poliuretanos com alto teor de sólidos, espumados mecanicamente com ar, espalhados com faca e secos em forma convencional.

Conhecidos e tratados como materiais sintéticos, esses materiais modificados são mais leves, versáteis, disponível em várias formas, durável e flexível.

3 - METODOLOGIA

A pesquisa será um estudo de caso aplicado dentro da empresa Duvinil Sintéticos Ltda, situada em Novo Hamburgo, região do Vale do Rio dos Sinos. Em relação ao tipo de pesquisa, se utilizará a pesquisa descritiva, bibliográfica e documental, com abordagem quantitativa. A pesquisa bibliográfica será caracterizada como um estudo de caso prático e direcionado à indústria de componentes aos calçados e acessórios, em específico a produção de laminados sintéticos.

Como primeira abordagem, se fará uma pesquisa bibliográfica dos processos, produtos e matérias-primas utilizadas na fabricação de laminados sintéticos.

A segunda etapa será a caracterização, quantificação e monitoramento dos resíduos ambientais gerados pelo processo industrial da empresa estudada. Em complemento à análise dos materiais, será aprofundada a pesquisa em técnicas de reciclabilidade ou redução dos resíduos gerados pelo processo industrial.

Este resultado poderá orientar diretrizes a serem incorporadas entre as atuais destinações existentes e indicar caminhos para destinações mais adequadas e pesquisas futuras.

4 - ANÁLISE

A Gestão Ambiental tem sido considerada como elemento importante nos negócios entre os países e os clientes estão cada vez mais conscientes quanto à necessidade de preservação do meio-ambiente.

Conforme Ruiz et. al. (2006) a preocupação com as substâncias oriundas 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”.

Layrargues (2000) afirma que a transição industrial, orientada pela modernização tecnológica visa primeiramente reduzir custos para aumentar a competitividade, e se esse feito for benéfico ao meio ambiente, além de uma positiva imagem empresarial frente à opinião pública, também se constitui em um valioso recurso altamente explorável em suas campanhas comerciais.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um mau controle de descarte ou re-utilização dos resíduos, sub-produtos ou produtos defeituosos dos processos de fabricação dos componentes da área calçadista pode causar numa perda de domínio da própria gestão ambiental regional.

A demanda crescente por custos baixos e a redução ao extremo das perdas oriundas dos processos de fabricação acelera a importância e a relevância desse tema.

Conforme Robinson (2009) “Novos materiais que começam a ganhar força e mercado tem excelentes propriedades para serem utilizados como cabedal de calçados e também para outras finalidades.”

Fibras sintéticas, em geral poliéster, combinadas com tecidos naturais, como o algodão são hoje recobertas por camadas poliméricas, ditas sintéticas, em especial os poliuretanos, compósitos oriundos da reação química entre os polióis e isocianatos e derivados do policloreto de vinila (PVC).

Os chamados “couros sintéticos” são formados por bases não-tecidas de fibras de poliuretano e derivados do policloreto de vinila ou materiais análogos que são revestidos de preparações de PVC ou outros agentes químicos que são misturados e refinados e em seguida aplicados sobre o tecido preparado, formando uma raspa aveludada que imita o couro.

REFERÊNCIAS

LAYRARGUES, Phillippe Pomieri; **Sistemas de Gerenciamento Ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.40, n.2. p 80-88, Abr/ Jun 2000. Disponível em <http://www.rae.br/artigos/990.pdf>, acesso em 01/12/2010.

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, NH, 2009.

RUIZ et al. **Exigências ambientais como barreiras ao comércio internacional de couros e artefatos: uma abordagem preliminar**. I. Workshop Gestão Integrada: risco e sustentabilidade, 2006.

AValiação DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EMPREENdIMENTOS RODoviÁRIOS: UMA ANÁLISE DESCRITIVA E APLICADA

Heberton Júnior dos Santos - FEEVALE¹;

Palavras-chave: Impacto Ambiental. Desenvolvimento Sustentável. Avaliação. Rodovias.

INTRODUÇÃO

O planejamento da produção, projetos e empreendimentos, era exercido até recentemente, com base quase exclusiva em objetivos econômicos. Atualmente, a divulgação e consciência públicas dos crescentes problemas ambientais decorrentes de tal prática tem conduzido a uma reformulação desse pensamento econômico. O componente ambiental passa assim a exercer a adequada consideração como elementos de análise no multi e interdisciplinar processo de planejamento.

A desconsideração do homem como elemento componente do ecossistema e sua dinâmica, tende a ser revista através de políticas e posturas ambientais necessárias inclusive para a continuidade do crescimento econômico. Neste contexto, surgiu a prática de avaliação de impactos ambientais. No Brasil, instituída legalmente através da resolução CONAMA 01/86, que estabeleceu a exigência de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades causadoras de significativas modificações adversas no ambiente.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) pode ser considerada o processo de avaliação dos impactos ecológicos, econômicos e sociais que podem advir da implantação de atividades antrópicas e de monitoramento e controle desses efeitos pelo poder público e pela sociedade (BRASIL, 2006).

É um instrumento de política ambiental, formada por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas.

¹ Engenheiro Ambiental formado na Universidade de Passo Fundo; colaborador da Ecoplan Engenharia de Porto Alegre/RS, mestrando em Qualidade Ambiental pela FEEVALE, hebertonjrsantos@hotmail.com;

Especificamente no Brasil, a Lei nº 6938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 9º, inciso III, estabelece os instrumentos de aplicação, entre eles a avaliação de impactos ambientais.

Posteriormente a esta lei, a Resolução CONAMA nº 01/86, estabeleceu que “dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental (...) submetido à aprovação do órgão ambiental (...), o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente”. No artigo 5º, inciso II, a resolução estabelece que o estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, deverá identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade.

Assim, a Resolução CONAMA nº 01/86 constitui o instrumento legal para orientação do processo de avaliação de impacto ambiental e, cronologicamente, a Constituição Federal de 1988 veio estabelecer, através do artigo 225, inciso IV, a obrigatoriedade do poder público exigir o Estudo Prévio de Impacto Ambiental para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente.

METODOLOGIA

O trabalho foi construído através da técnica de pesquisa exploratória e descritiva. A revisão do estado da arte foi realizada com pesquisa em jornais, revistas, periódicos, livros e sites de interesse. O levantamento dos aspectos legais foi feito em publicações e livros sobre o assunto. A análise dos impactos ambientais e ações propostas foi realizada nos Estudos de Impacto Ambiental desenvolvidos para implantação de um empreendimento rodoviário. A classificação dos impactos ambientais feita através da Matriz de Leopold reformulada por L. Bianchi.

Com base na valoração dos impactos ambientais identificados para o empreendimento, através do método de Leopold reformulado por L. Bianchi, calculou-se o Índice de Avaliação Temporal para determinar se o empreendimento é viável ambientalmente. O peso dos impactos ambientais corresponde à soma de todos os pesos atribuídos aos impactos em relação à magnitude, importância e duração. Em seguida, foram calculados o índice de benefícios e adversidades ponderados em relação ao peso total dos impactos. Por fim, o Índice de Avaliação Ponderal (IAP) corresponde à razão entre os índices de benefícios e adversidades. Por este método, quando $IAP > 1$, o empreendimento é viável ambientalmente.

Em seguida, avaliou-se o nível dos impactos com a implantação das medidas de mitigação e/ou compensação, estabelecendo-se uma comparação com as duas fases e a avaliação do IAP.

ANÁLISE

Na análise dos impactos identificados no EIA do empreendimento segundo o método de Bianchi, obteve-se um Índice de Avaliação Ponderal (IAP) igual a 0,23, demonstrando o alto grau de interferência nas relações ambientais com a implantação do empreendimento, sendo desta forma, inviável ambientalmente. É consenso entre especialistas de projetos rodoviários que os impactos benéficos deste tipo de empreendimento fazem-se sentir quase que exclusivamente no meio antrópico, como ocorrido no projeto em questão. Os resultados de IAP foram 0,07 para o meio físico, zero para o meio biótico e 0,67 para o meio antrópico.

Calculou-se novamente o IAP, considerando as medidas propostas para minimizar e/ou mitigar os impactos identificados no EIA e obteve-se IAP igual a 1,22, demonstrando desta vez, a viabilidade ambiental do empreendimento, ou seja, os impactos benéficos advindos com sua implantação serão maiores que os impactos adversos.

Com as medidas propostas, dos 32 impactos previstos inicialmente, 11 serão mitigados e deixarão de serem considerados significativos, sendo 6, 2 e 3 nos meios físico, biótico e antrópico, respectivamente. Da mesma forma que antes da consideração das medidas de mitigação, compensação e potencialização propostas, o IAP do meio antrópico (igual a 2,92), corresponde a uma valor bem acima que no meio físico (IAP=0,24). No meio biótico não foram identificados impactos benéficos.

Os resultados comprovaram que os maiores benefícios com a implantação de empreendimentos rodoviários se refletem no meio antrópico. No meio físico, houve ligeira melhora no IPA após as medidas de mitigação, compensação e potencialização, ainda que abaixo do índice mínimo para viabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusão, destacam-se a comparação dos impactos ambientais clássicos com os identificados para o empreendimento rodoviários em análise. A avaliação de impactos pelo método de Leopold reformulado por Bianchi possibilitou uma análise quantitativa da viabilidade ambiental do empreendimento. Assim, foi possível estabelecer efetivamente, as medidas de mitigação e/ou compensação baseadas na magnitude dos impactos ambientais identificados para o empreendimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 set 1981.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias**. Rio de Janeiro, 2006.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 01, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece a exigência de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades causadoras de significativas modificações adversas no ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev 1986.