

Workshop de  
**PESQUISA,  
TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO.**  
13 e 14/09/12

**Energia,  
Meio Ambiente  
e Desenvolvimento  
Industrial no  
Estado da  
Bahia**

# Caderno de Resumos SENAI-BA

Realização:



Apoio:



# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Sumário

	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 01	Título: Implantação de Biodigestores nos Municípios do Semiárido Baiano Geração de Energia, Biofertilizantes e Créditos de Carbono Autor(es): Sheyla Caetano Haack e Manuel Alpire Chavez	05
	Projetos P&D&I Pós-Graduação SENAI/DR/BA (GETEC/MCTI)	
RESUMO 02	Título: Aplicação de Redes Complexas no Estudo de Redes Elétricas Autor (es) : Carlos Helano Aquino do Nascimento, Gilney Figueira Zebende e Hernane Borges de Barros Pereira	09
	Projetos P&D&I – Pós-Graduação SENAI/DR/BA (GETEC/MCTI)	
RESUMO 03	Título: Coeficiente DCCA de Correlação Cruzada Aplicado a Séries de Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar Autor (es): Rogério Tronco Vassoler	16
	Projetos P&D&I – Pós-Graduação SENAI/DR/BA (GETEC/MCTI)	
RESUMO 04	Um Modelo para o Estudo de Epidemias: o Efeito da Migração Via Transporte Rodoviário na Bahia Lucas Miranda de Oliveira Moreira e Marcelo Albano Moret Simões Gonçalves,	21
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 05	Título: Produção de Blendas Poliméricas de Pani / Pu (Polianilina / Poliuretana) para Uso como Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética Autor (es): Danielle Mascarenhas dos Santos (Iniciação Científica) e Xisto Lucas Travassos Junior	26
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 06	Título: Desenvolvimento de Padrões de Referências para Testes de Sistemas de Identificação por Radio Freqüência Autor(es): Gessé Justiniano de Oliveira Junior (Iniciação Científica) e Ednaldo Ferreira Marques	29
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 07	Título: Análise da Influência na Utilização de Aletas Sólidas e Porosas no escoamento em Regime Turbulento Autor(es): Juliana de Oliveira Cordeiro (Iniciação Científica) e Luzia Aparecida Tofaneli	33
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 08	Título: Estudos dos Escoamentos Aerodinâmicos no Entorno de Corpos Autor(es): Igor Guerreiro Barbosa (Iniciação Científica) e Carlos Augusto Antonio Carbonel Human	37
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 09	Título: Modelagem de um Mini Túnel de Diluição Parcial para Análises de Emissões Automotivas Autor(es): Keize Katiane dos Santos Amparo (Iniciação Científica) e Lílian Lefol Nani Guarieiro	41
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 10	Título: Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Chapas Metálicas Aplicadas ao Processo de Estampagem Incremental por Roboforming Autor(es): Alexandre Neris Vígas Monção (Iniciação Científica) e Charles Chemale Yurgel	44
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 11	Título: Reciclagem de Rafia de Polipropileno Autor(es): Rafael Pereira Landmayer (Iniciação Tecnológica) e Manuel Alpire Chávez	52
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 12	Título: Composto de Silicone para Aplicação em Isoladores de Energia Elétrica Autor(es): Marcela Menezes Lima Dias dos Santos (Iniciação Científica) e Manuel Alpire Chávez	56
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 13	Título: Estudo da Influência da Variação dos Parâmetros de Processo de Eletroerosão da Liga Inconel 718 no Desgaste do Eletrodo e na Produtividade Autor(es): Lucas de Jesus Costa (Iniciação Científica), Caroline Silva Alves e Guilherme Oliveira de Souza	60
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 14	Título: Estudo em CFD de Processos de Combustão Industrial com o Uso da OEC para o Aumento da Transferência de Calor por Radiação Térmica Autor(es): Venicio da S. Acherman (Iniciação Tecnológica) e Alex Álisson Bandeira Santos	63
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 15	Título: Desenvolvimento de Nanocompósitos com Polímero Biodegradável Autor(es): Arthur Gonçalves dos Santos (Iniciação Científica) e Wagner Mauricio Pachekoski	67
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 16	Título: Desenvolvimento de um Molde para sobre-injeção de Materiais com Espessura de Camada Ajustável Autor(es): Ícaro Lima Cabral (Iniciação Científica) e Valter Estevão Beal	73
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 17	Título: Proposição de um Método Eficaz para Otimização Virtual das Tolerâncias Dimensionais em Sistemas de Suspensão para Veículos de Passeio Autor(es): Jorsiele Damasceno Cerqueira (Iniciação Científica) e Marcelo Albano Moret Simões Gonçalves	77

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Sumário

	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 18	Título: Realização do Processo de Estampagem Incremental por Roboforming para Fabricação de Componentes Metálicos Autor(es): Victor Áquila Almeida Damasceno (Iniciação Científica) e Charles Chemale Yurgel	82
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 19	Título: O Panorama de Patentes de Invenção Depositadas entre 1997 E 2009 no ESTADO DA BAHIA Autor(es): Agnaldo Ribeiro França Neto (Iniciação Científica), Diego Lemos Ferreira, Liliane de Queiroz Antonio e Eduardo Winter	87
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 20	Título: Desenvolvimento de Compósitos Híbridos Olipropileno/Casca De Arroz e Talco para Produção de Perfis Autor(es): Jeangela dos Santos Nascimento (Iniciação Tecnológica) e Zora Ionara Gama dos Santos	90
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 21	Título: Produção de Compósitos de Polipropileno com Fibra de Sisal Modificada com Polianilina Autor(es): Addressa dos Santos Silva (Iniciação Tecnológica) e Carla Dalmolin	94
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 22	Título: Determinação dos Fatores que afetam a Biodegradabilidade em Polímeros por Diferentes Metodologias de Análise Autor(es): Paulo José Schaun Martins Filho (Iniciação Tecnológica) e Wagner Maurício Pachekoski	97
	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 23	Título: Incubadora de Base Tecnológica Do SENAI DR BAHIA Autor(es): Luis Alberto Brêda Mascarenhas, Silmar Baptista Nunes, Fernanda Ferraz Pena, Máira Conceição de Macedo e Josiane Dantas Viana Barbosa	101
	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 24	Título: Transferência Tecnológica para a Indústria Baiana de Artefatos com Vista a um Reposicionamento Estratégico Autor(es): Waldemar Rodrigues de Araújo Filho, Phaedra Moraes Brasil, Nalia Cristina Bispo Portela Ribeiro, Gisele Pereira dos Santos, Fábio Campos Aguiar, Adriana Reis de Souza	104
	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 25	Título: Análise Comparativa do Teor de Compostos Antioxidantes da Própolis Verde e Marrom Autor(es): Bruna A. S. Machado, Wagner B. Bramont, Aline S. Costa, Silmar B. Nunes, Fracine F. Padilha, Marcelo A. Umsza Guez	107
	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 26	Título: Determinação de Compostos Antioxidantes da Casca de Frutas Tropicais do Nordeste do Brasil Autor(es): Bruna A. S. Machado, Aline S. Costa, Sheila C. O. Alves, Luana O. M. Naponucena, Marcelo A. Umsza Guez	110
	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 27	Título: Determinação da Composição Centesimal de Própolis Verde de Diferentes Produtores do Estado de Minas Gerais Autor(es): Aline S. Costa, Bruna A. S. Machado, , Wagner B. Bramont, Silmar B. Nunes, Fracine F. Padilha, Marcelo A. Umsza Guez	113
	Projetos P&D&I – SENAI/DR/BA	
RESUMO 28	Título: Aplicação das Metodologias SENAI de Competências na Operacionalização da Metodologia Theoprax nos Cursos de Educação Profissional e Tecnológica do SENAI-BA: Conexões Possíveis. Autor(es): Lucia Maria Gonçalves Santos e Maria Célia Calmon Santos	116
	Projetos P&D&I – Pós-Graduação SENAI/DR/BA (GETEC/MCTI)	
RESUMO 29	Título: Efeito chicote em Um elo da Cadeia de Suprimento de Embalagens para Refrigerantes – Previsão de Oscilação de Demanda Durante a Copa do Mundo de 2014 Autor(es): Milton da Silva Cruz, Xisto Lucas Travassos Júnior e Francisco Uchoa Passos	120
	Projetos P&D&I – Pós-Graduação SENAI/DR/BA (GETEC/MCTI)	
RESUMO 30	Título: Um Modelo de Localização Baseado na Metodologia AHP para Fornecedoras de Autopeças do Setor Automotivo no Estado Da Bahia. Autor(es): Bruno Leonardo Santos Menezes, Valter de Senna e Renelson Ribeiro Sampaio	124
	Projetos P&D&I – Pós-Graduação SENAI/DR/BA (GETEC/MCTI)	
RESUMO 31	Título: Estudo de Flutuações de Sinais de Audio Classificados por Gênero Musical. Autor(es): Dirceu de Freitas Piedade Melo	130
	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA	
RESUMO 32	Título: Subvenção econômica no Estado da Bahia entre 2005 e 2010 Autor(es): Michelle Gusmão Burgos da Fonseca (Iniciação Científica) , Sheyla Caetano Haack, Liliane de Queiroz Antonio e Diego Lemos Ferreira	136

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Sumário

RESUMO 33	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Desenvolvimento de Sistemas Catalíticos Aplicados a Homo e Co-Polimerização de Ácido Lático Autor(es): Fernanda Miranda Torres (Iniciação Tecnológica), Fabiano Ferreira de Medeiros, Otanea Brito de Oliveira e Alexandre dos Santos Machado	140
RESUMO 34	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Processo de Produção de Biodiesel a partir de Sebo Bovino e OGR (óleo e gorduras residuais) Utilizando Catalisadores em Fase Heterogênea. Autor(es): Roberta Alencar Macedo Costa (Iniciação Tecnológica), Jéssica San Just Carvalho, Fabiano Ferreira de Medeiros, Otanea Brito de Oliveira e Alexandre dos Santos Machado	143
RESUMO 35	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Desenvolvimento de Rota para Produção de Biopolímeros a partir de Açúcares Autor(es): Priscila Malheiros Nogueira (Iniciação Tecnológica), Fabiano Ferreira de Medeiros e Otanea Brito de Oliveira	147
RESUMO 36	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Metodologias Aplicáveis em Tecnologia e Inovação Social no SENAI-BA Autor(es): Petrushka Rodrigues da Silva (Iniciação Científica) e Sheyla Caetano Haack	150
RESUMO 37	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Procedimento de Pré-concentração em Fase Sólida para Determinação de Cu, Mn, Fe, Ni e Pb em Água de Rio Usando Espectrometria de Absorção Atômica Multi-elementar Sequencial Autor(es): Rayara Ribeiro de Sousa (Iniciação Tecnológica), Adriana Costa Ferreira e Hilda C. dos Santos Talma	154
RESUMO 38	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Diversidade de Aves da Região Metropolitana de Salvador, como Instrumento para Gestão de Impactos Ambientais Autor(es): Daniel Capelli da Silva (Iniciação Tecnológica) e Alexandre de Almeida	158
RESUMO 39	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Tecnologia Verde para Sustentabilidade da Bioenergia através de Microalgas: Mitigação de CO <sub>2</sub> , N e P e Produção de Biomassa Autor(es): Paulo Rogério Borba de Aquino (Iniciação Tecnológica) e Edson Valmir Cordova Rosa	163
RESUMO 40	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Produção de Extrato Protéico a Partir de Levedura Residual de Cervejaria Autor(es): Elton dos Santos Souza (Iniciação Tecnológica), Helena Mariana Pitangueira Teixeira e Érika Durão Vieira	167
RESUMO 41	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Processo de Autólise de Levedura Residual de Cervejaria Utilizando Enzima Exógena Autor(es): Helena Mariana Pitangueira Teixeira (Iniciação Tecnológica) e Érika Durão Vieira	170
RESUMO 42	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Cálculo da Pegada do Carbono para Eventos Esportivos e Identificação de Tecnologias para a sua Absorção Autor(es): Rebeca Daiane Carvalho Reis (Iniciação Tecnológica) e Arilma Oliveira do Carmo Tavares	173
RESUMO 43	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Desenvolvimento de Ferramentas e Realidade Virtual para Treinamento e Montagem de Eletrônica Embarcada para a Indústria Automotiva. Autor(es): Marden A. Ribeiro (Iniciação Científica) Xisto Lucas Travassos Júnior e Júlio César Chaves Câmara	178
RESUMO 44	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Confiabilidade Humana no Trabalho: Análise dos Erros Humanos na área de inspeção Autor(es): Tiago Costa Athaides e Camila de Souza Pereira Guizzo	183
RESUMO 45	Projetos P&D&I – Graduação SENAI/DR/BA Título: Monitoramento de Equipamentos Rotativos por Análise Acústica Autor(es): Gabriel Santana Magalhães e Ubatan Miranda	187

# Implantação de Biodigestores nos Municípios do Semiárido Baiano. Geração de Energia, Biofertilizantes e Créditos de Carbono

Sheyla Caetano Haack (SENAI CIMATEC) sheyla.haack@fieb.org.br  
Manuel Alpire Chavez (SENAI CIMATEC)alpire@fieb.org.br

## Resumo

*O esgotamento de algumas fontes de energia de origem fóssil gerado pelo aumento da demanda dos últimos anos, e a conscientização mundial quanto às questões ambientais, têm levado a uma busca contínua por novas formas sustentáveis de produção. Nesse novo contexto a tecnologia da biodigestão representa uma possibilidade na geração de energia limpa e, ao mesmo tempo, de redução dos impactos ambientais. O estado da Bahia possui o maior rebanho de caprino do Brasil cujo o aproveitamento desses resíduos, através do processo de biodigestão, possibilita a geração de biogás, energia renovável e limpa, e biofertilizante, uma grande fonte de nutrientes para o solo. Este estudo avalia a potencialidade dos municípios do semiárido baiano para implantação de biodigestores, tendo como base o aproveitamento dos dejetos de caprinos. A metodologia aplicada partiu do processo de biodigestão e dos conceitos de sustentabilidade. Para tanto, foi realizado um mapeamento dos municípios baianos de acordo com critérios de oferta de rebanhos caprinos, disponibilidade e qualidade da água. Os resultados encontrados evidenciam forte potencial para implantação em pequenas unidades rurais.*

*Palavras-chave: Energia, Biodigestores e Semiárido.*

## 1. Introdução

O constante desenvolvimento das energias alternativas limpas tem propiciado a substituição de algumas fontes esgotáveis por renováveis. Do ponto de vista do aproveitamento integral de energia, a transformação de resíduos caprinos no semiárido baiano, através da tecnologia de biodigestão, contribui para a sustentabilidade, aumentando a oferta energética. Isso possibilita que unidades domiciliares ou industriais, com difíceis acesso, possam usufruir da energia gerada, através do uso do biogás, como fonte de calor e de geração de eletricidade, além do efluente gerado, útil para fertilização do solo, e de créditos de carbono. Observando-se a potencialidade econômica da caprinocultura no semiárido baiano, foi realizado um estudo que permitiu identificar os potenciais locais de implantação de biodigestores.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

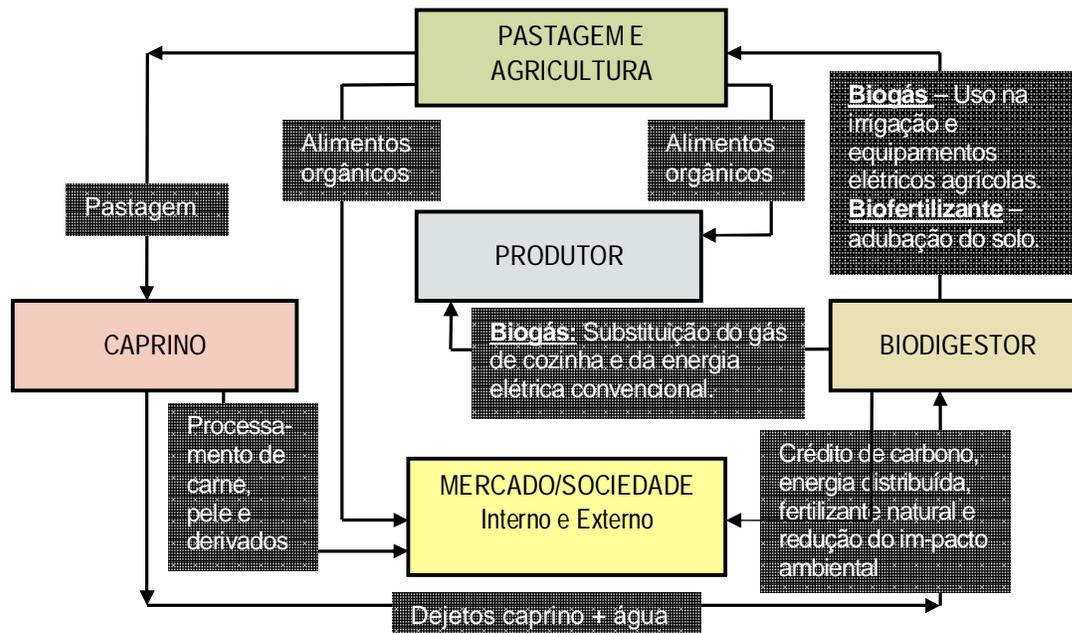


Figura 01. Modelo proposto do uso do biodigestor na caprinocultura no semiárido baiano  
Fonte: Elaboração da autora, 2009

## 2. Revisão Bibliográfica

Atualmente, a população mundial de caprino se aproxima a 1 bilhão de cabeças e cerca de 94,2% desses animais encontram-se nos países em desenvolvimento (CONAB, 2006). China e Índia se destacam por serem os países de maiores rebanhos, chegando a 40% do efetivo mundial. O Brasil é o 9º maior rebanho de caprino do mundo com aproximadamente 10 milhões de cabeças FAO (2007). De acordo com o IBGE (2007) o Nordeste, região que abrange uma área superior a 160 milhões de hectares, concentra mais de 90% do rebanho de caprinos no País dos quais 57% estão inseridos no semiárido, que ocupa 90 milhões de hectares. A Bahia se destaca, dentre os demais estados, com aproximadamente 34% do efetivo nacional, ou seja, 3,2 milhões de cabeças (Haack, 2009).

## 3. Metodologia

Foi adotada a metodologia descritiva exploratória baseada na análise documental. Inicialmente realizou-se um mapeamento dos municípios do semiárido baiano, produtores de caprinos e respectivos recursos hídricos. Visando o aproveitamento adequado de resíduos nos biodigestores, foram elencados alguns municípios, com base na criação de caprinos e beneficiamento dos rebanhos. Além disso, verificaram-se informações sobre as principais ações estratégicas no Estado, para os municípios com esse tipo de atividade. Determinou-se também a média mínima de rebanhos por unidades rurais em cada município e a disponibilidade e qualidade de água para o uso no biodigestor. O trabalho evidenciou que a caprinocultura no semiárido baiano de fato constitui uma importante oportunidade para implantação de biodigestores, destacando-se pela predominância de criadores com pequenas propriedades de até 100 hectares.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

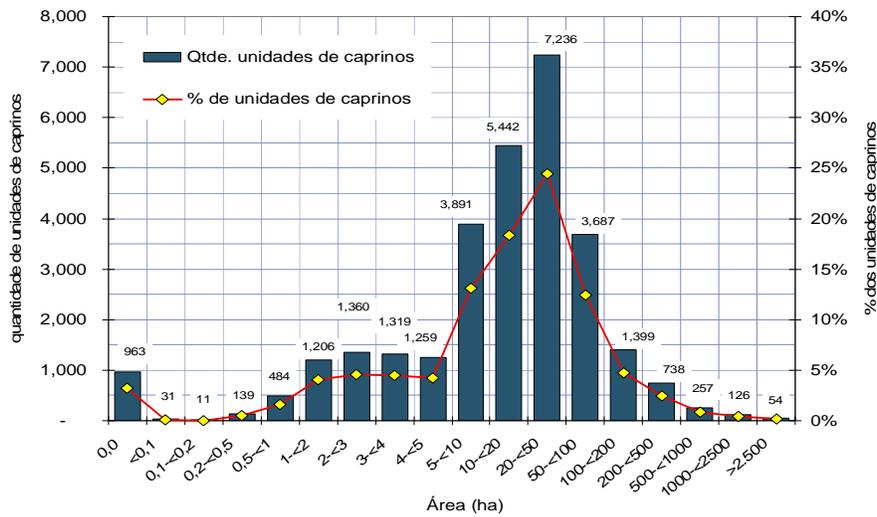


Figura 2. Unidades de caprinos por áreas de estabelecimentos rurais  
 Fonte: Elaboração própria, 2009 com base em IBGE, 2006

## 4. Resultados e Discussão

Segundo o método utilizado, dos 34 municípios estudados, apenas 18 apresentam potencialidade para a implantação de biodigestores. O estudo também apontou a necessidade em observar o potencial do uso do biofertilizante natural gerado pelo biodigestor, que somente funcionará se for possível garantir a disponibilidade da água. Para tanto, faz-se necessário preservar os recursos e ao mesmo tempo incorporar tecnologias adequadas para captação e manejo adequado da água.

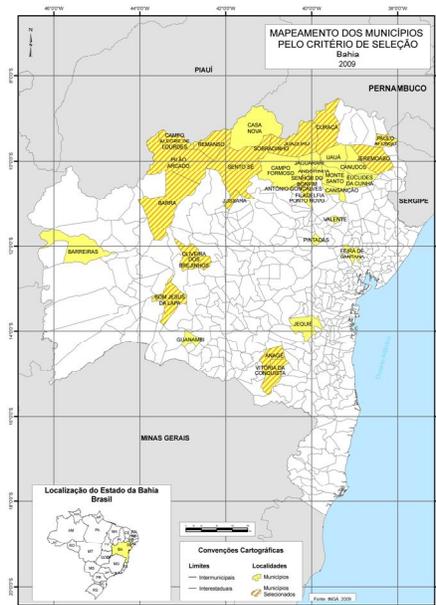


Figura 04- Municípios com potencialidade para a implantação de biodigestores no Semiárido baiano.  
 Fonte: Elaboração própria, 2009

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## 5. Conclusão

As informações levantadas neste trabalho sobre a disponibilidade de recursos hídricos e dimensionamento dos rebanhos nos municípios do semi-árido baiano, constituem uma importante base para a implantação de biodigestores, podendo tornar-se uma solução econômica e social na oferta de energia, fertilização da terra e crédito de carbono.

## Referências

- BAHIA. Secretaria da Agricultura do Estado da Bahia. Efetivo de rebanho caprino por município do estado da Bahia. Salvador, 2007.
- BAHIA. Secretaria da Agricultura do Estado da Bahia. Levantamento de informações de oferta hídrica: dados coletados em campo. Salvador, 2009.
- BAHIA. Secretaria da Agricultura do Estado da Bahia. Relatório perfil municipal: dados coletados em campo. Salvador, 2009.
- BAHIA. Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado da Bahia. Programa de fortalecimento da atividade empresarial: Plano de desenvolvimento de APL de caprinocultura da Bahia. Salvador, 2008. p. 2-6.
- BRASIL. Lei nº 6938, 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. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 16 out. 2009.
- CONAB. Superintendência Regional da Bahia e Sergipe. Caprinocultura na Bahia. Maio 2006. Disponível em :<<http://www.conab.gov.br/> > Acesso em: 10 out.. 2009.
- \_\_\_\_\_. Senso agropecuário. Rio de Janeiro, 2006.
- \_\_\_\_\_. Pesquisa pecuária municipal. Rio de Janeiro, 2007.
- HAACK, S.C. Análise Técnica e Econômica para Aproveitamento dos Dejetos de Caprinos em Biodigestoresno Semiárido Baiano. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Ciências Econômica, Bahia, p.43, 2009.
- INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA BAHIA- INGÁ. Programa de monitoramento da qualidade das águas do estado da Bahia: Rede de amostragem, resultados e considerações finais. Segunda campanha trimestral. Salvador, 2009.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO – FAO. FAO statistics. Disponível em: < <http://www.faostatistics.org.br>>. Acesso em: 10 out. 2009.
- \_\_\_\_\_. Levantamento de informações gerais, sócio e econômicas dos municípios estudados do semiárido baiano: mapa pluviométrico do estado da Bahia. Bahia. 2003. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

## **Aplicação de Redes Complexas no Estudo de Redes Elétricas**

Carlos Helano Aquino do Nascimento (SENAI CIMATEC) carloshelano@gmail.com  
Orientador: Dr. Gilney Figueira Zebende (SENAI CIMATEC) gfzebende@hotmail.com  
Co-Orientador: Dr. Hernane Borges de Barros Pereira (SENAI CIMATEC)  
hernanebbpereira@gmail.com

### **Resumo**

*Estudos voltados para a linha de pesquisa de Redes Complexas mostram-se bastante eficientes na aplicação e análise de redes reais. Estes estudos têm adquirido um papel de destaque nos últimos anos em diversas áreas do conhecimento, e suas bases são fundamentadas na Teoria dos Sistemas Complexos, na qual os temas estão relacionados principalmente a fenômenos existentes na natureza ou em sociedade. Este trabalho tem por objetivo analisar a robustez da rede de distribuição elétrica do estado da Bahia, aplicando fundamentos de Redes Complexas. Utilizando-se de uma rede real de distribuição elétrica e a classificando segundo as topologias clássicas conhecidas (Redes Aleatórias, Redes Small World, Redes Livre de Escala), identificamos pontos de vulnerabilidade através de uma análise de resiliência da rede. As simulações elaboradas no estudo demonstram uma alta dependência de certos pontos da rede, possivelmente hubs, quando submetida a falhas aleatórias ou ataques coordenados. Podemos observar com os resultados deste trabalho, que os hubs identificados, estão relacionados em sua maioria as fontes geradoras de energia. Acredita-se, portanto, que este trabalho possa contribuir de forma bastante significativa nas atividades desempenhadas pelas concessionárias de energia elétrica e na prestação do serviço público.*

*Palavras-chave: Sistemas Complexos, Redes Complexas, Redes Elétricas.*

### **1. Introdução**

O tema deste trabalho destina-se à aplicação e análise dos fundamentos de Redes Complexas no estudo de redes de distribuição elétrica. As redes complexas têm suas bases fundamentadas na área de Sistemas Complexos. Uma das suas principais característica é a composição de diversas partes heterogêneas interconectadas, que quando analisadas em conjunto fazem emergir propriedades pouco evidentes em uma análise individual. O cérebro é uma rede de células nervosas conectadas por axônios e as células são redes de moléculas ligadas por reações bioquímicas. Da mesma forma, as sociedades também são redes de pessoas ligadas por amizade, parentesco e laços profissionais. Em uma escala maior, teias alimentares e os ecossistemas podem ser representados como rede de espécies (BARABÁSI; BONABEAU, 2003). As redes elétricas são classificadas como redes de tecnologia, assim como a internet, os sistemas de transporte e os sistemas de comunicação. Podemos dizer que esta categoria de rede constitui o alicerce de toda uma sociedade, que por sua vez é gerida por diferentes atores com diferentes objetivos e motivações.

A necessidade de comunicação do ser humano e o avanço tecnológico das últimas décadas vêm tornando o mundo cada vez mais globalizado. Comunidades distantes

dos centros urbanos também são beneficiadas por esta evolução tecnológica. Entretanto, a energia elétrica, que é o recurso mais básico capaz de mover as engrenagens desta evolução, ainda é inexistente em muitas regiões. Ano após ano, diversos projetos são desenvolvidos para prover o acesso ao serviço público de energia elétrica às mais distantes comunidades, trazendo prosperidade e qualidade de vida. A evolução destas redes no decorrer do último século as tornaram extremamente grandes e aparentemente robustas, mas são extremamente frágeis com a ocorrência de eventos inesperados (SOLÉ et al., 2008). O crescimento das redes elétricas chega a seu limite com o aumento da demanda e influenciada pelo crescimento econômico e demográfico. Com isso as questões ambientais impõem os seus limites e as consequências podem ser comprovadas com o enorme prejuízo que os apagões e as falhas na rede podem causar.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Sistemas Complexos

Um Sistema Complexo é composto por um conjunto de partes que, inter-conectadas, fazem emergir um comportamento coletivo. Estes sistemas possuem propriedades decorrentes, em sua maioria, das relações não-lineares. Estes sistemas estão presentes no campo da medicina, biologia, física, sociologia, dentre outros. As principais características existentes em um sistema complexo são: adaptação, auto-organização e emergência (OTTINO, 2004).

As redes elétricas, objeto do nosso estudo, são compostas por um grande número de componentes heterogêneos que exercem influência entre si, caracterizando um imenso sistema complexo.

### 2.2. Redes Complexas

As redes estão presentes em todas as áreas de nossas vidas. O estudo de redes complexas perpassa toda a ciência, desde a neurobiologia à física estatística. O cérebro, por exemplo, é uma rede de células nervosas conectadas por axônios e as células, por sua vez, são redes de moléculas ligadas por reações bioquímicas (BARABÁSI, BONABEAU, 2003). No campo da biologia, temos por exemplo as cadeias alimentares que são formadas por animais e estão conectados por relações predatórias (STROGATZ, 2001). Temos vários outros exemplos no campo da tecnologia, tais como a internet, redes elétricas, sistemas de transporte, e até mesmo a linguagem que estamos usando para transmitir esses pensamentos são compostas por palavras ligadas por relações sintáticas.

As redes complexas têm sua origem a partir de conceitos provenientes da Teoria dos Grafos. Os primeiros fundamentos da Teoria dos Grafos surgiram quando Leonhard Euler (1707 - 1783), um matemático suíço, dispôs-se a responder o enigma das sete pontes. No Rio Pregel, junto à cidade de Königsberg (atualmente Kaliningrado), na então Rússia, existem ilhas, formando quatro regiões interligadas por um total de sete pontes. Os habitantes da cidade gostavam de passear pelas pontes e sempre buscavam uma forma de atravessar todas as pontes apenas uma vez em um passeio. Euler ficou intrigado com o Problema das Pontes de Königsberg, popularmente conhecido entre os habitantes, e propôs uma solução no ano de 1736 utilizando um modelo em grafo.

Podemos destacar três dos principais modelos de redes complexas. O primeiro deles é atribuído aos matemáticos Paul Erdős e Alfred Rényi no ano de 1959, também conhecido como modelo ER. Neste modelo, os matemáticos sugerem que as redes são construídas a partir de ligações aleatórias. No ano de 1998 é proposto o modelo WS, pelos pesquisadores Duncan Watts e Steven Strogatz das Universidades de Columbia e Cornell, respectivamente. Neste modelo foi descoberto que as redes reais não são completamente aleatórias como no modelo anterior, e podem possuir uma determinada lei de formação. Por fim, temos um outro modelo clássico proposto no ano de 1999 pelos pesquisadores Albert-László Barabási e Réka Albert da Universidade de Notre Dame nos Estados Unidos, conhecido como modelo BA. O modelo BA é caracterizado por refletir um modelo de crescimento das redes, onde a ligação entre os vértices segue uma lei de adesão preferencial.

### 3. Metodologia

Na teoria de redes complexas, a análise das interdependências dos seus componentes geralmente é feita sob a robustez ou vulnerabilidade da rede, quando uma fração de seus elementos está danificada. A análise da robustez de um sistema complexo tem sido feito tradicionalmente a partir de dois pontos de vista: Estática ou Dinâmica. Em uma análise de robustez estática, os vértices são eliminados sem a necessidade de redistribuição de qualquer quantidade no transporte da rede. Por outro lado, em uma análise de robustez dinâmica, os vértices são eliminados e o fluxo ou carga transportada deve ser redistribuído no resto da rede (ROSAS-CASALS; VALVERDE; SOLÉ, 2007).

Este trabalho se propõe a fazer uma análise de robustez estática de uma rede de transmissão elétrica. Para isso, utilizamos um banco de dados da concessionária de distribuição elétrica do estado da Bahia, para coleta de informações como : identificação das subestações, identificação dos postes, cabos de transmissão, assim como as coordenadas geográficas de todos estes componentes. Inicialmente estas informações foram úteis para construção de dois cenários. No primeiro cenário, construímos uma rede no formato Pajek, representando uma rede de distribuição, onde os vértices são os postes e as arestas são os cabos de distribuição ( $n = 1.534.994$  ;  $m = 1.536.58$ ). No segundo cenário, construímos uma outra rede também no formato Pajek, representando uma rede de transmissão elétrica, onde os vértices são as subestações e as arestas são os cabos de transmissão ( $n = 312$  ;  $m = 327$ ).

Para análise da robustez da rede, elaboramos simulações de falhas aleatórias ocorridas na rede de transmissão (Cenário 02) que resultaram em 9.900 redes. Usando um processo semelhante, elaboramos simulações de ataques coordenados na rede, que por sua vez geraram 45 outras redes. A geração destas redes nos permitiu fazer uma análise comparativa sob a robustez da rede, quando submetida a falhas aleatórias ou ataques coordenados.

## 4. Resultados e Discussão

No cenário 01, onde consideramos que os vértices são os postes de energia espalhados pela rede com suas devidas posições geográfica ( $n = 1.534.994$ ) e as arestas são os cabos de distribuição de energia ( $m = 1.536.518$ ). A análise dos parâmetros da rede ficou comprometida, pois o maior componente da rede corresponde somente a 11,63% de toda a rede. Ainda assim, calculamos a distribuição de graus  $P(k)$ , onde o grau médio  $\langle k \rangle \sim 2,0$ . É importante destacar que conforme observado na Figura 4.1, a distribuição de graus na escala log-log tende a uma lei de potência, denotada por  $P(k) \sim k^{-\gamma}$ , de forma que  $\langle k \rangle$  não corresponde a um valor característico da distribuição de graus da rede.

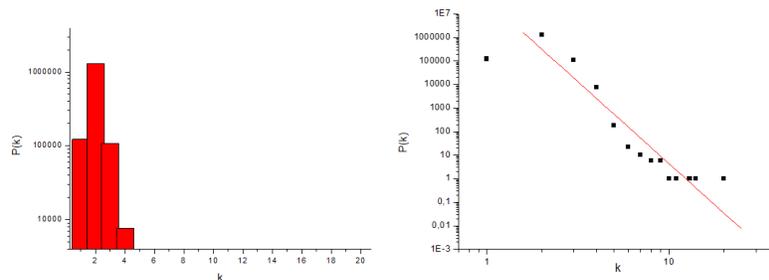


Figura 4.1: Distribuição de graus (Cenário 01).

Em princípio, o resultado de 11,63% dos vértices conectados, correspondente ao maior componente na rede, parece não fazer sentido, uma vez que estamos tratando de uma rede em que o fluxo de energia precisa necessariamente, transitar em toda a rede. Acontece que o fornecimento de energia funciona com as atividades simultâneas das redes de distribuição e transmissão. Ou seja, existem subestações que estão diretamente conectadas através das linhas de transmissão, e por isso não utilizam postes. Diante desta constatação construímos o cenário 02, formado por subestações e linhas de transmissão (Figura 4.2). Novamente observamos uma distribuição de graus tendendo a uma lei de potência, dando indícios de uma rede Livre de Escala conforme observado na Figura 4.3.

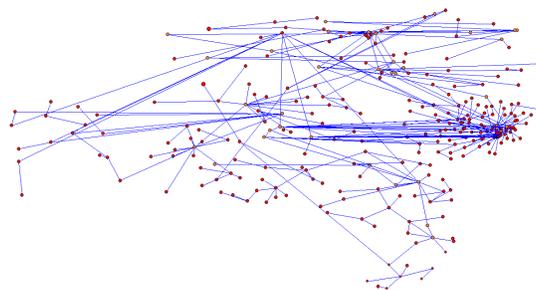


Figura 4.2: Representação da rede de subestações do estado da Bahia. Fonte: Autor

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

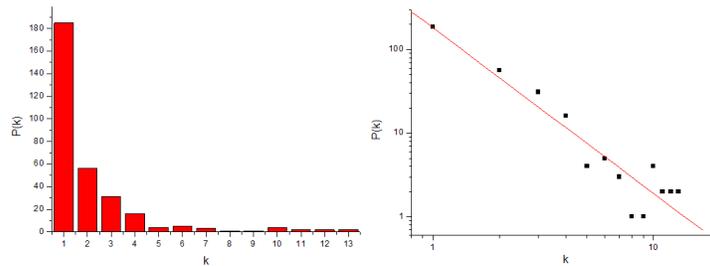


Figura 4.3: Distribuição de graus (Cenário 02). Fonte: Autor

Na Figura 4.4 podemos observar os efeitos causados pelas “Falhas Aleatórias” e pelos “Ataques Coordenados” na rede formada pelas subestações da Bahia. As redes Livres de Escala são resilientes à perdas aleatórias de vértices, mas são vulneráveis a ataques coordenados em vértices com um alto grau. Esta análise pode ser facilmente observada nesta simulação. Nas primeiras frações de perdas, temos uma drástica diferença entre a curva formada pela simulação aleatória e a curva seletiva.

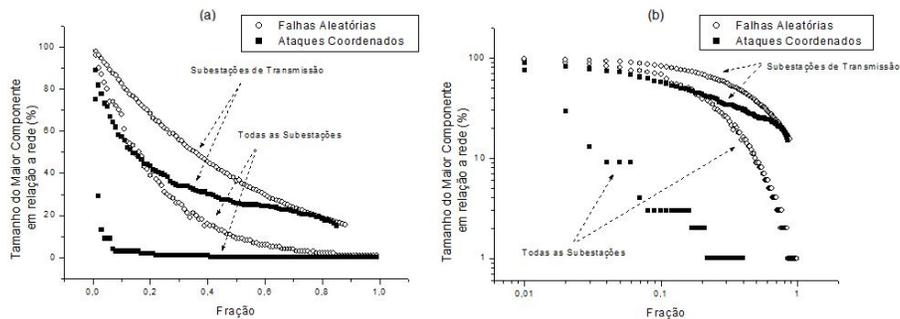


Figura 4.4: Gráfico comparativo entre as simulações realizadas com as subestações.

Nas Figuras 4.5 e 4.6 temos a análise levando em consideração outros parâmetros de redes complexas.

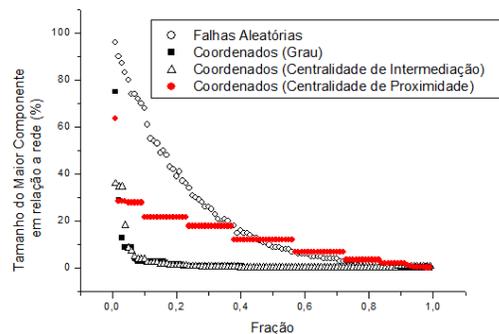


Figura 4.5: Gráfico das simulações das falhas aleatórias e coordenadas. Fonte: Auto

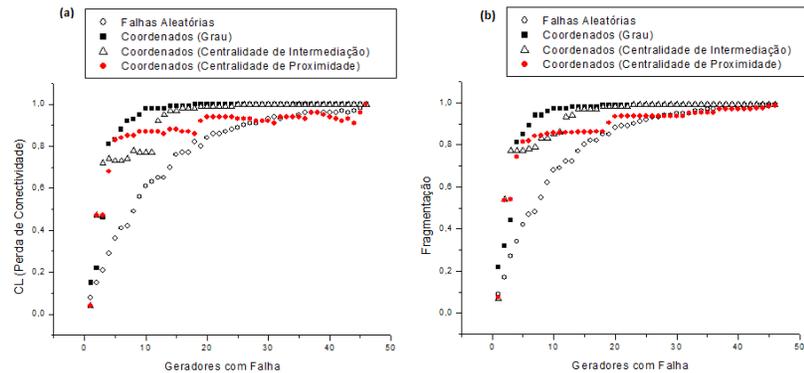


Figura 4.6: Gráficos da perda de conectividade e da fragmentação da rede em função de falhas sucessivas nas subestações geradoras. Fonte: Autor.

## 5. Conclusão

O presente trabalho foi motivado pelo constante aumento no consumo de energia elétrica, evidenciado não somente no estado da Bahia, mas no mundo inteiro.

Com base nos dados obtidos através de uma concessionária responsável pela rede de distribuição do estado, montamos o cenário 01. Neste cenário contemplamos toda a rede de distribuição do estado, concentrando, portanto o estudo na rede formada por postes e cabos de distribuição. Infelizmente, não pudemos obter conclusões significativas com este cenário, pois o componente principal desta rede corresponde somente a 11,63% de todo o sistema. Ainda assim, tivemos indícios de propriedades emergentes do ponto de vista de sistemas complexos quando encontramos uma lei de potência na distribuição de graus.

No cenário 02, passamos trabalhar com a rede de transmissão. Neste caso conseguimos uma rede 100% conectada e concentramos todas as simulações no estudo deste cenário. O primeiro resultado marcante deste cenário, foi a classificação desta rede como Livre de Escala. Este resultado nos trouxe indícios da existência de *hubs* que pudessem influenciar na robustez da rede. Fato este, que foi comprovado posteriormente com a identificação das subestações geradoras e com as simulações de “falhas” e “ataques” na rede.

Avaliando os resultados obtidos com as simulações, constatamos a forte dependência das suas fontes de energia geradora. Logicamente esta vulnerabilidade é inerente a organização deste tipo de rede, uma vez que estamos tratando de uma rede elétrica, que precisa de uma fonte geradora. Contudo, os resultados também mostraram que mesmo quando tornamos as subestações geradoras isentas de qualquer falha, ainda existe uma distância razoável entre as curvas aleatórias e seletivas, comprovando uma alta dependência de algumas subestações de transmissão.

A própria estrutura organizacional na geração de energia elétrica do país, onde somos altamente dependentes das fontes hidrelétricas, não nos permite pensar em simples soluções para este problema. Porém, cabe uma reflexão a todos e principalmente aos governantes. Precisamos de investimentos em outras fontes de

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

energia, de modo a apoiar na capacidade de energia da estrutura já existente, diminuindo a dependência das subestações de transmissão. A existência de pequenas centrais elétricas, próximas aos locais de consumo, pode complementar o poder das redes, quando submetidas a algum tipo de abalo.

### Referências

BARABÁSI, A.L.; BONABEAU, E. *Scale-free networks. Scientific American*, p. 50-59, 2003.

OTTINO, J. *Engineering complex system. Nature*, v.427, p. 399, 2004.

ROSAS-CASALS, M.; VALVERDE, S.; SOLÉ, R. V. *Topological vulnerability of the european power grid under errors and attacks. International Journal of Bifurcation and Chaos*, v.17, n.7, 2007.

SOLÉ, R. V.; ROSAS-CASALS, M.; COROMINAS-MURTA, B.; VALVERDE, S. *Robustness of the european Power grid under intentional attack. Physical Review E*, n.77, 2008.

STROGATZ, S. H. *Exploring complex networks, Nature*, v.410, p.268-276, 2001.

## Coeficiente DCCA de Correlação Cruzada Aplicado a Séries de Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar

Rogério Tronco Vassoler (Senai Cimatec) [rogeriovassoler@gmail.com](mailto:rogeriovassoler@gmail.com)

### Resumo

*Este trabalho, apresenta uma maneira alternativa de quantificar correlações cruzadas entre os dados climatológicos, através do coeficiente  $\rho_{DCCA}$  (Detrended Cross-Correlation Analysis). Foram analisadas séries temporais de temperatura do ar e umidade relativa do ar, através da utilização de históricos de dados climatológicos de várias estações (cidades) ao redor do mundo. Os resultados encontrados apresentaram três tipos de comportamento para as séries analisadas, ou seja, correlação cruzada negativa, correlação cruzada positiva e nenhuma correlação cruzada, dependendo da localização da estação analisada. Estes comportamentos distintos, são influenciados por sazonalidades (semana, mês, estação do ano, ano e mais de um ano).*

*Palavras chaves: DFA, DCCA,  $\rho_{DCCA}$ , Correlações Cruzadas*

### 1. Introdução

O aquecimento global é uma preocupação de cientistas de todo o mundo. A maior parte é causada por atividades humanas (causas antropogênicas), bem como, por fenômenos naturais, como o El Niño e La Niña. Os componentes do clima nunca estão em equilíbrio e estão constantemente em variação. Portanto, para este sistema complexo, qualquer alteração dos componentes pode resultar numa considerável variação climática. O aquecimento global pode ser uma explicação para a tendência de aumento de catástrofes naturais nos últimos anos (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2011).

Portanto, o estudo do clima pode nos ajudar na prevenção desses desastres naturais, que costuma causar um grande número de mortes e uma grande perda econômica. A partir da perspectiva sobre a climatologia, os modelos matemáticos são ferramentas importantes.

Estes modelos são aplicados a uma variedade de fins, como o estudo da dinâmica do tempo, as projeções do futuro climáticas, mudanças na temperatura do ar, entre outros. O estudo de climas contemporâneos incorpora dados meteorológicos acumulados ao longo de muitos anos, como registros de chuvas, temperatura e composição atmosférica (GAFFEN, 1999; SHI, LU, XU, 2011; BENYAHYAA, CAISSIEB, JABIC, SATISHA, 2010). Assim, devemos definir adequadamente as variáveis fundamentais no sentido de estudar este sistema complexo. Para atingir esta meta, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) definiu, no capítulo 5 (WMO, 1989), os principais elementos de superfícies climatológicas, como temperatura, pressão, direção e velocidade do vento, umidade relativa, entre outros. O progresso na previsão do tempo e em modelagem climática tem sido significativo nos últimos anos (JONES, OSBOM, BRIFFA, 2001). De acordo com Lynch (2008), a Previsão Numérica do Tempo (PNT) tem sido a chave para este sucesso, porque ele usa o poder dos computadores.

## 2. Revisão Bibliográfica

As séries temporais podem ser analisadas através de diversas estratégias (HURST, 1951; PENG, BULDYREV, GOLDBERGER, HAVLIN, SCIORTINO, SIMONS, STANLEY, 1992; ZEBENDE, de OLIVEIRA, PENNA, 1998; MORET, ZEBENDE, NOGUEIRA, PEREIRA, 2003). Por este ponto de vista, um dos métodos mais utilizados é o *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) (PENG, BULDYREV, HAVLIN, SIMONS, STANLEY, GOLDBERGER, 1994). O DFA tem sido bastante eficiente na detecção de auto-correlações de longo alcance em séries temporais não-estacionárias.

Assim, como o método DFA realiza análise de auto-afinidade para uma única série temporal, o método *Detrended Cross-Correlation Analysis* (DCCA) (PODOBNIK e STANLEY, 2008), que é uma generalização do DFA, realiza análise de correlação cruzada entre duas séries temporais não-estacionárias com mesmo número de pontos e baseia-se na covariância sem tendência.

Desta forma, neste trabalho foi proposto analisar e quantificar correlação cruzada de dados climatológicos, especificamente entre séries de temperatura do ar e umidade relativa do ar (valores médios diários). Para isto, adotamos o coeficiente de correlação cruzada  $\rho_{DCCA}$  desenvolvido por Zebende (2011). Este coeficiente é baseado nos métodos citados anteriormente, ou seja, é definido como a relação entre a função de covariância sem tendência  $F_{DCCA}^2$  e a função de variância sem tendência  $F_{DFA}$ , através da equação:

$$\rho(n)_{DCCA} \equiv \frac{F_{DCCA}^2(n)}{F_{DFA\{y_i\}}(n) F_{DFA\{y_i\}}(n)}$$

Este coeficiente visa demonstrar os comportamentos entre as séries temporais analisadas. Estes comportamentos são definidos em três tipos: correlação cruzada positiva, negativa ou nula, ou seja, para este trabalho podemos encontrar: quanto maior a temperatura do ar, maior a umidade relativa do ar (correlação positiva), quanto maior a temperatura do ar, menor a umidade relativa do ar (correlação negativa) ou não existe correlação cruzada entre temperatura do ar e umidade relativa do ar (correlação nula).

## 3. Metodologia

Considerando o número de variáveis fundamentais e uma grande possibilidade de suas aplicações, neste trabalho, restringimos a analisar e quantificar a correlação cruzada entre a temperatura do ar e umidade relativa. Para este fim, tomamos o banco de dados de diferentes cidades ao redor do planeta, definidos por coordenadas geográficas (latitude, longitude, altitude). Estas coordenadas foram eleitas através de 5 latitudes: 40°N, 20°N, 0°, 20°S, 40°S. Assim, variando a longitude sobre as latitudes supracitadas, foram selecionadas as estações meteorológicas compreendidas nestas coordenadas ou próximas destas. No Brasil, foram utilizados dados meteorológicos das capitais brasileiras e do distrito federal, bem como, dados de 11 estações do interior do estado da Bahia.

De posse dos dados históricos, não analisamos seus valores diários, mas suas diferenças sucessivas. Este procedimento foi utilizado com o intuito de estabilizar as séries temporais e neutralizar súbitas mudanças de comportamento. Desta forma, conseguimos visualizar diretamente, qual comportamento é apresentado pela série, ou seja, se possui anticorrelação ou não. Estas diferenças sucessivas são encontradas através do seguinte procedimento: com os valores da série temporal em mãos, realizamos a subtração entre o valor no instante  $t$  e o instante  $t + 1$  para toda série analisada.

Definimos cinco intervalos para análise dos dados em termos do coeficiente  $\rho_{DCCA}$ . Estes intervalos demonstram as sazonalidades e a média dos valores do  $\rho_{DCCA}$  para os intervalos: semana (de 4 a 7 dias), mês (de 8 a 30 dias), estação do ano (de 31 a 90 dias), ano (de 91 a 365 dias) e acima de 365 dias.

#### 4. Resultados e Discussão

Os resultados encontrados demonstraram comportamentos interessantes e distintos. No Brasil, todas as capitais analisadas demonstraram correlação cruzada negativa, exceto a cidade de Florianópolis/SC, que apresentou correlação positiva. Este fator pode estar relacionado ao fato da capital catarinense ser a única capital localizada em uma ilha. Nas análises em várias cidades ao redor do mundo, foram encontrados comportamentos distintos, como apresentados nos gráficos da figura 1, onde o gráfico (a) demonstra os três comportamentos distintos, como correlação cruzada positiva, negativa e nula. Estes comportamentos referem-se a localidades dentro do mesmo país (EUA), na mesma latitude e em longitude próximas. No gráfico (b), as séries partem de um mesmo ponto, mas traçam trajetórias distintas a partir de um determinado ponto, ou seja, para valores menores de  $n$  (dias), as séries apresentam aproximadamente o mesmo valor negativo, mas para grandes valores de  $n$  (dias), as séries traçam comportamentos distintos. No gráfico (c), podemos observar séries com comportamento oposto, que partem de locais distintos e se encontram em um ponto determinado, isto é, para valores pequenos de  $n$  (dias), o comportamento é positivo para Chigago (USA), enquanto que para Belo Horizonte (BRA) é negativo. Entretanto, para grandes valores de  $n$ , o comportamento tende para o mesmo valor negativo.

#### 5. Conclusões

Com os resultados encontrados, não podemos afirmar que a correlação cruzada entre séries temporais de temperatura do ar e umidade relativa do ar é negativa, ou seja, quanto maior a temperatura do ar, menor a umidade relativa do ar. Este fato, do ponto de vista da física é verdadeiro, mas não se aplica a todas as séries analisadas, pois devemos levar em conta as componentes sazonais das localidades analisadas, que podem ser definidos por microclimas regionais. Podemos afirmar que, a média das correlações cruzadas para as 51 localidades analisadas é negativa, com valor de  $\rho_{DCCA} \cong -0.22$  e estas análises podem apresentar os três tipos de correlação cruzada, positiva, negativa e nula. E ainda, dependendo do

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

intervalo analisado podemos ter correlação cruzada positiva, negativa e nula em uma mesma análise.

A utilização do coeficiente  $\rho_{DCCA}$  mostrou-se de “extrema” relevância para quantificar o nível de correlação cruzada entre séries temporais. As análises realizadas neste trabalho podem oferecer subsídios para meteorologistas e estudiosos do clima em fatores relacionados às variáveis climáticas. Estas variáveis representam apenas uma pequena porção do total de variáveis que compreendem a formação do clima terrestre, mas certamente poderá contribuir com futuros estudos sobre o tema.

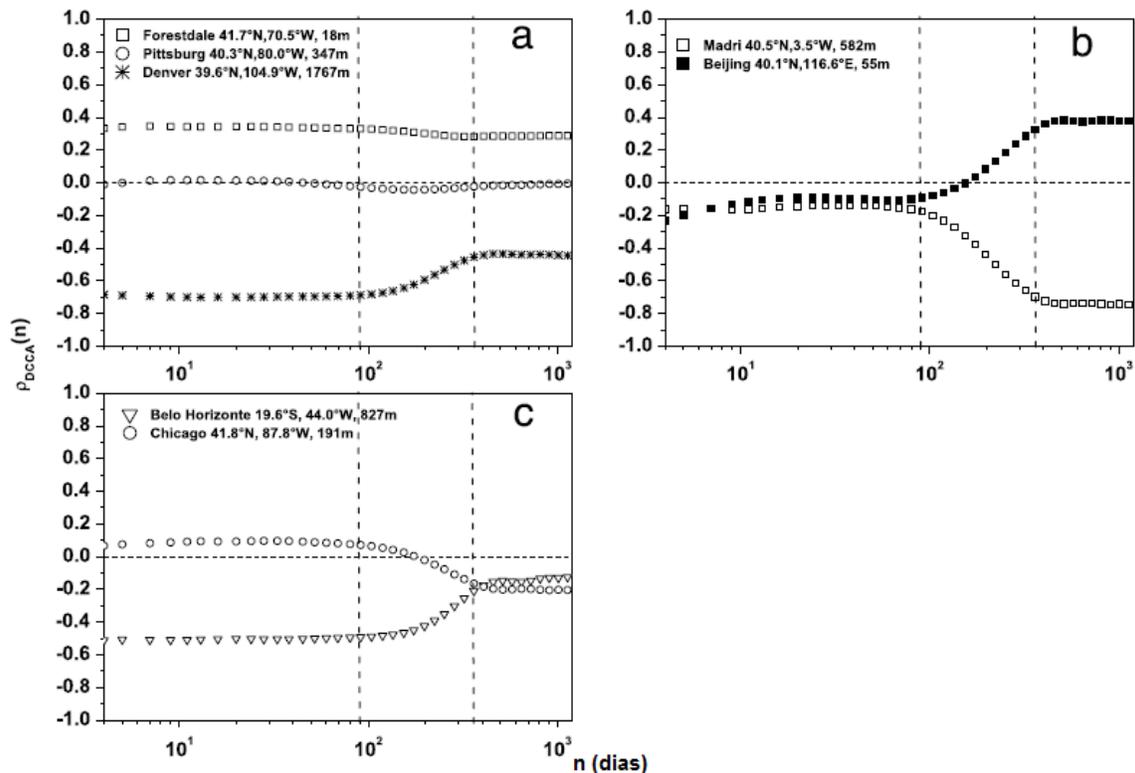


Figura 1 – Correlações cruzadas entre séries temporais de temperatura do ar e umidade relativa do ar em função do coeficiente  $\rho_{DCCA}$ . (a) corresponde aproximadamente à latitude 40°N (EUA), (b) corresponde aproximadamente à latitude 40°N de outras cidades e (c) corresponde à outras latitudes. As linhas verticais correspondem à 90 e 365 dias, respectivamente.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Referências

- BENYAHYAA, L.; CAISSIEB, D.; EL JABIC, N.; SATISHA, M. G. (2010) - Journal of Hydrology, 380 (3-4), 247.
- GAFFEN, D. J.; ROSS, R. J. J. (1999) - Climate, 12, 811.
- HURST, E. (1951) - Long term storage capacity of reservoirs. Transactions of the American Society of Civil Engineers, v. 116, p. 770-799.
- JONES, P.D.; OSBOM, T.J.; BRIFFA, K.R. (2001) - Science 292 (5517), 662.
- LYNCH, P. (2008) - The origins of computer weather prediction and climate modeling. ScienceDirect-Journal of Computational Physics, 227, p. 3432.
- MORET, M. A.; ZEBENDE, G. F.; NOGUEIRA, E.; PEREIRA, M. G. (2003) - Fluctuations Analysis of Stellar X-Ray Binary Systems. Physical Review E, n. 68, p. 41104.
- NATIONAL GEOGRAFIC. Disponível em:  
<<http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/>> Acesso em: out 2011.
- PENG, C. K.; BULDYREV, S. V.; GOLDBERGER, A. L.; HAVLIN, S.; SCIORTINO, F.; SIMONS, M.; STANLEY, H. E. (1992) - Long-range correlations in nucleotide sequences. Nature, v.356, n. 6365, p. 168-170.
- PENG, C. K.; BULDYREV, S. V.; HAVLIN, S.; SIMONS, M.; STANLEY H. E.; GOLDBERGER, A. L. On the mosaic organization of DNA sequences. Physical Review E, n. 49, p. 1685-1689, 1994.
- PODOBNIK, B.; STANLEY, H. E. Detrended Cross-Correlation Analysis: A New Method for Analyzing Two Nonstationary Time Series. Phys. Rev. Let, 084102, 100, 2008.
- SHI, X.; LU, C.; XU X. (2011) - Journal of Applied Meteorology and Climatology. 50 (1), 127.
- WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. (1989) - Calculation of Monthly and Annual 30 – Year Standard Normals. WCDP N° 10, WMOTD/N° 341. Geneva.
- ZEBENDE, G. F. DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation. Physica A, v. 390, p. 614-618, 2011.
- ZEBENDE, G. F.; de OLIVEIRA, P. M. C.; PENNA, T. J. P. (1998) - Long-range Correlation in Computer Diskettes. Physical Review E, v. 57, p. 3311-3314.

## **Um modelo para o estudo de epidemias: o efeito da migração via transporte rodoviário da Bahia**

Lucas Miranda de Oliveira Moreira (SENAI/CIMATEC) [moreira.lmo@gmail.com](mailto:moreira.lmo@gmail.com)

### **Resumo**

*Segundo informações da Secretaria de Vigilância em Saúde, entre 2000 e 2010, a incidência de Dengue no estado da Bahia apresentou ciclos de alta transmissão influenciados pela predominância dos diferentes sorotipos.*

*A investigação de possíveis fatores determinantes para a presença constante de casos desta doença aponta para a locomoção de pessoas infectadas entre municípios e a conseqüente difusão do vírus no estado.*

*Portanto, esse trabalho propõe a utilização de estudos com Agentes Móveis e Redes Complexas na criação de um modelo computacional híbrido, capaz de avaliar o impacto da migração via transporte rodoviário interurbano na difusão da Dengue na Bahia.*

*Para tanto, fez-se necessário a utilização de modelagem icônica, matemática, diagramática e de representação gráfica, além da simulação computacional, na criação de um modelo computacional capaz de representar este sistema não-linear.*

*Os resultados encontrados indicam grande influência do fenômeno de migração na propagação da doença. A inserção deste fenômeno nas epidemias simuladas faz surgir um comportamento emergente que obedece a uma lei de potência. Sendo assim, o modelo possibilita estudos que relacionem a migração de indivíduos e a difusão da Dengue e a aplicação de modelos híbridos em estudos epidêmicos.*

*Palavras chave: Dengue, Modelo computacional, Simulação computacional.*

### **1. Introdução**

A incidência de Dengue na Bahia apresenta comportamento semelhante ao verificado na região Nordeste e ao quadro geral nacional, com ciclos de alta transmissão influenciados pela predominância dos diferentes sorotipos (Figura 1).

A análise dos dados das últimas epidemias no estado sugere a locomoção de pessoas infectadas entre municípios como fator determinante para a difusão do vírus, uma vez que os casos se espalham pelo estado de forma gradativa.

Para avaliar a influência desse fator, foram utilizados modelagem icônica, matemática, diagramática e de representação gráfica, bem como a aplicação de Agentes Móveis e Redes Complexas para a criação de um modelo computacional híbrido capaz de representar este sistema não-linear.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

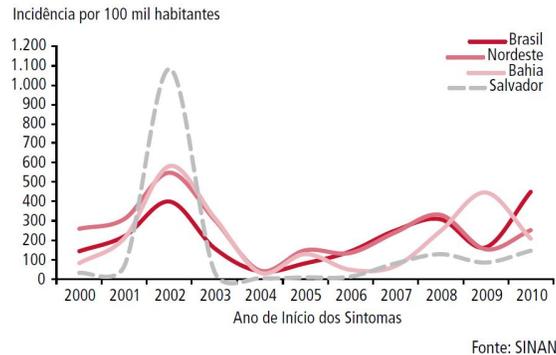


Figura 1 - Incidência de casos prováveis de Dengue entre o ano 2000 e 2010

Fez uso, também, do Modelo Matemático para Representação da Dinâmica da Dengue de (PINHO, 2010) atrelado a um algoritmo de migração intermunicipal desenvolvido durante o trabalho.

Portanto, este trabalho apresenta a utilização de agentes de software, que se comunicam por meio de uma rede de comunicação, com o intuito de representar a propagação da Dengue e o efeito causado pela migração de pessoas em uma epidemia.

Essa proposta parte da ideia de que o estudo e a compreensão da propagação de doenças possibilitam montar estratégias de contenção (e.g. barreiras sanitárias, controle vetorial, conscientização da população, etc.) menos custosas e mais eficazes que o tratamento das pessoas infectadas.

## 2. Revisão bibliográfica

Nos moldes da modelagem computacional, uma doença pode apresentar três formas de análise (i.e. patofisiológica, etiológica e epidemiológica). A visão patofisiológica, defendida na medicina humana e veterinária, avalia as mudanças das funções mecânicas, físicas ou químico-biológicas dos indivíduos a partir de sintomas clínicos (e.g. secreções, dor, febre, entre outros). Por outro lado, a visão etiológica dos microbiologistas busca encontrar a origem da doença e estudar as condições ambientais que propiciam a sobrevivência dos organismos causadores.

Já a visão dos epidemiologistas, adotada neste trabalho, se concentra em determinar a frequência de ocorrência e distribuição da doença (i.e. a dinâmica de propagação) em uma população (KEELING, 2008).

A população, vista desta forma, se divide nas componentes Suscetíveis (i.e. agrupa os indivíduos que ainda não entraram em contato com a doença), Expostos (i.e. indivíduos recém-infectados e ainda com baixa possibilidade de transmissão), Infeciosos (i.e. indivíduos que podem apresentar sintomas ou não, porém são capazes de transmitir a doença) e Recuperados (i.e. indivíduos que não se enquadram nas três componentes anteriores. Podem ter sido isolados ou ter adquirido imunidade).

### 3. Metodologia

A partir do modelo matemático de difusão em uma população, proposto por (PINHO, 2010), foi possível expandir seu comportamento e representar o estado da Bahia com seus 417 municípios interligados por linhas de transporte rodoviário intermunicipal e simular a ocorrência de epidemias de Dengue em todo o estado (Figura 2).

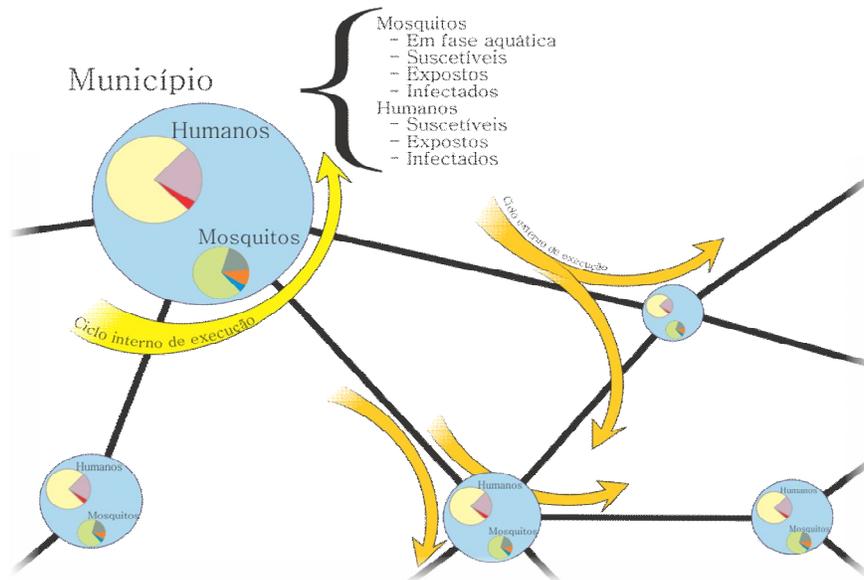


Figura 2 - Representação diagramática do modelo computacional

Este modelo é formado por quatro componentes: o Modelo matemático da dinâmica da Dengue (núcleo do modelo computacional, responsável pelo controle das componentes em um município); a Rede de comunicação entre municípios (representa as linhas de transporte interurbano); os Ciclos de execução (define a propagação do vírus em cada município e entre municípios); e os Municípios (agentes de software que se comunicam através da rede).

Dessa forma, a migração de indivíduos provoca a contaminação de outros municípios fazendo com que a natureza preditiva do modelo matemático seja modificada e o modelo computacional passe a apresentar características emergentes e padrões de comportamento coletivo.

### 4. Resultados e Discussão

Os resultados encontrados foram muito satisfatórios. O modelo proporcionou simulação de epidemias nos municípios em momentos diferentes e, ainda assim, com relação direta por terem surgido a partir da contaminação entre eles (Figura 3).

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

O funcionamento isolado dos municípios e a imprevisibilidade proporcionada pela migração faz surgir um comportamento emergente, semelhante ao de epidemias reais, que é regido pela execução simultânea pela comunicação entre municípios.

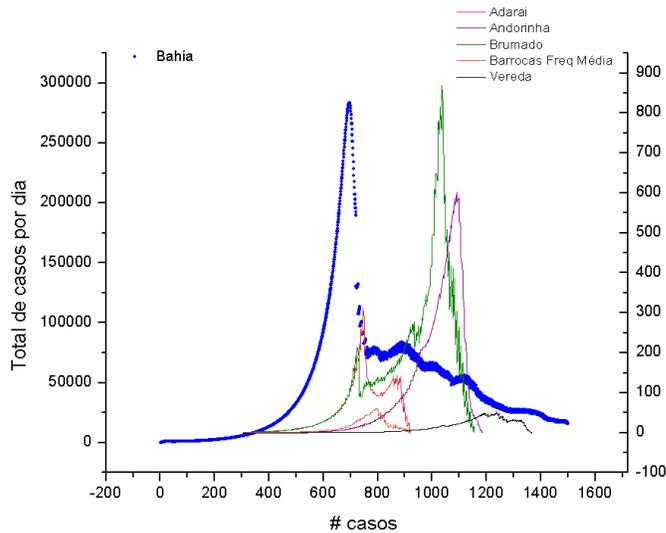


Figura 3 – Número de casos por dia na Bahia e alguns municípios.

Divergindo dos resultados encontrados a partir da execução do modelo matemático preditivo de Pinho, os dados gerados obedecem a uma lei de potência (Figura 4).

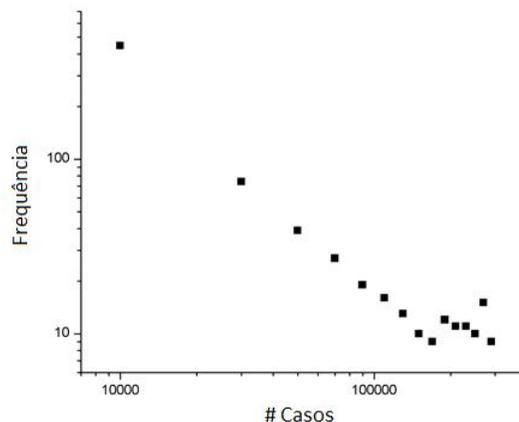


Figura 4 - Contagem de frequência da média de casos por dia na Bahia

Sendo assim, foi verificada a hipótese da influência da migração na propagação da Dengue, uma vez que o modelo matemático utilizado isoladamente, comporta-se de forma preditiva e não apresenta comportamento emergente.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Referência

KEELING, M. J.; PEJMAN, R. Modeling Infectious Diseases. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2008.

PINHO, S. T. R. et al. Modelling the dynamics of Dengue real epidemics. Royal Society A, v. 278, n. 368, p. 5679{5693, 2010.

**Produção de blendas poliméricas de Pani / Pu (Polianilina /  
Poliuretana) para uso como materiais absorvedores de  
radiação eletromagnética**

Danielle Mascarenhas dos Santos (Faculdade de tecnologia SENAI CIMATEC)  
mascarenhas\_danny@hotmail.com

Xisto Lucas Travassos Junior (Faculdade de tecnologia SENAI CIMATEC)  
lucas.travassos@fieb.org.br

**Resumo**

*O trabalho a seguir, apresenta o estudo realizado sobre a produção de blendas poliméricas de Pani/Pu (Polianilina/Poliuretana), para serem aplicadas como materiais absorvedores de radiação eletromagnética. Para isto, será necessária a confecção de uma caixa 400 x 500 x 200 mm, a qual será submetida a ensaios em uma câmara semianecóica. Através de uma sonda alocada dentro da caixa, será medida a efetividade de blindagem da blenda, através da emissão de uma onda plana incidente na blindagem de 10 V/m a uma distância de 3,0 m, com intervalo de frequência de 40 – 1000 MHz.*

*Palavras chave: Polímeros, Blindagem de interferência eletromagnética*

**1. Introdução**

A utilização dos polímeros tornou-se bem sucedida na substituição do metal em determinadas áreas, por causa de determinadas características, tais como: leveza, moldabilidade, resistência a corrosão e, em alguns casos, a condutividade elétrica. Possibilitando assim, sua aplicação na área de blindagem eletromagnética.

A blindagem de interferência eletromagnética refere-se à reflexão da radiação eletromagnética por um material, que age como escudo contra a penetração de ondas eletromagnéticas. A necessidade de obter-se um sistema blindado é garantir que este não venha sofrer e/ou causar interferência eletromagnética, portanto não influenciando seu funcionamento, ou de outros, tendo com isso, uma maior confiabilidade do sistema.

A capacidade de condução de eletricidade e as características dos polímeros, assim como, sua origem, a metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto e a sua importância para aplicação em blindagem de interferência eletromagnética são relatadas ao longo deste trabalho.

**2. Revisão bibliográfica**

Na década de 50, nasce a idéia de agregar as propriedades elétricas aos materiais poliméricos, os quais são considerados isolantes. As primeiras tentativas foram a incorporação de cargas condutoras, tais como, negro de fumo, fibras metálicas ou

fibra de carbono aos polímeros, sendo classificados como polímeros condutores extrínsecos. Apesar da existência desse tipo de material, ainda era necessário a obtenção de polímeros com capacidade de condução elétrica significativa e espontaneamente, ou seja, sem a adição de cargas condutoras.

Apenas em 1977 surgem os polímeros condutores intrínsecos (conduzem corrente elétrica sem a incorporação de cargas condutoras). Devido a um erro de síntese do poliacetileno, onde se utilizou uma quantidade de catalisador mil vezes maior do que o necessário. Na década de 80, Naarmann e Theophilou, pesquisadores da BASF AG na Alemanha, conseguiram incrementar ainda mais condutividade do poliacetileno. Eles usaram um novo catalisador e orientando o filme por estriamento conseguiram, após a dopagem, condutividade semelhante à do cobre metálico à temperatura ambiente ( $10^6 \text{ S cm}^{-1}$ ) (Faez et al, 2000).

Para que um polímero torne-se um material condutor é necessário que o mesmo tenha ligações duplas conjugadas e que passe pelo processo de dopagem. Essa ligação permite que seja formado um fluxo de elétrons na cadeia polimérica quando submetida à dopagem. A dopagem é a oxidação/redução da cadeia polimérica realizada por agentes de transferência de carga, transformando-o assim, de isolante para condutor (Shigue, 2010).

### **3. Metodologia (Material e Métodos):**

Um das maneiras de impedir ou controlar a interferência eletromagnética é blindando o equipamento. A blindagem consiste em envolver o dispositivo em uma “caixa” construída de um material condutor, a qual evita que quaisquer radiações do meio externo atinjam o interior da caixa e que quaisquer radiações internas influenciem o exterior.

Neste estudo, serão consideradas placas feitas de dois materiais poliméricos, um polímero condutor que proporcione propriedades elétricas (polianilina) e uma matriz de um polímero convencional (poliuretana), para obter resistência mecânica. Pois os polímeros condutores, em geral, possuem propriedades mecânicas insatisfatórias e o seu processamento é muito difícil, devido à sua insolubilidade em solventes comuns e à sua infusibilidade.

As placas serão mergulhadas numa solução com o monômero anilina e, em seguida, mergulhadas numa solução com o agente oxidante para promover a polimerização (formação da polianilina) sobre a superfície das placas. Em seguida, será confeccionada uma caixa de e dimensões 400 x 500 x 200 mm, a qual será submetida a ensaios, a fim de verificar a sua eficiência de blindagem. Estes ensaios serão realizados em uma câmara semianecóica, por ser um ambiente eletromagneticamente blindado, revestidos por material que absorve as ondas eletromagnéticas. Uma sonda será alocada dentro da caixa, para medir a efetividade de blindagem da blenda, através da emissão de uma onda plana incidente na blindagem de 10 V/m a uma distância de 3,0 m , com intervalo de frequência de 40 – 1000 MHz.

## 4. Resultados e Discussão

A relação entre a efetividade de blindagem (EB) e a resistividade de um material condutor pode ser obtida a partir das contribuições da radiação refletida e absorvida pelo material quando uma onda plana o atinge, sendo que uma parte desprezível do sinal é perdida por multi-reflexão interna. A atenuação total da radiação da onda plana (SE) é a soma das contribuições das radiações refletida (r) e absorvida (A), onde ambas são fortemente influenciadas pela resistividade do material. Desta maneira, a eficiência de blindagem obtida pela blenda de polianilina e poliuretana é atribuída à redução da resistividade volumétrica da poliuretana devido à presença do polímero condutor.

Um resumo sobre o projeto, foi enviado para o 20º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (CBECIMAT).

## 5. Conclusões

Conclui-se que, devido a sua estrutura molecular e ao processo de dopagem é possível tornar um polímero tipicamente isolante em um material cuja condutividade elétrica é próxima dos metais. Com isso, sua utilização torna-se vantajosa em relação aos outros materiais condutores por apresentarem: leveza, baixo custo de fabricação e facilidade de moldagem.

No entanto, não se utiliza apenas um polímero condutor intrínseco para construir dispositivos/equipamentos devido às suas próprias características, com isso, faz-se necessário a produção de uma blenda condutora a base de um polímero que proporcione propriedades eletromagnéticas e outro que se obtenham propriedades mecânicas.

Portanto, este novo material pode ser aplicado em blindagem de interferência eletromagnética. A blindagem pode ser utilizada, por exemplo, para conter uma fonte de ruído, evitando a interferência deste dispositivo/sistema de quaisquer equipamentos externos.

## Referências

FAEZ, Roselena; REIS, Cristiane; DE FREITAS, P.S; KOSIMA, O.K; RUGGERI, Giacomo; DE PAOLI, M.A, Química Nova, vol. 11 (2000), pag. 13.

ZOPPI, R.A; DE PAOLI, M.A, Química Nova, vol 16 (1993), pag. 560.

Polímeros condutores, disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=1169&bd=1&pg=1&lg>> acessado em 19/01/2012.

Polímeros condutores, disponível em <[http://www.demar.eel.usp.br/eletronica/2010/Polimeros\\_condutores.pdf](http://www.demar.eel.usp.br/eletronica/2010/Polimeros_condutores.pdf)> acessado em 19/01/2012.

MASCARENHAS, Danielle; DALMOLIN, Carla; PACHEKOSKI, Wagner M., JR. TRAVASSOS, Xisto Lucas PRODUÇÃO DE BLENDA DE POLIURETANO E POLIANILINA PARA BLINDAGEM ELETROMAGNÉTICA. In Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (CBECIMAT), 20º, 2012, Joinville (SC)-Brasil

## Desenvolvimento de padrões de referências para testes de sistemas de Identificação por Radio Freqüência

Gessé Justiniano de Oliveira Junior (SENAI CIMATEC) gesse.oliveira@fbest.org.br  
Ednaldo Ferreira Marques(SENAI CIMATEC) efmcachoeira@fieb.org.br

### Resumo

*Este artigo apresenta conceitos sobre a tecnologia de Identificação por Radio Freqüência, discrimina o desenvolvimento de um sistema de controle de acesso, criando um software(Middleware) de interface entre hardwar/usuários e a análise de dispositivos como: tags, leitores RFID e antenas.*

*Palavras chave: Radio Freqüência, Middleware, controle de acesso*

### 1-Introdução

Este projeto de pesquisa visa desenvolver estudos na área de Identificação por Radio Freqüência. De acordo com José Mauricio Santos Pinheiro (2004) A RFID é uma tecnologia de identificação que utiliza a radiofreqüência e não a luz, como no caso do sistema de código de barras, para capturar dados. A tecnologia surgiu inicialmente na década de 1980 como uma solução para os sistemas de rastreamento e controles de acesso. Esta tecnologia utiliza *transponders(tag)* e um leitor RFID para fazer a identificação dos objetos do sistema, como demonstrado na Figura 1 .

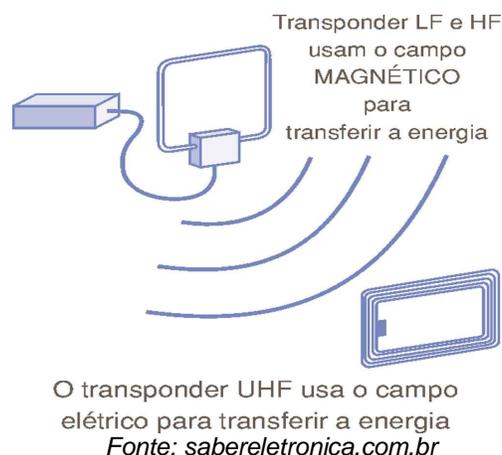


Figura 1 – Leitor RFID Interrogando *transponder*

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Os sistemas RFID quando utilizados no controle de acesso apresentam um desempenho e um sistema mais robusto e flexível quando comparado com um sistema implementado com a tecnologia a códigos de barras, a Figura 2 apresenta uma comparação das vantagens e desvantagens dos sistemas.

Características	RFID	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Etiquetas
Exige Contato Visual	Não	Sim
Vida Útil	Alta	Baixa
Possibilidade de Escrita	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Dados Armazenados	Alta	Baixa
Funções Adicionais	Sim	Não
Segurança	Alta	Baixa
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não

Fonte: [Acura 2004].

Figura 2: Comparativo entre código de barra e o RFID.

O projeto consiste no desenvolvimento e demonstração de aplicações práticas, como um controle de acesso através da implementação de um *middleware* onde fornecera uma conectividade entre usuários/hardware e permitira o fluxo de dados do sistema. Descrevendo fatores importantes na sua implementação, como metodologias para caracterização eletromagnética do ambiente, fatores relevantes na escolha de dispositivos do sistema e estudo de taxas de leituras das *tags* em materiais e distancias diferentes.

### 2-Metodologia

A etapa inicial do projeto foi a realização de um estudo sobre Radio Freqüência (RF) para obter uma consolidação teórica e assim dar inicio ao seu desenvolvimento. Nessa etapa foi estudado diagrama de irradiação de antenas RF, tipos de polarização de antenas, funcionamento de *transponder (tags)* e atenuação de espaço livre para se saber a quantidade de energia que chega até a *tag* dependendo

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

da sua distância da antena. Passada esta etapa, deu-se início a implementação do modelo conceitual do bando de dados, que foi usado para armazenar os dados dos objetos e funcionários rastreados no controle de acesso. Acabada a modelagem do banco de dados foi feito o modelo físico no gerenciador de banco de dados *InterBase*.

A próxima etapa foi a implementação do *middleware*, que é o software de interface entre o *hardware* e os usuários, sua função é a interpretação dos dados mandados pelo leitor RFID, onde foi desenvolvido utilizando o compilador *Borland Builder C/C++*. O hardware aplicado no controle de acesso e patrimonial foi:

- Leitor RFID XR440, dispositivo qual interroga o *transponder*
- Tags UHF, *transponder*
- Antenas de polarização circular, Dispositivo de irradiação de ondas eletromagnéticas.
- Computador Host

Com o termino dessa etapa, e por ultimo foi feita a definição do *lyout* do *middleware*, em que foi desenvolvido no mesmo padrão de um crachá de funcionários dos SENAI CIMATEC.

### 3-Resultados e Discussão

Como observado na revisão de literatura, o sistema de controle de acesso e patrimonial usando a tecnologia RFID é muito eficaz e robusto. O *lyout* do software desenvolvido esta representado na figura 4, onde mostra o controle de acesso dos funcionários e a Tag UHF utilizada nos crachás.

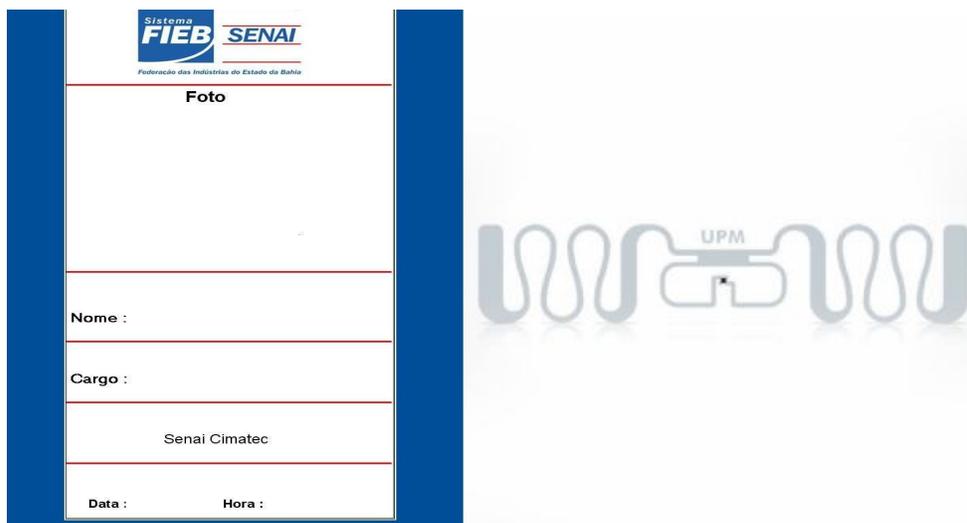


Figura 4: Lyuot do Software e Tag UHF

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A transferência de dados no sistema RFID é de alta confiabilidade e mais rápida quando comparada com sistemas de identificação a códigos de barras. Podendo ser identificadas múltiplas tags e assim através do algoritmo do *Middleware*, gerar uma fila na ordem de leitura para a amostragem.

## 4-Conclusão

A tecnologia de Identificação por Radio Freqüência aplicada a Logística em controle de acesso, é uma forma precisa e de alto desempenho quando implantada corretamente, levando em consideração o que será rastreado, forma e direção de leitura das tags. A identificação feita no processo de aquisição de dados é bastante confiável e agil. Assim minimizando a probabilidade de identificações erradas.

Há ainda uma lacuna nesta tecnologia, visto que, não existe ainda uma padronização mundial para que haja uma expansão maior em pesquisa e desenvolvimentos de novas aplicações, contudo com o passar dos anos essa padronização esta convergindo com a ajuda de organizações como EPCglobal. Este trabalho de pesquisa demonstrou com sucesso a aplicabilidade da tecnologia sendo uma sistema funcional.

## Referências

Alves, William Pereira. *c++ Builder 6*.ed erica. São Paulo, 2002.

Fahl, Claudio Roberto. um estudo sobre viabilidade da implantação de etiquetas inteligentes como vantagem competitiva em um centro de distribuição. Campinas, 2005. monografia (pós-graduação) – centro de pós-graduação- ipep campinas

Gines Fernando Henrique ,Projeto e Implementação de um sistema de identificação por RFID para uma aplicação de automação residencial, São Paulo 2007 Universidade de São Paulo Escola Politécnica Engenharia da Computação Cooperativo.

HEUSER, Carlos. Projeto de bancos de dados. Ed Sagra Luzzatto Porto Alegre.1998.

José Maurício Santos Pinheiro Professor Universitário, Projetista e Gestor de Redes, membro da BICSI, Aureside e IEC. Disponível em:[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_identificacao\\_por\\_radiofrequencia.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_identificacao_por_radiofrequencia.php)

## Análise da influência na utilização de aletas sólidas e porosas no escoamento em regime turbulento

Juliana de Oliveira Cordeiro (SENAI-CIMATEC) juliana.cordeiro@fieb.org.br  
Luzia Aparecida Tofaneli (SENAI-CIMATEC) luzia.tofaneli@fieb.org.br

### Resumo

Os escoamentos em canais contendo obstáculo poroso são de interesse em várias áreas da ciência e engenharia tais como, hidrologia, reservatórios de petróleo e reatores químicos. Neste trabalho são apresentadas soluções numéricas para o escoamento em um canal aletado com material poroso utilizando o programa de CFD (Computational Fluid Dynamics), CFX da Ansys. São apresentados resultados para o campo de velocidade em função do número de Reynolds e da porosidade.

*Palavras chave: Escoamento Turbulento, Aletas Sólidas, Aletas Porosas*

### 1. Introdução

Em função da ampla aplicação envolvendo o escoamento de fluidos em canal contendo obstáculo poroso, em diversos setores da indústria e da ciência, observou-se, nas últimas décadas, um crescente interesse de vários pesquisadores em simular este tipo de escoamento. Sistemas de engenharia aplicados à prospecção de petróleo, dispositivos de filtragem, escoamento sobre florestas e plantações e resfriamento de componentes eletrônicos são alguns exemplos de escoamentos nos quais a fase líquida permeia através de uma estrutura porosa.

O objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade da utilização do material poroso no escoamento em regime turbulento para o aumento da eficiência térmica utilizando um software de CFD (Computational Fluid Dynamics).

### 2. Revisão Bibliográfica

O estudo de escoamentos em meios porosos iniciou com Darcy (1856), que formulou a Lei de Darcy através de experimentos, onde observou uma relação linear entre a perda de carga (gradiente de pressão) e a velocidade superficial do escoamento. Forchheimer (1901) observou que esta relação linear era válida apenas para escoamentos com baixa velocidade de Darcy, propondo então uma relação quadrática entre a perda de carga e a velocidade superficial. Brinkman (1947) propôs a inclusão do Laplaciano da velocidade de Darcy juntamente com uma viscosidade efetiva,  $\mu_{ef}$  denominado termo de Brinkman. O modelo estendido de Darcy-Forchheimer incluindo o termo de Brinkman fica então:

$$\nabla \langle p \rangle^i = \mu_{ef} \nabla^2 \mathbf{u}_D + \rho \mathbf{g} - \frac{\mu}{K} \mathbf{u}_D - \frac{c_F \rho |\mathbf{u}_D| \mathbf{u}_D}{\sqrt{K}} \quad (1)$$

Os modelos acima mencionados têm suas origens muito mais ligadas à experimentação do que a um formalismo matemático. Com o desenvolvimento de

técnicas matemáticas mais sofisticadas, como por exemplo, os Teoremas da Média Volumétrica Local (TMVL) de acordo com Whitaker (1969) e Gray e Lee (1977), foi possível um maior rigor na obtenção de equações macroscópicas que descrevem os fenômenos que ocorrem em escoamentos em meios porosos.

Para escoamento em canal contendo obstrução porosa, existem trabalhos experimentais como de Hwang (1997), onde ele apresenta resultados experimentais para canais contendo aletas sólidas e porosas, e também são encontrados na literatura trabalhos apresentando resultados numéricos como o de Yang e Hwang (2003), onde os resultados obtidos neste trabalho foram comparados com os resultados experimentais de (HWANG, 1997). Em Tofaneli (2003) o escoamento em canal contendo obstrução porosa foi investigado para escoamento laminar e turbulento levando-se em consideração os efeitos da porosidade, permeabilidade e o efeito do número de Reynolds.

### 3. Metodologia

Nesta seção é apresentado o modelo matemático para o escoamento em um canal contendo obstrução porosa. A Figura (1) ilustra a malha da geometria analisada. A geometria consiste em um canal com uma aleta porosa. A quantidade de elementos da malha é definida de acordo com o grau de precisão que se quer obter. Após a confecção da malha, definiu-se as condições de contorno mostradas na Fig.(2). Como supõe-se que o canal é longo, adotou-se a condição de periodicidade tendo como extremos na malha a superfície de periodicidade 1 e superfície de periodicidade 2. A superfície de simetria é a definição de simetria do canal, fazendo com que a malha possa ser repetida na direção y. A especificação de parede significa que a velocidade rente a esta superfície é zero.

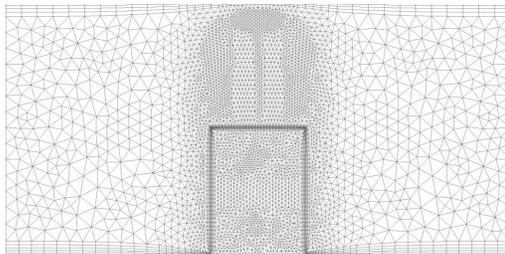


Figura 1 - Geometria analisada.

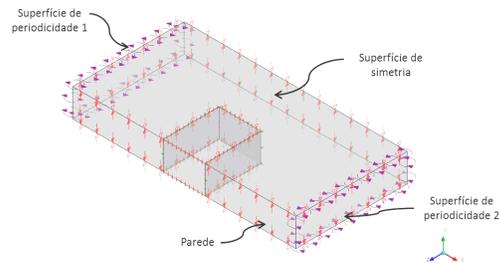


Figura 2 - Condições de Contorno.

Para o cálculo do escoamento do fluido foi utilizada a equação de transporte para a propriedade intensiva  $\Phi$  :

$$\frac{\partial(\gamma\rho\phi)}{\partial t} + \text{div}(\rho\mathbf{K}\phi\vec{u}) = \text{div}(\Gamma\mathbf{K}\text{grad}\phi) + \gamma S_{\phi} \quad (2)$$

Taxa de crescimento de $\phi$ do elemento fluido.	+	Quantidade de $\phi$ que sai do elemento fluido	=	Taxa de incremento de $\phi$ devido à difusão	+	Taxa de incremento de $\phi$ devido a fontes
---	---	---	---	---	---	--

Onde  $\gamma$  é porosidade,  $\rho$  é a densidade,  $K$  é o tensor,  $\Gamma$  é a difusividade,  $S$  são os termos fonte e  $\phi$  é uma variável genérica que pode expressar qualquer propriedade intensiva do fluido.

$$S_{M,x(y,z)} = -\frac{\mu}{K_{perm}} U_{x(y,z)} - K_{loss} \frac{\rho}{2} |U| U_{x(y,z)} \quad (3)$$

A caracterização do meio poroso deu-se através da Eq. (3) do modelo isotrópico para momento, na qual o  $S_{M,x(y,z)}$  é o termo fonte de momentum na direção x, y e z,  $\mu$  é a viscosidade e  $U$  é velocidade.

#### 4. Resultados e Discussão

Os resultados foram analisados para a geometria mostrada na Fig. (1). A equação de transporte, em sua forma discreta foi resolvida numericamente em parte que o resíduo normalizado das equações fossem reduzidos a um valor menor que  $10^{-4}$ , independente da variável considerada. O número de Reynolds utilizado é baseado pela altura do canal, que é dado por:  $Re_H = \rho u 2H / \mu$ : onde,  $\rho = 997 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 8,899 \text{ Ns/m}^2$ , para água, fluido utilizado no canal.

A permeabilidade do meio poroso foi estimada respeitando-se a correlação proposta por Kuwahara et al. (1998) para meio poroso, da forma:  $K = [\gamma^3 / 144(1-\gamma)^2] \cdot D_p^2$ . O modelo de turbulência utilizado foi o  $k-\varepsilon$ .

Na figura 3 pode-se observar que para  $Re = 6 \times 10^4$  e  $Re = 1,2 \times 10^5$  quanto maior a porosidade, menor é a velocidade dentro da aleta porosa e para a aleta sólida o fluido escoa em torno da região da aleta.

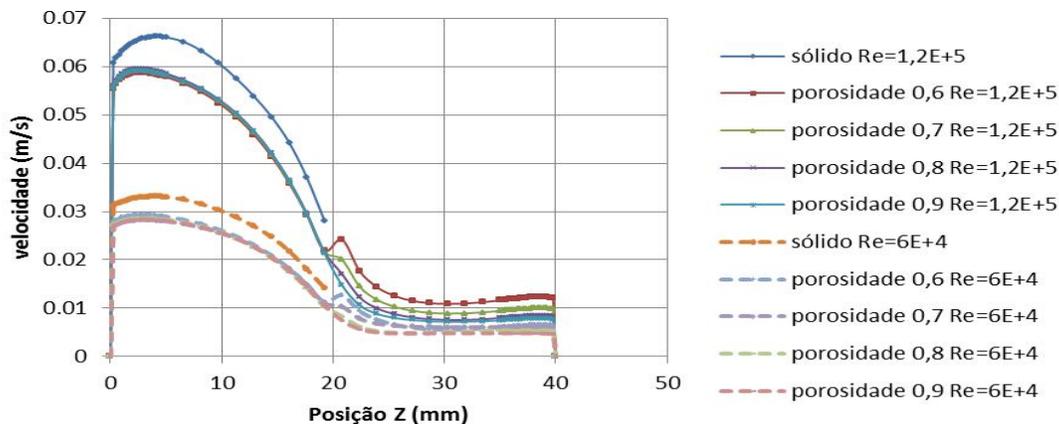


Figura 3 - Gráfico da velocidade para  $Re = 6 \times 10^4$  e  $Re = 1,2 \times 10^5$  variando a porosidade.

#### 5. Conclusões

Conclui-se que é viável a utilização do software CFX para estudo de escoamentos em canais contendo aleta porosa e também avaliar o uso de material poroso para o aumento da eficiência térmica de equipamentos.

#### Referências

- Brinkman, H. C. (1947) - "A calculation of the viscous force exerted by a flowing fluid on a dense swarm of particles", Appl. Sci. Research, A 1, pp. 27-34.
- Darcy, H. (1856) - "Les Fontaines Publiques de la Vile de Dijon", Victor Dalmond, Paris.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Forchheimer, P. (1901) - Wasserbewegung durch Boden, Z. Ver. Deutsch. Ing., vol. 45, pp. 1782-1788.

Gray, W. G., Lee, P. C. Y. (1977) - "On the theorems for local volume averaging of multiphase system", International Journal Multiphase Flow, vol. 3, pp. 333-340.

Hwang, J.J. (1997) - "Turbulent heat transfer and fluid flow in a porous-baffled channel", Journal of Thermophysics and Heat Transfer, vol.11.

Tofaneli, L.A. (2003) - "Escoamentos em canais contendo obstruções porosas", Dissertação de Mestrado, ITA, São José dos Campos.

Whitaker, S. (1969) - "Advances in theory of fluid motion in porous media", Indust. Eng. Chem., Vol.61, pp.14 – 28.

Yang, Y.-T., Hwang, C.-Z. (2003) - "Calculation of Turbulent Flow and Heat Transfer in a Porous-Baffled Channel", International Journal of Heat Transfer, vol. 46, pp. 771-780.

## Estudos dos escoamentos aerodinâmicos no entorno de corpos

Igor Guerreiro Barbosa (SENAI CIMATEC) igorguerreiro\_92@hotmail.com  
Carlos Augusto Antonio Carbonel Huaman (SENAI CIMATEC) carlos.carbonel@fiieb.org.br

### Resumo

*O presente projeto visou o estudo dos escoamentos no entorno de corpos em meios aerodinâmicos. Inicialmente foram revisados em forma teórica e prática, os conceitos básicos em relação aos esforços e deformações sob os corpos e as resultantes forças de sustentação e arrasto. As influências aerodinâmicas no campo de esforços na superfície do corpo e a influência do corpo no meio fluido foram avaliadas usando métodos convencionais de cálculo analítico. Posteriormente dois softwares dinâmicos computacionais (CFX, FLUENT) foram usados para casos de corpos com variabilidade aerodinâmica nas superfícies livres dos escoamentos. Aplicações para casos com variabilidade não permanente dos escoamentos e os campos de tensões no corpo assim como as perturbações aerodinâmicas geradas no campo de escoamentos foram revisadas e estudadas numericamente.*

*Palavras chave: Aerodinâmica, escoamentos subsônicos, mecânica dos fluidos, asas de avião.*

### 1. Introdução

O estudo de escoamentos externos é importante para a engenharia aeronáutica, naval, automotiva, na análise do escoamento do ar em torno dos vários componentes de um corpo (aeronave, barco, automóvel).

Em um escoamento externo o corpo se movimenta através do fluido. A interação fluido-corpo resulta em forças que podem ser descritas em função das forças de tensão de cisalhamento na parede provocada pelos efeitos viscosos e uma tensão normal provocada pela distribuição de pressão. As forças resultantes da interação são a força de arrasto e sustentação, orientadas na direção do escoamento e normal ao escoamento respectivamente.

### 2. Revisão Bibliográfica

Um perfil aerodinâmico quando submetido a uma corrente de fluido com velocidade  $V$  apresenta uma *força resultante* ( $R$ ) que é formada por duas componentes. Uma componente denominada *força de sustentação* ( $L$ ) que atua perpendicular à velocidade e uma *força de arrasto* ( $D$ ) que atua paralela à velocidade. O *ângulo de ataque* ( $\alpha$ ) é o ângulo formado entre a linha da corda e a velocidade de corrente livre. Além destes fatores, esta velocidade gera um momento ( $M$ ) no corpo. Abaixo, uma figura que ilustra o perfil NACA, juntamente com os valores:

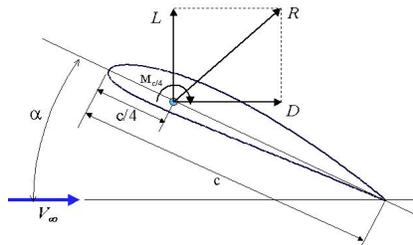


Figura 1 – Perfil NACA, utilizada em asas de avião.

Uma ferramenta utilizada para avaliar o tipo de escoamento foi o Número de Reynolds definido como:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (1)$$

Onde  $v$  é a velocidade média do fluido,  $D$  é o diâmetro para o fluxo no tubo ou o comprimento para um perfil NACA,  $\rho$  é a massa específica do fluido e  $\mu$  é a viscosidade dinâmica do fluido.

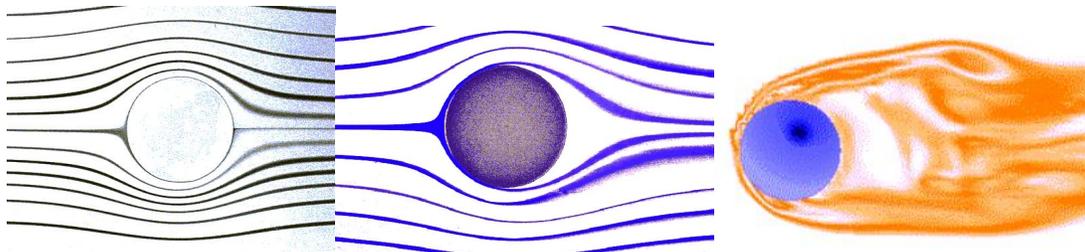


Figura 2 – Efeito do número de Reynolds, aumentando da esquerda para a direita.

### 3. Metodologia

O trabalho de iniciação científica foi desenvolvido visando os seguintes pontos:

- a compreensão da problemática dos escoamentos interagindo com um corpo;
- desenvolver a capacidade de geração de malhas para descrever fluxos no entorno de corpo usando um gerador de malhas, o qual é usado como base para os cálculos de escoamentos;
- aprendizagem no uso do FLUENT, o qual é um software para o cálculo dos campos das variáveis em consideração;
- experimentação usando malhas no estruturadas dos escoamentos no entorno de perfil NACA para diferentes condições de escoamento.

Para um melhor estudo dos escoamentos aerodinâmicos no entorno de corpos foram utilizados alguns softwares importantes para a análise do comportamento do fluido sobre o corpo.

Primeiramente foi utilizado o CAD SolidWorks para construir a forma e as dimensões do corpo estudado, no caso, uma forma elíptica, usada para asas de avião. Utilizou-se também os programas ANSYS CFX e FLUENT, para determinar uma malha ao corpo e desenvolver os estudos, usando fatores como velocidade, pressão, ângulo de ataque do fluido, entre outros.

Estes softwares e algumas equações foram utilizadas para plotar gráficos, referentes ao arrasto e à sustentação, demonstrada nas fórmulas abaixo. Além destas, foi considerado o efeito do número de Reynolds.

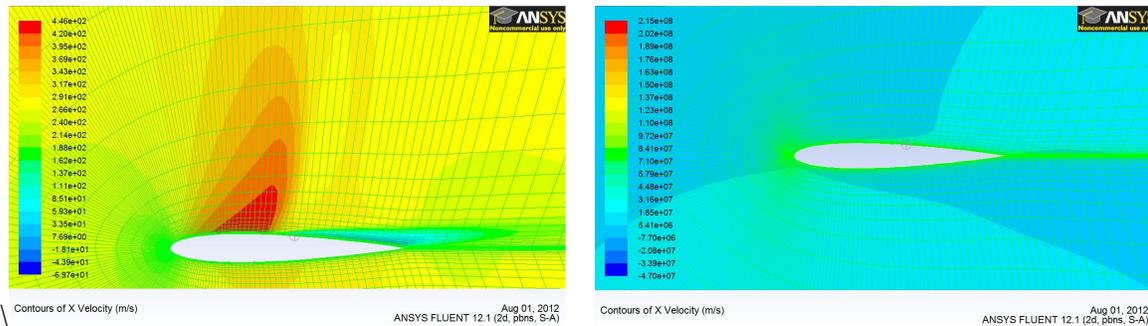


Figura 3 – Comportamento do ar em uma velocidade maior e menor, respectivamente.

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho V_\infty^2 A_p} \quad (2)$$

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho V_\infty^2 A_p} \quad (3)$$

Onde D é a força de arrasto, L é a força de sustentação,  $\rho$  é a densidade do fluido, V é a velocidade do fluido e  $A_p$  é a área do corpo.

Para o perfil estudado, foram feitos vários testes, variando os valores do Mach (velocidade relacionada à velocidade do som) em 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, além do ângulo de ataque em  $0^\circ$ ,  $4^\circ$  e  $10^\circ$ .

## 4. Resultados e Discussão

Os resultados computacionais representadas na figura 3 descrevem alguns dos resultados dos cálculos desenvolvidos durante o projeto. As influências das variações de velocidade de aproximação e do ângulo de ataque resultaram em respostas proporcionais à intensidade do fluxo de aproximação. A redução da velocidade de aproximação permitiu escoamentos com menos influência da resistência viscosa no entorno do corpo.

## 5. Conclusões

Conclui-se que os campos de pressão e velocidades no entorno de corpos são bastante sensíveis às variações da velocidade do fluxo de aproximação, o qual se reflete nos coeficientes de arrasto e de sustentação. Estes resultados eram esperados em concordância com a teoria existente sobre o tema.

O software FLUENT mostrou ser uma ferramenta útil para estudo de escoamentos em perfis NACA.

A aprendizagem do uso de gerador de malhas e de um software computacional (FLUENT) precisou-se de um tempo bastante grande para seu aproveitamento no projeto.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Referências

WHITE, Frank. *Mecânica dos Fluidos*;

SHAMES, Irwing. *Mecânica dos Fluidos*;

FOX e DONALD, Mc. *Introdução à Mecânica dos Fluidos*;

SCHILDT, Herbert. *C Completo e Total*. 3ª Edição;

ALÉ, Professor. *Escoamento Viscoso Externo: Forças Aerodinâmicas*. Capítulo 11.

Aerodinâmica em Asas de Avião, Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerodin%C3%A2mica>>, acessado em 19 de Agosto de 2012.

Sustentação e Arrasto em Aerofólios, disponível em

<<http://www.eesc.usp.br/netef/Oscar/Aula23.pdf>>, acessado em 19 de Agosto de 2012.

## **Modelagem de um Mini Túnel de Diluição Parcial para Análises de Emissões Automotivas**

Keize Katiane dos Santos Amparo (PIBIC/CNPq) Email: keize.amparo@hotmail.com  
Lílian Lefol Nani Guarieiro (SENAI/CIMATEC) Email: lilianguarieiro@gmail.com

### **Resumo**

*A avaliação dos poluentes emitidos por motores veiculares torna-se cada vez mais rígida com o passar dos anos. Para regulamentação de motores veiculares de ciclo Diesel é obrigatório o uso de um equipamento chamado de Túnel de Diluição. Assim, o objetivo deste trabalho foi modelar um mini-túnel de diluição a volume constante que dilua os poluentes, emitidos pelos motores veiculares, com ar atmosférico. Antes de dar início a modelagem do túnel de diluição foi realizado um mapeamento de prospecção tecnológica a respeito do tema. Na modelagem do protótipo foi utilizado o software de CFD (Computational Fluid Dynamics) de forma que foi obtido um novo modelo de propriedade intelectual o qual será posteriormente pateado.*

*Palavras chaves: Túnel de Diluição / Diesel / Emissão Veicular / Material particulado*

### **1.Introdução**

Estudos sobre emissões veiculares são de suma importância uma vez que um grande número de problemas de saúde tem sido apontado como reflexo da poluição veicular. Dentre os poluentes que são lançados na atmosfera, podemos citar o Material Particulado (MP) como um dos mais nocivos à saúde, o qual é emitido em maiores concentrações na combustão de motores veiculares.

Na avaliação das emissões de MP geradas por motores veiculares é necessário um equipamento para diluição com Amostragem a Volume Constante (do inglês: *Constant Volume Sampler*). Este equipamento é de uso obrigatório para a certificação e homologação de motores ciclo diesel, através de norma NBR 14489. Dessa forma, o presente trabalho visou a modelagem de um mini túnel de diluição do tipo CVS, que consiste em diluir o ar da exaustão com ar atmosférico, a fim de maturar as partículas simulando o que ocorre quando os produtos oriundos da combustão incompleta de motores veiculares são emitidos na atmosfera. Através deste túnel é possível avaliar a emissão de MP, bem como estudar o perfil e distribuição das partículas de forma controlada.

### **2. Revisão Bibliográfica**

O MP oriundo do processo de combustão incompleta de veículos, mais especificamente da queima do óleo diesel, é constituído de grandes aglomerados

carbonáceos sólidos, compostos de enxofre e compostos orgânicos voláteis (COV) (Martins *et al.*, 2011; Maricq, 2007). O MP emitido na combustão de motores veiculares pode estar distribuído em diferentes faixas de tamanho e número de partículas. As partículas distribuídas na faixa de tamanho que abrange as nanopartículas, ou seja, partículas menores ou iguais a 100 nm possuem um potencial toxicológico maior que partículas maiores (Johansson *et al.*, 2009).

Atualmente, existem dois tipos de modelo de CVS: com diluição total ou diluição parcial. O túnel de diluição total baseia-se na mistura de todo o gás emitido do escapamento de motores veiculares sendo misturado com ar atmosférico. Já o túnel de diluição parcial baseia-se em captar apenas uma fração do gás da exaustão e diluí-lo com uma quantidade de ar atmosférico apropriado.

### 3. Metodologia

O desenvolvimento do projeto seguiu a metodologia descrita abaixo:

- a. *Revisão de literatura através de artigos científicos:* Foram realizadas revisões de literatura sobre o tema do presente trabalho através dos bancos de dados: Periódicos Capes ([www.periodico.capes.gov.br/](http://www.periodico.capes.gov.br/)) e Science Direct ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)).
- b. *Prospecção Tecnológica:* Para verificar o estado atual de sistemas denominados de Túnel de Diluição, foi realizada uma busca de anterioridade através dos sites do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) e do Escritório Europeu de Patentes (EPO do inglês: *Europe Patent Office*). Foram utilizadas as palavras chaves (tanto em português como em Inglês): amostrador a volume constante, túnel de diluição, sonda de amostragem de partículas e amostrador de material particulado.
- c. *Modelagem computacional:* Nesta etapa foram realizados estudos de modelagem computacional para projetar o novo modelo proposto de túnel de diluição parcial. Na modelagem do CVS optou-se por utilizar software de CFD (*Computational Fluid Dynamics*), para auxiliar na definição dos parâmetros de dimensão do novo modelo de CVS, o qual proporcionou um modelo de fluxo inicial turbulento e fluxo final laminar.

### 4. Resultados e Discussão

Através da realização do estudo de Prospecção Tecnológica pôde-se encontrar dados para elaboração do novo modelo de CVS. O mapeamento de Prospecção apontou para o fato que os Estados Unidos é o principal país desenvolvedor de patentes sobre Túneis de Diluição. Nacionalmente, ocorre o inverso, existindo apenas uma patente desenvolvida sobre o tema (Fig. 1a). Pode-se destacar também que 70% (setenta por cento) das patentes desenvolvidas sobre o presente estudo

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

são de autoria empresarial, evidenciando que estas dispõem da maior fatia do conhecimento no presente assunto (Fig. 1b).

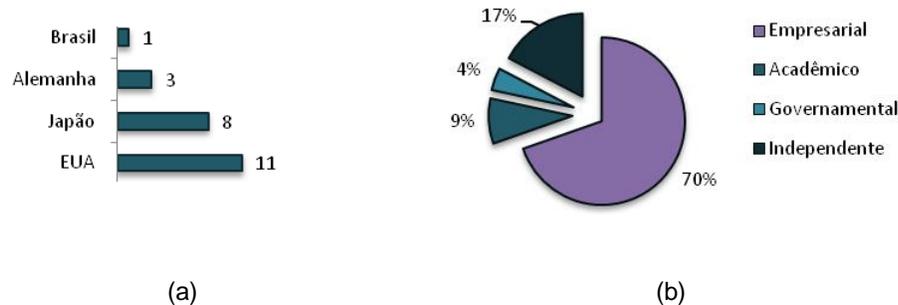


Fig. 1. (a) Número de patentes, desenvolvida sobre o tema, por país; (b) Classificação dos depositantes das patentes de túnel de diluição.

Através do estudo dos artigos e da Prospecção Tecnológica foi delimitado as características de um novo CVS. Assim, a modelagem computacional foi realizada em diversas geometrias, objetivando encontrar um modelo ideal de acordo com as premissas determinadas de diluição turbulenta inicial e diluição laminar final. Por motivo de sigilo, o modelo do novo tipo de túnel de diluição não poderá ser divulgado até o depósito de sua patente.

### 4. Conclusões

Foi proposto um novo modelo de CVS de diluição parcial para ser utilizado em estudos dos produtos do escapamento de motores veiculares. As limitações impostas do modelo de ser compacto e portátil foram preservadas. A construção do novo CVS fará parte de outro projeto do Grupo de Pesquisa em Mobilidade Veicular do SENAI CIMATEC.

### Referências

- Johansson, C., Norman, C., Burman, L. Road traffic emission factors for heavy metals. Atmospheric Environment 2009; 43: 4681-4688.
- Maricq, M. Chemical Characterization of particulate emissions from diesel engines: A review. Martins, L. D.; Silva Júnior, C. R.; Solci, M. C.; Pinto, J. P.; Souza, D. Z.; Vasconcellos, P. C.; Guarieiro, A. L. N.; Guarieiro, L. L. N.; Sousa, E. T.; Andrade, J. B. Environ Monit Assess. 2011;

## **Avaliação das propriedades tecnológicas de chapas metálicas aplicadas ao processo de estampagem incremental por roboforming.**

Alexandre Neris Vigas Monção (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)  
alexandreneris@hotmail.com

Charles Chemale Yurgel (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)charles.chemale@fieb.org.br

### **Resumo**

*Este estudo apresenta algumas das etapas dos processos de fabricação no ramo automobilístico, focando principalmente na estampagem incremental por roboforming utilizado para prototipagem rápida de componentes em chapas metálicas e na etapa posterior a esta na linha de montagem, neste caso o processo de soldagem a ponto. Aborda características e propriedades mecânicas de chapas utilizadas no processo e verifica as etapas que auxiliam na otimização e aprimoramento em ambos os processos, desde o projeto inicial até o produto final (peça).*

*Palavras chave: Conformação de chapas; Caracterização tecnológica; Soldagem a ponto; Estampagem incremental.*

### **1. Introdução**

Estampagem é um processo de fabricação mecânica que consiste na conformação através de uma deformação plástica, onde geralmente é realizada a fabricação de peças em series, as quais terão de adquirir forma em todas as suas partes, de uma única vez (Polack, 1974).

O processo de estampagem incremental tem como característica a atuação na prototipagem rápida de componentes fabricados em chapas metálicas, onde a deformação plástica é produzida em regiões específicas da chapa. Essas deformações são originadas por um punção com geometria menor que a chapa metálica, o qual aplica um preção pontual fazendo com que o material se deforme. O processo de estampagem incremental por roboforming é desempenhado por um robô, sendo que o punção que aplica a pressão de deformação está fixado ao mesmo, possibilitando o aumento na capacidade de estampagem em três eixos, tendo maiores direções de deformação (Lora, 2010).

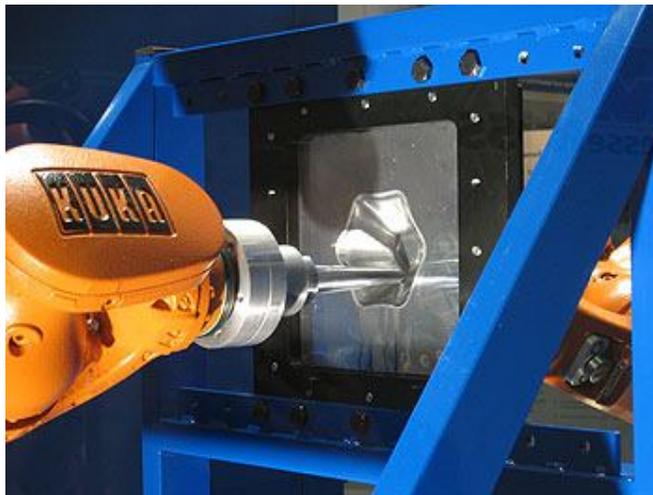
Esse processo de fabricação é voltado exclusivamente para a confecção de peças em pequenos lotes, podendo ter formatos complexos. A sua utilização como fabricação de peças, para esse caso, é devido ao ponto de vista econômico, pois os mesmos não seriam viáveis financeiramente para uma produção de um ferramental completo. Além de que a estampagem incremental se torna uma alternativa mais viável por ter na sua composição materiais relativamente baratos, com boa resistência, e sem a presença de componentes móveis (Tiburi, 2007).

No processo de estampagem é necessário que haja um estudo específico dos materiais, referente as suas características e propriedades mecânicas. Estes influenciarão no processo, assegurando uma melhor fabricação de acordo com as exigências esperadas (Alexandra, 2010).

Neste trabalho irar-se determinar as características de chapas metálicas que serão utilizadas para o processo estampagem incremental por Roboforming, no qual exige deformações maiores que as deformações por processos convencionais, trabalhando no limite das propriedades. Além de caraterizar o material utilizado na estampagem, irá se determinar a influência do grau de deformão das chapas em um processo posterior em uma linha de montagem automotiva, onde essas peças conformadas irão passar pelo processo de soldagem.

## 2. Estapagem Incremental

O processo de estampagem incremental de chapas metálicas está inserido na área da conformação mecânica, aonde por meio da deformação plástica se chega ao produto final. Esse tipo de processo utiliza-se de ferramentas genéricas de alta precisão que possibilita a manufatura de peças de chapas de diversas geometrias. Para realizar a estampagem de chapas metálicas pode-se utilizar equipamentos CNC (Comando numérico computadorizado) específicos ou adaptando máquinas-ferramentas de usinagem e além desses também se tem a utilização de robôs para realização do processo de estampagem incremental, como pode ser visto na figura 1. (Castelan, 2010; Daleffe, 2008).



Fonte: <http://www.metaalmagazine.nl/nieuws/id11834-incrementeel-om-vormen-met-robiforming.html>

Figura 1- Estampagem incremental por roboforming.

O processo de estampagem incremental se aplica na fabricação de peças em pequenos lotes, onde a forma dos produtos podem variar em um curto espaço de tempo, sendo estes produtos de geometria simples ou complexa (Alexandra, 2010).

O princípio de funcionamento desse processo é a movimentação incremental de uma determinada ferramenta com uma ponta hemisférica ou esférica sobre uma

chapa, seguindo um comando, uma trajetória pré-definida, executando a conformação do componente em múltiplos passos. Dessa forma, a deformação ocorre de maneira progressiva, aumentando a conformabilidade da chapa, quando comparada com os processos convencionais de estampagem (Castelan, 2010; Alexandra, 2010; Lídio, 2010).

## 2.1 Conformação Incremental de chapas

Os tipos de deformação plástica incremental com aplicação na prototipagem rápida são: Conformação incremental simétrica e Conformação incremental assimétrica. (Lídio, 2009).

A conformação incremental simétrica é designada por “*spinning*”, consiste na execução de vários incrementos extensos consecutivos com a ferramenta de conformação sobre a chapa. Um outro processo é o “*shear forming*” que deriva do “*spinning*”, no qual a ferramenta de conformação fica em permanente contato com a chapa, permitindo deformação constante sobre a forma geométrica. (Lídio, 2009).

Já a conformação incremental assimétrica se caracteriza por apresentar ferramentas específicas de pequena dimensão, pela ausência ou utilização de matrizes dedicadas, tendo um contato contínuo entre a ferramenta e a chapa fazendo um movimento tridimensional e controle da ferramenta. A conformação assimétrica pode ser realizada em uma máquina CNC de três eixos. (Lídio, 2009).

## 2.2. Caracterização tecnológica

No processo de fabricação de peças, onde é empregada uma determinada força para dá forma a um determinado material, torna-se de suma importância conhecer as características do mesmo, de tal maneira que qualquer deformação resultante não seja excessiva e não ocorra a fratura. O comportamento mecânico de um material é refletida devida a um resposta do material a uma carga aplicada. (Callister, 2002).

Na caracterização e para a verificação do comportamento dos materiais é necessário realizar diversos ensaios mecânicos, quantificando suas propriedades, permitindo análises específicas e comparativas de tais materiais (Alexandra, 2010).

Comumente utilizam-se os ensaios de tração e expansão biaxial no processo de estampagem incremental. O ensaio de tração permite verificar características como módulo de Young, as curvas de tensão, tensão de ruptura, coeficiente de Poisson. Já o ensaio biaxial confere características como curvas de tensão e tensão

efetiva. Ambos os ensaios mostram regiões dos limites de conformação determinados pela estrição e fratura. Com isso define propriedades e comportamentos para chapas que serão utilizadas no processo. (Alexandra, 2010).

Os materiais utilizados para processo de estampagem incremental, antes devem ser testados, a fim de relatar seu comportamento no processo, como é exemplo, os materiais de aço de baixo carbono, aço inoxidável, alumínio ligado, titânio e aços revestidos. No caso do aço de baixo carbono, ele apresenta uma melhor estampabilidade, em relação à geometria final e efeito mola, como também aço

inoxidável, porém o inox requer uma maior força de estampagem. Já no caso do alumínio ligado depende da liga utilizada e para estampagem de materiais como o titânio e aços revestidos, não apresentam um comportamento esperado para um processo de estampagem incremental (Carlos, 2010).

O material ideal para Estampagem incremental seria aquele que tivesse uma reduzida tensão de escoamento e uma grande tensão máxima, grande deformação relativa  $E$ . Ou seja, um material que possua uma grande ductilidade, conseqüentemente uma boa tenacidade, possibilitando o trabalho no limite de deformação. Além dessas informações, as chapas devem conter uma espessura que favoreça sua estampabilidade, e um diâmetro da ferramenta apropriado. (Carlos, 2010).

### 2.3. Curvas de limite de conformação e fratura

O limite de conformação utiliza-se para determinar as características dos materiais, através da análise das curvas determinadas nos ensaios. Estes são determinados pela deformação plástica de chapas, através dos ensaios, determinando as regiões de estrição e fratura. (Alexandra, 2010).

Esses parâmetros servem como referência para definir um critério do aparecimento da estrição e fratura. Em relação a estrição, por questões práticas de segurança utiliza-se 90% da curva de limite à conformação, tendo apenas 10% como valor experimental. Já a curva limite de fratura define-se pela deformação plástica limite admissível, onde ocorrerá a fratura do material. (Alexandra, 2010)

Os estudos sobre o CLF se faz importante por analisar a deformação plástica de processos de estampagem incremental não convencionais que não desenvolvem estricções antes da fratura, permitindo assim alcançar limite de conformação bastante elevado, ou seja, uma deformação mais elevada, chegando ao limite das propriedades do material. (Alexandra, 2010).

### 3. Soldagem a ponto

A soldagem por resistência como também é conhecida, tem como definição um processo de união de chapas metálicas por meio de eletrodos não consumíveis, onde se há uma pressão exercida pelos eletrodos na chapas a serem soldadas, fazendo com que passe uma alta corrente sobre estas, provocando desta forma o fenômeno joule, que nada mais que uma quantidade de calor proporcional ao tempo, a resistência e a intensidade de corrente, equacionada da seguinte forma, com  $(Q = KRI^2 t)$  até que consiga chegar ao ponto de fusão das peças a serem unidas. (Bracarense, 2000)

Esse processo tem como principais fatores, o aquecimento, o tempo e a pressão. No que se diz respeito ao aquecimento, este fator de temperatura não pode superar os 900°C na superfície das chapas onde estão posicionados os eletrodos, e no núcleo das solda geralmente deve se atingir 1300°C para haja uma fusão adequada. (Bracarense, 2000)

No caso do tempo como os demais fatores, se há uma alta influência a resistência da solda, quanto maior o tempo maior será o diâmetro do “nugget”, ponto de solda, e vice-versa. Além do tempo da descarga elétrica, se tem também o tempo de pressão das chapas antes e depois da passagem da corrente elétrica. (Bracarense, 2000)

A pressão é um outro fator importante para uma união adequada das peças soldadas. Com a pressão se pode alterar o calor aportado entre os eletrodos, causando uma solda adequada quando se há uma pressão correta, ou um desgate dos eletrodos caso contrário, se houver uma pressão inadequada. (Bracarense, 2000)

#### **4. Distorção provocada pela soldagem**

A distorção originada na soldagem tem uma interação com tensão residual provocada pelo ciclo térmico que o processo de soldagem proporciona. Em outras palavras, o processo de soldagem tem uma concentração de calor concentrada em uma restrita região, onde esta região terá um comportamento diferenciado das demais regiões adjacentes. A região aquecida tenderá expandir enquanto as regiões adjacentes tenderam impedir essa movimentação, fazendo força de compressão. Já no resfriamento ocorre o inverso, onde a região que sofreu o aquecimento estará se comprimindo e as adjacentes se trancionando, originado assim as tensões residuais. Essas tensões residuais ocasionadas pelo ciclo térmico, quando maiores que a tensão de escoamento do material, ocorre a distorção. No caso de chapas finas, que é o caso estudado, ocorre a flambagem que nada mais é que uma distorção perpendicular ao eixo. (Modenesi, 2012)

Uma vez que as tensões residuais são de compressão em regiões mais afastadas da solda, regiões essas que ocorre uma diminuição de resistência a flambagem. (Modenesi, 2012)

#### **5. Metodologia**

A metodologia empregada para o trabalho de caracterização das chapas metálicas aplicadas ao processo de estampagem incremental utilizou-se como comparativo o processo de estampagem convencional de chapas. O desenvolvimento foi baseado em referências bibliográficas na área de atuação do processo, através de livros, artigos científicos, buscando um melhor aprofundamento teórico dos tipos de matérias utilizados na estampagem incremental no ramo automotivo com suas devidas aplicações no ramo da soldagem. O principal foco além de caracterizar essas chapas, como a definição de propriedades mecânicas, é de promover um maior interesse nesse processo de conformação mecânica, que no Brasil é pouco divulgado comparado com outros processos da área de conformação. Além de comparar os dois processos de estampagem, como também sua utilização no mercado industrial, foram levadas em conta suas implicações quanto ao produto final, com uma visão voltada aos processos posteriores.

Com o intuito de verificar a influência do nível de deformação nas chapas estampadas durante o processo, nesse caso o processo de soldagem a ponto. Foi realizada a soldagem a ponto de quinze corpos de prova, sendo que se dividiam em cinco pacotes com três corpos de prova e cada pacote com angulações diferentes,

como o de 0°, 5°, 10°, 15° e 20°, respectivamente. As distorções provocadas pelo aporte térmico das soldas, somado as distorções já existentes pelo processo de estampagem, acarretam na diminuição da resistência no ponto de solda. Para redução desses defeitos propõem uma melhor análise dos parâmetros da solda por resistência e/ou diminuir as deformações da estampagem.

As peças conformadas foram escaneadas antes e depois da soldagem, verificando o grau de influência da pré-deformação existente, e também analisando o retorno elástico destes materiais, sendo mais uma das características desses materiais utilizados na estampagem.

No caso da estampagem incremental foi realizados testes de tração em cinco corpos de prova para caracterizar os materiais utilizados no processo e verificando sua influência em processo de fabricação posterior, como exemplo a soldagem. Este procedimento teve como objetivo verificar o grau de deformação após a soldagem por ponto.

As pesquisas também foram realizadas com comparativos de matérias utilizados em outros processos de conformação, como o de forjamento, onde foi verificada a dureza do material e outras propriedades mecânicas. Além de se analisar etapas da fabricação do aço, com intuito de uma melhor compreensão do comportamento dos materiais metálicos.

### **6. Resultado e discussões**

Na soldagem realizada nos componentes estampados onde se utilizou os mesmos parâmetros de soldagem para as diferentes angulações, com o intuito de verificar o grau de distorção final da peça, teve como resultado que quanto maior o ângulo de distorção oriundo do processo de estampagem maior é a distorção após a soldagem, e quando o ângulo de distorção da estampagem se aproximava do zero tinha um retorno elástico maior após a soldagem, comprovando assim que o processo de estampagem tem uma influência significativa no produto final após soldagem.

Além da análise feita na caracterização térmica na distorção do material estampado no processo de soldagem, se utilizou ensaios mecânico, como o de tração para verificar propriedades mecânicas, onde determinaram propriedades como, a ductilidade e o modulo de elasticidade ( $E$ ), além de ter determinado regiões dos limites de conformação originadas pela estrição e fratura, determinando assim o material ideal para estampagem incremental. Esse material seria aquele que tivesse uma reduzida tensão de escoamento e uma grande tensão máxima, grande deformação relativa ( $\epsilon$ ). Ou seja, um material que possua uma grande ductilidade, conseqüentemente uma boa tenacidade, possibilitando o trabalho no limite da deformação.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## 7. Conclusão

Dos estudos realizados embasado nos fundamentos teóricos sobre as características e propriedades de chapas metálicas utilizadas no processo de estampagem incremental, percebeu-se que os materiais mais utilizados no processo são aços de baixo carbono e aço inoxidável.

Na utilização dos limites de conformação para a caracterização do material utilizado para estampagem incremental, mostrou-se que o mais indicado seria a curva limite de fratura, devido ao alcance de uma elevada deformação que o material apresenta quando estampado. Isso é possível pela execução de ensaios como o de tração e expansão biaxial, que define o comportamento do mesmo quando submetido a um esforço.

Já na utilização das chapas estampadas no processo de soldagem a ponto, onde se há uma influência do grau de defromação no produto de solda, como na resistêcia do “nugget” , provou-se que quanto maior o nível de deformação menor será resistêcia do ponto de solda e maior a sua distorção.

## Referências

- BRACARENCE, Alexandre Queiroz. Processo de Soldagem por Resistência. UFMG, Belo Horizonte, 2000.
- CALLISTER JR, W. D. Ciência e Engenharia de Materiais uma Introdução. 5º ed.. Rio de Janeiro. LTC, 2002.
- CASTELÃN, J. Estampagem Incremental do titânio comercialmente puro para aplicação em implante craniano. 2010. 193 f. Dissertação Mestrado em Processo de Fabricação. Escola de Engenharia Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e dos Materiais – PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- CAVALER, Luiz Carlos de Cesaro. Parâmetros de conformação para estampagem incremental de chapas de aço inoxidável AISI 304L. Tese para obtenção do título de Doutor em Engenharia Metalúrgica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- DALEFFE, Anderson. Estudo do processo de estampagem incremental em chapa de alumínio puro. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- FERRARINE, J. L. Caracterização de materiais para o processo de Estampagem. Dissertação para título de Mestre em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- GUAN, Q., ‘Reduction of residual stress and control of welding distortion in sheet metal fabrication’, *Proc. 7 th Int. Aachen Welding Conference on High Productivity Joining Processes*, Vol. 1, Aachen, Germany, May 2001, Shaker, Aachen, 2001, PP 531-549
- MARQUES, Tania Alexandra Ferreira. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Materiais. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnico de Lisboa. Outubro de 2010.
- MODENESI, Paulo José. Soldagem I: Efeitos Mecânicos do Ciclo Térmico. Belo Horizonte: UFMG, 2001a. Disponível: < [http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/tensao\\_residual.pdf](http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/tensao_residual.pdf) > Acesso em: 10 de jun. de 2012.
- POLACK, Antonio V. Manual prático de estampagem. Editora HEMUS, 1974.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

SENA, José Lídio Velosa de. Estampagem incremental: um novo conceito de produção. Tese para obtenção do título de mestre em engenharia mecânica. Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Mecânica. 2009.

WATANABE, M., and Satoh, K., 'Fundamental studies on buckling of thin steel plate due to bead welding' (in Japanese), J. Japan Weld. Soci., 27(6), 313-320, 1958.

## **Reciclagem de Ráfia de Polipropileno**

Rafael Pereira Landmayer (SENAI-CIMATEC) landmayer@hotmail.com  
Manuel Alpire Chavez (SENAI CIMATEC)alpire@fieb.org.br

### **Resumo**

*Foi realizado um estudo de reciclagem numa empresa que produz rafia através do processo de extrusão em matriz plana. Foram reaproveitados na extrusão as laterais do filme plano (de espessura irregular) e o fio refugado do embobinamento das rocas, alimentados numa proporção de 10%. A qualidade das propriedades mecânicas resultantes desta reciclagem e o andamento do processo não mostraram diferenças significativas.*

*Palavras chave: Rafia, Polipropileno, Filme plano, .*

### **1. Introdução**

A empresa consultada produz alças técnicas e tecidos de rafia para big-bag. O processo de produção envolve a extrusão de um filme plano, a preparação do fio a partir do filme dobrado e o embobinamento e tecelagem do fio dobrado. Existia um refugo significativo decorrente de não conformidades no processo e métodos inadequados de reciclagem. O projeto de pesquisa proposto consistiu na alteração do processo de reaproveitamento do refugo, baseado numa avaliação técnica das propriedades dos materiais a serem reciclados e mudanças nos equipamentos e método operacional.

### **2. Revisão bibliográfica**

Desde a sua introdução, em 1954, o polipropileno se tornou uma das mais importantes resinas termoplásticas. Segundo CARVALHO (2008), a procura do filme de polipropileno cresceu, desde 2000, em média 8,7% ao ano tendo alcançado no mundo cerca de 5 milhões de toneladas em 2007. Este crescimento tem especial relevo na Ásia Central e Oriental, que inclui a Coreia do Sul, Japão e China.

Os principais processos de produção de rafia de polipropileno partem da extrusão da resina, do tipo homopolímero, e formação de um filme em matriz plana. O filme é dividido em fitas de alguns mm de largura que, a seguir, passam por zonas de aquecimento, estiragem e estabilização. Este processo favorece a cristalização que define praticamente as propriedades mecânicas e térmicas do material.

Em 1977 Perterlin propôs um modelo segundo o qual no estiramento de uma amostra não deformada ocorre a deformação dos esferulitos e uma reorganização cristalina via processos de deslizamento lamelar e orientação molecular, com o alinhamento preferencial das lamelas cristalinas na direção de orientação. As lamelas se empilham na forma de microfibrilas, que consistem de volumes cristalinos e amorfos colocados em camadas alternadas, ligadas por ligações interlamelares, ancorando de maneira eficiente os volumes cristalinos. A orientação das cadeias das regiões amorfas não é completa, mas de importância significativas nas propriedades térmicas e mecânicas ocasionadas pela orientação (CANEVAROLO, 2011).

Em estudos de reciclagem mecânica de resíduos de polipropileno e polietileno, segundo BACH (2003), é possível obter materiais com boas propriedades mecânicas. Segundo MANRICH (2000), quando são analisados os MFI's de resinas virgem de Polipropileno e de resinas recicladas do mesmo grade, normalmente os resultados não diferem muito (menos que 30%). Por outro lado, o valor de MFI do material reciclado industrial, com vários processamentos, é mais de 6 vezes que o do PP virgem.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Melhoria do corte do refil**

No filme plano de PP, a partir do qual são preparadas as fitas de rafia, as extremidades laterais, chamadas de refil, tem espessuras irregulares razão pela qual são retiradas, passadas por um cortador e realimentadas à extrusora.

Na empresa consultada o refil não tinha um corte regular, o que provocava entupimento no funil de alimentação da extrusora e dificultava sua reciclagem.

Para melhorar a reciclagem do refil foram realizadas as seguintes medidas:

- a) Foi testado um moinho de facas, acoplado a uma peneira e um ciclone extra. O objetivo era alimentar o refil e se obter um produto de tamanho regular, selecionado, que não entupa o silo. Os testes não foram positivos.
- b) Foi orçado um sistema de alimentação forçada no funil, mas o preço foi considerado elevado.
- c) Foi contatada uma empresa de Taiwan que ofereceu um cortador similar a um equipamento nacional, a metade do preço. Foi decidido aguardar os resultados dos serviços da empresa fabricante do equipamento.
- d) Foi contatada a empresa fabricante do cortador para uma manutenção nas facas e puxadores do cortador. O processo de corte ficou muito melhor e permitiu um bom andamento do sistema de alimentação.

#### **3.2. Reciclagem de fitas**

O trabalho envolveu as seguintes atividades:

- a) Foi avaliado o MFI da resina de PP virgem alimentada à extrusora, e do filme plano que sai da matriz. Também foram levantadas as propriedades mecânicas, após moldar os corpos de prova por injeção.
- b) O refil do filme plano (fitas laterais de espessuras irregulares) foi granulado numa extrusora de laboratório do SENAI, com L/D curto e baixa relação de compressão. Foi determinado o MFI e feitos ensaios mecânicos sobre corpos de provas injetados com este material.
- c) O refugo de fio dobrado das rocas, que não é reciclado na Alçatec, foi avaliado segundo o mesmo processo (b).
- d) Numa empresa que processa material reciclado foram granuladas as fitas refil e o fio dobrado das rocas. A empresa utilizou um moinho de facas, um aglutinador e posteriormente uma extrusora monorosca para granular o material.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

- e) Foram levantadas as propriedades mecânicas do material reciclado puro e os resultados foram próximos aos da produção normal, na maioria delas.
- f) Este material reciclado foi alimentado na produção numa concentração de 10% e as propriedades da fita dobrada foram consideradas muito próximas à produção normal. No andamento do processo de extrusão não foi observado variações significativas.

A empresa adotou esta alternativa para reciclar suas aparas com redução do refugo do processo

### 4. Resultados e Discussão

Foi analisada a evolução do MFI da resina de PP virgem após extrusão. A figura 1 mostra que a moldagem por injeção para preparação dos corpos de prova causa uma elevação do MFI de 0,9 g/10 min (de 1,8 para 2,7 g/10min), e o processo de extrusão do filme plano causou um aumento de 0,8 g/10 min (de 2,7 para 3,5 g/10 min).

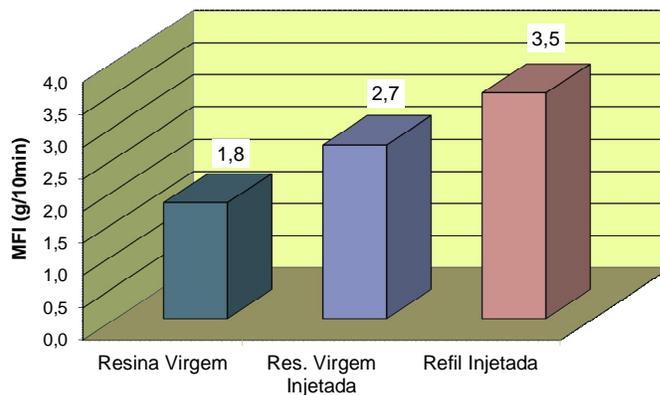


Fig. 1. MFI de resina de PP virgem, resina virgem injetada e resina extrusada e injetada (refil)

O Refil foi granulado na extrusora do Senai e o Refil + o refugo de fio de rocas foi granulado na empresa Highplast. As propriedades destes materiais foram avaliadas e informadas na tabela 1.

<i>Propriedades</i>	<i>Unid</i>	<i>PP virgem</i>	<i>Refil cortado</i>	<i>Refil granulado Senai</i>	<i>Refil+fio rocas granulado Highplast</i>
Modulo Elastico	MPa	1.066	1.069	1.090	1.163
Tensao maxima	MPa	29,0	29,8	31,0	27,0
Deform ruptura	%	96%	139%	146%	45%

Tabela 1. Propriedades mecânicas da resina virgem e os varios tipos de resina reciclada.

## 5. Conclusões

O sistema de corte permitiu a reciclagem do refil no processo de produção de rafia, reduzindo seu refugo nesta etapa do processo.

A reciclagem de refil e fio dobrado das rocas, através de uma empresa terceirizada, permitiu que esta parte do refugo, seja granulado e reaproveitado no processo.

## Referências

BRYDSON, J.A. *Plastics Materials*. 6th rev. edition. Butterworth-Heinemann. 1995.

CARVALHO, L.B. *Producao de polipropileno bi-orientado- Tecnologia e Aplicações*. Dissertacao para obter grau de Mestre em Eng. Quimica. Escola Superior de Tecnologia e Gestao.Bragança, Portugal, 2008.

<http://www.textilgodoy.com.br/PgFabricacao.html>. Acessado em 15 julho/2012.

CANEVAROLO, S. V. *Avaliação da orientação e sua influência no comportamento termo-mecânico de filmes biorientados de polipropileno – BOPP*.

AGNELLI, J.A.M. *Reciclagem de polimeros*. I Simposio sobre residuos solidos da USP- Sao Carlos e Neper. Universidade de Sao Carlos, Dpto. Eng. Materiais. Dez/2009.

PETERLIN, A, *Journal of Applied Physics.*, v.48, n.10, p. 4099-4107, 1977.

BACH, A.T.; LAWISCH, A.A.; MAHLMAN, C.M; KIPPER, L.M. *Reciclagem mecânica de resíduos de PP/PE filme*. Anais do 7o Congresso Brasileiro de Polimeros. ABPOL. Belo Horizonte, MG, 2003.

MANRICH, S. *Estudos em Reciclagem de Resíduos Plásticos Urbanos para Aplicações Substitutivas de Papel para Escrita e Impressão*. Dpto Eng.Materiais, 3R-nrr, UFSCar. Revista Polimeros: Ciencia e Tecnologia, vol. 10, nº 3, 2000.

## **Composto de silicone para aplicação em isoladores de energia elétrica**

Marcela Menezes Lima Dias dos Santos (SENAI-CIMATEC) menezesmarcela89@gmail.com  
Manuel Alpire Chavez (SENAI CIMATEC)alpire@fieb.org.br

### **Resumo**

*O SENAI CIMATEC está desenvolvendo junto com a COELBA e o LACTEC, um isolador híbrido modular para energia elétrica, com tensões entre 15 e 45 kV, utilizando compostos de silicone como revestimento do isolador. Este trabalho constitui a primeira etapa deste projeto no qual foram avaliadas as propriedades físicas, mecânicas, reológicas e elétricas de vários compostos comerciais de silicone. A partir destes dados foram selecionados os melhores compostos para serem empregados no isolador híbrido modular que está em desenvolvimento.*

*Palavras chave:* Isolador elétrico, Silicone, Borracha.

### **1. Introdução**

O SENAI CIMATEC está desenvolvendo junto com a COELBA e o LACTEC, um projeto de pesquisa aplicada de um isolador híbrido modular para distribuição de energia elétrica, com tensões entre 15 e 45 kV.

Este projeto, financiado pela ANEEL, tem duração de quatro anos e atualmente se encontra no quarto semestre. O SENAI-CIMATEC está responsável pela avaliação e seleção de compostos de silicone comerciais para testar no isolador elétrico, objetivo deste projeto e, em paralelo, pelo desenvolvimento de compostos de silicone para entender melhor o comportamento deste material nesta aplicação.

Este trabalho visa evitar e/ou reduzir interrupções de energia elétrica por falhas nos isoladores que geram sérios problemas e prejuízos à sociedade.

Os compostos de borracha de silicone têm mostrado bom desempenho em isoladores elétricos e ótima relação de custo/benefício, comparado com outros materiais cerâmicos e poliméricos.

### **2. Revisão bibliográfica**

**2.1. Borrachas de Silicone.** Os poliorganosiloxanos, conhecidos como “silicones”, são polímeros que tem esqueleto inorgânico constituído de átomos de silício e oxigênio alternados, com radicais orgânicos, preferencialmente radicais metil, ligados lateralmente ao silício.

A ligação Si-O (siloxano) (531 kJ/mol) é mais estável do que a ligação C-O (340 kJ/mol). Isso lhe confere uma maior resistência ao calor e podem ter uma faixa de temperatura de serviço entre -45°C a +145°C [PEARCE, 1972]

Seu baixo ponto de ebulição e baixo coeficiente térmico de viscosidade pode ser atribuído à rotação preventiva das cadeias a partir de um empacotamento fechado pelas forças intermoleculares de curto alcance [BRYDSON, 1995].

O ângulo de ligação de Si-O-Si é de  $130^\circ$  a  $160^\circ$ , maior que o do C-O dos éteres. Isso lhe dá maior mobilidade e baixa energia de rotação, tornando-os muito flexíveis, mesmo em baixas temperaturas. [MEISSNER et al, 1989]

Os elastômeros de silicone apresentam uma baixa tensão superficial, próxima a 20 mN/m, típico de uma superfície orgânica, o que o torna hidrofóbico, repelente a água. Esta propriedade da borracha de silicone é que a torna adequada para aplicação em isoladores elétricos.

**2.2. Isoladores elétricos.** Os isoladores elétricos são componentes que dão suporte mecânico para condutores elétricos ou equipamentos e os mantêm isolados do potencial terra e de outras partes condutoras. Podem ser constituídos de ferragens, porcelana, vidro, polímero ou compósito.

As principais causas que danificam um isolador são as descargas elétricas atmosféricas que caem sobre as linhas condutoras e também a chuva e orvalho que formam uma lâmina de água na superfície do isolador através da qual passem as correntes de fuga até o terra.

Quando ha correntes de fuga na superfície molhada, a eletricidade causa um aquecimento que evapora a água e cria uma banda seca por onde se forma um arco voltaico. As temperaturas elevadas do arco provocam trilhamento e degradação da superfície do isolador.

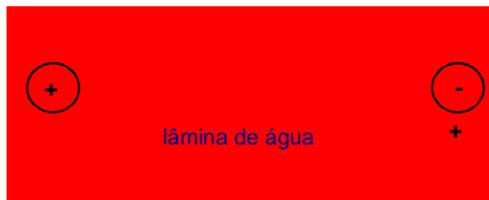


Fig. 1. Lamina de agua na superficie do isolador.

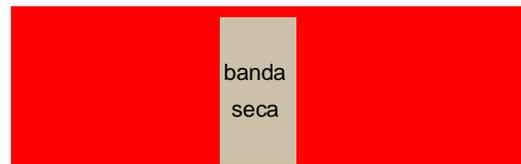


Fig. 2. Formação da banda seca

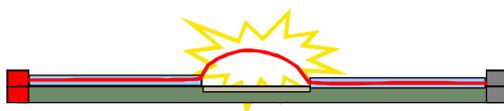


Fig. 3. Arco voltaico na banda seca



Fig. 4 Trilhamento e erosao no isolador

O arco voltaico, na banda seca que se forma no isolador, é o que provoca o trilhamento e a degradação do material. O dano na superfície resulta do calor do arco formado e ocorre até que a superfície entre os elétrodos já não possa mais sustentar a tensão aplicada [PATHAK et al, 2009].

## 3. Metodologia

Nesta primeira fase, foram obtidos compostos de borracha de silicone comerciais, das empresas A, B, C, D, E e F. Estes compostos foram reticulados em prensa a quente, durante um período de 10 a 14 minutos, a uma temperatura de 170 °C. Obtiveram-se lâminas de diferentes espessuras e a partir delas foram estampados os corpos de provas para levantar propriedades físicas (densidade e dureza), mecânicas (resistência a tração, deformação e resistência ao rasgo) e elétricas (trilhamento).

Foram iniciados os testes de hidrofobicidade nos corpos de prova de composto de silicone avaliando-se as alterações desta propriedade em função do tempo, e em função do tempo de aquecimento em estufa.

A hidrofobicidade está sendo estimada através do ângulo de contato que uma gota de água desmineralizada forma sobre uma superfície plana de borracha de silicone, medida através de um programa que estima os pontos geométricos da foto.

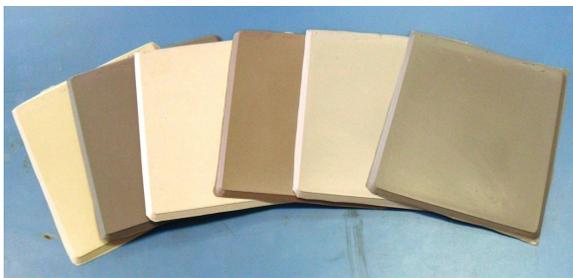
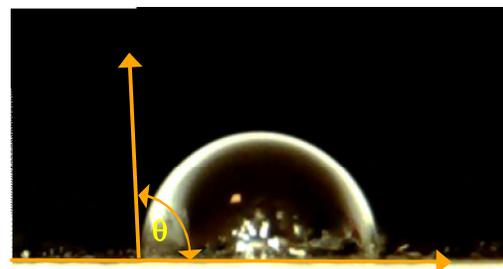


Fig.5. Laminados de composto de silicone



Borracha de silicone  
Fig.6 Medição do ângulo de contato

## 4. Resultados e Discussão

Os ensaios mecânicos, físicos e elétricos mostraram diferenças significativas entre os compostos analisados

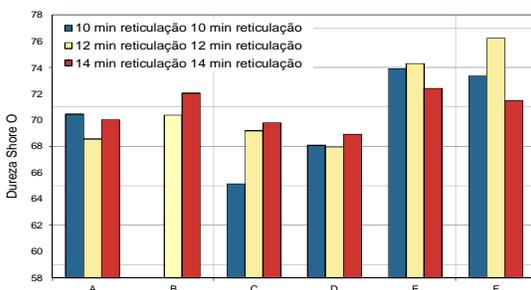


Fig.7. Dureza dos compostos de silicone

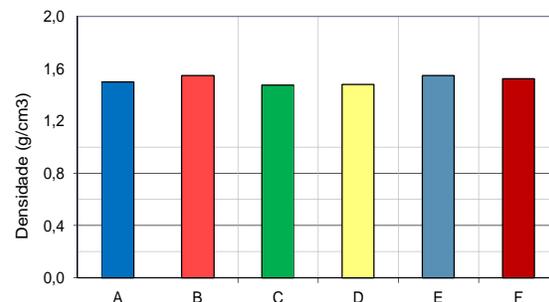


Fig.8 Densidade dos compostos de silicone

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Estas informacoes permitiram ordenar os compostos de silicone em funcao das propriedades e selecionar aqueles considerados melhores para a aplicacao em isoladores eletricos.

Atraves das medidas do angulo de contato estao sendo levantados fatores que podem afetar a hidrofobicidade do silicone.

### 5. Conclusões

Os trabalhos realizados permitiram selecionar os melhores compostos comerciais para aplicacao em isoladores eletricos.

Outras conclusões deverão ser obtidas nas próximas etapas deste projeto.

### Referências

- BRYDSON, J.A. *Plastics Materials*. 6th rev. edition. Butterworth-Heinemann. 1995.
- FERNANDES, B. M. P. Dissertação “Influência do processo de reticulação no comportamento de um compósito de poli(dimetil-siloxano)”. Instituto Militar de Engenharia, Dpto. de Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2009.
- FRANTA, I (Editor). *Elastomers and rubber compounding materials*. Studies in polymer science. Elsevier Science Publishing Co. pag. 228. 1998
- MEISSNER, B.; SCHATZ, M.; BRAJKO V. *Elastomers and rubbers com-pounding materials*. Cap.4: Synthetic rubbers. Editor: I. Franta. Elsevier, 1989.
- PATHAK, D.; SATWANI, M.; PATEL, M.; PATEL, C. The development of silicone rubber composite insulators in power system. INCACEC. 2009.
- PEARCE, C.A. *Silicon chemistry and applications -Monographs for teachers*. London: Ed. The chemical society, 1972.
- RODGERS, B (Editor). *Rubber Compounding - Chemistry and Applications*. Marcel Dekker Inc. USA, 2004.

**Estudo da influência da variação dos parâmetros de processo  
de eletroerosão da liga  
Inconel 718 no desgaste do eletrodo e na produtividade**

Lucas de Jesus Costa (Faculdade de tecnologia SENAI CIMATEC) [costa.lucas92@gmail.com](mailto:costa.lucas92@gmail.com)  
Guilherme Oliveira de Souza (Faculdade de tecnologia SENAI CIMATEC)  
[guilherme.souza@fieb.org.br](mailto:guilherme.souza@fieb.org.br)

**Resumo**

*Este trabalho apresenta os resultados de ensaios preliminares de EDM em ligas de aço AISI P20, com o objetivo da determinação dos parâmetros de processo que mais tem influência no desgaste do eletrodo e na produtividade do processo. O processo de usinagem por descargas elétricas consiste no uso de pequenas descargas elétricas aplicadas em sequência, que aquecem o material de ambos os eletrodos até o seu derretimento. Através da realização de ensaios e da coleta de dados foram realizadas análises onde determinou-se os parâmetros de maior influência no processo.*

*Palavras chave: Usinagem, EDM, P20, ligas.*

**1. Introdução**

Este trabalho apresenta os resultados obtidos em ensaios de usinagem por descargas elétricas (EDM) em peças compostas do aço AISI P20 no que se refere a desgaste do eletrodo ferramenta e na produtividade geral do processo (taxa de remoção de material do eletrodo peça).

O processo de usinagem por descargas elétricas consiste no uso de pulsos elétricos controlados que promovem a remoção de material da peça em usinagem, estando esta imersa em um meio dielétrico. Como a remoção de material ocorre tanto na peça em fabricação como no eletrodo ferramenta, busca-se com este trabalho a investigação de parâmetros de processo individuais ou combinados que reduzam o desgaste do eletrodo ferramenta e aumentem a produtividade do processo.

**2. Revisão bibliográfica**

O processo de usinagem por descargas elétricas consiste no aproveitamento do efeito de erosão gerado pelas descargas elétricas controladas entre os eletrodos ferramenta e peça (Descoedres, 2006). Pelo fato de as descargas elétricas aquecerem trechos localizados do metal até a sua temperatura de fusão do material tendo como consequências a formação de poças de material fundido na superfície da peça e do eletrodo, o método de remoção de material é térmico.

O processo de eletroerosão por penetração (o subtipo estudado) ocorre em um tanque com um fluido dielétrico (que pode ser água deionizada ou óleo) onde, o eletrodo-ferramenta é aproximado da superfície da peça até que ocorra a quebra da rigidez dielétrica do fluido de trabalho, tendo como consequência a formação de um

canal de plasma que, devido as suas altas temperaturas aquece os eletrodos ferramenta e peça fundindo portanto o material de ambos.

## 2 Metodologia

A metodologia utilizada foi a seguinte:

- Realização de revisões bibliográficas sobre o processo de usinagem por descargas elétricas (EDM) para a obtenção de conhecimento necessário para o desenvolvimento dos trabalhos; esta etapa foi desenvolvida com base em leituras de artigos científicos e teses sobre o tema, alguns deles obtidos no portal CAPES;
- Pesquisas específicas sobre usinagem por descargas elétricas em ligas aeronáuticas, tema principal de pesquisa;
- Definição geral sobre o método de condução dos ensaios. Nesta etapa definiu-se a realização de testes preliminares com os materiais aço AISI P20.
- Confeção dos corpos de prova constituídos dos materiais citados anteriormente em formato quadrado e dos eletrodos de cobre eletrolítico em formato cilíndrico;
- Medidas de massa dos eletrodos de cobre e dos corpos de prova antes dos ensaios;
- Realização da bateria de ensaios, onde houve a variação dos parâmetros de processo a cada ensaio com o objetivo de descobrir qual ou quais deles possuíam maior influência nos resultados;
- Medição da massa dos eletrodos de cobre e dos corpos de prova a cada ensaio realizado utilizando uma balança de precisão com resolução de 0,001g;
- Análise estatística dos resultados obtidos.

Os materiais utilizados foram:

- Máquina de eletroerosão ACT SPARK AS-20;
- Balança de precisão BEL Engineering, com resolução de 0,001g;
- Eletrodos de cobre eletrolítico em formato cilíndrico com medidas de 20 mm de diâmetro por 49 mm de altura;
- Eletrodos de aço P20 em formato quadrado, com medidas de 22x22 mm.

## 3. Resultados e discussões

Como estes experimentos tem o objetivo de descobrir os parâmetros de processo que mais tem influência na produtividade estes são os resultados aqui descritos. Portanto, os parâmetros de processo que mais influenciaram os resultados foram:

Quanto à taxa de remoção para o aço AISI P20:

- Polaridade
- Interação polaridade/corrente de pico
- Corrente de pico
- Tempo de erosão

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

- Interação polaridade/tempo de erosão
- Interação lavagem/vel. do temporizador
- Toff
- Interação Ton/Velocidade do temporizador
- Interação corrente de pico/tempo de erosão
- Interação polaridade/Toff
- Interação corrente de pico/Toff

Quanto ao desgaste relativo para o aço P20:

- Interação polaridade/Toff;
- Interação Polaridade/Tensão;
- Lavagem;
- Interação polaridade/Ton;
- Tensão.
- Toff;
- Inter. lavagem/modo de oscilação;
- Interação Toff/Tensão;
- Polaridade;

### 4. Conclusões

Com os resultados obtidos pode-se concluir que os parâmetros que tem uma relação direta com a potência fornecida pela máquina (como a tensão e a corrente elétrica de pico) foram os que mais influenciaram no processo, tanto em produtividade quanto em desgaste do eletrodo. Outros parâmetros, como a polaridade tem influência devido ao seu significado nos processos físicos que ocorrem no processo. Como os experimentos não estão totalmente concluídos não há ainda resultados conclusivos sobre a combinação de parâmetros que resultam em um processo mais otimizado.

### Referências

- DESCOEUDRES, Antoine. Characterization of electrical discharge machining plasmas. Tese n° 3542 (Doutorado em engenharia física ) – École Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne EPFL, 2006.
- CARDOSO, R.J.C. Corrosão de tubo de aço inoxidável (AISI 304) de alta pressão. Artigo apresentado na 6° COTEQ Conferência sobre tecnologias de equipamentos, 22° CONBRASCORR – Congresso brasileiro de corrosão. Departamento de ciência e tecnologia de materiais – UFBA, 2002.
- VANDER VOORT, G.F.; LUCAS, G.M. Metallography and Microstructures of Heat-Resistant Alloys. ASM handbook, volume 9: Metallography and Microstructures, p 820-859, 2004.
- SOUZA, J.F.P. Propriedades Mecânicas de Aços Inoxidáveis austeníticos nitretados submetidos à hidrogenação catódica. Tese (mestrado em física) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ArcelorMittal Inox Brasil. Aço inoxidável ferrítico ACE P444A. Catálogo informativo. 2011.
- FONDA, Peter., et al. A fundamental study on Ti-6Al-4V's thermal and electrical properties and their relation to EDM productivity. Department of Mechanical & Aeronautical Engineering, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA; Sodick Corporate Headquarters, 1605 N. Penny Lane, Schaumburg, IL 60173, USA. Artigo publicado no Journal Of materials processing technology 202, p. 583-589, 2008.
- BOJORQUEZ, B.; MARLOTH, R.T.; Es-Said, O.S. Formation of a crater in the workpiece on an electrical discharge machine. Artigo publicado no jornal Engine failure analysis 9, Elsevier, p. 93-97, 2002.
- CHEN, Y.; MAHDIVAM, S.M. Analysis of electro-discharge machining process and its comparison with experiments. Artigo publicado no Journal of materials processing technology 104, p.150-157, 2000.

## **Estudo em CFD de Processos de Combustão Industrial Com o Uso da OEC para o Aumento da Transferência de Calor por Radiação Térmica**

Venicio da S. Acherman (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)  
venicioacherman@yahoo.com.br

Alex Álisson Bandeira Santos (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)  
alex.santos@cimatec.fieb.org.br

### **Resumo**

*Processos de combustão correspondem a mais de 70% da matriz energética mundial. Com as novas descobertas de gás natural e petróleo no Brasil, cada vez mais este processo participará da matriz energética nacional. A simulação computacional em processos de combustão que tentam exprimir o comportamento da fuligem como meio participante na radiação térmica tem uma grande dificuldade para obtenção de resultados adequados por conta da falta de modelo de cinética química adequada para o cálculo da concentração da fuligem e posteriormente para o cálculo do coeficiente de emissão de radiação desta partícula e da radiação térmica emitida pela partícula. O presente trabalho se propõe a simular em um pacote comercial de grande inserção no mercado, o ANSYS CFX, processos de combustão com as correlações de compostos formados em chamas e a transferência de calor por radiação térmica, mecanismo mais importante de transferência em processos de combustão.*

### **1. Introdução**

O que é CFD ( Dinâmica dos fluidos computacionais ) ? É uma ferramenta Computacional dedicada à solução das equações de escoamento de fluidos. Os engenheiros modernos usam essa ferramenta para desenvolver Projetos, e aperfeiçoar projetos já existentes, Porém se a malha não for gerada. Adequadamente, ou se as condições de contorno ou os parâmetros de Escoamento forem aplicados inapropriadamente, os resultados podem ser Completamente errados. Segue abaixo algumas áreas aplicações da CFD: (ÇENGEL 2007)

- Indústria Automotiva;
- Aeroespacial;
- Química e Petroquímica;
- Equipamentos industriais e máquinas rotativas.

## 2. Modelagem em CFD

Foi iniciado o estudo do ANSYS CFX (software de CFD que utiliza algoritmos e métodos numéricos matemáticos como base para a resolução de seus cálculos). Nele foram simuladas testes que irão ajudar no melhor entendimento e desenvolvimento da técnica. (MALISKA 2004)

A primeira simulação teste realizada trata de uma chaminé com  $R=10\text{m}$ , velocidade da saída da fumaça variando entre  $0,01\text{m/s}$  e  $0,2\text{m/s}$ , e com velocidade do vento lateral  $1\text{m/s}$  (figura 1). O objetivo desta simulação é definir a dispersão da fumaça da chaminé em função do tempo.

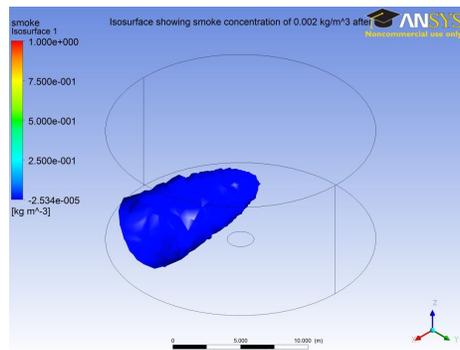


Figura 1: Concentração de fumaça simulada através da CFD.

### 2.1 Modelagem de transferência de calor por radiação térmica em CFD

São apresentados os perfis de concentração da fuligem com teores de  $\text{O}_2$  21 e 25%. Analisando a linha de centro da câmara onde é desenvolvida a chama, percebe-se que a utilização da OEC trouxe as chamas uma tendência de aumento da concentração da fuligem ao longo da câmara em comparação a queima com o ar atmosférico. A figura 2 e 3 demonstram o resultado. (SANTOS 2010)

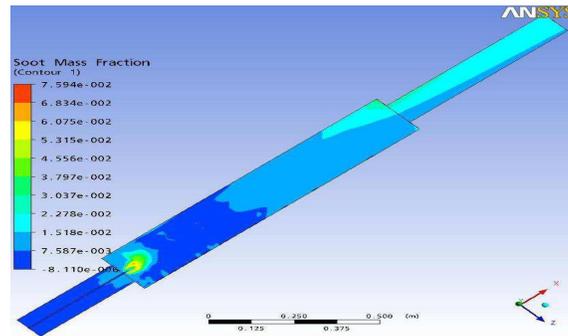


Figura 2: Fração mássica da fuligem encontrada ao longo da câmara com teor de O<sub>2</sub> de 21%.

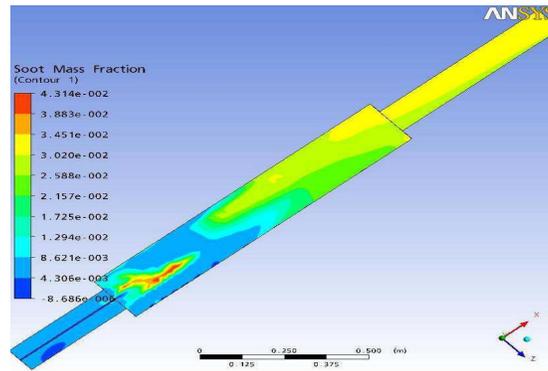


Figura 3: Fração mássica da fuligem encontrada ao longo da câmara com de O<sub>2</sub> de 25%.

### 3. Metodologia

A metodologia empregada iniciou a partir do levantamento revisão bibliográfica e foi concluída com o estudo de livros e artigos referentes ao assunto abordado. ÇENGEL (2007) tem um capítulo inteiramente voltado à Fluidodinâmica Computacional (CFD, *Computational Fluid Dynamics*) e foi de grande relevância para o entendimento básico da técnica. Definição da CFD, métodos de geração de uma boa malha, aplicação das condições de contorno apropriadas aos domínios computacionais, e entendimento da aplicação da CFD aos problemas básicos de engenharia são alguns dos assuntos relevantes tratados na referência. MALISKA (2004) descreve com interessante grau de detalhe e de forma didática o método numérico dos volumes finitos, utilizado para as simulações do presente projeto. SANTOS (2010) foi de fundamental importância para o desenvolvimento desse projeto. Nele são feitas comparações entre processos de combustão enriquecida com oxigênio (OEC, *oxygen enhanced combustion*) com diferentes porcentagens, experiência que pode ser usadas para possíveis otimizações de processos e também tentar diminuir as emissões de NO<sub>x</sub> em processos de combustão.

## 4. Resultado e Discussões

Dos estudos realizados embasado nos fundamentos teóricos sobre CFD mostra a versatilidade dessa ferramenta. Os engenheiros modernos usam essa ferramenta para desenvolver Projetos, e otimizar projetos já existentes, Porém se a malha não for gerada Adequadamente , ou se as condições de contorno ou os parâmetros de Escoamento forem aplicados inapropriadamente , os resultados podem ser Completamente errados.

## 5. Conclusões

Através do estudo da técnica de enriquecimento de combustível com o uso da OEC observou-se a relevância do assunto na área industrial. Com o desenvolvimento dessa técnica a otimização de processos industriais pode se tornar uma realidade. O contato com os conceitos básicos da CFD possibilitou a construção de uma base teórica fundamental para futuros estudos avançados. A fluidodinâmica computacional vem sendo uma ferramenta bastante utilizada nos últimos anos, devido a sua praticidade e aplicabilidade. Engenheiros modernos estão contando com ela para desenvolver muitos projetos. Por fim, o desenvolvimento atual do projeto possibilitou um conhecimento preliminar fundamental a um estudo conjugado de OEC e CFD que possibilite o melhoramento de processos industriais.

## Referências

- ANSYS INC. ANSYS CFX - SOLVER THEORY GUIDE . [S.I.], 2009.
- ÇENGEL, Younus A.; Cimbala John M. Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.
- FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; Pritchard Philip J. Introdução a Mecânica dos Fluidos. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- MALISKA, Clovis R. Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- SANTOS, A. A. B. Simulação Computacional de Correlações Entre a Formação da Fuligem e de NOx, Radiação Térmica e OEC. Campina Grande - Paraíba - Brasil. 2010.

## **Desenvolvimento de nanocompósitos com polímeros biodegradáveis**

**Arthur Gonçalves Dos Santos (SENAI-CIMATEC) arthur\_gsantos@hotmail.com  
Wagner Mauricio Pachekoski (SENAI-CIMATEC) wagner.pachekoski@fieb.org.br**

### **Resumo**

*O crescente consumo de produtos derivados de polímeros tem levado ao acúmulo de lixo plástico no meio ambiente, devido à baixa biodegradabilidade dessas matérias, e a busca de novas fontes alternativas ao petróleo. Portanto neste trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de nanocompósitos com uma base polimérica biodegradável PHB(Poli-β-hidroxibutirato), carga de Microesferas ocas de vidro e compatibilizante anidrido maleico. Esse compósito foi avaliado quanto ao Índice de fluidez(MFI), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), ensaios mecânicos de tração e impacto e ensaio de biodegradação.*

*Palavras chave: Polímeros biodegradáveis, nanocompósitos, PHB, Microesferas de vidro.*

### **1. Introdução**

Nos últimos 50 anos polímeros provenientes do petróleo tem sido amplamente utilizados, este fato deve-se a sua versatilidade, propriedades mecânicas e custo relativamente baixo. Porém a da natureza e desde a década de 80 houve uma grande conscientização em relação ao meio ambiente e uma ampla busca por materiais que apresentassem durabilidade durante o uso e degradabilidade após o descarte (CALLISTER,1994). Com o intuito de minimizar problemas ambientais e atender às exigências do mercado, muito se têm investido numa nova classe de polímeros, os biodegradáveis, onde se destacam: PLA – poli(ácido láctico); PHB – poli(hidroxibutirato); PHBV – poli(hidroxibutirato-co-hidroxivalerato) e copoliésteres alifáticos aromáticos (AAC) biodegradáveis. Estes polímeros apresentam excelentes aplicações no setor de embalagens e filmes, devido a sua alta resistência à umidade, à gordura, à mudança de temperatura e propriedade de barreira a gases. Eles também são aplicáveis na medicina, no desenvolvimento de próteses, suturas, implantes e liberação controlada de drogas (ROSA, 2003).

### **2. Revisão Bibliográfica**

Por definição da ASTM, os polímeros biodegradáveis são aqueles que apresentam quebra de ligações químicas em suas cadeias poliméricas através de agentes biológicos, levando a uma fragmentação ou desintegração dos mesmos [2]. Nanocompósitos poliméricos são materiais formados por uma matriz polimérica reforçada com uma pequena quantidade, em geral abaixo de 5% em massa, de uma carga nanométrica, ou seja, que possui ao menos uma de suas dimensões na ordem de nanômetros. E quanto à natureza, essas partículas podem ser da escala zero –

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

dimensional (nanopartícula), unidimensional (nanofibra) e bidimensional (nanoplaquetas), em função da quantidade de dimensões em escala nanométrica contidas na mesma (PEÇANHA, 2011).

### 3. Metodologia

Após o estudo bibliográfico sobre cargas disponíveis no mercado e polímeros biodegradáveis, selecionou-se o PHB (Poli- $\beta$ -hidroxibutirato) como base polimérica e das microesferas de vidro como carga. Tal escolha é justificada a partir da comparação entre os polímeros biodegradáveis PHB e PCL (Quadro 1). Uma das propriedades mais significativas foi o ponto de fusão ( $T_m$ ) dos polímeros, enquanto o PHB apresenta um  $T_m$  de 176°C o PCL apresenta aproximadamente 60°C o que dificultaria bastante o processamento de tal polímero. Visando melhorar as propriedades mecânicas e reduzir a densidade do compósito adotou-se Microesferas Ocas de Vidro (EOV) como carga de reforço para o nanocompósito. Tais esferas apresentam normalmente um diâmetro inferior a 200  $\mu\text{m}$  e a razão área e volume muito inferior as demais cargas conhecidas, tendo uma densidade na faixa de 0,15-0,40  $\text{g/cm}^3$ , ou 10% da densidade das fibras de vidro (BARBOZA, 2002). A fim de melhorar a compatibilidade e adesão entre a matriz e a carga, optou-se por utilizar o anidrido maleico como agente compatibilizante nas proporções de 1% e 5%.

Nome	PHB (Poli- $\beta$ -hidroxibutirato)	PCL (Poli- $\epsilon$ -caprolactona)
Classificação	Poli-hidroxialcanoato, pertencente a classe dos poliésteres	Poliéster alifático
Propriedades	Altamente cristalino $T_g$ – 5°C $T_m$ – 176°C Rígido e frágil	Altamente cristalino, Tenaz, Flexível $T_g$ – entre -60 e -70°C $T_m$ – aprox. 60°C
Desvantagens	A alta cristalinidade torna o PHB um polímero bastante frágil. Sua alta densidade torna as peças pesadas.	Baixa temperatura de fusão dificulta a processabilidade do PCL mesmo quando misturado.

Quadro 1 – Comparação entre os biopolímeros

Em seguida determinou a quantidade (relação massa/massa) que será utilizada de polímero (PHB), carga (Microesferas de Vidro) e compatibilizante (Anidrido Maléico) no decorrer do estudo.

- 100% PHB
- Mistura 1: 90% PHB e 10% Esferas Ocas de Vidro
- Mistura 2: (90% PHB e 10% Esferas Ocas de Vidro) / Anidrido Maléico (99/1)
- Mistura 3: (90% PHB e 10% Esferas Ocas de Vidro) / Anidrido Maléico (95/5)

Foi preparada uma quantidade de 1 kg para cada tipo de mistura. Como todos os componentes estavam na forma de pó, a mistura física ocorreu através da agitação manual em saco plástico. Todos os ensaios foram realizados em uma extrusora monorroscas LH de relação L/D da rosca igual a 16 e os parâmetros apresentados no Quadro 2.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

ENSAIO	TEMPERATURA (°C)			ROTAÇÃO(rpm)
	MATRIZ	ZONA 1	ALIMENTAÇÃO	
PHB Puro	156	156	98	30
Mistura 1	169	170	99	30
Mistura 2	169	170	99	30
Mistura 3	150	160	100	30

Quadro 2 – Parâmetros de processamento

Por último injetou-se o polímero em corpos de prova e realizou-se a caracterização mecânica (medição de densidade e ensaios de tração, flexão, impacto Izod de acordo com respectiva norma ISO) e Microscopia Eletrônica por Varredura.

## 4. Resultados e Discussão

O resultado das medições de densidade foram como esperados de acordo com a massa específica das Microesferas de vidro e a proporção utilizada em cada mistura. Onde houve uma redução de 1,7% (Tabela 1).

Amostra	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Variação
PHB Puro	1,1958	-
PHB/EOV	1,1725	-1,72%
PHB/EOV+1%AM	1,1768	-1,59%
PHB/EOV+5%AM	1,1919	-0,33%

Tabela 1 – Densidade das amostras obtidas.

De acordo com o resultados providos pelo ensaio de tração (Tabela 2), é possível observar um pequeno aumento da tensão de deformação na amostra PHB/EOV e um aumento considerável 45% na deformação específica. Mas em relação ao uso do compatibilizante (Anidrido Maleico), ouve uma queda dessas propriedade em relação a amostra sem compatibilizante, com o aumento da concentração de Anidrido Maleico.

Amostra	Tensão de Ruptura (MPa)	Deformação Específica (%)
PHB Puro	25,29 ± 2,261	1,054 ± 0,1213
PHB/EOV	28,26 ± 0,998	1,462 ± 0,90
PHB/EOV+1%AM	27,78 ± 1,347	1,514 ± 0,196
PHB/EOV+5%AM	24,85 ± 0,886	1,049 ± 0,065

Tabela 2 – Ensaio de Tração.

Alinhando resultados de tração e flexão é possível observar os mesmos característicos aumentos da tensão de ruptura e deformação específica na amostra de PHB/EOV. Contudo houve uma diminuição do módulo de elasticidade.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Amostra	Tensão de Ruptura (MPa)	Deformação Específica (%)	Módulo Elasticidade (MPa)
PHB Puro	46,02 ± 1,187	1,186 ± 0,098	4001 ± 175,3
PHB/EOV	48,25 ± 0,532	1,771 ± 0,084	3706 ± 104,4
PHB/EOV+1%AM	47,27 ± 0,863	1,826 ± 0,099	3536 ± 52,61
PHB/EOV+5%AM	32,76 ± 1,666	0,8256 ± 0,045	3583 ± 166,1

Tabela 3 – Ensaio de Flexão.

Os dados obtidos pelo ensaio de impacto Izod, foram semelhantes aos anteriores porém houve um aumento ainda maior das propriedades mensuradas na amostra PHB/EOV+1%AM.

Amostra	Absorção de Energia (%)	Resistência (kJ/m <sup>2</sup> )	Energia(J)
PHB Puro	7,64 ± 0,76	5,24 ± 0,52	0,210 ± 0,021
PHB/EOV	8,48 ± 0,34	5,82 ± 0,23	0,233 ± 0,009
PHB/EOV+1%AM	8,88 ± 0,56	6,10 ± 0,38	0,244 ± 0,015
PHB/EOV+5%AM	7,73 ± 0,48	5,31 ± 0,33	0,212 ± 0,013

Tabela 4 – Ensaio de Impacto seguindo a Norma ISO 180, sem entalhe.

Através da Microscopia por Varredura pode-se verificar a microestrutura do nanocompósito, nas três amostras de PHB/EOV verificou uma distribuição razoável em conjunto com uma adesão parcial da carga na matriz polimérica de PHB (Figura 1a, 1b, 1c), além de não identificar quebra das Microesferas de vidro.

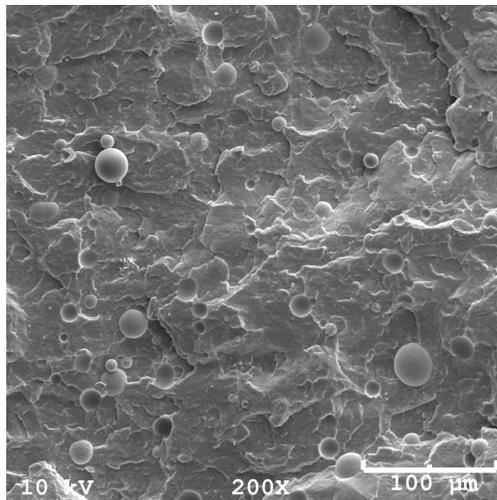


Figura 1a – MEV da Amostra PHB Puro , Ampliação 200 vezes.

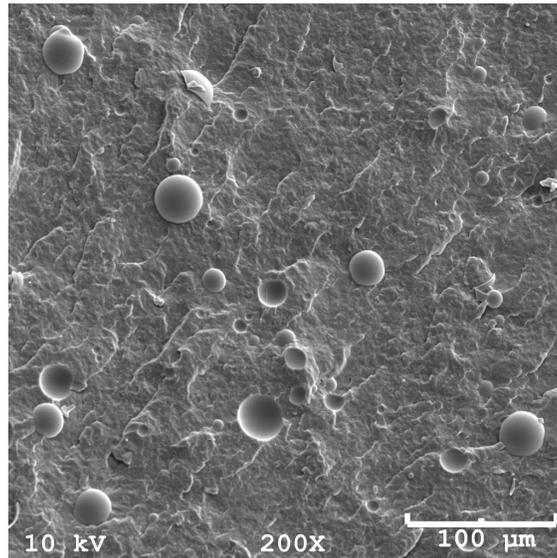


Figura 1b – MEV da Amostra PHB/EOV+1%AM, Ampliação 200 vezes.

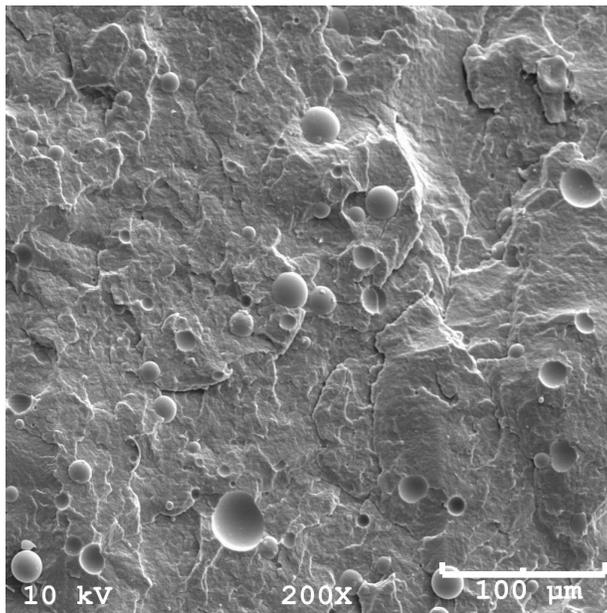


Figura 1c – MEV da Amostra PHB/EOV+5%AM, Ampliação 200 vezes.

## 5. Conclusões

O nanocompósito desenvolvido apresentou melhoras mecânicas promissoras em relação ao biopolímero puro, com apenas 50% da carga compatibilizada. Tal fato deixa grande espaço para melhora da compatibilização do nanocompósito. Por fim pode-se concluir que a produção de nanocompósitos biodegradáveis com base polimérica de PHB e carga de Microesferas de Vidro é viável decorrente das

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

propriedades mecânicas apresentadas e os parâmetros de processamento utilizados que não fogem daqueles correntemente utilizados nos polímeros já difundidos no mercado.

### Referências

- Callister, W. D. - "Materials Science and Engineering: an Introduction", John- Wiley, New York (1994).
- Mei, L. H. I. - "Polímeros biodegradáveis" in: Biomateriais: Fundamentos e Aplicações, Oréfice, R. L.; Pereira, M. M.; Mansur, H. S. (Eds.), Cultura Médica, Rio de Janeiro (2006).
- Rosa, D. S. & Pantano Filho, R. - "Biodegradação: um Ensaio com Polímeros", Moara Editora, Itatiba (2003).
- Peçanha, P. et al "Nanocompósitos Poliméricos", Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio de Janeiro(2011).
- Barboza, A. C. R.; De Paoli M.A. "Polipropileno Carregado com Microesferas Ocas de Vidro ( Glass Bubles<sup>tm</sup>): Obtenção de Espuma Sintática", Polimeros: Ciencia e Tecnologia, vol. 12, nº 2, p.130-137, (2002).
- ISO 527, "Plastics - Determination of tensile properties", (1997).
- ISO 178, "Plastics - Determination of flexural properties", (2001).
- ISO 180, "Plastics - Determination of Izod impact strength", (2000).

## **Desenvolvimento de um molde para sobre injeção de materiais com espessura de camada ajustável**

Ícaro Lima Cabral (SENAI-CIMATEC) icaro.cabral@fieb.org.br  
Valter Estevão Beal (SENAI-CIMATEC) valtereb@fieb.org.br

### **Resumo**

*Foi projetado um molde de injeção que possa regular a espessura de camada de um corpo de prova que será utilizado para testar o limite mínimo da espessura de camada que possa ser sobre injetada ao material base. De início foi feita uma revisão bibliográfica sobre moldagem por injeção, sobre injeção de materiais, caracterização de materiais sobre injetados e projeto de molde. Em seguida foram analisadas as características construtivas da máquina injetora bi-componente do SENAI CIMATEC e da placa rotativa para montagem do molde de injeção. Após esta etapa foram feitas análises estruturais para avaliar, a integridade do molde de injeção com espessura variável. Também foram simuladas as condições do processo de injeção para avaliar/estimar os limites mínimos e máximos de variação de espessura, assim como o funcionamento do sistema térmico de troca de calor do molde e do sistema de extração da peça (corpos de prova). Com base nos resultados das análises - foram realizadas alterações no projeto preliminar do molde em CAD, passando para o detalhamento completo do mesmo para que possa ser fabricado.*

*Palavras chave: Sobre-Injeção, moldes de injeção, termoplásticos e compósitos.*

### **1. Introdução**

Estudo da Sobre Moldagem de peças de compostos polímero-fibra com materiais de função de proteção e decoração como PC, ABS e PS. Foram iniciados estudos para realizá-la a sobre injeção de finas camadas de materiais termoplásticos sobre os compósitos termoplástico-fibra natural. Estes materiais darão melhor aspecto superficial e serão barreiras de proteção ao compósito. Os estudos envolvem os aspectos de projeto, limite de espessuras x comprimento do fluxo de injeção, simulação do processo e determinação de melhores parâmetros de injeção assim como, toda a caracterização de adesão entre os materiais.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um molde de injeção, multicomponente, que possa variar a espessura de camada de material sobre injetado ao material base, com diferentes geometrias de corpos de prova.

### **2. Revisão Bibliográfica**

Moldes para sobre injeção caracteriza-se pela injeção de dois termoplásticos simultaneamente com a função de conter partes coloridas, de elevada resistência térmica ou química, suaves ao toque ou mesmo agregar todas essas funções. De acordo com Marcos Cardenal, do departamento de vendas da Battenfeld, de

Osasco-SP. “A moldagem em apenas um ciclo de injeção reduz custos e amplia as possibilidades de aplicação, além de simplificar a logística e evitar falhas de montagem. As peças saem prontas da máquina” assim tornando mais econômica a produção. Essas injetoras utilizam uma placa rotativa onde a parte móvel move-se 180° para que ocorra a segunda injeção. O diretor da Arburg brasileira Roberto M. Schaefer ressalta vantagens adicionais, como a moldagem de itens resistentes às influências externas: “A combinação adequada do material resulta em uma ligação de alta resistência.”

### **3. Metodologia**

Nesta seção é apresentado a modificação de um molde de corpo de prova com a finalidade de transformá-lo em um molde de sobre injeção, ou seja, realizar mudanças para que quando fixado na máquina de injeção, o lado móvel possa girar 180°, posicionar um corpo de prova sobre o outro e injetar o segundo material. Como o molde foi doado ao SENAI sem estar acompanhado dos detalhamentos dos seus componentes, foi necessário desmontá-lo e realizar um completo levantamento dimensional. Para realizar essa modificação foi necessário um estudo detalhado da placa macho, matriz e da placa giratória visando à alocação do segundo ponto de injeção. A partir das análises realizadas deu-se início as modificações no molde 3D, foram realizadas várias modificações ao molde. Primeiramente foram analisadas as placas macho e matriz para que quando ocorresse o giro de 180° no molde encaixasse perfeitamente um produto sobre o outro. Sendo assim foi feito o mesmo produto da matriz no macho para que quando ocorresse a primeira injeção e o giro de 180° no conjunto móvel encaixasse perfeitamente sobre o produto para que assim fosse injetado o segundo material no macho. Na figura (1) apresenta a primeira modificação feita no conjunto macho matrix, para que assim ficasse perfeito o produto.

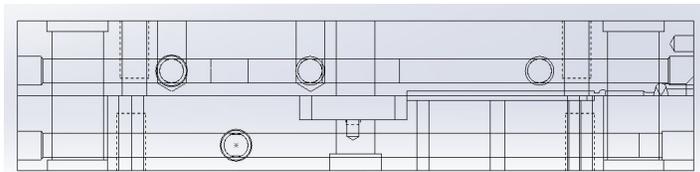


Figura 1 – Wireframe Macho Matrix<sup>1</sup>

Com o produto finalizado foi adicionado ao molde um anel de centragem fixo no macho e matriz para que ocorresse o mais novo ponto de injeção. Para a fixação do anel precisou fazer um rebaixo no conjunto e adicionar dois parafusos alen. A partir desse anel de centragem foi observado que seria preciso estudar melhor a injetora e a placa rotatória para saber como seria o canal de injeção, pois o bico de injeção teria que encaixar perfeitamente no canal. Após esse problema resolvido foi percebido que o canal de refrigeração do molde, não serviria para ser integrado na

<sup>1</sup>Figuras extraídas do projeto: Desenvolvimento de um molde para sobre injeção de materiais com espessura de camada ajustável – Autoria do próprio autor.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

placa rotatória, pois não teria como fazer o giro da parte móvel. Assim teve que ser estudado o canal de refrigeração da placa móvel para que pudesse modificar o molde. Foi pesquisado sobre a placa rotatória da 'arburg', onde foi possível encontrar as dimensões dos canais de refrigeração. Mesmo sabendo as dimensões dos canais não tinha como saber as dimensões da placa, tendo assim que tirar todo o levantamento dimensional da placa e projetá-la no CAD para fazer todos os ajustes no molde. Com as medidas da placa tiradas e os posicionamentos dos canais em mãos, partiu-se para a entrada de água no molde, mais para isso, teria que saber como era a saída de água da placa para assim modificá-lo. Logo, foi feito o dimensionamento desta parte da placa também observando que tinha a opção de quatro entradas e quatro saídas de refrigeração.

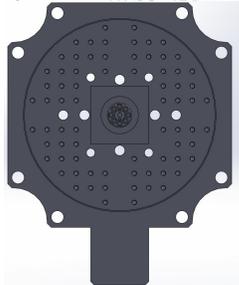


Figura 2 – Placa rotatória

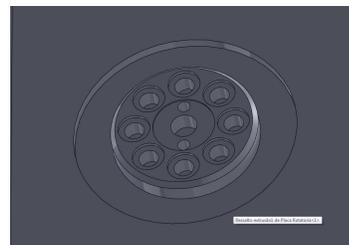


Figura 3 – Entrada e saída de água.

Com a placa pronta no CAD ocorreu de fazer modificação na placa base inferior por onde irá passar a refrigeração. Foi feito um rebaixo e os canais para passagem de água. A matriz teve que ser modificada também, pois foi pensado em colocar uma mangueira por fora do molde para que fosse direto da placa base inferior a matriz. Foi escolhido este caminho, pois não precisaria fazer um furo de conjunto no molde até chegar a ela. Essa modificação foi apenas abrir dois tampões que estavam fechados e conseqüentemente fechar os canais que sobraram.

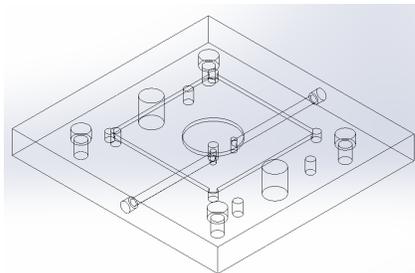


Figura 4 – Placa base inferior

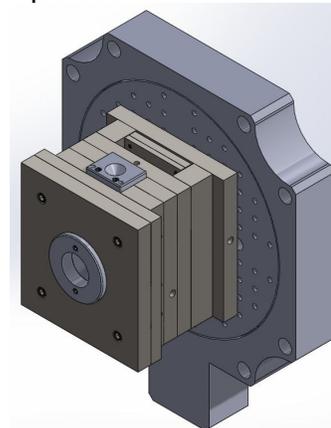


Figura 5 – Conjunto Molde X Placa Rotatoria.

A placa rotatória, refrigeração, produto, canais de injeção, anéis de centragem e todos os componentes de um molde para injeção pronta partir para a montagem final do molde, onde foram feitas todas as montagens e aclopamentos.

## 4. Resultados e Discussão

O Projeto teve como início a criação de um molde para a fabricação de corpos de prova com espessura de camada variável sendo auxiliar no desenvolvimento da pesquisa de sobre injeção de materiais plásticos sobre compósitos. Suportando elevadas pressões de injeção, especialmente no caso de espessuras muito finas do material de recobrimento ou até mesmo em materiais mais viscosos, como o policarbonato, onde a ainda a necessidade de ter o molde com temperatura superior à temperatura ambiente. Este molde poderá também injetar diferentes geometrias de corpo de prova, para que possam ser utilizadas em ensaios variados para a caracterização mecânica entre os diferentes materiais injetados.

## 5. Conclusões

Conclui-se que é possível a utilização do método de sobre injeção para melhor acabamento superficial. Resultando assim em produtos diferenciados para diferentes aplicações de apelo decorativo.

## Referências

HARADA, JULIO: Moldes para Injeção de Termoplástico: projetos e princípios básicos - São Paulo: Artliber Editora, 2004.

ROSSA-SIERRA, M. SÁNCHEZ-SOTO, S. Illescas, M.LI. Maspoch - "Study of the interface behaviour between MABS/TPU bi-layer structures obtained through over moulding", Journal of Materials and Design, 2009

FERRO, SIMONE: Multicomponentes avançam no Brasil – São Paulo: Revista Plástico Moderno, 2003

**Proposição de um método eficaz para otimização virtual das  
tolerâncias dimensionais em sistemas de suspensão para  
veículos de passeio.**

Jorsiele Damasceno Cerqueira (SENAI – CIMATEC) jorsieledc@hotmail.com  
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Moret  
Co-Orientador: Thiago Murari

**RESUMO:**

*Não existe um método que priorize e determine os valores excelentes de tolerância para as características dimensionais significativas da suspensão baseado na avaliação das respostas dinâmicas. A complexidade e custos envolvidos durante o desenvolvimento de novos veículos fazem que análises baseadas em modelagens dinâmicas e simulações se tornem necessários em estágios iniciais do desenvolvimento. Para este propósito é essencial estabelecer um método rigoroso de modelagem matemática dos sistemas do veículo.*

*Um modelo computacional foi desenvolvido para prever as variações dimensionais das características geométricas baseado na tolerância das peças e avaliar as principais características de um veículo de passeio compacto.*

*Palavra-chave: Tolerâncias. Suspensão. Modelagem Computacional.*

**1.Introdução**

A qualidade do veículo automotor sobre a perspectiva do cliente tem relação direta com vários fatores. Entre eles temos a tendência direcional do veículo, associada ao Torque de Alinhamento Residual Veicular (VRAT), que em relação à percepção do cliente é vista como: o veículo "puxa" constantemente para um lado em uma estrada reta e plana enquanto mantém a velocidade constante. Este problema é diretamente relacionado com fatores como Camber, Caster e Toe, entre outros. Estes fatores, por sua vez, são características geométricas definidas em projeto e diretamente influenciadas pela variação dimensional proveniente da fabricação e montagem das peças de carroceria, suspensão e dos pneus utilizados. Um modelo computacional foi desenvolvido para prever as variações dimensionais das características geométricas baseado na tolerância das peças e avaliar as principais características de um veículo de passeio compacto. Os resultados da simulação de variação dimensional foram adicionados ao modelo de simulação dinâmica desenvolvido no MSC.ADAMS Chassis, o que possibilitou a escolha dos fatores importantes, o desenvolvimento de uma superfície de resposta polinomial onde é possível avaliar os resultados de tendência direcional e a influência de cada um dos fatores no VRAT.

**2.Revisão Bibliográfica**

Desde o processo de esboço de um material até o seu desenvolvimento é praticamente impossível manter todas as suas dimensões, uma vez que todas as suas etapas de fabricação estão dispostas à imperfeições, seja no desenho ou no

acabamento final, estas imperfeições que posteriormente se tornam desvios no produto final, sendo estes desvios aceitos ou não, podem ser chamados de tolerâncias dimensionais. Os recursos utilizados pela engenharia dimensional são as tolerâncias. Elas são incorporadas aos projetos dos produtos, na atividade de cotação. O seu objetivo é expressar como os diversos elementos devem se relacionar, para atender aos requisitos do projeto.

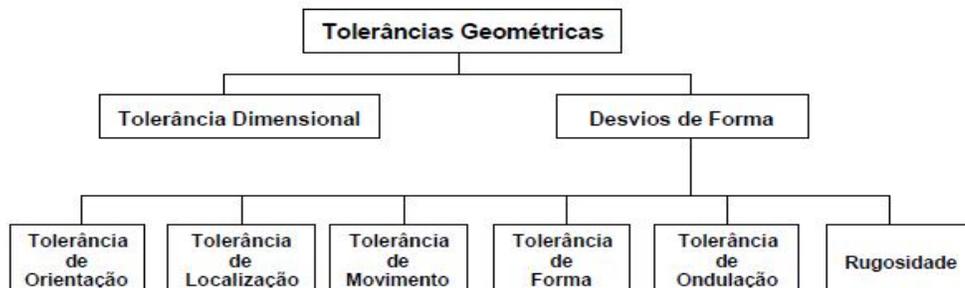
- **Tolerância Dimensional**

É impossível que uma peça tenha as suas dimensões iguais às dimensões do seu projeto inicial, por mais minucioso que seja seu método de fabricação ele sempre haverá uma variação nas dimensões nominais, que são as cotadas no desenho técnico e nas dimensões efetivas.

A questão dimensional é realmente importante, uma vez que serve para garantir que as especificações do produto sejam atendidas durante sua fabricação. Para formalizar essa questão foram criadas normas, brasileiras e mundiais para padronizar estas variações, garantindo maior precisão.

- **Tolerância Geométrica**

Os desvios geométricos permissíveis para a peça são previamente indicados, aplicando-se tolerâncias geométricas que são os limites dentro dos quais as dimensões e formas geométricas possam variar sem que haja comprometimento do funcionamento e intercambiabilidade das peças.



*Fig 1 – Quadro geral das Tolerâncias Geométricas.*

### 3. Metodologia

A procura do controle nos resultados da qualidade dimensional, no âmbito automotivo permite através do projeto o desenvolvimento de um método virtual otimizado que priorize os valores adequados de tolerância para as características dimensionais significativas da suspensão em veículo de passeio baseado na avaliação das respostas dinâmicas, viabilizando solucionar problemas ligados à qualidade e estabilidade do veículo assim como as causas do desalinhamento destes.

O aporte principal deste projeto utilizou conceito de pré-controle para validar e controlar processos aplicados à engenharia dimensional proporcionando:

- ✓ A redução da quantidade de protótipos de testes necessários à validação da suspensão do veículo (Redução dos custos do Programa)

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

- ✓ Permitindo o ganho na contenção de produção de protótipos e a garantia de uma maior satisfação do cliente, com a melhoria dos índices de TGW e Garantia (R/1000).

A verificação de um método alternativo não substitui nenhum sistema notório de controle dimensional, vindo apenas a agregar os métodos atuais. Os conhecimentos obtidos comportam a efetivação de pesquisas relacionadas a controle dimensional em relação à estabilidade dimensional, redução de discrepâncias de montagem, redução de despesas anuais com retrabalhos e descartes de peças.

Esses pontos devem ser atribuídos dentro da modelagem computacional no momento de produção da peça, alinhado seus pontos de controle indicados pela coordenada da suspensão. A geração desses pontos de controle foi dada pelo MSC. ADAMS Chassis que é responsável por materializar a virtualização dos cálculos, através da plotagem dos resultados que será a interconexão com o software (VisVsa) atribuindo ao processo um valor agregado de confiabilidade dimensional.

O ADAMS/Chassis foi usado para executar uma estatística significativa de testes para determinar a sensibilidade do projeto de variações. Aonde foram definidas as variáveis - incluindo faixas de valores específicas ou tolerâncias - em seguida, foram produzidas uma série de permutações de simulação necessárias para uma experiência completa e enredo dos resultados comparativos para análise de tendência. Desta forma, ADAMS/Chassis ajudou a obter o projeto ideal.

As abrangentes formas de metodologia no estudo, análise e construção do projeto estão destinadas em etapas:

- A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico, ou seja, pesquisas em livros e periódicos que correlacione com a proposta do projeto, para que detenha um levantamento contundente de dados satisfatórios a produção do projeto.
- A segunda etapa foi responsável pela modelagem inerente às simulações do software ADAMS/ Chassis, na qual foram realizados testes para otimizar o desempenho - tudo antes de construir um único protótipo. Isso permite compreender a dinâmica do veículo, incluindo o manuseamento, passeio e características de desgaste do pneu. Além de comparar o desempenho do projeto de subsistema do veículo pré-definidos.
- Sendo a terceira etapa o cume do plano de interesse do projeto que consistiu em validar os resultados através da realização de testes específicos ao controle otimizado nas tolerâncias da suspensão de veículo de passeio. Para assim poder produzir sistemas mais eficientes.

### 4.Resultados e Discussões

A solução MSC. ADAMS dinâmico, ADAMS/Chassis forneceu um conjunto de capacidades para o processamento de criar rapidamente e completar o modelo do projeto. Como ADAMS/Chassis oferece uma completa biblioteca de eventos para veículos, tais como deslizamentos de estado estacionário, raio constante, incluindo o caso de carga dinâmica e características do veículo estático. Além disso, ADAMS/Chassis trouxe o design de Experimentos (DOE) com métodos ADAMS/Insight que permitiu assim avaliar os efeitos de variações de design múltiplas testados simultaneamente. E em que grau cada variação afeta o sistema global. Dentre eles estão:

**CAMBER** – É o ângulo entre o plano da roda e o eixo vertical do veículo, medido no centro da roda. É positivo quando a parte superior da roda se inclina pra fora do veículo. Para calcular o ângulo de camber o ADAMS utilizou a orientação dos eixos do centro da roda (*spin axis*).

$$\text{camber} = -\arcsin(\text{spinaxis\_z})$$

**CASTER** – É o ângulo, na vista lateral (plano XZ do veículo), entre o eixo de esterçamento (kingpin) e o eixo vertical do veículo. É positivo quando a parte superior do eixo de esterçamento é inclinada para a traseira do veículo.

ADAMS usa as projeções do eixo de esterçamento nos eixos X e Z do veículo (sx e sz) para calcular o ângulo de caster:

$$sx = \text{steer\_axis} \cdot \text{road\_x\_axis}$$

$$sz = \text{steer\_axis} \cdot \text{road\_z\_axis}$$

$$\text{caster} = \arctan(sx \text{ } sz)$$

**ÂNGULO DE CONVERGÊNCIA** – Ângulo de convergência (toe) é o ângulo entre o eixo longitudinal do veículo e a linha de intersecção do plano da roda e do plano XY do veículo. É positivo quando a parte frontal da roda é inclinada para o interior do veículo

ADAMS usa as projeções da linha de intersecção do plano da roda e do plano XY do veículo nos eixos X e Y do veículo (sy e sx) para calcular o ângulo de convergência.

Esquerda:

$$sy = \text{steer\_axis} \cdot \text{road\_y\_axis}$$

$$sx = \text{steer\_axis} \cdot \text{road\_x\_axis}$$

Direita:

$$sy = (\text{steer\_axis} \cdot \text{road\_y\_axis})$$

$$sx = -\text{steer\_axis} \cdot \text{road\_x\_axis}$$

Convergência (toe):

$$\text{toe} = \arctan(sx \text{ } sy)$$

## 5. Conclusão

A demanda na exigência da qualidade são parâmetros a serem obedecidos quando se levam em conta a otimização de processos. Atualmente a realidade tecnológica busca suprir as intermitências cuja base esta na combinação de protótipos físicos e virtuais para assegurar uma melhor verificação dos dados obtidos no decorrer do processo.

O ADAMS/Chassis foi usado para executar uma estatística significativa de testes para determinar a sensibilidade do projeto de variações. Aonde foram definidas as variáveis - incluindo faixas de valores específicas ou tolerâncias - em seguida, foram produzidas uma série de permutações de simulação necessárias para uma experiência completa e enredo dos resultados comparativos para análise de tendência. Desta forma, ADAMS/Chassis ajudou a obter o projeto ideal.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A relação do método proposto está fundamentado nos testes de engenharia no qual comporta antecipar os resultados que seriam obtidos com protótipos físicos, reduzindo conseqüentemente a quantidade do número de testes, os quais respondem pela maior parte dos custos de desenvolvimento de novos produtos. A utilização de sistemas de pré-controle na manufatura permitiu simular o processo de com a eliminação das perdas e redução drasticamente dos custos de produção.

A inclusão de ferramentas computacionais agregadas à engenharia *off-line*, para apoiar as atividades de criação de um produto, em cada etapa do processo, ajuda a resolver os problemas de desenvolvimento do produto.

Este projeto expõe a relevância sob o ponto de vista da engenharia dimensional, visando à otimização a partir da confiabilidade da modelagem computacional. Sendo assim, a importância, sob o ponto de vista do processo de desenvolvimento da suspensão, indica a possibilidade do uso do controle intrinsecamente através da simulação para garantir um padrão de conformidade.

O conjunto final foi à solução do compromisso ideal, entre o tecnicamente possível e o desejável. O controle geométrico tratou basicamente dos procedimentos de determinação das dimensões, forma e posição dos elementos sólidos. Para isto considerou o comportamento e a condição do objeto a ser simulado (suspensão). Desse modo, para garantir que os desvios não prejudiquem a montagem e o funcionamento perfeito das peças.

### Referências

- CHIAVERINI, Vicente. Tecnologia Mecânica. 2.ed. NEW YORK: McGraw-Hill, 1986. xiii, 315p
- DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. Tecnologia da Usinagem dos Materiais. 5.ed. SÃO PAULO: Artliber, 2006. 255p.
- FERRARESI, Dino. Fundamentos da Usinagem dos Metais vol. I São Paulo, Edgar Metais. Blucher Ltda., 1970.
- CBECIMat – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais. 17, 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Estudo da qualidade superficial e desvio dimensional do aço ANSI 4140 submetido ao processo de torneamento. Caxias do Sul, RS: 2006. 12p.
- AGOSTINHO, Oswaldo Luiz; RODRIGUES, Antonio Carlos dos Santos; LIRANI, João. Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de dimensões. São Paulo: Edgar Blucher, 1977. 295p.
- SANTANA, Gabriel Souza de (Elaborador). Suspensão e direção leve. rv.00. Salvador: [s.n], 2006. 85p.
- SENAI\_CIMATEC.; SANTOS JUNIOR, Enoch Dias (Elaborador). Alinhamento e balanceamento. rev.00. Salvador: [s.n], 2007. 39 p.
- HAPPIAN-SMITH, Julian (Ed). An introduction to modern vehicle design. Warrendale: SAE, 2002. 585 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6158: Sistemas de Tolerâncias e Ajustes, Rio de Janeiro, 1995. 79 p.
- OLIVEIRA, José Eduardo de; MESQUITA, Noemia Gomes de Mattos de; Yogendra Prasad. Tolerâncias dimensionais de peças usinadas com pastilhas cerâmicas – Um estudo de caso. Disponível em:  
<<http://www.grima.ufsc.br/cobef4/files/node060.html>> Acesso em: 12 de outubro de 2010.

## **Realização do processo de estampagem incremental por roboforming para fabricação de componentes metálicos**

**Victor Áquila Almeida Damasceno (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)**  
victoraquila@gmail.com

**Charles Chemale Yurgel (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)**  
charles.chemale@fieb.org.br

### **Resumo**

*Este trabalho apresenta aspectos do processo de estampagem incremental para prototipagem rápida de chapas metálicas. Desenvolve estudos voltados a conformação de chapas através de um punção que está fixado a um robô. Apresenta conceitos e definições fundamentais para o estudo da estampagem como ,por exemplo, a CLC (Curva Limite de Conformação) e características dos materiais a serem estampados. Este processo de fabricação permite a fabricação de peças em pequenos lotes e geometrias simples e complexas, que por sua vez necessitam de um elevado grau de deformação plástica e com custo de fabricação reduzidos.*

*Palavras chave: Estampagem incremental; Curva Limite de Conformação; Roboforming.*

### **1. Introdução**

Com o estudo crescente dos parâmetros envolvidos na fabricação de componentes estampados, visando maior qualidade e produtividade, surgiu a necessidade de avaliar o quanto o processo de estampagem afeta nas propriedades finais da peça. Para entender melhor seu funcionamento necessita-se de um estudo sobre as distorções geométricas ocasionadas na peça e da Curva Limite de Conformação.

O objetivo final do processo de estampagem é agregar o formato desejado à peça sem defeitos ou falhas. Para garantir tais fatores é necessário o conhecimento específico das propriedades mecânicas e tecnológicas dos materiais envolvidos no processo. As propriedades mecânicas são determinadas através de ensaios convencionais, como tração e compressão. Em referência aos aspectos tecnológicos de conformação de chapas metálicas, é através de ensaios específicos como a obtenção da Curva Limite de Conformação (CLC) e do coeficiente de atrito, com intuito de se avaliar o quanto o material resiste à deformação (VATAVUK, 2010).

A Curva Limite de Conformação (CLC) permite avaliar diversos tipos de deformação através do mecanismo de análise de falhas em peças que passaram pelo processo de estampagem. O estudo de tal curva permite desenvolver experimentos de aços e ligas atualmente utilizadas na estampagem, assim como, seu comportamento, prevendo possíveis defeitos e deformações (SCHAEFFER, 2005).

A manufatura de componentes ocorre através de chapas metálicas, onde estas são submetidas a processos de estampagem profunda, corte, dobre, furação e entre outras. As chapas metálicas são primeiramente laminadas, posteriormente

realizadas operações de conformação, como estampagem para manufatura de painéis e carrocerias automotivas (SCHAEFFER, 2005).

A estampagem incremental utilizada para prototipagem rápida de componentes fabricados em chapas metálicas, onde se produz deformações plásticas localizadas em regiões específicas da chapa. Essas deformações são ocasionadas através de pressões pontuais realizadas por um punção com geometria menor que a chapa metálica. O processo de estampagem incremental por roboforming é desempenhado por um robô, sendo que o punção que aplica a pressão de deformação está fixado ao mesmo, possibilitando o aumento da capacidade de estampagem em diferentes direções, como por exemplo, nos três eixos (Lora, 2010).

Esse processo de conformação é voltado exclusivamente para a fabricação de peças em pequenos lotes, podendo ter formatos complexos. A sua utilização como fabricação de peças, para esse caso, é devido ao ponto de vista econômico, pois os mesmos não seriam viáveis financeiramente para uma produção de um ferramental completo (Tiburi, 2007).

## **2. Estampagem de Chapas**

O estudo da compressão da estampabilidade de chapas metálicas é imprescindível na produção de manufaturados com qualidade. É necessário ainda conhecer o nível de conformabilidade das peças, medição de conformabilidade de cada lote para melhor conhecer o nível de conformação que serão utilizadas durante todo o processo.

Aliado a todos esses requisitos é importante o desenvolvimento de ensaios laboratoriais que permitam quantificar e qualificar os processos de estampagem industrial. O estiramento e/ou embutimento profundo, por exemplo, é possível a identificação em determinada região da peça durante o processo de conformação, garantindo a otimização do processo de estampagem através da melhoria da geometria das ferramentas.

A estampagem de chapas metálicas consiste basicamente em pressionar uma matriz ou punção, com forma e geometria bem definidas, em uma chapa metálica. As dimensões da matriz determinam as dimensões finais, a área da seção transversal do produto estampado e a redução da área. As deformações básicas envolvidas no processo é a de tração e de compressão realizados por mecanismos de estiramento, embutimento, por exemplo.

### **2.1 Curva Limite de Conformação**

Uma das formas de se avaliar os pontos geométricos máximos de deformação de uma chapa submetida à deformação é através da obtenção da CLC (Curva Limite de Conformação). Ela permite definir o nível de deformação que o material sofrerá no momento em que ocorrerá a ruptura, garantindo um percentual de deformação seguro, conseqüentemente um produto final com maior qualidade.

Curva Limite de Conformação (CLC) permite avaliar diversos tipos de deformação através do mecanismo de análise de falhas em peças que passaram pelo processo

de estampagem. O estudo de tal curva permite desenvolver experimentos de aços e ligas atualmente utilizadas na estampagem, assim como, seu comportamento, prevendo possíveis defeitos e deformações. Um dos métodos mais utilizados é o Nakajima, que determina a CLC através da variação de espessura para avaliar os dois quadrantes da curva.

## 2.3 Processo por roboforming

Durante o processo a chapa é fixada a um suporte, o qual se move verticalmente ao longo de quatro guias localizada em cada canto da mesa. O movimento vertical do suporte é causado somente pela gravidade e não controlado por nenhum dispositivo. Tanto o suporte quanto o robô se movimentam de forma conjunta para a realização do processo de estampagem incremental (Daleffe, 2008).

O processo de estampagem incremental por roboforming assemelha-se ao processo utilizado nos de máquinas CNC (Comando numérico computadorizado). O processo começa com o modelo 3D em CAD do produto, trabalhando em conjunto de um software que transfere a linguagem da operação para o robô (Daleffe, 2008).

Os benefícios do robô comparado à estampagem com máquinas fresadoras são evidentes. O robô trás flexibilidade ao processo de fabricação e possibilita a combinação de várias etapas de fabricação. Um único robô pode realiza múltiplas tarefas como posicionar a chapa, cortar com laser e conferir tratamento térmico. (Daleffe, 2008).

## 3. Metodologia

A metodologia utilizada foi embasada por um aprofundamento teórico, a partir de levantamento bibliográfico em livros, artigos científicos, sobre a estampagem incremental e suas características tanto de chapas metálicas como o processo em si. Com intuito de obter uma visão mais técnica e real deste processo foram realizadas avaliações de deformações, a Curva Limite de Conformação (CLC), propriedades mecânicas de chapas automobilísticas. Este projeto teve como objetivo principal desenvolver conhecimentos teóricos e práticos e considerações importantes do mesmo, afim de promover pesquisas futuras.

## 4. Resultado e Discussões

Dos estudos realizados embasado nos fundamentos teóricos sobre estampagem incremental mostra a versatilidade do processo com a utilização de um robô. Com um unico robô é possível otimizar tarefas envolvidas na fabricação, na produção de peças em larga escala, como posicionamento de chapas e cortes comparado ao processo convencional.

Os tipos de deformação incremental simétrica por Spinning demonstrou uma maior capacidade de produção comparado a de shear forming, pelo fato de ocorrer múltiplas deformações, aumentando conformabilidade da peça comparando também há processos de estampagem convencional.

O processo de estampagem incremental por roboforming por protipagem rápida favorece a fabricação de componentes de chapas metálicas com deformações plásticas em regiões específicas. Isso mostra que o processo por roboforming permite a fabricação de peças de alta qualidade, e com materiais e componentes de baixo custo.

### 5. Conclusões

Conclui-se com o trabalho proposto que o processo de estampagem incremental por roboforming é viável comparado ao convencional, por trazer benefícios que otimizam o processo. Possui uma maior capacidade de produção, com fabricação de peças com geometrias mais complexas, através de um único robô que realiza múltiplas tarefas. Além dessas proporciona uma redução no tempo de produção e de preparação, redução de custos de desenvolvimento e manufatura de ferramentas, sendo esse tipo de processo viável apenas para pequenos lotes de peça.

Outra forma de qualificar o processo de estampagem incremental por roboforming, é na utilização de uma prensa chapas não necessitando de usinagens demoradas, ganhando tempo e custo.

Conclui-se também que é de fundamental importância, para avaliação do processo como todo, para melhor garantir qualidade e produtividade, o estudo da Curva Limite de Conformação, o material a ser utilizado para estampagem e os ensaios envolvidos no processo. Está irá permite avaliar os diversos tipos de deformação como embutimento, tração, deformação plana e estiramento biaxial. Tais definições servirão para desenvolver experimentos de aços e ligas atualmente utilizadas na estampagem, assim como, seu comportamento, prevendo possíveis defeitos e deformações.

Como vistos no desenvolvimentos dos experimentos a montagem da CLC através do modelo matemático de Keller, conclui-se que o processo por estampagem incremental permite graus maiores de deformações comparado ao convencional, atingindo valores duas a três vezes superiores.

### Referências

- CASTELÃN, J. Estampagem Incremental do titânio comercialmente puro para aplicação em implante craniano. 2010. 193 f. Dissertação Mestrado em Processo de Fabricação. Escola de Engenharia Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e dos Materiais – PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- CAVALER, Luiz Carlos de Cesaro. Parâmetros de conformação para estampagem incremental de chapas de aço inoxidável AISI 304L. Tese para obtenção do título de Doutor em Engenharia Metalúrgica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- DALEFFE, Anderson. Estudo do processo de estampagem incremental em chapa de alumínio puro. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- DIÓGENES, A. N., HOFF, E. A., FERNANDES, C. P., COSTA, F. de S., MALISKA A. M. Caracterização de aços BH através de análise de imagens: classificação de inclusões de acordo com seu tamanho e forma. Florianópolis – SC, 2005.
- FERRARINE, J. L. Caracterização de materiais para o processo de Estampagem. Dissertação para título de Mestre em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- FILHO, Eduardo G. O. Análise de estampagem de chapas pelo método de elementos finitos: estudo da influência taxa de sensibilidade. Departamento de pesquisa e pós-graduação programa de pós-graduação em engenharia mecânica. Curitiba, Agosto de 2003.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

- FOLKL, Priscila. Microscopia e microanálise do aço Bake Hardenable. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Guaratinguetá. Guaratinguetá, 29 nov 2009.
- MARQUES, Tania Alexandra Ferreira. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Materiais. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnico de Lisboa. Outubro de 2010.
- POLACK, Antonio V. Manual prático de estampagem. Editora HEMUS, 1974.
- RAVILSON, A. C. F. Avaliação das deformações de chapas finas e curvas CLC para diferentes geometrias de punções. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Curitiba Julho, 2004.
- SCHAEFFER, Lirio. Conformação de chapas metálicas. Imprensa Livre, 2005. 193 p.
- LOMBARDO, Sandro. Estudo do envelhecimento após deformação em um aço complex phase. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, 2011.
- SCHAEFFER, Lirio. Novos Desenvolvimentos em Conformação Mecânica com Ênfase em Chapas Metálicas na Indústria Automobilística. Centro de Inovação Tecnológica em Conformação Mecânica.
- SOUZA, K. E. R., COUTO, A. A., VATAVUK, J. Influência da pré-deformação plástica no envelhecimento do aço 180 bh. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, v. 11, n. 1 – Edição Especial, p. 90-101, 2010.
- TIBURI, Fabio. Aspectos do processo de estampagem incremental. Dissertação para obtenção do título de mestre em Engenharia. Porto Alegre, 2007.
- TIGUINHO, L. M. V. (2005). Influência da lubrificação na estampagem via análise das deformações obtidas em uma chapa de aço de alta estampabilidade. Dissertação de Mestrado. Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.
- VIANNA, Filipi Damasceno, RIBEIRO, Edison Luis, RECKZIEGEL, Lucas Luiz. Tratamento térmico T4: solubilização e envelhecimento de ligas Al3,5%Cu. Porto Alegre, Julho de 2006.

## **Panorama de Patentes de Invenção Depositadas entre 1997 e 2009 no Estado da Bahia**

**Aginaldo Ribeiro França Neto(1), Diego Lemos Ferreira(2), Liliane de Queiroz Antonio(3),  
Eduardo Winter(4)**

**(1) Bolsista de Iniciação Científica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC/CETIND, (2)  
Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial, (3), Orientadora de Iniciação Científica da  
Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC/CETIND, (4) Doutorado em Ciências (INPI)**

### **Resumo**

É Inegável a importância do estudo sobre as patentes de invenção no Estado da Bahia. O presente estudo tem o objetivo de mapear o depósito de patentes de invenção no escritório do INPI do estado da Bahia entre os anos de 1997 a 2007. Os resultados mostram que o estado da Bahia tem mostrado um aumento no depósito de patentes nos últimos anos, e em áreas que requerem um certo nível de tecnologia base. Isso representa a importância dos investimentos na área de pesquisa e desenvolvimento.

*Palavras Chave: Patentes, Inovação, Bahia, Propriedade Intelectual*

### **1. Introdução**

O presente estudo tem o objetivo de mapear o depósito de patentes de invenção no escritório do INPI do estado da Bahia entre os anos de 1997 a 2007. Para tanto foi necessário identificar a classificação e conteúdo das patentes, quais os inventores e titulares, e onde os inventores que depositaram as patentes de invenção no escritório do INPI do estado da Bahia trabalham.

### **2. Metodologia**

A metodologia adotada neste projeto de pesquisa foi a Abordagem Empírica, tendo como Estratégia de Pesquisa a Análise Documental (MARTINS & THEOPHILO, 2007) dos documentos de patentes disponíveis no sítio do INPI e das informações sócio-econômicas disponíveis no sítio do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e estatística) e IPEA (Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada). O corte temporal utilizado nesta pesquisa se deve a: 1997 – ano que entrou em vigor a Lei 9.279/96 de Propriedade Industrial; 2007 – disponibilização de dados pelo INPI.

### **3. Resultados e Discussão**

Percebeu-se uma alta concentração no número de pedidos patentes de invenção depositados entre os anos de 1997 e 2007, tendo São Paulo como detentor de 46% do total e 15 Estados detendo apenas 4%. Observa-se também que os três primeiros Estados são do Sudeste e juntos detêm 66% do total. Deste montante, o Estado da Bahia detêm apenas 1%. Observou-se também que os pedidos de

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

patentes de invenção depositados no INPI da Bahia entre os anos de 1997 e 2007 apresenta uma concentração em área de menor dinamicidade tecnologia, refletido a estrutura econômica do Estado (Figura 1).

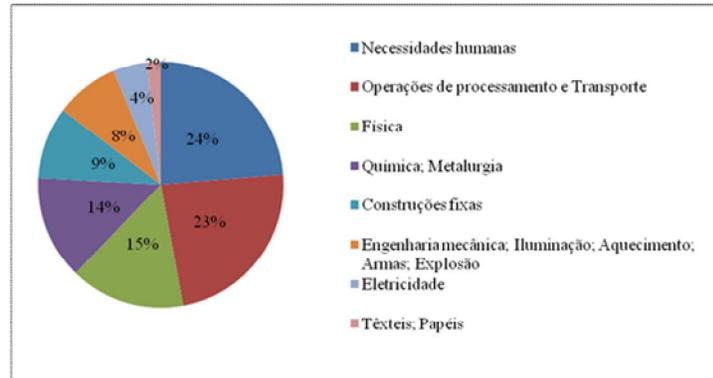


Figura 1 – Distribuição dos pedidos de patentes de invenção depositados por residentes no escritório do INPI do Estado da Bahia entre 1999 e 2007, segundo sua seção.  
 Fonte: Winter (2011).  
 Elaboração própria (2011).

Ao se calcular o R-quadrado, fazendo uma relação entre o PIB dos Estados e o número de pedidos de patentes de invenção depositados, percebe-se que existe uma forte correlação entre os dois indicadores, com o R-quadrado bem próxima a 1, conforme pode ser visto na Figura 2. O R-quadrado entre o número de pedidos de patentes de invenção depositados e a quantidade de pessoas com mais de 11 anos de estudo e 25 anos ou mais de cada Estado da Federação apresentou forte correlação (Figura 3). Desta forma, as Figuras 2 e 3 apontam o caminho para o desenvolvimento econômico: educação.

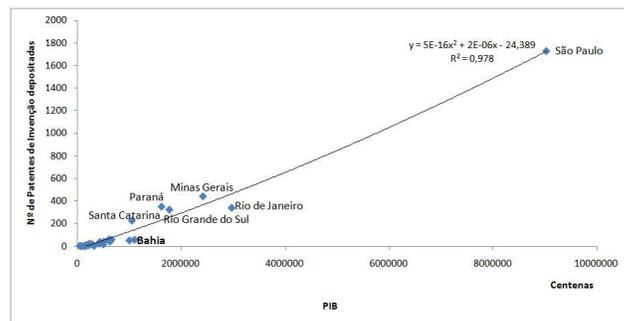


Figura 2 - Relação entre o PIB e o número de pedidos de patentes de invenção depositados por residentes no ano de 2007\* por Estado brasileiro.  
 Fontes: INPI, 2010e (número de pedidos de patentes de invenção por Estado); IBGE, 2010 (PIB por estado). Autoria própria (2011).

\* dados de pedidos de patentes de invenção não consolidados pelo INPI.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

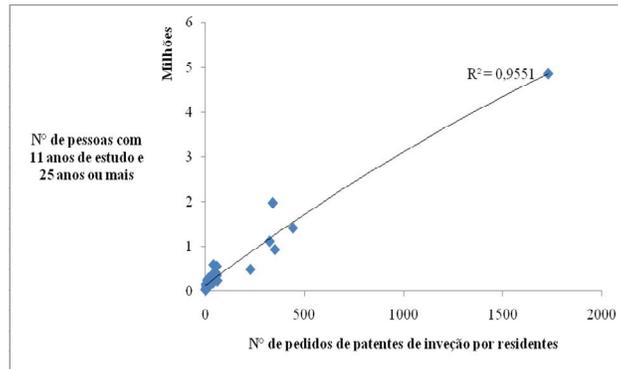


Figura 3 – Correlação entre o total de pessoas com mais de 11 anos de estudo e 25 anos ou mais e o número de pedidos de patentes de invenção de cada estado brasileiro – ano 2000.

Fonte: Indicadores sociais, IPEA, 2011; Pedidos de patentes de invenção, INPI, 2010e. Autoria própria (2011).

#### 4. Conclusões

O desenvolvimento de um estado está intimamente ligado ao investimento na área de pesquisa e desenvolvimento, e com a qualidade da produção tecnológica gerada a partir desses investimentos. A geração de tecnologia dentro de um estado provoca um aumento no depósito de patentes, que por sua vez protege a economia e torna o estado mais competitivo comercial e tecnologicamente. Porém, é necessário que exista uma rede que ligue os centros de desenvolvimento tecnológico (MITS, universidades...), indústrias e órgãos financiadores. O estado da Bahia tem mostrado um aumento no depósito de patentes nos últimos anos, e em áreas que requerem um certo nível de tecnologia base. Nas décadas de 70, 80 e 90 a Bahia vinha com pouco desenvolvimento tecnológico e um baixo número de patentes depositadas, quadro esse que vem se modificando desde o início dos anos 2000.

#### Referências

ARRUDA, Mauro; VERMULM, Roberto; HOLLANDA, Sandra. Inovação tecnológica no Brasil: A indústria em busca da competitividade global. Brasil: Mil Folhas, 2006.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEOPHILO, Carlos Renato. Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas. São Paulo: Atlas, 2007. 225 p.

AMADEI, José Roberto Plácido; TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale. As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas. Ci. Inf., Brasília, v. 38, n. 2, p.9-18, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v38n2/01.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

BRASIL. Brasil. Palácio do Planalto. Lei 9279 de 14 de maio de 1996: Lei de Propriedade Industrial. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm)>. Acesso em: 29 mar. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

INPI – Instituto de Propriedade Industrial. Disponível em: [www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br).

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br).

WORD intellectual property indicators United States: Wipo, 2010.

## **Desenvolvimento de Compósitos Híbridos Polipropileno/Casca de Arroz e Talco para Produção de Perfis.**

**Jeangela dos Santos Nascimento (Senai-Cimatec) [jeangela.nascimento@fieb.org.br](mailto:jeangela.nascimento@fieb.org.br)  
Zora Ionara Gama dos Santos (Senai-Cimatec) [zoraionara@fieb.org.br](mailto:zoraionara@fieb.org.br)**

### **Resumo**

*O desenvolvimento de compósitos híbridos é uma alternativa bastante viável já que associa de forma global as propriedades de uma matriz com duas fases dispersas. Neste sentido, pretende-se avaliar a influência do talco como fase adicional nas formulações dos compósitos de Polipropileno/ Casca de Arroz, visando desta forma uma melhoria nas propriedades do produto. A fim de alcançar estes objetivos, serão obtidas por extrusão, formulações com diferentes concentrações de PP/Casca de Arroz e Talco. Estas amostras serão caracterizadas mecanicamente e termomecanicamente por ensaios tecnológicos para efeitos comparativos com as formulações já utilizadas industrialmente para produção de perfis.*

*Palavras chave: Polipropileno, Casca de Arroz, Talco.*

### **2. Introdução**

Muitos estudos têm sido realizados procurando tornar viáveis novas aplicações para cascas de arroz. Estes estudos incluem a sua utilização como combustível, fonte de celulose, produção de perfis e também como material de reforço em compósitos. Para obtenção de compósitos utilizando fibras naturais é importante que se compreenda a relação entre os parâmetros dos materiais envolvidos, o processamento e o propriedades desejadas no produto final. Assim, o objetivo deste trabalho foi a preparação de compósitos usando como matriz o polipropileno (PP) e como reforço a casca de arroz e o talco. Neste projeto o objetivo maior é ampliar o leque de aplicações destes perfis desenvolvendo compósitos de matriz termoplástica com casca de arroz para aplicações em uso marítimo e fabricação de componentes para serem utilizados em embarcações. A partir de ensaios realizados como resistência à tração e resistência ao impacto, obtiveram-se resultados promissores para a utilização da casca de arroz e do talco como carga para polímeros assim como algumas limitações.

### **2. Revisão bibliográfica**

Segundo Godavarti, (2005), estes são fatores primordiais para o sucesso na obtenção de compósitos poliméricos com boas propriedades. Ao se trabalhar com uma matriz polimérica e com uma fase dispersa sendo uma fibra natural, deve-se atentar-se para vários fatores como degradação térmica, temperatura do processo, velocidade da rosca e composição da mistura. O tipo de processo que venha a ser utilizado na obtenção destes materiais deve atender aos critérios de desempenho do produto, custo e facilidade de fabricação. Segundo Ferran et al (2005), a casca de arroz é essencialmente um material lignocelulósico, embora possua concentrações

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

menores de lignina e hemicelulose, quando comparadas com a concentração presente na farinha de madeira.

## 3. Metodologia

### 3.1 Materiais

Neste presente trabalho foi utilizado algumas formulações de Polipropileno EP 440 L, como fase dispersa foram usadas partículas de casca de arroz, proveniente de resíduo de beneficiamento de arroz (granulometria na faixa de 240 – 300  $\mu\text{m}$ ), objetivando promover maior interação carga/matriz e facilitar o processamento foi usado um pacote de aditivos CESA-MIX fornecido pela Clariant. Foi utilizado também equipamentos de processamento de materiais poliméricos: extrusão e injeção seguindo a norma ISO 567. Utilização de equipamentos de ensaios mecânicos (tração, flexão e impacto), termomecânicos (Temperatura de amolecimento VICAT e Temperatura de deflexão térmica (HDT) bem como conhecimento e interpretação de normas técnicas destes ensaios.

### 3.2 Métodos

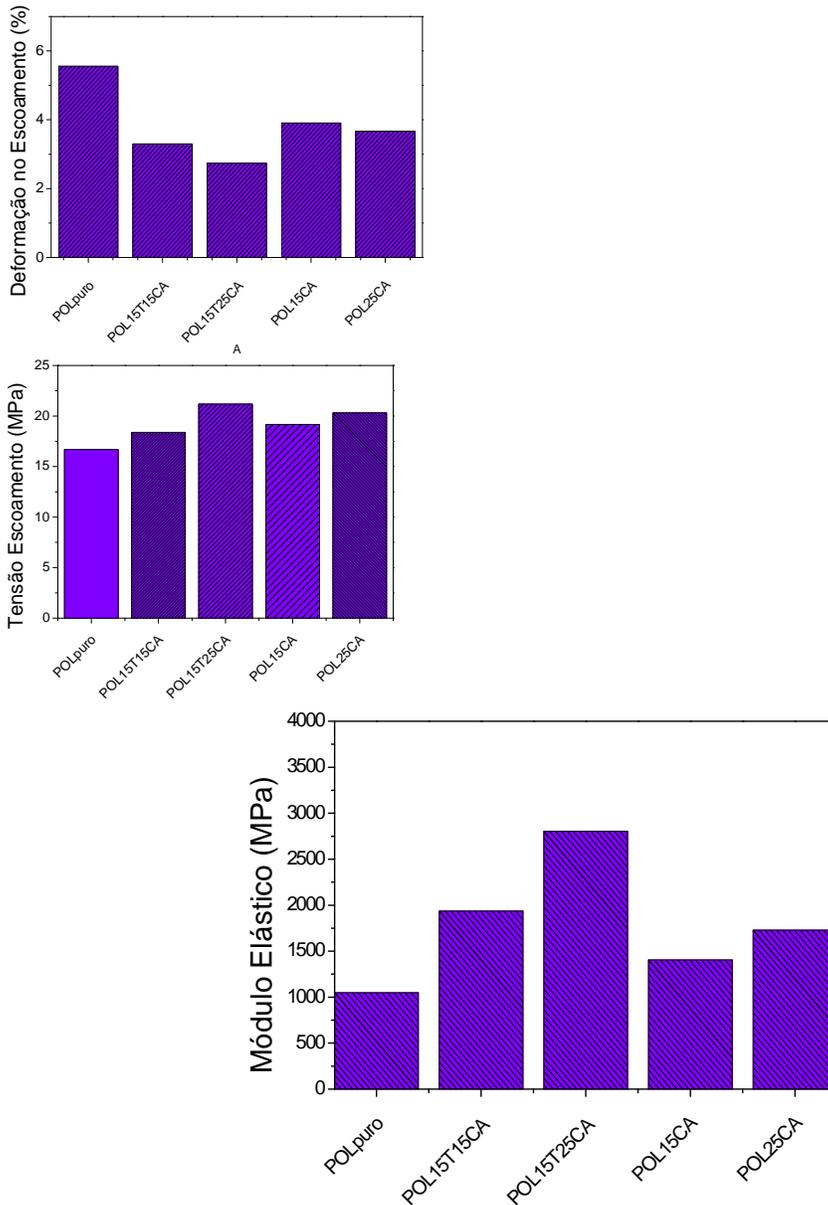
Foi preparado compósitos com variadas concentrações como 70% de polipropileno, 15% de casca de arroz e 15% de talco através do processo de extrusão. A extrusora utilizada foi uma dupla rosca modular co-rotacional, fabricada pela Imacom; modelo DRC 30:40 IF com diâmetro de rosca de 30 mm e razão L/D = 40 provida de sistema de degasagem. Após extrusão os compósitos foram picotados na forma de pellets e em seguida foram secos a  $120 \pm 5^\circ\text{C}$  em estufa com circulação forçada por um período de 4 (quatro) horas para serem moldados na Injetora Romi Primax 100 ton. na forma de gravata tipo ISO 527.

## 4. Resultados e Discussão

	talco	Casca de arroz	Lubrificante	Ag de acoplamento
POL puro				
POL15T15CA	15%	15%CA	3%	10%
POL15T25CA	15%	25% (CA)	3%	10%
POL15CA	0%	15% (CA)	3%	10%
POL25CA	0%	25% (CA)	3%	10%

Quadro 1- Diferentes concentrações de polipropileno, casca de arroz, talco, lubrificante e agente de acoplamento.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



Gráficos 1,2,3 indicando a tensão x deformação do polímero puro (PP) e das diferentes concentrações de casca de arroz e talco adicionadas ao polipropileno.

## 5. Conclusões

O principal objetivo deste trabalho foi analisar se as propriedades mecânicas podem ser melhoradas com a adição da casca de arroz e do talco na sua composição. Observou-se que algumas das principais propriedades mecânicas como deformação no escoamento, tensão no escoamento e módulo elástico são alcançadas quando se adiciona os aditivos ao polipropileno.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram a potencialidade de aplicação da casca de arroz e do talco quando ajustados os parâmetros do processo viabilizando a sua utilização em diversas aplicações, melhorando as propriedades desejadas.

### Referências

Estudo das propriedades de compósitos de polipropileno com casca de arroz. Disponível em: [www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10983](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10983)> Acesso em: 22/09/2011.

ZANIN, M., DESIDERÁ, C., LOGAREZZI, A., CORREA, C.A. Sistematização da extensão do uso de resíduos de serrarias e potencialidade de aplicação. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, CDROM, 2002.

CARVALHO, F. J. X. Compósitos com reforço natural. Plástico Reforçado, Editora do administrador, Ano VIII, n 50, p 40-44, 2006.

KARGER-KOCSIS, J.; CZIGÁNY, T. On the essential and non-essential work of fracture of biaxial-oriented filled PET film. *Polymer*, v. 37, p. 2433-2438, 1996

MAI, Y.-W.; COTTERELL, B. Effect of specimen geometry on the essential work of plane stress ductile fracture. *Eng. Fract. Mech.* v. 21, p. 123-128, 1985.

## **Produção de Compósitos de Polipropileno com Fibra de Sisal Modificada com Polianilina**

Andressa dos Santos Silva \*, Carla Dalmolin \*\*,

\* Bolsista de Iniciação Tecnológica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC/CETIND,

\*\* Orientador da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC/CETIND, E-mail:  
carla.dalmolin@fieb.org.br

### **Resumo**

*Um dos principais objetivos da pesquisa na indústria automotiva é a busca pela redução de peso, que acaba refletindo na tentativa de substituição de peças metálicas por materiais mais leves, como polímeros. Neste sentido, uma alternativa ao uso de caixas metálicas para a blindagem da parte elétrica em veículos automotores é a procura por novos materiais que possuam propriedades magnéticas e dielétricas adequadas ao uso em absorvedores de radiação eletromagnética. Dentre os materiais em estudo, compósitos formados por polímeros convencionais e materiais condutores à base de carbono têm sido aplicados como centros de absorção de radiação, devido à possibilidade de variação da sua condutividade com a frequência da radiação das ondas incidentes. As fibras de carbono possuem elevados valores de resistência à tração, módulo de elasticidade extremamente elevado e baixa massa específica, comparadas com outros materiais de engenharia, são utilizadas predominantemente em aplicações críticas envolvendo redução de massa, além de apresentar excelentes propriedades elétricas. Assim, o objetivo deste trabalho é produzir compósitos de fibra de carbono com um polímero termofixo como o poliéster insaturado, investigando suas propriedades mecânicas e eletrônicas a fim de desenvolver uma composição ideal para a aplicação deste material num sistema eficiente de blindagem eletromagnética.*

*Palavras chave: Compósitos, materiais absorvedores de radiação, propriedades dielétricas, propriedades magnéticas.*

### **1. Introdução**

A blindagem eletromagnética por reflexão ou por absorção é de grande interesse para a indústria automotiva. Muitos dispositivos eletrônicos que inerentemente, mas não intencionalmente, transmitem sinais indesejáveis, são envolvidos em caixas condutoras protegendo efetivamente os componentes de fontes externas de radiação, e ao mesmo tempo prevenindo o escape de ruído eletromagnético do próprio componente. Níveis de condutividade necessários para bons valores de blindagem podem ser alcançados com a inclusão de cargas condutoras (negro de fumo, grafite, carbono vítreo, partículas metálicas ou mistura de óxidos metálicos) em matrizes poliméricas. Essas matrizes aditadas com esses tipos de cargas são chamadas de “polímeros condutores extrínsecos”. A natureza abrasiva dos aditivos metálicos e a grande quantidade de negro de fumo necessária

para alcançar os valores de condutividade são algumas desvantagens dos polímeros condutores extrínsecos. Desta forma, o desenvolvimento de compósitos utilizando fibra de carbono é muito promissor, pois as limitações citadas acima não estão presentes. A combinação de algumas propriedades como alta condutividade e baixa densidade tornam estes materiais interessantes para o uso como absorvedores de radiação.

## 2. Revisão bibliográfica

Compósitos formados por polímeros convencionais e materiais condutores à base de carbono têm sido aplicados como centros de absorção de radiação, devido à possibilidade de variação da sua condutividade com a frequência da radiação das ondas incidentes. As fibras de carbono possuem elevados valores de resistência à tração, módulo de elasticidade extremamente elevado e baixa massa específica, comparadas com outros materiais de engenharia, são comumente utilizadas predominantemente em aplicações críticas envolvendo redução de massa, além de apresentar excelentes propriedades elétricas. Quando se utilizam materiais compósitos de fibras de carbono, a sua resistência e módulo de elasticidade podem ser orientados de modo otimizado para minimizar a massa final. Além da resistência e rigidez, as fibras de carbono possuem excelente resistência à fadiga, características de amortecimento de vibrações, resistência térmica e estabilidade dimensional.

## 3. Metodologia

A metodologia empregada no projeto consiste no desenvolvimento de uma nova tendência em blindagem eletromagnética. Dentre os materiais em estudo estão os compósitos formados por polímeros convencionais e materiais condutores à base de carbono e outro segmento usando a fibra de sisal com a polianilina. O maior interesse desse projeto é investigar as propriedades mecânicas e eletrônicas destes compósitos a fim de desenvolver uma composição ideal para a aplicação num sistema eficiente de blindagem eletromagnética. Neste contexto serão avaliadas as propriedades como a resistência mecânica e condutividade elétrica dos materiais abordados. Durante este primeiro período do projeto foram realizadas reuniões para estudo de caso e planejamento da produção de um protótipo em forma de caixa, onde será estudada a capacidade de blindagem magnética do material, atendendo as expectativas idealizadas desde o início desse projeto. Definiu-se um roteiro que se iniciou na produção de compósitos dos materiais citados, preparo de corpos de prova para ensaios mecânicos, avaliação das propriedades mecânicas (resistência a tração e resistência ao impacto) em máquina de ensaio universal e em aparelho de ensaio para resistência ao impacto, avaliação da resistividade elétrica das diferentes composições produzidas por meio dos ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica, preparação do protótipo com melhores propriedades mecânicas, avaliações das propriedades eletromagnéticas e eficiência de blindagem das blindas produzidas através de ensaios em câmara semi-anechoica.

## 4. Resultados e Discussão

A primeira parte do projeto foi dedicada aos estudos de pesquisa bibliográfica sobre o uso de polímeros condutores em blindagem eletromagnética e determinação dos compósitos a serem estudados. De acordo com a literatura, e aproveitando o conhecimento já gerado no Laboratório de Transformação de Polímeros a respeito de compósitos de polipropileno com fibra de sisal, definiu-se trabalhar com fibra de carbono e também com a fibra de sisal recoberta por polianilina, onde a polianilina atua como uma capa condutora de energia. A aquisição dos reagentes necessários para confecção do protótipo foi determinante para continuar o andamento do projeto, sendo assim através deles as descobertas de parâmetros importantes nos testes de absorção eletromagnética. Com base nos estudos feitos em pesquisas e artigos científicos foi seguido um roteiro de passo a passo para elaboração do material. Os testes foram realizados com a fibra de sisal mergulhada em água para verificação do nível de absorção da fibra, obtendo-se um excelente resultado. Posteriormente foi testado o tratamento da fibra de sisal para o recobrimento com polianilina.

## 5. Conclusões

A condução eletrônica dentro do compósito ocorre através do contato elétrico das fibras de sisal recobertas com polímero condutor, dispostas aleatoriamente na matriz de polímero isolante.

A presença da fibra de sisal ainda confere resistência mecânica ao compósito, necessária para a utilização como caixas para blindagem eletromagnética.

## Referências

SILVA, Michael J. da ; SANCHES, Alex O.; MALMONGE, Luiz F.; MEDEIROS, Eliton S. de; ROSA, Morsyleide F.; MALMONGE, José A. ; CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 11º, Campos do Jordão – SP, 2011.

JR, Fernando Gomes de S.; PAIVA, Luciana O.; CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 11º, Campos do Jordão – SP, 2011.

ARAUJO, Joyce R.; ADAMO, Cristina C.; DE PAOLI, Marco-Aurélio.; CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 11º, Campos do Jordão – SP, 2011.

ADAMO, Cristina C.; ARAUJO, Joyce R.; DE PAOLI, Marco-Aurélio.; CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 11º, Campos do Jordão – SP, 2011

CARVALHO, Barbara S.; JUNIOR, Fernando G. S.; CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 11º, Campos do Jordão – SP, 2011

## **Determinação dos fatores que afetam a biodegradabilidade em polímeros por diferentes metodologias de análise.**

Paulo José Schaun Martins Filho (PIBITI/ CNPq) paulo.filho@fieb.org.br  
Vander Cassio (SENAI/ CIMATEC) vanderocassio@gmail.com  
Wagner Mauricio Pachekosk (SENAI/ CIMATEC) wagner.pachekoski@fieb.org.br

### **Resumo**

*Com o uso comercial dos polímeros biodegradáveis, ocorre a necessidade de mensurar o tempo de degradação em condições iguais ao seu destino final. Através da proposta de medir a taxa de biodegradabilidade dos seguintes polímeros biodegradáveis PHB - poli(hidroxibutirato), PCL – poli(ε-caprolactona) e PLA - poli(ácido láctico) em um mesmo meio, de modo que, possa comparar com o ambiente externo nos quais esses resíduos poderiam estar expostos.*

*Palavras chave: polímeros biodegradáveis, ensaios de biodegradação, emissão de CO<sub>2</sub> e teste de biodegradabilidade.*

### **1. Introdução**

Com o consumo acelerado de produtos derivados do petróleo, surgiu à procura por materiais que possa agregar uma procedência alternativa aos materiais poliméricos, com propriedades similares e um rápido tempo de degradação após o descarte, logo entende-se a importância dos biodegradáveis como materiais ambientalmente amigáveis, sendo assim, cresce um amplo número de polímeros biodegradáveis no mercado.

A partir do uso dos polímeros biodegradáveis, percebeu-se a necessidade de regulamentar e padronizar os métodos para mensurar as propriedades biodegradativas, a fim de desmistificar os materiais definidos como biodegradáveis.

Este trabalho tem o objetivo de correlacionar a taxa de biodegradação dos seguintes polímeros biodegradáveis PHB - poli(hidroxibutirato), PCL – poli(ε-caprolactona) e PLA - poli(ácido láctico) em uma mesma condição de ensaio, através da metodologia de emissão de CO<sub>2</sub> e caracterização titulométrica.

### **2. Revisão Bibliográfica**

O termo biodegradação tem sido utilizado para a descrição de todos os tipos, incluindo aquelas que originam produtos menos tóxicos que o composto original, pela sua inativação, assim como aquelas responsáveis pela completa mineralização até CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e outros (Musumeci, 1992).

Plástico biodegradável é um plástico degradável no qual a degradação resulta da ação de microrganismo de ocorrência natural, tais como fungos, bactérias e algas (American Society for Testing Materials (ASTM - Terminologia D-883).

### 3. Metodologia

O ensaio de biodegradação está fundamentado no ISO 14855, e formado pelos seguintes componentes: três Kitassatos de 500 ml interligados por mangueiras de silicone, vedados com rolhas de borracha. O bombeamento de oxigênio para os sistemas é realizado por uma bomba de ar para aquário e conectores para regular a vazão, de acordo com a Figura 01.

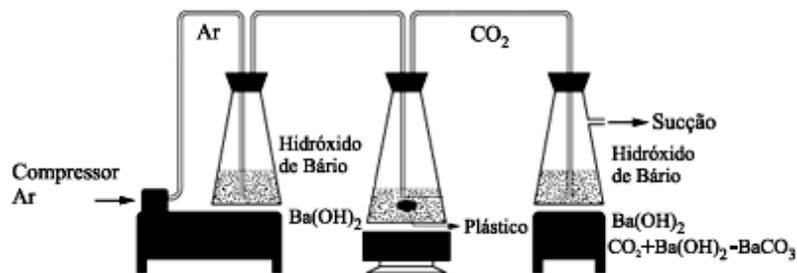


Figura 01 – Ilustra o Sistema reator orgânico.

Cada kitassato possui ainda função distinta. O Recipiente A contém uma solução de 4g/L de hidróxido de bário e tem como função filtra o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), pois o bário ao reagir com o dióxido de carbono, garante que o ar direcionado ao recipiente B preserve-se isento de dióxido de carbono. O recipiente B contém cerca de 125g de Inóculo, 25g de PHB e 325ml de água destilada ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e tem como função oxigenar e armazenar o polímero e o inóculo imerso em água destilada, no qual o dióxido de carbono produzido pela biodegradação aeróbia no recipiente B será encaminhado ao vaso C. O recipiente C tem como função receber o dióxido de carbono que irá reagir com hidróxido de bário, resultando no carbonato de bário ( $\text{BaCO}_3$ ) e contém uma solução de hidróxido de bário de concentração 8g/L.

O acompanhamento do sistema é realizado a cada 24 horas, no período de 60 a 180 dias, através da Retrotitulação com Ácido Clorídrico ( $\text{HCl}$ ) concentrado com 0,05mol/L, assim será possível medir e calcular a quantidade de dióxido de carbono captado no recipiente C, e por consequência calcular a massa de  $\text{CO}_2$  liberado na biodegradação do polímero.

### 4. Resultados e Discussão

Após os primeiros ensaios preliminares, verificou-se que o sistema de biodegradação apresentava diversas falhas que necessitavam ser corrigidas para a realização do início das medidas propriamente ditas.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A solução de hidróxido de bário, existente nos frasco de contenção ( frasco A) e captura do  $\text{CO}_2$  proveniente da biodegradação (frasco C) rapidamente reagia, precipitando todo o  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  em menos de 24 horas. Tal fenômeno indicava uma excessiva quantidade de dióxido de carbono não proveniente da biodegradação propriamente dita e podendo ser proveniente de duas situações: vazamentos ou vazão de ar muito alta. Ambos os efeitos foram atenuados com a vedação em fita teflon em todas as conexões e a redução para o valor mínimo de vazão indicado na norma (redução de 1 a 2 bolha a cada segundo para 1 bolha para cada 4 segundos).

Ainda assim, a precipitação ocorria de forma excessiva, mesmo em sistemas em branco (sem a etapa de biodegradação). A fim de atenuar o efeito, optou-se então pela adição de um segundo frasco com solução de 8g/L de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  após a bomba de ar e antes do sistema de biodegradação, com a função de filtro de  $\text{CO}_2$  complementar. Com este sistema aprimorado, a precipitação de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  caiu drasticamente, permitindo uma medida mais precisa e uma economia de solução de hidróxido de bário. A Figura 2 apresenta a nova configuração dos sistemas de biodegradação.



Figura 02

Foi enfrentada nova dificuldade com o repentino aumento de volume do sistema de biodegradação. Este repentino aumento de volume foi atribuído a um repentino aumento na atividade biológica, e causava o transbordamento do frasco em que o sistema biológico estava contido. Como consequência de tal transbordamento ocorria a contaminação dos demais frascos do sistema, resultando na perda da análise. Após estudo detalhado do ambiente em que o teste era realizado, verificou-se que o aumento da atividade biológica poderia ser atribuído a dois fatores: aumento da temperatura e excessiva vazão de ar ao meio. A variação de temperatura pode ser controlada com o uso constante do ar condicionado encontrado na sala e configurado para uma temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , enquanto a redução no sistema de vazão contribuiu para a eliminação dos problemas de vazamento.

Verificou-se ainda que o acúmulo de Carbonato de Bário ( $\text{BaCO}_3$ ) proveniente do próprio sistema, obstruía gradualmente os tubos de borbulhamento, causando o estrangulamento do mesmo. Para sanar tal problema, optou-se por substituir as pipetas de vidro, com orifício estreito de saída de gás (raio de 1mm) por tubos de PVC com orifício de saída maior (raio de 4mm).

## **5. Conclusões**

Até o momento pode-se observar e corrigir os defeitos do sistema, objetivando o seu pleno funcionamento. A partir deste momento, com o sistema tendo os seus defeitos sanados, espera-se iniciar os ensaios de biodegradação propriamente ditos com a avaliação da emissão de CO<sub>2</sub>.

## **Referências**

Rosa, D. S.; Pantano, F. R. Biodegradação: um ensaio com polímeros. 1ed. Itatiba: Moara Editora, 2003.

ISO 14855-1: International Organization for Standardization. Methods for ecological plastic evaluation, in: Oshima, K.: Plastics.

ISO 5663: 1984, International Organization for Standardization. Water quality – determination of Kjeldahl nitrogen –Method after mineralization with selenium.

ISO 8245: 1999, International Organization for Standardization. Water quality – Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC), and dissolved organic carbon (DOC).

Calmon Anne, An automated test for measuring polymer biodegradation, 2000 Elsevier Science Ltd.

Pachekoski, W. M.; *Desenvolvimento de blendas poliméricas do polímero biodegradável polihidroxibutirato (PHB) com polipropileno (PP)*, São Carlos, 2001, 134 p., Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação do Departamento de Ciências e Engenharia de Materiais (PPG-CEM), Universidade Federal de São Carlos.

## **Incubadora de base tecnológica do SENAI DR BA**

Luis Alberto Brêda Mascarenhas (SENAI BA), E-mail: [breda@fiieb.org.br](mailto:breda@fiieb.org.br), Silmar Baptista Nunes (SENAI BA), E-mail: [silmar@fiieb.org.br](mailto:silmar@fiieb.org.br), Fernanda Ferraz Pena (SENAI BA), E-mail: [fernanda.pena@fiieb.org.br](mailto:fernanda.pena@fiieb.org.br), Máira Conceição de Macêdo (SENAI BA), E-mail: [mairabahia@yahoo.com.br](mailto:mairabahia@yahoo.com.br), Josiane Dantas Viana Barbosa (SENAI BA), E-mail: [josianedantas@fiieb.org.br](mailto:josianedantas@fiieb.org.br)

### **Resumo**

*O presente trabalho trata do projeto de implantação de uma Incubadora de Empresas de Base Tecnológica no SENAI/DR/BA, a qual terá como missão abrigar micro e pequenas empresas cujos produtos, processos ou serviços serão gerados a partir de resultados de pesquisas aplicadas com elevado conteúdo tecnológico e de caráter inovador. Espera-se com a implantação da incubadora SENAI/DR/BA aumentar a competitividade das indústrias no estado da Bahia uma vez que esta proposta tem um caráter inovador e diferencial no modelo de atuação quando comparada as incubadoras nacionais e internacionais, pois utilizará como um dos agentes indutores para sua consolidação da incubadora a metodologia Theoprax®, programa adotado pela ICT em todos os cursos técnicos e superiores.*

*Palavras-chave: Incubadora, empreendedorismo, inovação.*

### **1. Introdução**

Diante de um cenário em que o comportamento inovador tornou-se um dos principais diferenciais das economias, sendo um dos grandes responsáveis pelos ganhos de competitividade de países e empresas, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial da Bahia (SENAI/DR/BA), através de uma iniciativa do Núcleo Estratégico do SENAI, propôs a elaboração de proposta de implantação de uma Incubadora de Empresas de Base Tecnológica no SENAI/DR/BA, a qual conta com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), através de projeto aprovado por meio do Edital de Apoio às Incubadoras de Empresa de Base Tecnológica, lançado em 2011.

O objetivo da implantação da Incubadora de base tecnológica no SENAI BA é abrigar micro e pequenas empresas cujos produtos, processos ou serviços serão gerados a partir de resultados de pesquisas aplicadas com elevado conteúdo tecnológico e de caráter inovador.

### **2. Revisão Bibliográfica**

A necessidade de inovar na economia contemporânea já é consenso entre todos os atores envolvidos no processo. Entretanto, competir exige das empresas habilidades e competências específicas, para focarem no curto prazo e na redução de custos e investimentos (Fundação Dom Cabral, 2009). Nesse contexto, as micro e pequenas empresas que surgem no mercado sem contar com o apoio das incubadoras têm menores chances de incorporar inovações em seus processos de produção ou de prestação de serviços. Os micro e pequenos empresários, de modo geral, têm seu tempo consumido pelo trabalho cotidiano e rotineiro, enfrentam dificuldades financeiras e contam com um quadro de recursos humanos diminuto. Comparado a

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

essa situação, o ambiente de uma incubadora é um *habitat* ideal para as empresas nascentes, considerando que, além do apoio técnico-econômico, há sinergia criada pela concentração de empreendedores que têm como meta o sucesso empresarial (MCT, 2000).

As incubadoras de empresas no Brasil têm história recente. As primeiras surgiram entre 1984 e 1986 com a finalidade de promover a transferência de tecnologia das universidades para o setor produtivo (GURGEL, 2004). Segundo estudo realizado recentemente pela Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Brasil conta atualmente são 384 incubadoras em operação. Tal estudo, que abrangeu não só as incubadoras de base tecnológica, demonstrou as incubadoras brasileiras analisadas apresentam características comuns, que indicam a existência de um padrão mínimo do que se conceitua como incubadora de empresas, tais como: a) disponibilização de espaço cedido mediante taxa de uso a pequenas empresas emergentes; b) oferecimento de serviços básicos (limpeza, secretaria) e de serviços de capacitação e apoio (consultorias em gestão, comercialização e desenvolvimento) (ANPROTEC, 2012).

### 3. Metodologia

O processo de incubação a ser adotado pela Incubadora de Empresas de Base Tecnológica no SENAI/DR/BA, envolverá três etapas básicas (Figura 1): Pré-incubação: etapa na qual as empresas passam por capacitação para elaboração do Plano de Negócio da idéia a ser incubada; Incubação: fase pela qual as empresas que comprovarem a viabilidade técnica econômica da idéia, através do Plano de Negócios, se instalam da Incubadora e recebem capacitação e todo o apoio técnico, tecnológico, administrativo, contábil, dentre outros, para desenvolver o seu projeto; e, Graduação: etapa em que a empresa, já constituída, busca a sua inserção no mercado e poderá continuar ou não sendo apoiada pela Incubadora.

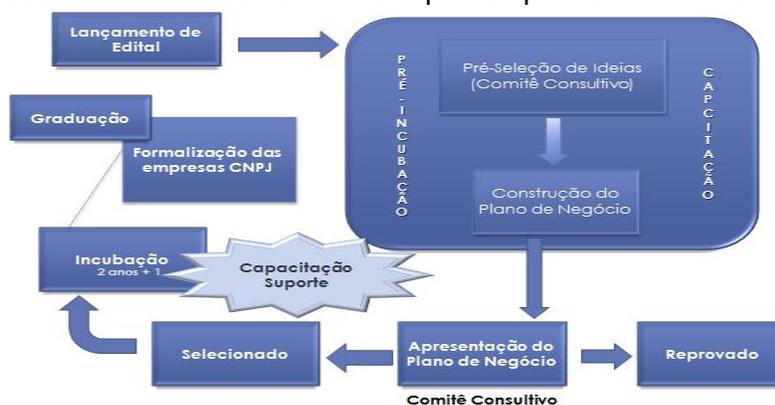


Figura 1- Fluxograma da Incubadora

Uma das principais formas de captação de idéias para a Incubadora estará na sua metodologia inovadora de incubação das empresas, o qual foi transferido pelo instituto alemão Fraunhofer para o SENAI/DR/BA, denominado de TheoPrax®. Esta forma inovadora possibilitará a transformação dos projetos de final de curso desenvolvidos por alunos da ICT de cursos técnicos e superiores (graduação e tecnológicos) em projetos de incubação tecnológica da instituição. Poderão fazer

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

parte das empresas incubadas do SENAI/DR/BA estudantes, cientistas, empreendedores e empresas em constituição, nova empresa formada por pessoa física, nova empresa formada por pessoa jurídica e empresas já existentes que desejem desenvolver novos projetos, produtos e serviços baseados em tecnologia inovadora.

### 4. Resultados Esperados

Espera-se com a implantação da Incubadora de Base Tecnológica do SENAI/DR/BA:

- Proporcionar no Estado da Bahia um maior desenvolvimento de novas tecnologias por meio do surgimento de novas micro e pequenas empresas de base tecnológica, alavancando o desenvolvimento econômico, regional e a competitividade local.
- Proporcionar a prestação de serviços a novos empreendedores, de forma subsidiada com uma boa infraestrutura instalada, para o fornecimento de serviços técnicos e administrativos por um determinado período de tempo.
- Maior reconhecimento e valorização da relação entre ICT, a sociedade e a indústria.
- Aumentar o desenvolvimento de atividades de inovação por meio de investimento em P&D&I e do incremento na proteção da tecnologia por meio dos pedidos de patentes e transferência ou licenciamentos de tecnologias.

### Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMENTOS INOVADORES & MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Estudo, Análise e Proposições sobre as Incubadoras de Empresas no Brasil – relatório técnico. Versão resumida. Brasília, 2012. 6 p.

Fundação Dom Cabral. Criando empresas Inovadoras. São Paulo, 2009. 9 p. Disponível em: < [http://www.fdc.org.br/pt/pesquisa/inovacao/Documents/200906\\_arruda\\_barcelos\\_criando\\_empresas\\_inovadoras.pdf](http://www.fdc.org.br/pt/pesquisa/inovacao/Documents/200906_arruda_barcelos_criando_empresas_inovadoras.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2012.

GURGEL, Paulo Sérgio Nogueira do Amaral. Incubadora de empresas como suporte para as organizações que aprendem. Revista Gerenciais. v. 3, p. 101-111. 2004.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Manual para Implantação de Incubadoras de Empresas. Brasília, 2000. 9 p. Disponível em:

< [http://www.incubaero.com.br/download/manual\\_incubadoras.pdf](http://www.incubaero.com.br/download/manual_incubadoras.pdf) >. Acesso em: 23 ago. 2012.

## **Transferência tecnológica para a indústria baiana de artefatos com vista a um reposicionamento estratégico**

Waldemar Rodrigues de Araújo Filho (SENAI DR BA) waldemarf@fiieb.org.br; Phaedra Moraes Brasil (SENAI DR BA) phaedrabb@fiieb.org.br; Nalia Cristina Bispo Portela Ribeiro (SENAI DR BA) naliac@fiieb.org.br; Gisele Pereira dos Santos (SESI DR BA) gisele.ps@fiieb.org.br; Fábio Campos Aguiar (SESI DR BA) fabio.ca@fiieb.org.br; Adriana Reis de Souza (SESI DR BA) adrianas@fiieb.org.br

### **Resumo**

*O presente trabalho de pesquisa se dedica à abordagem da transferência tecnológica numa determinada empresa fabricante de artefatos de couro de modo a fomentar oportunidades sociais, econômicas e ambientais para arcação da inovação atrelado a reconfiguração da cadeia produtiva, usando como indicador de desempenho o Design Estratégico, que se instaura como um levantamento preliminar onde identifica - se alternativas propostas de molde e concepção para o novo produto ou linha ecológica a ser inserida, laborando uma lista de requisitos responsáveis pela constante atualização e participação na perspectiva da cultura verde. Buscando obter as pertinências de uma engenharia sustentável em um projeto viável e verificado, em resposta as demandas de mercado ecologicamente correto, onde o design será um co-evolucionário, se pautando na equidade gerencial da responsabilidade social empresarial.*

*Palavras chave: Reposicionamento Estratégico, Indústria baiana, sustentabilidade.*

### **1.Introdução**

O objetivo deste trabalho é destacar as especificidades do *Design Estratégico* atrelado à transferência tecnológica enquanto instrumento no processo conceutivo de projeto de produtos, auxiliando no reposicionamento da atividade industrial da empresa parceira, ancorado nos princípios e soluções advindos da aplicação de um design sustentável, ao passo que se estabelece, no âmbito do SENAI DR BA, como sua primeira patente verde. Se propondo a desenvolver uma linha de produtos em couro, em conjunto com uma empresa parceira, a iniciativa do SENAI/SESI DR BA traz como alternativa sustentável aos atuais processos produtivos altamente poluentes, a utilização da Tecnologia mais Limpa (T+L), o que confere à empresa um caráter inovativo. O emprego de uma nova metodologia de produção, que prioriza a mitigação dos impactos ambientais da atividade, além de agregar valor à cadeia produtiva, objetivando a conservação e uso mais eficaz dos recursos naturais, o reuso, a reciclagem, a substituição de substâncias perigosas por outras menos agressivas, agregando visibilidade e pionerismo à empresa parceira e à localidade na qual está inserida.

A este processo de inovação, integra-se a tecnologia social na gestão, desenvolvida pelo SESI DR BA, que irá gerar um ganho competitivo na cadeia de valor, através da adoção de práticas de Responsabilidade Social Empresarial como fator diferencial, a partir da aplicação de cursos e treinamentos junto a todos os *stakeholders* envolvidos no processo: os lojistas, os funcionários das fábricas e fornecedores de

matérias-primas, para que todos possam entender a importância de uma gestão socialmente responsável para o desenvolvimento do projeto.

## 2.Revisão Bibliográfica

Tecnologia verde e inovação são fatores que têm agregado diferenciais competitivos às empresas, ao reordenar seus ativos estratégicos. Por inovação, entende-se que sejam ideias que podem influenciar o destino da organização por meio da descoberta de novos *insights*, identificação de novas oportunidades não exploradas e que venham a gerar planos para novos negócios, conforme propõem Gibson e Skarzynski (2008). Estes autores afirmam que empresas que trabalham o desafio da inovação crescem a passos largos, e que o progresso de algumas organizações pioneiras dá inspiração a toda comunidade empresarial.

O caráter inovador do presente projeto não se revela somente na opção pelo uso de insumos de base tecnológica verdes em substituição ao método tradicional, mas também na proposta de cultivar, junto às empresas que sejam referência no segmento coureiro, a utilização da T+L, trabalhando valores ambientalmente sustentáveis baseados tanto na produção, quanto no modelo de gestão socialmente responsável da cadeia de valor. Quanto ao conhecimento, o projeto assume a importância da Responsabilidade Social Empresarial, que pode ser entendida como sendo a “relação ética e transparente da organização com todas as suas partes interessadas, visando o desenvolvimento sustentável” (ABNT, 2004, p. 3).

Responsabilidade social empresarial associa-se ao fato de que uma organização é responsável pelos impactos que suas práticas e ações gerenciais produzem, que não se referem somente ao âmbito da empresa em si, tem cunho interno e externo. (FERREIRA et al, 2008, p. 21).

Para Ferreira (2008) o processo de implementação da sustentabilidade na empresa deve ser participativo, envolvendo principalmente os funcionários, mas procurando, na medida do possível, incorporar as visões dos clientes, fornecedores e de representantes da comunidade. O comprometimento da alta administração e a participação de todos os envolvidos se tornam fatores fundamentais para a formação de uma cultura ética na empresa.

## 3. Metodologia

O projeto de transferência tecnológica e inovação tem como norteador o apanhado teórico e metodológico, a partir da criação do mapa conceitual e da revisão do estado da arte, assim como a pesquisa de campo aplicada junto à empresa parceira e seus fornecedores. O presente projeto está previsto para ser realizado em 20 meses, desenvolvido pelo SENAI e SESI em parceria com órgãos governamentais e de pesquisa científica. Para a sua operacionalização, estão previstas as seguintes etapas: 1. Mapeamento do cenário de atuação; 2. Carta-Compromisso: engajamento da cadeia de valor, encontros de sensibilização, consultoria para implementação de responsabilidade social e engajamento das partes interessadas; 3. Posicionamento Sustentável: Realizar eventos de divulgação e disseminação do conceito sustentável do produto; 4. Seleção de fornecedores de matéria-prima; 5. Design Estratégico: Desenvolver pesquisa de mercado, identificação de tendência; 6. Engenharia de

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Produto e Processo: Emprego de tecnologia de produção de forma mais automatizada, visando melhorar a eficiência nos processos com a inserção de automação tecnológica; 7. Monitoramento e Avaliação: Acompanhar sistematicamente todas as etapas, aplicação ações corretivas/preventivas, análise de resultados; 8. Manual da Tecnologia Social: Sistematização da tecnologia social disseminando as estratégias de engajamento para a cadeia.

### 4. Resultados e discussões

A tecnologia está em fase de desenvolvimento e implementação, com foco no trabalho de divulgação e difusão, com ações de comunicação para distribuidores, formadores de opinião e público consumidor final. O projeto, ao final das suas fases, pretende proporcionar um reposicionamento da empresa parceira no mercado local.

### 5. Conclusão

Calcado no diagnóstico da crescente demanda por processos, produtos e serviços sustentáveis, o projeto se insere numa contextualização sobre a importância da transferência tecnológica aplicada à inovação na cadeia produtiva do couro, vislumbrando uma sociedade cada vez mais enredada nas suas diferentes potencialidades; moldando uma gestão que opta por preservar a lógica do reuso, reciclagem, instrução e a transmissão colaborativa. Contribuindo para uma reorganização do tecido social industrial, ao planejar e construir estruturas dentro de um conceito ecológico no escopo do desenvolvimento sustentável, por esta razão, considera-se como desafio central dispor o *Design* Estratégico à tecnologia inovativa para o alcance de uma produção de bolsas e artefatos com couros isentos de agressores químicos, como um contributo a proporcionar experiência curricular industrial referenciando empresas baianas, para ganhos efetivos e sustentáveis.

### Referências

ABNT, NBR. 16001. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira de Responsabilidade social, Sistema da gestão, Requisitos. 2004.

FERREIRA, Geraldo de Souza. Diálogo e Responsabilidade Social. In: SIMÕES, C. P. et al. (Orgs.). Responsabilidade Social e cidadania: Conceitos e ferramentas. CNI-SESI: Brasília, 2008.

GIBSON, Rowan; SKARZYNSKI, Peter. Inovação prioridade nº 1: O caminho para transformações nas organizações. Tradução Alessandra Mussi Araujo, Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

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

## **Análise comparativa do teor de compostos antioxidantes da própolis verde e marrom**

**Bruna Aparecida Souza Machado (SENAI-BA e UFS-SE) brunam@fiieb.org.br; Wagner  
Barbosa Bramont (SENAI-BA) wagnerb@fiieb.org.br; Aline Silva Costa (SENAI-BA)  
sc\_aline@yahoo.com.br; Silmar Baptista Nunes (SENAI-BA) silmar@fiieb.org.br; Francine  
Ferreira Padilha (UNIT-SE) fpadilha@yahoo.com.br; Marcelo Andres Umsza Guez (SENAI-BA)  
marcelo.umsza@fiieb.org.br;**

### **Resumo**

*A própolis é uma resina produzida pelas abelhas, misturando-se substâncias coletadas de diferentes partes das plantas, como brotos, botões florais e exsudatos resinosos, com as secreções produzidas em seu organismo, dando origem a um material de coloração e consistência variada. O objetivo deste estudo foi realizar a análise comparativa do teor de compostos fenólicos e flavonoides de amostras de própolis verde e marrom oriundas de Minas Gerais e Santa Catarina, respectivamente. A partir dos resultados apresentados, com exceção da amostra de própolis SC5, todas apresentaram teores elevados de compostos fenólicos e flavonoides. Os resultados apresentados evidenciam a importância das análises realizadas para determinação da qualidade de diferentes amostras de própolis, demonstrando assim as diferenças apresentadas pelas amostras obtidas de diferentes regiões quanto ao teor de compostos fenólicos e flavonoides.*

*Palavras chave: própolis, compostos fenólicos, flavonoides.*

### **1.Introdução**

Própolis é um termo genérico utilizado para denominar o material resinoso e balsâmico coletado e processado pelas abelhas a partir de várias fontes vegetais (BANKOVA, 2005). A própolis possui composição química complexa, cuja coloração pode variar do amarelo claro, marrom esverdeado ao negro, verde e vermelha, sendo que tal coloração e composição química é dependente da flora da região. Estudos realizados mostram que mais de trezentas substâncias foram identificadas em amostras de própolis, com predominância de flavonoides, aldeídos aromáticos, cumarinas, ácidos fenólicos, ácidos orgânicos e alguns oligoelementos, tais como, alumínio, vanádio, ferro, cálcio, silício, manganês, estrôncio, e vitaminas B1, B2, B6, e C (BANKOVA et al., 2000; MARCUCCI et al., 2001; SOUZA et al., 2007).

A própolis possui enorme importância medicinal e econômica, sendo comercializada em várias preparações farmacêuticas e cosméticas, tais como: comprimidos, pastilhas, dentifrícios, loções, cremes faciais, tinturas, pomadas, etc. (BANKOVA et al., 2000; PARK et al., 2002). Tem sido observado um aumento significativo do interesse da população pelo produto, do número de criadores de abelhas que investe na melhoria da produção da própolis e de empresas processadoras deste material (PEREIRA et al., 2002; SOUSA et al., 2007).

Diante da importância econômica dada a própolis brasileira e da variada composição química apresentada por essa matriz natural, o objetivo desse trabalho é determinar o teor de compostos fenólicos, flavonoides, extrato seco e umidade de cinco amostras de própolis, sendo três amostras de coloração verde obtida de Minas Gerais e duas amostras de coloração marrom obtida de Santa Catarina.

## **2. Material e Métodos**

As amostras de própolis bruta foram coletadas em diferentes regiões, sendo três amostras de própolis verde oriundas de diferentes produtores de Minas Gerais (MG1, MG2 e MG3) e duas amostras de própolis marrom obtida de diferentes produtores de Santa Catarina (SC4 e SC5).

Os extratos etanólicos das amostras foram obtidos conforme metodologia proposta por Park et al. (1998), onde inicialmente foram pesados 2 gramas da própolis triturada e homogeneizada e transferidas para tubos de ensaio, onde foram adicionados 25 ml de etanol a 80%, e feita a extração a 70°C em banho de água termostaticada por 30 minutos, sob agitação constante. Após a extração, as amostras foram centrifugadas a 4.400rpm por 10 minutos a 20°C. Os sobrenadantes obtidos foram armazenados em tubos de ensaio com tampa de rosca, em refrigerador.

Os compostos fenólicos e flavonoides foram quantificados por espectrofotometria a partir da construção de curvas com os padrões de ácido gálico (AG) e quercetina (Q), respectivamente. A determinação do percentual de extrato seco foi realizada através da secagem em estufa na temperatura de 100°C até peso constante. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## **3. Resultados e Discussão**

Na Tabela 1 são apresentados os resultados encontrados para a determinação do extrato seco (%), compostos fenólicos (gAG/100g de amostra bruta) e flavonoides (gQ/100g de amostra bruta) dos extratos etanólicos das diferentes amostras de própolis.

A partir dos resultados apresentados, com exceção da amostra de própolis SC5, todas apresentaram teores elevados de compostos fenólicos e flavonoides. As amostras MG3 e SC4 apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, demonstrando assim uma melhor qualidade destas amostras quando comparada com as demais, já que, os compostos fenólicos presentes na própolis (verde ou marrom) são os responsáveis pelas características biológicas e funcionais desta matriz natural.

Resultados semelhantes para o teor de flavonoides foram encontrados por Longhini et al. (2007) quando avaliaram amostras de própolis do Paraná e por Sousa et al. (2007) quando avaliaram amostras de própolis verde oriundas de Minas Gerais e São Paulo.

Os valores de extrato seco determinados neste estudo são inferiores aos preconizados pela legislação vigente, que é no mínimo de 11%, entretanto, isso pode estar relacionado ao fato de utilizarmos nesse estudo a centrifugação

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

(4.400rpm) para a separação do extrato etanólico com o resíduo da amostra, influenciando assim na diminuição do percentual de extrato seco.

Análises (Média±Desvio padrão)			
Amostras	Extrato Seco (%)	Compostos Fenólicos (gAG/100g)	Flavonoides (gQ/100g)
MG1	5,90±0,01	7,76±0,02	3,49±0,01
MG2	5,18±0,06	6,90±0,04	3,15±0,02
MG3	6,70±0,09	10,76±0,07	4,73±0,05
SC4	3,10±0,07	10,77±0,03	3,28±0,01
SC5	6,65±0,11	3,09±0,01	0,69±0,01

Tabela 1. Determinação do percentual de extrato seco, compostos fenólicos totais (gAG/100g) e flavonoides (gQ/100g) dos extratos etanólicos de própolis verde e marrom oriundas de diferentes regiões.

#### 4. Conclusões

Os resultados apresentados neste estudo evidenciam a importância das análises realizadas para determinação da qualidade de diferentes amostras de própolis, demonstrando assim as diferenças apresentadas pelas amostras obtidas de diferentes regiões quanto ao teor de compostos fenólicos e flavonoides. Portanto, é possível concluir que o meio geográfico, ou seja, a flora nativa da região é um dos fatores responsáveis pela composição química das amostras de própolis.

#### Referências

- BANKOVA, V.S.; CASTRO, S.L.; MARCUCCI, M.C. (2000). *Propolis: recent advances in chemistry and plant origin*. *Apidologie* 31:3-15.
- BANKOVA, V.S. (2005). *Recent trends and important developments in propolis research*. *Evid Based Complement Alternat Med* 2: 29-32.
- LONGHINI, R.; RAKSA, S.M.; OLIVEIRA, A.C.P.; SVIDZINSKI, T.I.E.; FRANCO, S.L. (2007). Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 17: 388-395.
- MARCUCCI, M.C.; FERRERES, F.; GARCIA-VIGUERA, C.; BANKOVA, V.; DE CASTRO, S.L.; DANTAS, A.P.; VALENTE, P.H.; PAULINO, N. (2001). *Phenolics compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities*. *J Ethnopharmacol* 74:105-112.
- PARK, Y.K.; IKEGAKI, M.; ABREU, J.A.S.; ALCICI, N.M.F. (1998). *Estudo da preparação dos extratos de própolis e suas aplicações*. *Ciênc. Tecnol. Aliment* 18:1-11.
- PARK, Y.K.; ALENCAR, S.M.; AGUIAR, C.L. (2002). *Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis*. *J Agric Food Chem* 50: 2502-2506.
- PEREIRA, A.S.; Seixas, F.R.M.S.; AQUINO, N.F.R. (2002). *Própolis: 100 anos de pesquisas e suas perspectivas futuras*. *Quim Nova* 25: 321-326.
- SOUSA, J.P.B.; FURTADO, N.A.J.C.; JORGE, R.; SOARES, A.E.E.; BASTOS, J.K. (2007) *Perfis físico-químico e cromatográfico de amostras de própolis produzidas nas microrregiões de Franca (SP) e Passos (MG), Brasil*. *Braz J. Pharmacogn* 17:85-93.

## **Determinação de compostos antioxidantes da casca de frutas tropicais do Nordeste do Brasil**

Bruna Aparecida Souza Machado (SENAI-BA e UFS-SE) brunam@fieb.org.br; Aline Silva Costa (SENAI-BA) sc\_aline@yahoo.com.br; Wagner Barbosa Bramont (SENAI-BA) wagnerb@fieb.org.br; Sheila Cristina de Oliveira Alves (SENAI-BA) sheilac@fieb.org.br; Luana de Oliveira Melo Naponucena (SENAI-BA) luananp@fieb.org.br; Marcelo Andres Umsza Guez (SENAI-BA) marcelo.umsza@fieb.org.br;

### **Resumo**

*As cascas das frutas são consideradas como resíduos industriais provenientes do processo de esmagamento para a obtenção do suco, e atualmente, esses resíduos são utilizados por produtores rurais na suplementação da alimentação animal. Entretanto, tais resíduos são ricos em compostos antioxidantes que podem ser utilizados para o desenvolvimento de novos produtos. Neste presente trabalho foi determinado o teor de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas da casca de seriguela, mangaba, cajarana, sapoti e jaca cultivadas no Nordeste do Brasil. Dentre os resultados encontrados, a casca de seriguela se apresentou como uma boa fonte dos compostos antioxidantes analisados.*

*Palavras chave: cascas de frutas, compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas.*

### **1. Introdução**

Existe uma tendência mundial em relação ao mercado consumidor de frutas, é cada vez maior a demanda desses produtos devido ao seu valor nutricional, e principalmente as frutas tropicais, pelo sabor exótico que possuem. Em relação aos países em desenvolvimento, o Brasil é o maior produtor e grande exportador, sendo que a maior produção se encontra nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Pernambuco, Alagoas e alguns estados do Nordeste e Norte (FERRARI et al., 2004).

As cascas das frutas são consideradas como resíduos industriais provenientes do processo de esmagamento para a obtenção do suco, e atualmente, esses resíduos são utilizados por produtores rurais na suplementação da alimentação animal, como ração para bovinos e aves, ainda sem muita informação técnica adequada. Como este volume representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico.

Com o objetivo de incentivar o reaproveitamento de resíduos agroindustriais e oferecer uma alternativa para fonte de compostos antioxidantes no desenvolvimento de novos produtos, foram analisadas as cascas de algumas frutas, determinando o teor de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas da casca de seriguela, mangaba, cajarana, sapoti e jaca cultivadas no Nordeste do Brasil.

## 2. Material e Métodos

As frutas utilizadas nesta pesquisa foram: jaca, sapoti, seriguela, cajarana e mangaba, que foram adquiridas em supermercados de Salvador, Bahia. As frutas foram despulpadas, manualmente, com ajuda de facas, sendo as cascas trituradas em processador industrial e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises.

Os extratos das amostras para determinação dos compostos fenólicos foram obtidos conforme metodologia proposta por Cohen et al. (2009), onde foi feito duas soluções extratoras, metanol:água (50:50, v/v) e acetona:água (70:30, v/v), somando as duas extrações no final do procedimento e aferindo com água destilada no balão de 100 mL. Os extratos foram armazenados em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento da realização da análise. E a determinação dos compostos fenólicos foi realizada por meio do método de Folin-Ciocalteu, de acordo com procedimento de Obanda e Owuor (1997), sendo o teor de polifenóis totais expresso em miligramas de ácido gálico (AG) por 100 g de casca.

As análises de antocianinas e flavonoides totais foram feitas segundo Francis (1982). A solução extratora foi etanol 95 % em HCl 1,5N (85:15, v/v), a absorbância das amostras foi lida a 535 nm e 374 nm para quantificação das antocianinas e flavonoides, respectivamente. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de quercetina (Q)/ 100g de casca, onde utilizou o coeficiente de extinção da quercetina para encontrar os resultados. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados encontrados para a determinação dos compostos fenólicos (gAG/100g de casca), flavonoides e antocianinas (gQ/100g de casca) dos extratos das cascas das cinco frutas tropicais avaliadas neste estudo.

Análises (Média $\pm$ Desvio padrão)			
Amostras Cascas	Compostos Fenólicos (mgAG/100g)	Flavonoides ( $\mu\text{gQ}/100\text{g}$ )	Antocianinas ( $\mu\text{gQ}/100\text{g}$ )
Seriguela	818,68 $\pm$ 0,12	0,0133 $\pm$ 0,0004	0,00187 $\pm$ 0,00002
Mangaba	321,25 $\pm$ 0,24	0,00317 $\pm$ 0,00002	0,0186 $\pm$ 0,0003
Cajarana	134,37 $\pm$ 0,10	0,0048 $\pm$ 0,0002	0,00096 $\pm$ 0,00002
Sapoti	351,54 $\pm$ 0,32	0,0026 $\pm$ 0,0002	0,00053 $\pm$ 0,00001
Jaca	67,83 $\pm$ 0,01	0,0018 $\pm$ 0,0002	0,00024 $\pm$ 0,00002

Tabela 1. Determinação dos compostos fenólicos totais (mgAG/100g), flavonoides e antocianinas ( $\mu\text{gQ}/100\text{g}$ ) dos extratos das cascas de seriguela, mangaba, cajarana, sapoti e jaca.

O conteúdo de fitoquímicos em frutas pode ser afetado pelo grau de maturação no momento da colheita, por diferenças genéticas entre cultivares, condições ambientais, durante a colheita, condições de estocagem pós-colheita e pela manipulação da amostra. Dentre as amostras estudadas a casca de seriguela foi a que apresentou maior teor de fenólicos totais (818,68 mgAG/100g), valor maior do que o encontrado por Melo et al. (2008) para a polpa de seriguela (349,81mg/100g). A seriguela também apresentou o maior teor de flavonoides (0,0133 µgQ/100g de casca) entre as amostras estudadas. Salientando que no caso específico da seriguela, a casca é consumida junto com a fruta, já sendo uma fonte importante deste composto antioxidante na dieta alimentar.

Todas as amostras apresentaram valores baixo de antocianinas, sendo o mais expressivo o da mangaba (0,0186 µgQ/100g de casca). Augusta et al. (2010) encontraram para antocianina da casca de jambo um valor de 0,3 µg/100g de casca. Kuskoski et al. (2006) encontrou quantidade de antocianinas totais nas polpas de amora, uva, morango, açaí, acerola e goiaba de 41,8; 30,9; 23,7; 22,8; 16,0 e 2,7 mg 100g<sup>-1</sup> peso da matéria fresca, mas não encontrou antocianina em abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá.

#### **4. Conclusões**

Os resultados apresentados neste estudo mostram que as cascas de frutas são uma importante fonte de compostos antioxidantes, principalmente de compostos fenólicos. Diante disso, essas amostras, consideradas como resíduos agroindustriais podem ser utilizadas como fontes de compostos antioxidantes para o desenvolvimento de novos produtos, como alimentos, cosméticos e fármacos, bem como serem utilizados como substitutos dos antioxidantes sintéticos utilizados na indústria de alimentos.

#### **Referências**

- AUGUSTA, I.M.; RESENDE, J.M.; BORGES, S.V.; MAIA, M.C.A.; COUTO, M.A.P.G. (2010). *Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho Syzygium malaccensis, (L.) Merryl & Perry*. Ciência Tecnologia de Alimentos 30(4): 928-932.
- CAETANO, A.C. da S.; MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; MACIEL, M.I.S.; ARAÚJO, C.R. de. (2009). *Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola*. Brazilian Journal Food Technology 12(2): 155-160.
- FERRARI, R.A.; COLUSSI, F.; AYUB, R.A. (2004). *Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá aproveitamento das sementes*. Rev. Bras Frutic 26:101-102.
- FRANCIS, F. J. (1982). Analysis of anthocyanins, In: MARKAKIS, P. Anthocyanins as Food Colors. New York: Academic Press, p. 182-205.
- KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. (2006). *Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas*. Ciência Rural 36(4): 1283-1287.
- MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.; ARAÚJO, C.R. (2008). *Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas*. Alim. Nutr. 19(1): 67-72.
- OBANDA, M.; OWUOR, P.O. (1997). *Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas*. Journal of the Science of Food and Agriculture 74(2): 209-215.

## **Determinação da composição centesimal de própolis verde de diferentes produtores do estado de Minas Gerais**

Aline Silva Costa (SENAI-BA) [sc\\_aline@yahoo.com.br](mailto:sc_aline@yahoo.com.br); Bruna Aparecida Souza Machado (SENAI-BA e UFS-SE) [brunam@fieb.org.br](mailto:brunam@fieb.org.br); Wagner Barbosa Bramont (SENAI-BA) [wagnerb@fieb.org.br](mailto:wagnerb@fieb.org.br); Silmar Baptista Nunes (SENAI-BA) [silmar@fieb.org.br](mailto:silmar@fieb.org.br); Francine Ferreira Padilha (UNIT-SE) [fpadilha@yahoo.com.br](mailto:fpadilha@yahoo.com.br); Marcelo Andres Umsza Guez (SENAI-BA) [marcelo.umsza@fieb.org.br](mailto:marcelo.umsza@fieb.org.br)

### **Resumo**

*A própolis, produto de apiários comercializado em paralelo ao mel, é um material resinoso de consistência viscosa elaborada pelas abelhas que coletam matéria-prima de diversas partes de plantas. Possui uma composição química complexa sendo que tal composição é dependente da flora da região. Neste trabalho determinou-se a composição centesimal de própolis verde oriundas de diferentes produtores do estado de Minas Gerais, foi obtido valores dentro do permitido pela legislação vigente para cinzas e umidade, sendo que para os outros parâmetros centesimais não há limites para comparação.*

*Palavras chave: Análise centesimal, própolis, umidade.*

### **1. Introdução**

Própolis é uma denominação genérica utilizada para descrever uma mistura complexa de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas colhidas por abelhas melíferas de brotos, flores e exsudatos de plantas, às quais as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para a elaboração do produto final (FUNARI; FERRO, 2006). É considerada uma das misturas mais heterogêneas encontradas em fontes naturais. Mais de 300 constituintes já foram identificados e/ou caracterizados em diferentes amostras de própolis (RIGHI, 2008).

Uma grande variedade de atividades biológicas (como atividade antioxidante, anti-inflamatória, hipotensiva, anestésica, cicatrizante, antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antiprotozoária, antitripanossomal, anticarcinogênica e anticariogênica) é atribuída à própolis, principalmente devido a sua composição química (CASTRO et al. 2007). E essa composição pode variar de acordo com a sazonalidade regional, clima, solo e outros fatores podendo influenciar o seu potencial de ação (CASTRO et al. 2007; AGUERO et al. 2010).

Considerando-se que a procura pela própolis tem crescido nos últimos anos, principalmente pelo interesse da população para os chamados produtos naturais, o levantamento de dados que contribuam para o conhecimento de fatores que possam interferir com a qualidade do produto, são de suma importância, por essa razão o objetivo desse trabalho foi caracterizar a própolis verde produzida no estado de Minas Gerais através da determinação da análise centesimal.

## 2. Material e Métodos

Foram utilizadas amostras de própolis verde adquiridas de diferentes produtores do estado de Minas Gerais (MG1, MG2, MG3 e MG4). As amostras foram trituradas integralmente em um moinho (Cadence) e, após, armazenadas a temperatura ambiente até o momento das análises.

Os parâmetros da composição centesimal foram avaliados através dos métodos preconizados pela AOAC (2007). A análise de proteína bruta foi efetuada conforme o método de Kjeldahl, no qual avaliou-se o teor de nitrogênio total de origem orgânica. Os teores de cinzas por incineração em mufla, a 550°C, até obtenção de massa constante e a umidade por secagem em estufa, a 105°C, até massa constante. A quantificação de lipídeos foi realizada pelo método de extração de Soxhlet utilizando como solvente éter etílico. Os carboidratos foram determinados por diferença entre 100 g da amostra e a soma total dos valores encontrados para umidade, proteína, lipídios e cinzas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados encontrados para a determinação da composição centesimal das amostras de própolis verde obtidas de diferentes produtores do estado de Minas Gerais (MG1, MG2, MG3 e MG4).

Análise Centesimal (Média±Desvio padrão)					
Amostras	Proteínas	Lipídeos	Umidade	Cinzas	Carboidratos
MG1	10,54±0,10	46,66±0,82	7,37±0,52	3,15±0,06	32,29±0,49
MG2	6,44±0,32	61,43±0,49	5,32±0,07	2,54±0,13	24,28±0,84
MG3	10,53±0,13	47,30±0,73	7,41±0,44	3,08±0,03	31,67±0,99
MG4	9,44±0,06	57,30±0,39	8,04±0,11	2,74±0,13	22,47±0,57

Tabela 1. Composição centesimal de própolis verde adquirida de diferentes produtores do estado de Minas Gerais.

Comparando-se os dados obtidos das amostras de própolis estudadas neste trabalho com os valores da Legislação Vigente (BRASIL, 2002), constatou-se que as amostras estão de acordo com o exigido quanto ao percentual de cinzas (máximo 5%) e umidade (máximo 8%). O teor de umidade é um parâmetro importante para a qualidade da própolis, pois uma umidade acima do permitido pode afetar a segurança do produto permitindo proliferação de microrganismos na amostra tornando-a imprópria para comercialização (WOISK, 1988).

Garcia et al. (2001), analisando a própolis do Paraná, encontraram valores para cinzas de 3,56%, maior do que o encontrado no presente trabalho. Porém, Silva et al. (2006) encontraram valor inferior, 1,42%, corroborando com Castro et al. (2007) e Agüero et al. (2010) que relatam que a variação da composição química depende da região de colheita dentre outros fatores (época do ano, solo, etc.).

Na literatura não há valores de proteínas, lipídeos e carboidratos totais para própolis,

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

tornando-o este trabalho de suma importância para caracterização desta matéria-prima de grande valor no mercado atual.

### 4. Conclusões

Os resultados apresentados neste estudo além de verificar se a amostra está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (com os valores de cinzas e umidade) ajuda a caracterizar um produto de grande valor agregado apresentando novos dados desta matéria-prima (proteínas, lipídeos, carboidratos totais).

### Referências

- AGUERO, M.B.; GONZALEZ, M.; LIMA, B.; SVETAZ, L.; SANCHEZ, M.; ZACCHINO, S.; FERESIN, G.E.; SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; PALERMO, J.; WUNDERLIN, D.; TAPIA, A. (2010). *Argentinean própolis from Zuccagnia punctata Cav. (Caesalpiniaee) exudates: phytochemical characterization and antifungal activity*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58: 194-201.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2007). *Official methods of analysis of the association of the official analytical chemists*. 18.ed. Washington: AOAC, 1750p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura.(2002) Anexo VI – *Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Própolis*. Brasília, DF: Ministério da Agricultura.
- CASTRO, M.L.; CURY, J.A; ROSALEN, P.L.; ALENCAR, S.M.; IKEGAKI, M.; DUARTE, S.; KOO, H. (2007). *Própolis do sudeste e Nordeste do Brasil: influencia da sazonalidade na atividade antibacteriana e composição fenólica*. Química Nova 30(7): 1512-1516.
- FUNARI, C.S.; FERRO, V.O. (2006). *Análise de Própolis*. Ciência e Tecnologia de Alimentos 26: 171-178.
- GARCIA, J.; MOMMENSOHN, L.G.; MOURA, L.P.P. (2000). Produção de própolis em colônias de Apis mellifera africanizadas pelas técnicas convencional de raspagem e coletor de própolis inteligente. Disponível em: <<http://www.cca.uem.gov/anu4600.html>> Acesso em: ago 2012.
- RIGHI, A.A. (2008). Perfil químico de amostras de própolis brasileiras. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo/SP.
- SILVA, A. da S.; RODRIGUES, E.A.; RIBEIRO, M.C.M.; CUSTODIO, A.R.; ANDRADE, N.E.D.; PEREIRA, W.R. (2006). *Características físico-químicas e atividade antimicrobiana de extratos de própolis da Paraíba, Brasil*. Ciência Rural 36: 1842-1848.
- SOUSA, J.P.B.; FURTADO, N.A.J.C.; JORGE, R.; SOARES, A.E.E.; BASTOS, J.K. (2007) *Perfis físico-químico e cromatográfico de amostras de própolis produzidas nas microrregiões de Franca (SP) e Passos (MG), Brasil*. Braz J. Pharmacogn 17:85-93.
- WOISK, R.G.; SOLATINO, A. (1988). *Analysis of própolis: some parameters and procedures for chemical quality control*. Journal of Apicultural Research 37: 99-105.

## **Aplicação das metodologias SENAI de competências na operacionalização da metodologia TheoPrax nos cursos de educação profissional e tecnológica do SENAI-BA: conexões possíveis**

Lucia Maria Gonçalves Santos (SENAI Dendezeiros) Imarias@fieb.org.br  
Maria Célia Calmon Santos (SENAI Dendezeiros) mcelias@fieb.org.br

### **Resumo**

*Partindo da compreensão das concepções da **Metodologias SENAI para formação profissional com base em competências** e da **Metodologia TheoPrax**, é possível refletir sobre a utilização concomitante das metodologias nas práticas formativas da educação profissional e tecnológica do SENAI-BA. Este texto exprime, por meio de possíveis conexões, uma proposta de utilização de duas metodologias extremamente importantes para o processo ensino e aprendizagem. Se por um lado as metodologias de formação profissional com base em competências utilizadas pelo SENAI possibilitam uma qualificação profissional pautada na identificação das competências profissionais, base sólida para estruturar e atualizar a educação profissional, mediante o desenho de uma oferta formativa utilizando práticas pedagógicas contextualizadas em situações de aprendizagem, por outro lado, a Metodologia TheoPrax possibilita um aprendizado que alia a teoria à prática, fazendo com que alunos analisem problemas industriais reais e proponham soluções para serem aplicadas nas indústrias*

*Palavras chave: Metodologia; Competências; TheoPrax; Práticas Pedagógicas.*

### **1. Introdução**

Este texto exprime, por meio de possíveis conexões, uma proposta de utilização de duas metodologias importantes para o processo ensino e aprendizagem: As Metodologias SENAI para formação profissional com base em competências e Metodologia TheoPrax. Se por um lado as metodologias de formação profissional com base em competências utilizadas pelo SENAI possibilitam uma qualificação profissional pautada na identificação das competências profissionais necessárias ao exercício de uma profissão, base sólida para estruturar e atualizar a educação profissional, mediante o desenho de uma oferta formativa utilizando práticas pedagógicas contextualizadas em situações de aprendizagem, por outro lado, a Metodologia TheoPrax possibilita um aprendizado que alia a teoria à prática, fazendo com que estudantes analisem problemas industriais reais e proponham soluções para serem aplicadas nas indústrias.

### **2. Metodologias SENAI para formação profissional com base em competências**

Sintonizado com as mudanças no contexto do trabalho e em consonância com a legislação educacional vigente o SENAI Nacional através do Projeto Estratégico Nacional “Formação Profissional com Base em Competências”, estabeleceu uma

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

nova organização curricular visando a construção das competências requisitadas pelo mundo do trabalho. A metodologia conta hoje com três volumes (Elaboração de Perfis Profissionais por Comitês Técnicos Setoriais (CTS), Elaboração de Desenho Curricular e Norteador da prática pedagógica).

Os CTS tem o objetivo básico de identificar as competências profissionais indispensáveis ao exercício profissional, a fim de delinear perfis profissionais com base em competências, incorporando aspectos presentes e tendências futuras. São integrados por atores do segmento econômico ou profissional referente ao perfil a ser delineado, além de especialistas do próprio SENAI, de forma a se obter pluralidade de visões. Esses perfis identificados sustentarão o processo de elaboração do desenho curricular e da oferta formativa.

Em seguida, concebe-se o desenho curricular com vistas a possibilitar o desenvolvimento das competências estabelecidas no perfil profissional à luz de uma proposta de educação profissional delineada com o objetivo de formar o trabalhador-cidadão, capaz de atuar de forma participativa, crítica e criativa, com mobilidade e flexibilidade, na vida profissional e social.

Ainda na metodologia, adota-se uma prática pedagógica que: privilegia metodologias centradas no sujeito que aprende; valorizando o docente enquanto facilitador e mediador do processo de aprendizagem; dando autonomia ao aluno com a capacidade de solucionar problemas; enfatiza a importância do planejamento sistemático das atividades pedagógicas em atividades e projetos.

### **3. A metodologia TheoPrax**

Desenvolvida na Alemanha pelo prof. Peter Eyerer do Instituto Fraunhofer - ICT da Universidade de Stuttgart e inspirada no trabalho por projetos de “caráter sério”, parte de desafios propostos aos estudantes e visam aproximar o ensino ao máximo possível do real desenvolvido nas indústrias. Combina as atividades teóricas com fortes elementos práticos através de projetos reais da indústria, favorecendo a integração da educação profissional com os serviços técnicos tecnológicos, incluindo a pesquisa aplicada e inovação. Nela são integradas as técnicas de criatividade, resolução de problemas, avaliação de ideias, tomada de decisão, planejamento, gestão de projetos, pesquisa, apresentação de resultados, empreendedorismo e marketing. São delegadas responsabilidades aos alunos para resolução de problemas reais de indústrias que os contratam para resolverem seus problemas técnicos.

Os alunos precisam assumir uma visão empresarial, como: trabalhar em equipe, trabalhar com o gerenciamento de projetos, análise de custos, negociação, habilidade de comunicação interpessoal, dentre outras, tendo orientação para agir em contextos. fortalecendo as competências; estabelecer elos entre instituição de ensino/universidades e indústrias; fomentar a atuação empresarial; o trabalho em equipes, melhorar a escolha da profissão e aumentar o interesse do aluno por tecnologia e ciências exatas. Para sua operacionalização utiliza-se do: gerenciamento de projetos; de conhecimentos; de tempo; solução de problemas; método de apresentação; criatividade e documentação. Contudo e de acordo com

SANTOS (2008), apesar de reconhecer e trabalhar bastante com a autonomia do aluno para buscar o conhecimento, esta metodologia valoriza as aulas tradicionais (o ensino frontal) enquanto recurso pedagógico necessário à aprendizagem.

#### 4. Conexões entre a metodologia SENAI para formação por competências e a metodologia TheoPrax

Na análise destas duas metodologias, destaca-se como possíveis conexões:

- A promoção do reconhecimento dos benefícios de ligar os processos de aprendizagem às situações típicas do dia a dia, inclusive do trabalho, garantindo o necessário “pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas” (inciso II do art. 3º da LDB) e que relacionem permanentemente “a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (inciso IV do art. 35 da LDB). (CORDÃO, 2002)
- A aproximação da formação ao mundo real, ao trabalho e às práticas sociais através do desenvolvimento de tarefas autênticas que possuem utilidade e significado para o trabalho e para a vida.
- O refinamento do currículo, partindo de uma ação mais efetiva do aluno e dos professores na direção da educação para o trabalho e outras práticas sociais.

O aluno necessita aprender estratégias para planejar, tomar decisões e controlar a aplicação de técnicas, adaptando-as às necessidades específicas de cada atividade. As estratégias são aprendidas por meio da reestruturação da própria prática, que é resultado da reflexão e da tomada de consciência sobre o que se faz e como é feito, pois possibilita que o aluno possa lidar com situações novas e desafiadoras. O estabelecimento de instrumentos tais como fluxos, cronogramas, formulários para registro e controle de informações, entre outros, pois, como afirma Pozo (2002), em se tratando de aprendizagem de estratégias, “*o aluno estará numa encruzilhada de opções ou caminhos*”.

#### 5. Conclusões

É preciso compreender os fundamentos dessas duas metodologias complementares para que estas sejam utilizadas de forma efetiva, eficiente e eficaz. A defesa e incorporação de uma metodologia que dê conta da formação com mais efetividade é urgente e necessária, com vistas a obtenção de identidade pedagógica da instituição e de seu diferencial competitivo. Somente a aplicação dessas duas metodologias fornecerá evidências que falarão em sua defesa. Para isso é preciso começar.

#### Referências

CORDÃO, Francisco A. A LDB e a nova educação profissional. Boletim Técnico do SENAC. Rio de Janeiro, volume 28, nº 1, p. 11-23, Janeiro/Abril 2002.

KRAUSE, Dorthe e EYERER, Peter (Hg.). Shulerprojekte manager: TheoPrax methodik in ausund weiterbildung - Bielefeld: W.B.V., 2008.

POZO, Juan Ignacio. Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

SANTOS. Maria Célia C. Análise de duas práticas pedagógicas no ensino superior tecnológico: interdisciplinaridade ou problematização? / Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Teologia. Programa de Pós-Graduação. Mestrado em Teologia; orientadora Gisela Streck. – São Leopoldo: EST/PPG, 2008.127 f. São Leopoldo, 2008.

SENAI. Metodologias SENAI para formação profissional com base em competências. 3ª ed. Brasília: SENAI/DN, 2009.

**“Efeito Chicote” em um elo da cadeia de suprimento de embalagens para refrigerantes – estimativa de oscilação de demanda durante a Copa do Mundo de 2014.**

Milton da Silva Cruz (Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC) milton.cruz@fieb.org.br  
Xisto Lucas Travassos Júnior (Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC)  
lucas.travassos@fieb.org.br  
Francisco Uchoa Passos (Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC)  
francisco.uchoa@fieb.org.br

**Resumo**

*Este trabalho analisa o comportamento de um elo da cadeia de suprimentos de garrafas PET Polietileno tereftalato, (resina aplicada à fabricação de embalagens) para refrigerantes, do ponto de vista do fabricante das embalagens, sob a ótica do chamado “Efeito Chicote” explorando as repercussões sobre os estoques causadas pela variabilidade da demanda num determinado período. Com esse objetivo apresenta-se um cálculo para dimensionamento do efeito chicote, aplicado aos dois níveis da cadeia estudada, o que resultou em um fator de intensidade de 4,60 para a demanda de garrafas PET no período de janeiro a dezembro de 2010. Tais oscilações foram projetadas para o evento da Copa do Mundo de 2014, quando os níveis de demanda estarão sensivelmente ampliados. Como forma de minimizar a variabilidade da demanda causada por tal efeito, foram propostas algumas ações de gerenciamento dentro da cadeia de suprimentos, que sugerem a disseminação de informação entre seus membros e a integração das empresas, desde os fornecedores de matérias-primas até o cliente final, a partir da premissa de que a disseminação de informações na cadeia poderá reduzir o “Efeito Chicote”.*

*Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos, Efeito Chicote, Garrafas PET, Copa do Mundo 2014.*

**1. Introdução**

Este trabalho tem por objetivo estudar as oscilações de demanda provocadas pela falta de acurácia das informações referentes às quantidades demandadas em um elo da cadeia de suprimentos, formada por duas empresas da Região Metropolitana de Salvador (RMS) – um fabricante de embalagens PET - Polietileno tereftalato, (resina aplicada à fabricação de embalagens) e um fabricante de refrigerantes que utiliza aquelas embalagens. Tais oscilações foram constatadas no período de janeiro a dezembro de 2010, e suas conseqüências foram estudadas à luz do “Efeito Chicote”, tendo sido dimensionadas pelo método desenvolvido por Fransoo & Wouters (2000). Os resultados obtidos foram projetados para o período de realização da Copa do Mundo de 2014, quando haverá um aumento significativo de demanda, a fim de estimar-se seu impacto. Como forma de prevenção contra a amplificação das ordens de demanda naquele período, mitigando-se, assim, a

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

ocorrência do citado fenômeno, sugere-se a integração entre os dois níveis aqui estudados, com a aplicação de ferramentas de tecnologia que visam disseminar as informações a respeito das previsões das quantidades demandadas. O “Efeito Chicote”, também conhecido como “Efeito Forrester” em homenagem a Jay Forrester, foi pela primeira vez definido em um artigo clássico da Harvard Business Review (“Industrial Dynamics, July/Aug. 1958”). Com base na argumentação aqui apresentada, este trabalho tem sua questão-problema definida como se segue: **“Quais são os impactos atuais do “Efeito Chicote” na fabricação de garrafas PET, e como contribuir para prevenir que esses impactos se amplifiquem durante o período da Copa do Mundo 2014?”**

## 2. Revisão Bibliográfica

De acordo com Carillo Jr. et al (2003), as primeiras definições de logística são baseadas na visão tradicional da organização orientada para a produção: um termo empregado na indústria e comércio para descrever as atividades com movimentos eficientes de produtos acabados da produção para o cliente, sendo que em alguns casos inclui o movimento de matérias-primas do fornecedor para a produção. Em uma segunda fase, logística era considerada como integração de duas ou mais atividades com o propósito de planejamento, realização e controle eficiente do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados do ponto de origem ao ponto de consumo. Martins (2006) identifica a logística atual relatando que a nova visão de negócio tem feito com que as empresas focalizem o que se costuma chamar de core business ou negócio principal. Dessa maneira, na empresa industrial, o negócio principal é produzir os produtos e não distribuí-los. Sendo assim, todas as atividades logísticas, em algumas empresas, são transferidas a um novo ator que surge no cenário: o operador logístico, que tem por objetivo prover todas as atividades logísticas necessárias ao negócio. Ballou (2001) define ainda que a logística empresarial estuda, de que forma a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos.

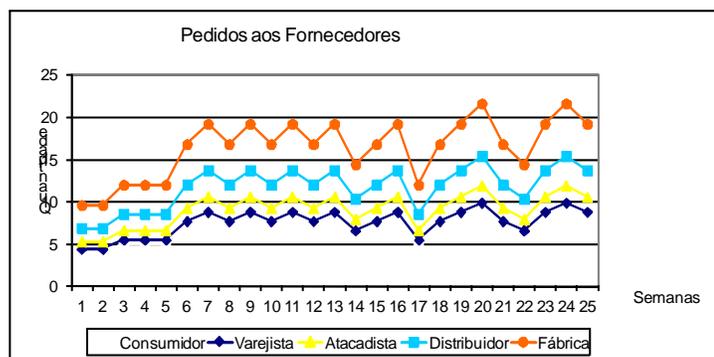


Gráfico 1: Pedidos aos fornecedores  
Fonte: Elaborado pelo autor.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

O fenômeno é denominado de “Efeito Chicote” (“whiplash effect”): uma pequena variação ou flutuação sazonal na demanda real do cliente pode “bater o chicote para os fornecedores, levando a alternar entre situações de superprodução e de ociosidade” conforme observa (Carillo Jr et al 2003).

### 3. Metodologia

Fransoo & Wouters (2000), procuraram explicar a mensuração do efeito chicote em uma cadeia de suprimento tendo como foco de análise três elos produtivos dentro da cadeia de suprimento. Para tal mensuração, os autores consideram o efeito de chicoteamento como sendo o quociente entre a variação da demanda a montante pela variação da demanda a jusante do elo estudado. A variação refere-se ao desvio padrão da demanda ( $\sigma$ ) dividido pela demanda média aritmética ( $\mu$ ). Segundo estes autores, para o cálculo do efeito chicote consideram-se as demandas como sendo os dados correspondentes à sinalização da demanda que saem de um componente inferior de um determinado nível da cadeia para um componente acima do mesmo nível Din. Já os valores das vendas (Dout) são analisados como sendo os dados que saem de um componente superior e vai para um abaixo do mesmo nível. Ou seja, Din é o pedido de um membro da cadeia ao membro imediato (mais próximo) e Dout é o valor dos pedidos atendidos por este membro.

#### 3.1 Detalhamento da metodologia desenvolvida por Fransoo & Wouters.

Segundo a metodologia, o Efeito Chicote é calculado através da seguinte fórmula:

$\omega = \text{Cout} / \text{Cin}$	o efeito em um nível da cadeia
$\text{Cout} = \sigma (\text{Dout} (t, t + T)) / \mu (\text{Dout} (t, t + T))$	dispersão das vendas em um nível
$\text{Cin} = \sigma (\text{Din} (t, t + T)) / \mu (\text{Din} (t, t + T))$	dispersão da demanda em um nível
$\text{Dout} (t, t + T)$	vendas em um nível
$\text{Din} (t, t + T)$	demanda em um nível
$\omega T = \omega 1 \times \omega 2$	efeito chicote total de um elo em dois níveis da cadeia

Tabela 13: Cálculo do “Efeito Chicote”  
Fonte: Fransoo & Wouters. Elaborada pelo autor.

#### 3.2 Resultados do “Efeito Chicote” no período de janeiro/2010 a dezembro/2010

A metodologia desenvolvida por Fransoo & Wouters (2000), descrita no item 3.5. deste trabalho foi aplicada à amostra de valores relativos às previsões de vendas de refrigerantes, e aos volumes de produção de garrafas PET (Nível 1), e às previsões de compra de resina PET aos fornecedores, e às quantidades efetivamente vendidas por eles (Nível 2), conforme a Tabela 20 a seguir, para o período de janeiro a dezembro de 2010, e calculados na Tabela 21, resultando no que segue:

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

PRODUÇÃO DE GARRAFAS PET							
Níveis		Média Mensal	Desvio Padrão	Cin	Cout	$\omega$	$\omega_{Total}$
Fáb. Refrigerantes Nível 1	Previsão de Compra de Garrafa PET Din 1	599.671	99.246	0,1655	0,2114	1,28	4,60
	Volume de Compra de Garrafa PET Dout 1	758.915	160.454				
Fáb. Garrafas PET Nível 2	Previsão de Compras de Resina PET Din 2	716.667	126.730	0,1768	0,6363	3,60	
	Volume de Compra de Resina PET Dout 2	538.750	342.810				

## 4. Conclusão

Esta pesquisa teve o propósito de discutir e apresentar os impactos do Efeito Chicote nos custos logísticos dos estoques de matérias-primas para fabricação de garrafas PET em uma empresa do setor de embalagens no Estado da Bahia, apresentar um dos métodos para dimensionamento do Efeito Chicote e discorrer sobre algumas das ferramentas gerenciais de Tecnologia da Informação capazes de eliminar seus efeitos sobre a variabilidade das informações de demanda. A pesquisa foi realizada no âmbito de uma Cadeia de Suprimentos com, apenas um elo e dois níveis. Sabendo que o “Efeito Chicote” é amplificado à montante das Cadeias de Suprimentos, ou seja, do cliente final em direção aos fornecedores de matérias-primas, é possível inferir que a amplificação constatada aqui (4,60) será potencializada quando considerarmos os dados e informações numa cadeia que contenha todos os elos envolvidos.

## **Um Modelo de Localização Baseado na Metodologia AHP para Fornecedoras de Autopeças do Setor Automotivo no Estado da Bahia**

**Bruno Leonardo Santos Menezes (Faculdade de Tecnologia do SENAI CIMATEC)  
Valter de Senna (Faculdade de Tecnologia do SENAI CIMATEC)  
Renelson Ribeiro Sampaio (Faculdade de Tecnologia do SENAI CIMATEC)  
brunomenezes@email.com**

### **Resumo**

*No ano de 2011 uma empresa chinesa fabricante de automóveis e chassis de ônibus anunciou oficialmente que construirá uma fábrica em área industrial da cidade de Camaçari no Estado da Bahia. Em 2012 a montadora chinesa confirmou que construirá uma unidade, na cidade de Camaçari, para montar veículos automotores de passeio. A chegada de mais uma importante indústria automotiva para a região, pode gerar consequências positivas para todo o setor automotivo do Estado. Esse estudo tem como objetivo propor um modelo genérico, utilizando a metodologia Analytic Hierarchy Process, para auxiliar na decisão complexa sobre a localização industrial de fábricas dos fornecedores autopeças do Estado da Bahia com a chegada de uma empresa chinesa fabricante de automóveis e chassis de ônibus na região de Camaçari.*

*Palavras Chaves: Setor Automotivo; Autopeças; Analytic Hierarchy Process; Teoria da Localização*

### **1. Introdução**

Esse estudo tem como objetivo propor um modelo, utilizando a metodologia Analytic Hierarchy Process, para auxiliar na decisão sobre a localização das fábricas dos fornecedores autopeças no estado da Bahia.

No ano de 2011 uma empresa chinesa fabricante de automóveis e chassis de ônibus anunciou oficialmente que construirá uma fábrica em uma área industrial da cidade de Camaçari no estado da Bahia. A chegada de mais uma importante indústria automotiva para a região, pode gerar consequências positivas para todo o setor automotivo do estado. Segundo notícia publicada no sítio oficial do jornal Correio da Bahia<sup>1</sup> em 15 de maio de 2012, pela jornalista Luciana Rebouças, esta nova fábrica chinesa tem previsão de ser inaugurada em Camaçari em outubro de 2014, onde irá atrair até 400 novos fornecedores para o estado da Bahia. Previsão apresentada pelo vice-presidente da montadora, durante a apresentação do Projeto Industrial na FIEB.

Em outra notícia do jornal Correio da Bahia<sup>2</sup>, Luciana Rebouças publica em 22 de maio de 2012 que o desembarque de mil carros em 21 de maio de 2012 da fabricante chinesa marcou o início das operações na Bahia. O presidente da fabricante chinesa no Brasil informou que a empresa montará na Bahia o Centro de Distribuição de Autopeças e Reposições, com investimento de R\$ 20 milhões. Hoje o Centro de Distribuição é localizado no estado de São Paulo e será transferido para

Camaçari até o próximo ano. A previsão é escoar cerca de 2 mil carros por mês pelo Porto de Salvador. A Bahia representa 7% do mercado consumidor da fabricante chinesa, 140 carros devem ficar aqui no estado da Bahia.

A decisão sobre a localização das empresas que fabricam automóveis e seus fornecedores tem alto nível de complexidade, além de ser uma decisão estratégica para o setor e região que estão sendo inseridos, pois envolvem diversas variáveis que causam impactos relevantes em toda cadeia de suprimentos. O método conhecido como (AHP) Analytic Hierarchy Process é uma metodologia relevante para auxiliar na tomada de decisão que envolve a escolha de um local para instalação de fabricantes de autopeças na região. O software Expert Choice foi utilizado como recurso computacional para aplicação do AHP.

## 2. Desenvolvimento

Ao longo dos anos, os estudos envolvendo a (TL) Teoria da Localização sempre procuraram explicar o comportamento de diversas variáveis no espaço geográfico. Nos trabalhos realizados pelos autores anteriores, também é possível detectar interações entre a TL e outros campos de estudos.

Para entender e tomar decisão referente à localização de organizações atualmente, é necessário compreender a complexidade e dinâmica das transações que envolvem a cadeia logística em sua totalidade.

As características citadas de Surana et al (2005) e Holland (2003) deixam claro que cada elemento da cadeia exerce de maneira direta e indireta impacto nos gastos, pois fazem parte do processo produtivo do sistema logístico.

Ao longo dos anos, os estudos envolvendo a (TL) Teoria da Localização sempre procuraram explicar o comportamento de diversas variáveis no espaço geográfico. Nos trabalhos realizados pelos autores anteriores, também é possível detectar interações entre a TL e outros campos de estudos.

Para entender e tomar decisão referente à localização de organizações atualmente, é necessário compreender a complexidade e dinâmica das transações que envolvem a cadeia logística em sua totalidade. As características citadas de Surana et al (2005) e Holland (2003) deixam claro que cada elemento da cadeia exerce de maneira direta e indireta impacto nos gastos, pois fazem parte do processo produtivo do sistema logístico.

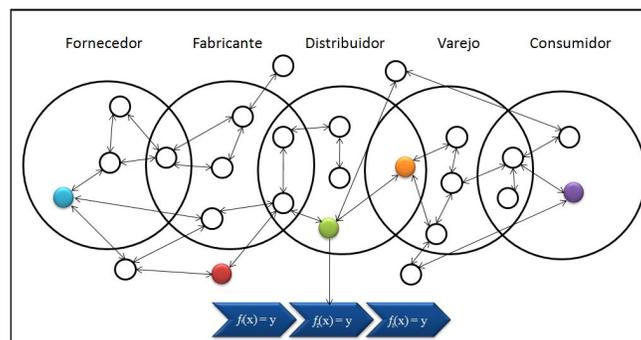


Figura 11 – Rede logística complexa. Fonte: Adaptado Surana et al (2005).

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

O modelo proposto por esta pesquisa considera primeiramente que as características de complexidade e dinâmica da cadeia logística, citadas por Surana et al (2005) e Holland (2003), exercem influência nos fatores de localização industrial (figura 56).

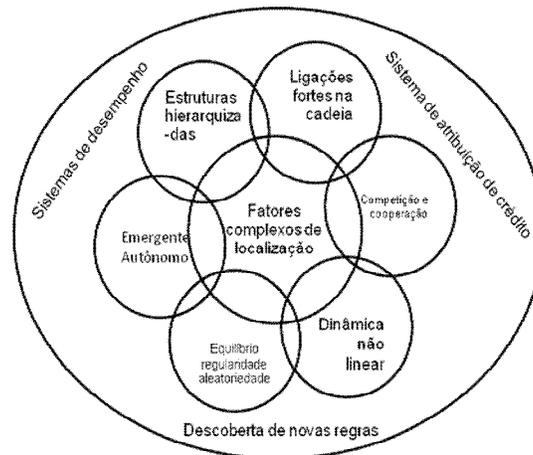


Figura 56 – Modelo de classificação de fatores complexos de localização.

Fonte: Autor.

Baseado nos fatores de localização industrial citados por Weiss (1997), Murray (1999), Klaassen e Vanhove (1980 citado por AYDALOT 1985), Aydalot (1985), Caetano (1986), Carrière e Reix (1989), Costa e Silva (1994), Santos e Cadima Ribeiro (1995), Bernardes e Marcondes (2000), Sato (2002), Ballou (2001), Chopra e Meindl (2004), Badri (2007), Marighetti e Sposito (2009) e no estudos realizados por Lima et al (2002), Najberg e Puga (2003) foram:

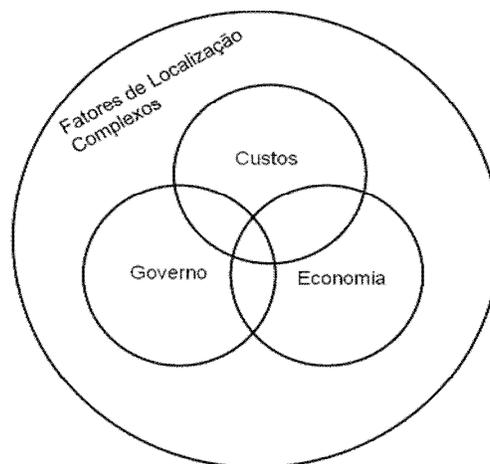


Figura 57 – Classificação de fatores complexos de localização. Fonte: Autor.

Os estudos de Lima et al (2002) e Najberg e Puga (2003) concordam que a Bahia foi escolhida para implantação da atual montadora de veículos no estado, devido aos benefícios fiscais, financeiros oferecidos, localização estratégica privilegiada em

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

relação ao mercado consumidor e a possibilidade do Governo do Estado realizar obras complementares de infraestrutura. De acordo com levantamento bibliográfico e a observação dos fatores de localização industrial que levaram a atual e a provável nova montadora de veículos da região, os fatores escolhidos foram os seguintes:

- Custos:
  - Custos de mão de obra:
    - Nível de remuneração dos colaboradores.
    - Os níveis salariais em comparação com outros potenciais locais.
    - Custos trabalhistas em relação a outros potenciais locais.
    - Possibilidade de subcontratações.
    - Existência e proximidade de mão de obra qualificada e especializada.
    - Recrutamento e seleção de colaboradores especializados.
  - Custos logísticos:
    - Baixo custo no transporte.
    - Proximidade com fornecedores.
    - Canais de distribuição com o mercado.
    - Infraestrutura logística.
    - Rede de ligações a fábricas do mesmo grupo.
- Governo:
  - Incentivos:
    - Estrutura dos impostos.
    - Disponibilidade de capital financeiro no estado.
    - Cooperação dos governos locais (município).
    - Cooperação de autoridades estaduais.
  - Legislação.
    - Regulamentação governamental.
    - Regulamentos e exigências ambientais.
    - Direito do trabalho e leis.
    - Zoneamento e regulamentos de construção.
  - Tributos:
    - Impostos estaduais sobre as empresas.
    - Os impostos locais sobre as empresas (município).
- Economia:

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

- Empresarial:
  - Clima de negócios em geral no estado.
  - Presença e proximidade de empresários especializados do setor.
  - Existência de uma rede e estrutura empresarial madura.
- Política:
  - Situação política do país.
  - Cooperação do governo federal.
  - Possibilidade de mudanças favoráveis na legislação.
- Mercado:
  - Competição global e sobrevivência no mercado.
  - Acesso a mercados internacionais.
  - Proximidade dos consumidores internacionais.
  - Estabilidade financeira do país.

### 3. Conclusão

Considerando as relações de complexidade e dinamismo mostradas nos estudos de Surana et al (2005), Holland (2003) e Franco (2005), as organizações devem entender que as decisões dentro de suas estruturas hierarquizadas têm que levar em consideração as consequências na sua rede interna, imediata e total. Assim devem estabelecer estratégias e parcerias de longo prazo com os diversos elos da cadeia de suprimentos e estas combinações devem considerar as correlações de desempenho entre todas as ligações da rede, respeitando a interdependência, autonomia e limitações de cada empresa do sistema.

Os três principais continentes de destino da rede de exportações brasileira de autopeças são a América do Norte, América do Sul e Europa. Existindo a possibilidade das organizações consolidarem seus pedidos em três canais de distribuição concentrados nesses continentes. A América do Sul impulsionada pela Argentina merece destaque como um parceiro estratégico com privilegiada proximidade territorial, na América do Norte os Estados Unidos e a União Europeia no continente europeu são parceiros críticos para o país manter sua vantagem competitiva. Essas nações representam valores consideráveis em milhões de dólares nas exportações brasileiras de autopeças. Existe também a possibilidade de explorar os acordos comerciais existentes na região próxima ao Brasil. Na América do Sul, o MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) merece destaque como ambiente para realização de parcerias estratégicas entre os países que compõe esse bloco econômico, pois todos os países destinos das exportações nacionais brasileiras tem alguma relação com o MERCOSUL, que atualmente conta com a Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e Venezuela como estados membros. A Bolívia, Chile, Peru, Colômbia e Equador são estados associados. O México e a Nova Zelândia são países observadores.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Para o Brasil ser competitivo e maximizar ganhos com exportações de autopeças deve aumentar a quantidade dos países destinos de seus produtos. Uma das consequências do aumento de destinos é a atração de mais consumidores, que antes eram ligados a outros países exportadores.

Em 2001 o estado da Bahia ocupava a nona posição do percentual de empregados do setor de autopeças nacional, em 2011 ocupou o sexto lugar. O estado da BA obteve crescimento no percentual de industriais do setor de autopeças em quase 1,40% no período de 2001 a 2011, o segundo maior crescimento no setor em relação a todos os estados estudados, atrás apenas de MG que registrou aumento de 3,70%.

### Referências

- AYDALOT, P. *Economie Régional et Urbaine*. Paris: Economica, 1985.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Planejamento, organização e logística empresarial*. 4. Ed. São Paulo: Bookman, 2001.
- BALLOU, R. H. *Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física*. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CAETANO, L. *A Indústria no Distrito de Aveiro - Análise Geográfica Relativa ao Eixo Rodoviário Principal (EN nº1) Entre Malaposta e Albergaria-a-Nova*. Coimbra: Comissão de Coordenação da Região Centro, 1986.
- CARRIÈRE, J. REIX, V. *Investissements Étrangers au Portugal et Leurs Incidences sur les Disparités Regionales*. Estudos de Economia, Vol.X(1), pp.51-73, 1989.
- COSTA, J. SILVA, M. *Modelo Empresarial e Dinâmico de Inovação –Final Report*. Porto: Associação Industrial Portuense, 1994.
- CORREIO DA BAHIA<sup>1</sup>. *Fábrica da JAC Motors precisará de 400 fornecedores na Bahia*, 2012. Disponível em: <<http://www.correio24horas.com.br/noticias/detalhes/detalhes-3/artigo/fabrica-da-jac-motors-precisara-de-400-fornecedores-na-bahia/>>. Acesso em: 23 de maio de 2012.
- CORREIO DA BAHIA<sup>2</sup>. *JAC anuncia investimento de R\$ 20 milhões na Bahia; mil carros já chegaram no porto*, 2012. Disponível em: <<http://www.correio24horas.com.br/noticias/detalhes/detalhes-3/artigo/investimento-da-jac-sera-de-r-20-milhoes-mil-carros-ja-chegaram-no-porto/>>. Acesso em: 23 de maio de 2012.
- CHOPRA, S. MEINDL, P. *Supply chain management: strategy, planning and operations*. New Jersey: Prentice Hall, 2004.
- FRANCO, Raul Arellano Caldeira. *Processo de terceirização logística: uma abordagem de dinâmica de sistemas*. São Paulo. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3148/tde-17102005-193741/publico/DissertacaoRaulArellanoCaldeiraFrancoPOLIUSP.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2012.
- HOLLAND, J. *Sistemas complexos adaptativos e algoritmos genéticos*. Nussenzveig, M. (Org). Complexidade e caos. 2. ed. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2003.
- NAJBERG, S. PUGA, F. P. *Condomínio industrial: o caso do complexo Ford Nordeste*. Revista do BNDES, v. 10, n. 19, p. 199-216, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 21 de agosto de 2012.
- SANTOS, F. CADIMA RIBEIRO, J. *Industrial Location Theory Versus Empirical Evidence*. Odense: 35th CERSA, 1995.
- SATO, F. R. L. *Problemas e Métodos Decisórios de Localização de Empresas*. RAE - Eletrônica, v.1, n. 2, 2002. Disponível em: <http://www.rae.com.br/artigos/1462.pdf>. Acesso em: 21 de outubro de 2011.
- SURANA, Amit. KUMARA, Soundar. GREAVES, Mark. RAGHAVAN, Usha Nandini. *Supply-chain networks: a complex adaptive systems perspective*. International Journal of Production Research, Volume 43, Number 20, 15 October 2005.
- WEISS, J. M. G. *Estratégias de Localização de Montadoras e Fornecedores de Autopeças no Brasil*. In: XVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997, Gramado, RS. Anais eletrônicos... Gramado, RS, Brasil, 6 a 9 de outubro de 1997. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997\\_T5410.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T5410.PDF)>. Acesso em: 06 de dezembro de 2011.

## **Estudo de Flutuações de Sinais de Áudio Classificados por Gênero Musical**

Dirceu de Freitas Piedade Melo (ifba) dirceu@ifba.edu.br

### **Resumo**

*Os descritores musicais são modelos computacionais que buscam prever, a partir de uma representação numérica, determinadas características musicais de um sinal de áudio. Ultimamente, a extração automática de informações musicais tem ganhado muita importância pois consiste em uma forma de estruturar e organizar o crescente número de arquivos de música disponíveis digitalmente na Web. A Classificação automática de gênero musical pode potencialmente automatizar esse processo e criar uma nova alternativa para realizar a manipulação e organização destes arquivos. A Classificação automática de gênero musical pode potencialmente automatizar esse processo e criar uma nova alternativa para realizar a manipulação e organização destes arquivos. Deste modo, o estudo e a criação de novos descritores musicais podem colaborar no processo de classificação automática. Neste trabalho, será realizado o estudo de um descritor musical derivado do DFA (Detrended Fluctuation Analysis), proposto por JENNINGS (2004), denominado de DVFE (Detrended Variance Fluctuation Exponent) ou DFA expoente. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do DVFE como descritor na caracterização de um conjunto de arquivos classificados em gêneros musicais, e em novos tipos de agrupamentos.*

*Palavras chave: Detrended Fluctuation Analysis, Detrended Variance Fluctuation Exponent, Gêneros Musicais.*

### **1. Introdução**

Os modelos de classificação automática se baseiam na extração de parâmetros ou vetores de características, que devem fornecer o máximo possível de informação relativa aos sinais de áudio (PEREIRA,2009a). Um novo descritor para esse campo de pesquisa, denominado de *Detrended Variance Fluctuation Exponent (DVFE)*, foi introduzido por JENNINGS (2004), e ao quantificar as propriedades de escala de variâncias locais em séries não-estacionárias (que são os sinais de áudio neste caso), foram encontradas diferenças quantitativas, associadas a gêneros musicais. Essas diferenças têm relação com propriedades rítmicas do sinal musical.

### **2. O Método DFA**

O DFA (Detrended Fluctuation Analysis) é um método estatístico que permite eliminar a tendência de uma série temporal em diferentes escalas, analisando as flutuações intrínsecas da série. Essas flutuações podem ser entendidas como medida de variabilidade do sinal associada à variância de cada segmento da série

em diferentes escalas. O método DFA foi proposto por Peng (1994) e tem se consolidado como uma ferramenta de grande importância, na detecção de correlações de longo alcance em séries temporais não-estacionárias, e tem encontrado aplicações na análise de séries temporais em diversas áreas como sistemas astrofísicos (ZEBENDE G.; PEREIRA, 2004), pressão arterial (GALHARDO, 2010) e climatologia (BLAIN, 2010). Esse método é baseado na teoria de caminhos aleatórios (*random walk theory*) (MANDELBROT, 1983); (ADDISON, 1997), e é um aperfeiçoamento do método Fluctuation Analysis (FA) (PENG, 1994).

O algoritmo do DFA é composto das seguintes etapas. Seja  $\{x(t)\}$  uma série temporal de tamanho  $N$  e  $\langle x \rangle$  sua média. Em primeiro lugar efetua-se a remoção da média e em seguida a sua integração. O resultado desta operação é denominado de perfil e é estabelecido pela equação

$$y(t) = \sum_{k=1}^n (x(k) - \langle x \rangle).$$

O perfil é então dividido em caixas de tamanho  $n$ . Para cada caixa, é removida a tendência, subtraindo um polinômio de grau  $k$ ,  $y_n^k$ , através do método dos mínimos quadrados. Calcula-se então a flutuação do sinal

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^n (y(t) - y_n^k(t))^2}.$$

Se a série original apresenta correlações de longo alcance, então os valores de  $F(n)$  seguem uma lei de potência,

$$F(n) \propto n^\alpha.$$

Através de um ajuste linear em escala  $\log x \log$  podemos calcular o expoente  $\alpha$ , que nos dá informação a respeito dos padrões de correlação da série. Podemos obter a seguinte classificação:

- $\alpha < 0,5$ , anti-correlacionado ou anti-persistente;
- $\alpha = 0,5$ , sem correlação ou sem memória;
- $\alpha > 0,5$ , o sinal é persistente ou apresenta correlações de longo alcance.

### 3. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida segundo as seguintes etapas:

- Implementação do algoritmo e programação em C
- Criação do banco BRMUSIC genre collection:
- Cálculo do DFA expoente nos bancos BRMUSIC e GTZAN genre collection.
- Análise e descrição estatística dos resultados

O cálculo do DVFE (Detrended Variance Fluctuation Exponent) ou DFA expoente, cujo cálculo segue os passos abaixo:

1. Determinação da série  $V(j)$ , a partir da série  $U(i)$ , onde  $V(j)$  é o desvio-padrão. O loudness sonoro está relacionado com a variância do sinal musical (JENNINGS, 2004);
2. Integração de  $V(j)$ , gerando a série  $Y(j)$ ;

$y(n) = \sum_{j=1}^n V(j)$  o que gera a sequência  $\{y(1), y(2), \dots, y(n)\}$

3. Cálculo da Função DFA;

4. Cálculo do resíduo médio quadrático, onde  $\hat{y}_k = b_1 x + b_0$

$$D(k, \tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{m=0}^{\tau-1} (y(k+m) - \hat{y}_k(m))^2$$

k: k-ésima caixa,  $\tau$ : tamanho da caixa  $\hat{y}_k$ : desvio-padrão da k-esima caixa

5. Cálculo do DFA Expoente.

Determinação da função DFA

$$F(\tau) = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{k=1}^k D(k, \tau)}, \text{ onde } 31 < \tau < 909$$

Determinação da função  $\alpha(i)$

$$\alpha(i) = \frac{\log_{10} F(\tau_{i+1}) - \log_{10} F(\tau_i)}{\log_{10}(\tau_{i+1} + 3) - \log_{10}(\tau_i + 3)}$$

Finalmente, o DFA expoente é determinado por

$$\alpha_{DFA} = \frac{\sum_{i=1}^{32} \alpha(i)}{32}$$

A interpretação do DFA expoente é a seguinte: Quanto menor o valor de  $\alpha_{DFA}$ , menor será a correlação das flutuações do *loudness*, assim maior será a predominância de tendências periódicas. Isso ocasiona um menor o número de de flutuações destendenciadas, portanto maior regularidade nas flutuações, maior *danceability*. Isto o corre, por exemplo, para os sinais do gênero hiphop, forró e funk. Por analogia, podemos dizer que, quanto maior o valor de  $\alpha_{DFA}$ , menor a *danceability*. Isto ocorre em gêneros como Classico e bossa-nova. O Jazz, o pop e o rock ocupam uma posição intermediária (Figura 1).

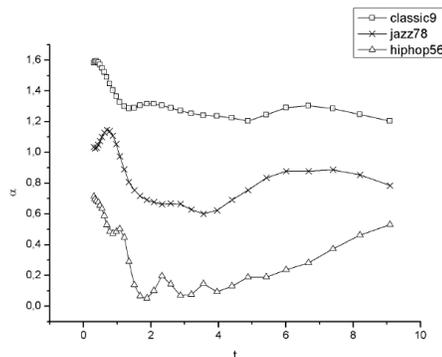


Figura 1 – Flutuação do DFA expoente para os gêneros Classic, Jazz e Hiphop

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## 4. Resultados e Discussão

Foram utilizados dois bancos de dados, um deles é o banco GTZAN genre collection (Tabela 1), e o outro banco, inédito, proposto nesta pesquisa, denominado de BRMUSIC genre collection. A Tabela 2 mostra as características técnicas utilizadas na elaboração do mesmo.

Formato	wav
Taxa de Amostragem	22.050 hz
Taxa de Quantização	16 bit
Modo	Stereo
# Tracks/ Gênero	100
# Gêneros	10
# Total de Tracks	1000
Duração cada Track	30 s

Tabela 1 – Características do Banco GTZAN genre collection.

Formato	Wav
Taxa de Amostragem	44.100 hz
Taxa de Quantização	16 bit
Modo	Stereo
# Tracks/ Gênero	20
# Gêneros	10
# Total de Tracks	200
Duração cada Track	Completo

Tabela 2 – Características do Banco BRMUSIC genre collection.

As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos ao ser aplicado o algoritmo para o cálculo do DFA expoente aos bancos GTZAN e BRMUSIC.

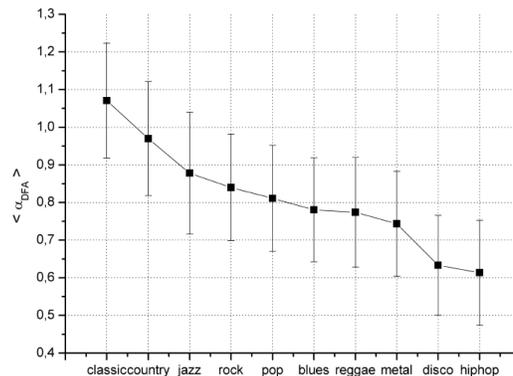


Figura 2 - DFA expoente médio para o banco GTZAN

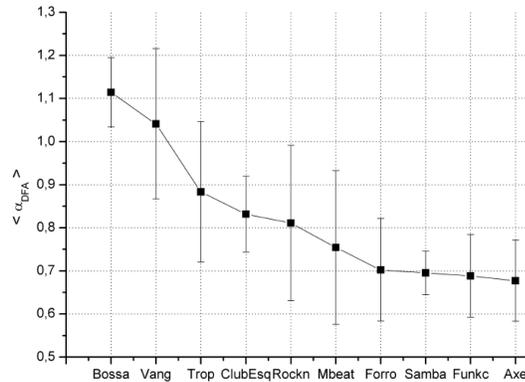


Figura 3 - DFA expoente médio para o banco BRMUSIC

O DFA expoente foi aplicado na caracterização de outros tipos de agrupamentos de arquivos de áudio. A figura 4 mostra o exemplo do agrupamento CD de um artista, onde são apresentados os resultados do DFA expoente para cada um dos 15 tracks do CD afrociberdelia, de Chico Science e Nação Zumbi. A Figura 5 mostra o agrupamento estudado para as músicas da programação de cinco rádios FM.

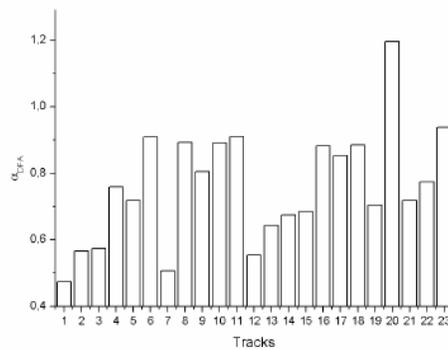


Figura 4 - DFA expoente dos Tracks do CD Afrociberdelia

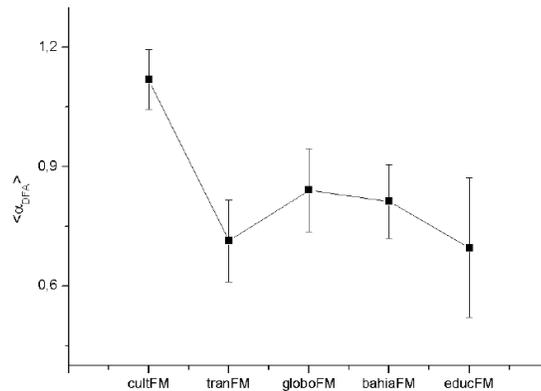


Figura 5 – DFA expoente médio para o rótulo rádio FM

## 5. Conclusões

O DFA expoente médio pode ser utilizado como um bom descritor para classificação de arquivos em gêneros musicais e outros agrupamentos. Para utilizá-lo de forma auto-suficiente, é necessária a realização de testes estatísticos, que estabeleçam diferenças entre as médias obtidas para cada grupo. Nesta pesquisa foi realizado o Teste Tuckey, que mostrou afinidades e diferenças entre os gêneros de cada banco estudado. De um modo geral o DFA expoente refletiu em seu resultado numérico, a sensação subjetiva aqui denominada de *danceability*, que diz respeito à atividade rítmica de cada arquivo musical.

## Referências

- ADDISON, P. S. *Fractals and Chaos*. [S.l.]: CRC Press, 1997.
- BLAIN, G.; *Precipitação Fluvial e Temperatura do Ar no Estado de São Paulo: periodicidades, probabilidades associadas, tendências e variações climáticas*. Tese de Doutorado; USP, São Paulo, 2010.
- GALHARDO, C. *Análise e Modelagem Estocástica do Barorreflexo Através de Séries Temporais de Pressão Arterial Sistólica*. Tese de Doutorado em Física; Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.
- JENNINGS, H. e. a. *Variance Fluctuations in Nonstationary Time Series: a comparative study of music genres*. *Physica A*, n. 336, p. 585-594, 2004.
- MANDELBROT, B. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: Freeman and Company, 1983.
- PENG, C. e. a. *Mosaic organization of dna nucleotides*. *Physical Review*, n. E49, p.1685-16895, 1994.
- PEREIRA, E. M. *Estudos Sobre uma Ferramenta de Classificação Musical*. Dissertação de Mestrado ; Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação - UNICAMP, São Paulo, 2009.
- ZEBENDE G.; MORET, M. *Universal Persistence in Astrophysical Sources*. *Physica A*, n. 349, p. 452-458, 2004.

## **Subvenção econômica no Estado da Bahia entre 2005 e 2010**

**Michelle Gusmão Burgos da Fonseca** (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)  
michelle.gbf@gmail.com

**Diego Lemos Ferreira** (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec) diego.ferreira@fieb.org.br

**Liliane de Queiroz Antonio** (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec)

liliane.queiroz@fieb.org.br

**Sheyla Caetano Haack** (Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec) sheyla.haack@fieb.org.br

### **Resumo**

*O presente trabalho teve como objetivo analisar as experiências das empresas localizadas no Estado da Bahia com a Inovação Tecnológica por meio da subvenção à inovação. A partir dos dados analisados, concluiu-se que as empresas localizadas no Estado da Bahia focam seus projetos na área de Tecnologia da Informação e Comunicação. Percebeu-se também que estas empresas têm baixa participação nos editais de subvenção econômica, com tendência de decréscimo e que a baixa participação pode ser resultado da complexidade destes editais.*

*Palavras chave: Subvenção econômica; Gestão da inovação; Pesquisa e desenvolvimento; Inovação tecnológica.*

### **1. Introdução**

O primeiro edital de subvenção econômica, com apoio dado diretamente às empresas, foi lançado em 2006 pela Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, em decorrência da regulamentação da Lei do Bem ocorrida um ano antes. A partir da análise dos documentos de divulgação dos projetos aprovados nos editais de subvenção econômica pretendeu-se descrever como está a participação das empresas localizadas no Estado da Bahia nestes tipos de editais.

### **2. Revisão Bibliográfica**

A inovação tecnológica é um dos principais fatores de competitividade das economias modernas e por consequência, é objeto de políticas oficiais para sua promoção em diversos países (ANDRADE, 2009; SOUZA, 2005). Os custos altos e as incertezas de retorno financeiro inerentes às atividades de inovação fazem com que o Estado divida os riscos destas atividades com o setor privado. A dúvida decorrente dessas políticas é se os subsídios dados pelo Estado estimulam o setor privado em investir mais em inovação, ou seja: o setor privado adiciona mais recursos aos que foram captados junto ao Estado? (AVELLAR, 2009).

David et al (2000) fizeram uma vasta revisão da literatura considerando o nível macroeconômico e o microeconômico e concluíram que a maioria dos estudos apontam que as políticas públicas de inovação estimulam o efeito “additionality”. Ainda de acordo com estes autores, o efeito “crowding out”, ou seja, quando o setor privado diminui os recursos investidos em P&D em substituição aos recursos

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

captados junto ao Estado, está concentrado nas empresas localizadas nos Estados Unidos atuantes no setor de defesa.

### 3. Metodologia

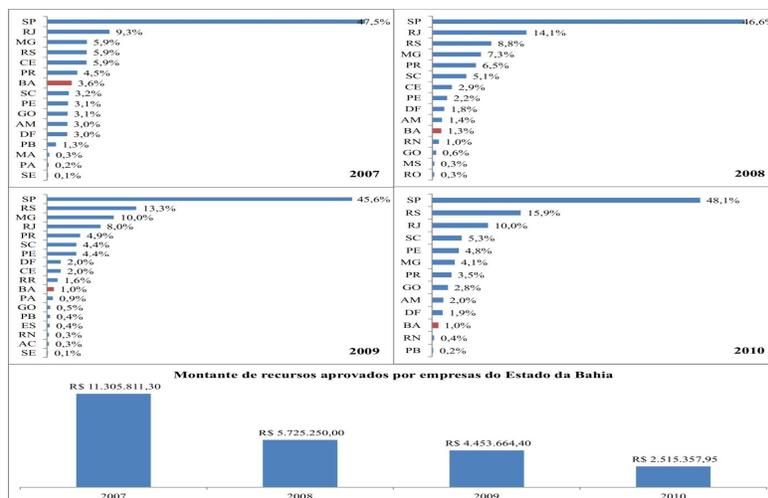
Segundo Martins e Theophilo (2007, p. 41), um traço característico do positivismo é “a busca por explicação dos fenômenos a partir da identificação de suas relações”, sendo a estatística muito utilizada nesse processo.

Foram analisados os editais de subvenção econômica e seus resultados lançados pela FINEP entre os anos de 2005 e 2010; Relatórios da FAPESB para os anos de 2003 a 2007; Editais de subvenção econômica e seus resultados lançados pela FAPESB entre os anos de 2008 e 2011. Os dados foram tratados utilizando o software Excel.

### 4. Resultados e Discussões

A FINEP disponibilizou, entre 2006 e 2010, R\$ 2,15 bilhões em recursos de subvenção econômica para apoiar projetos inovadores, tendo um montante aprovado de aproximadamente R\$ 1,5 bilhão. Entre 2006 e 2010, foram aprovados 895 projetos.

O Estado de São Paulo não só teve o maior montante de recursos aprovados, mas também a maior quantidade de projetos de inovação aprovados nestes editais (Figura 01). As empresas localizadas no Estado da Bahia aprovaram apenas 14 projetos entre os referidos anos, o que representa 1,87% do total. A classificação dos projetos por área variou de edital para edital, o que impossibilitou a elaboração de forma objetiva de um panorama por área tecnológica em nível nacional.



Fonte: FINEP (2007a; 2007b); FINEP (2008a; 2008b); FINEP (2009a; 2009b); FINEP (2010a; 2010b), Dados trabalhados pelo autor (2012).

Figura 1 – Participação dos Estados nos Editais de Subvenção Econômica à Inovação – FINEP de 2007 a 2010, com destaque para o Estado da Bahia.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A Bahia teve sua primeira experiência em realização de editais na modalidade de subvenção econômica direta às empresas em 2008 em decorrência da aprovação da Lei de Inovação Estadual nº 11.174/2008. Analisando a Tabela 01 é possível verificar que o primeiro edital (001/2008) não obteve nem metade de aprovação dos recursos disponibilizados. Em virtude disso, a FAPESB lançou em dezembro de 2008 o Edital nº 017/2008 – PAPPE – modalidade Subvenção Econômica no valor de aproximadamente R\$ 9,8 milhões. Como o Edital nº 017/2008 foi lançado em dezembro, a execução de fato aconteceu em 2009 e com isso não houve divulgação de edital na área pela FAPESB nesse ano. Em 2010 inicialmente foi alocado R\$ 1,5 milhão, provenientes da FINEP, e posteriormente, a FINEP suplementou o Edital em R\$ 2,5 milhões, totalizando R\$ 4 milhões para o fomento.

Referência do Edital	Projetos Aprovados	Recurso		
		Disponibilizado em Edital	Recurso Aprovado	Saldo
001/2008	18	R\$ 16.500.000,00	R\$ 6.700.000,00	R\$ 9.800.000,00
017/2008	21	R\$ 9.800.000,00	R\$ 7.700.000,00	R\$ 2.100.000,00
001/2010	14	R\$ 4.000.000,00	R\$ 3.900.000,00	R\$ 100.000,00
023/2010	17	R\$ 24.000.000,00	R\$ 6.502.055,20	R\$ 17.497.944,80
Total	70	R\$ 54.300.000,00	R\$ 24.802.055,20	

Fonte: FAPESB (2008a; b; c; d); FAPESB (2010a; b; c; d).

Dados trabalhados pelo autor (2012).

Tabela 01 – Panorama de projetos e recursos aprovados nos editais de 2008 e 2010

Os editais de subvenção econômica são os mais complexos da FAPESB, exigindo o proponente não somente conhecimentos científicos e tecnológicos, mas também de mercado. Obviamente que o recurso público para inovação não pode ser repassado para empresas que não apresentam competências suficientes para executar tais projetos. Ao mesmo tempo, as políticas públicas de fomento à inovação para micro e pequenas empresas não podem ser distantes da realidade destas empresas, perdendo assim a sua efetividade.

### 5. Considerações finais

Por fim, faz-se necessário sugerir futuras pesquisas com base nos dados analisados com o objetivo de complementar o entendimento sobre a dinâmica da inovação no Estado da Bahia: Fazer uma análise de conteúdo nos títulos dos projetos; Utilizar outros indicadores científicos e tecnológicos; Realizar uma pesquisa de campo para identificar quais dificuldades que as empresas que não tiveram projetos aprovados enfrentaram, assim como pesquisar sobre como as empresas que tiveram projetos aprovados estão gerenciando seus projetos.

Acredita-se que estas novas pesquisas podem lançar luz sobre a análise dos dados apresentados.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Referências

ANDRADE, Alexandre ZucoloBarragat de. *Estudo Comparativo entre a subvenção econômica à inovação operada pela FINEP e programas correlatos de subsídio em países desenvolvidos*. 2009. 122 f. Dissertação de Mestrado - Curso de Administração Pública, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/4227/Alexandre%20Zucolo.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

AVELLAR, Ana Paula. Impactos das Políticas de Fomento à Inovação no Brasil sobre o Gasto em Atividades Inovativas e em Atividades de P&D das Empresas. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 39, n. 3, p.629-649, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ee/v39n3/v39n3a07.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2011.

DAVID, Paul A.; HALL, Bronwyn H.; TOOLE, Andrew A.. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? *Research Policy*, Estados Unidos da América, n. , p.497-529, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000876>>. Acesso em: 30 set. 2011.

FAPESB, FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA (Brasil). Editais e Chamadas Públicas. Disponível em: <[http://www.fapesb.ba.gov.br/?page\\_id=219](http://www.fapesb.ba.gov.br/?page_id=219)>. Acesso em: 01 mar. 2012a.

FAPESB, FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA (Brasil). Resultados - Editais. Disponível em: <[http://www.fapesb.ba.gov.br/?page\\_id=221](http://www.fapesb.ba.gov.br/?page_id=221)>. Acesso em: 01 mar. 2012b.

FAPESB, FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA (Brasil). Relatório Anual de Atividade. Disponível em: <[http://www.fapesb.ba.gov.br/?page\\_id=288](http://www.fapesb.ba.gov.br/?page_id=288)>. Acesso em: 01 mar. 2012c.

FINEP, FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (Brasil). Programa de Subvenção Econômica. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/fundos\\_setoriais/subvencao\\_economica/subvencao\\_economica\\_editais.asp?codFundo=24](http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/subvencao_economica/subvencao_economica_editais.asp?codFundo=24)>. Acesso em: 01 mar. 2012.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEOPHILO, Carlos Renato. *Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas*. 1ª Edição São Paulo: Atlas, 2007. 225 p.

SOUZA, José Henrique. *Avaliação de política de desenvolvimento econômico*. *Espacios*. [online]. maio 2005, vol.26, no.2, p.1-1. Disponível em: <[http://www2.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-10152005000200003&lng=pt&nrm=iso](http://www2.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-10152005000200003&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0798-1015. Acesso em 06 jan. 2012.

## **Desenvolvimento e produção de poli (ácido lático)**

Fernanda Miranda Torres\*, Fabiano Ferreira de Medeiros, Otanéa Brito de Oliveira, Alexandre dos Santos Machado. \*ftorres.quimica@gmail.com

### **Resumo**

*O poli (ácido lático), PLA, consiste em um polímero formado a partir da polimerização por condensação do ácido lático. Possui características de um plástico biodegradável, absorvível, atóxico, hidrolisável, tendo alto desempenho mecânico quando comparado aos polímeros convencionais. A síntese desse polímero ocorreu sob catálise homogênea e heterogênea. Análises preliminares de FTIR mostraram a formação de poliésteres, característicos da polimerização do ácido lático, outras técnicas como TG e DRX estão sendo avaliadas para determinar o grau de cristalinidade e características do material frente a degradação térmica.*

*Palavras-chave: Poli (ácido lático), Policondensação, Peso molecular.*

### **1.Introdução**

Os materiais poliméricos são macromoléculas formadas pela união de unidades fundamentais repetidas, que dão origem a longas cadeias. A polimerização pode ser de três tipos: por adição (utilização de moléculas de um só monômero); por condensação (utilização de um único tipo de monômero com eliminação de uma molécula pequena, como água) e por fim copolimerização (reação na qual os monômeros utilizados são diferentes, podendo assim ter ou não eliminação de uma molécula pequena). A polimerização por condensação é uma esterificação, em que um álcool reage com um ácido orgânico formando um éster e consequente eliminação de água. Nessa reação, os grupos químicos responsáveis pela reação são os grupos hidroxilas (OH) no álcool e carboxila (COOH) do ácido. A polimerização do ácido lático consiste em uma policondensação, no qual requer o monômero de alta pureza, uma vez que as impurezas interferem no curso da reação e reduz a qualidade do polímero. Uma dessas impurezas é a presença de solventes polares próticos, inclusive a água, os quais reduzem o peso molecular do polímero formado. (RASSAL et al, 2010). Esta polimerização pode ser feita de duas formas: por abertura do anel do lactídeo (formada pela união de duas moléculas de ácido lático), ou por policondensação direta do ácido; em ambas as reações o catalisador mais utilizado é o octoato de estanho. A técnica de policondensação direta é a mais simples, porém resulta em um polímero de baixa massa molecular, nesta o ácido lático é o próprio monômero da reação de polimerização; enquanto que o método de abertura do anel resulta em um polímero de alto peso molecular, neste é necessário à formação de um outro monômero, o lactídeo. Este consiste em uma molécula cíclica, formada pela união de duas moléculas de ácido lático, nesta união há a liberação de moléculas de água, que devem ser retirada do meio, para que não interfira no peso molecular do polímero gerado.

## 2.Revisão Bibliográfica

O ácido láctico tem se tornado um importante monômero na indústria, sendo facilmente polimerizado em plástico biodegradável na confecção de embalagens, incluindo embalagens para alimentos, na produção de órgãos artificiais biocompatíveis, estruturas autodissolúveis e carreadores de drogas com liberação controlada. A taxa de consumo de ácido láctico tem crescido em média 15% ao ano e um mercado de aproximadamente 390 mil toneladas/ano é projetado para 2008 (GUILHERME, 2009). Os polímeros obtidos a partir do ácido láctico consistem de unidades de lactil, com apenas um estereoisômero ou combinações de unidades Dextrógenos e Levógenos em várias proporções. Os polímeros são caracterizados por poliéster obtidos por reação de policondensação direta e a principal desvantagem é a obtenção de um polímero de baixa massa molar. Existem estudos para a obtenção de polímeros de alta massa molar através da manipulação do equilíbrio entre o ácido láctico, água e ácido polilático em um solvente orgânico ou a utilização de um agente de ramificação multifuncional. (NARAYANAN et al, 2004). O presente projeto tem como objetivo propor novas rotas de produção de PLA visando condições brandas de reação, como também a utilização de catalisadores heterogêneos, o qual seja possível a sua reutilização no processo de polimerização.

## 3.Metodologia

A síntese do poli (lactídeo) foi realizada por rotas convencionais a base de catalisadores homogêneos; posteriormente foi utilizada catálise heterogênea baseada em compostos da primeira série de metais de transição. Utilizou-se como método de síntese do PLA a policondensação por abertura do anel.

Inicialmente houve formação do lactídeo, molécula cíclica resultante da união de duas moléculas de ácido láctico. A formação do lactídeo se deu pelo aquecimento do ácido láctico, na presença de um sistema de destilação para auxiliar na retirada da água resultante da reação. Em paralelo houve a necessidade de uma atmosfera inerte para que o oxigênio não interferisse na polimerização. Para isso 150 mL do ácido L-lático (85%) foi posto em aquecimento a 200°C sob agitação constante por 2 horas em atmosfera de hélio. Um sistema de destilação (dean stark) foi utilizado para coletar água presente no ácido láctico. A segunda etapa consistiu na polimerização propriamente dita, onde o lactídeo formado foi submetido a um aquecimento na presença de um catalisador, em atmosfera inerte. Foi necessário o uso de um sistema a vácuo para retirada de água do processo de policondesação, uma vez que irá interferir no peso molecular do polímero formado. O catalisador utilizado foi o octoato de estanho, adicionado 10 gotas no meio reacional (JALMO, 2005). A terceira etapa, consistiu em uma polimerização em estado sólido, onde o polímero foi submetido a um aquecimento a alto vácuo, para garantir retirada da água e aumento da massa molecular. A quarta e última etapa, é denominada purificação, onde o material é lavado com clorofórmio e metanol, e depois secado em um rotaevaporador. Essa etapa tem como função retirar todo ácido láctico e lactídeo não reagido, como também o catalisador utilizado.

Os catalisadores preparados estão sendo caracterizados por DRX e Área Superficial Específica. Os polímeros gerados estão sendo caracterizados por TG, DSC, DRX, MEV e FTIR.

#### 4. Resultados e Discussão

Foi possível obter um polímero sólido branco, de dureza considerável. Análises preliminares de infravermelho com transformada de Fourier (Figura 1) indicaram que houve formação de poliésteres caracterizados por bandas de C=O compreendidas em  $1750\text{cm}^{-1}$ .

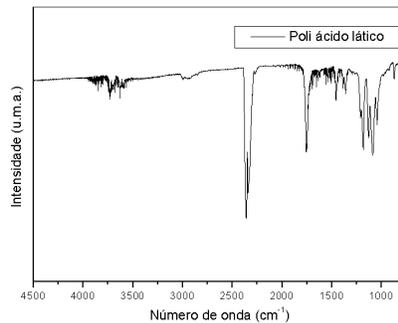


Figura 1: FTIR das amostras de polímeros formados a partir do ácido láctico.

As demais análises de TG e DRX estão sendo realizadas com o intuito de determinar a degradação do composto com aumento de temperatura e avaliar a cristalinidade final do polímero.

#### 5. Conclusões

Testes preliminares indicam que os catalisadores apresentam atividade na reação de polimerização do ácido láctico e que os polímeros formados apresentaram a formação de grupamentos C=O característicos de um poliéster, todavia estudos ainda estão sendo realizados para aperfeiçoar geração de polímeros de alta densidade por métodos mais limpos.

#### Referência

RASAL, R. M.; JANORKARC, A. V.; HIRT, D. E. Poly(lactic acid) modifications. Progress in Polymer Science 35 (2010) 338–356.

YAMANE, H.; SASAI, K; Effect of the addition of poly(D-lactic acid) on thermal property of poly (L-lactic acid), Kioto, 2003.

SIMOES, M. S. Desenvolvimento e estudo *in vitro* de implante biorreabsorvível em poli (l-lactídeo) (plla) para artrodese de coluna lombar. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2007.

JALMO, D. V. Síntese e caracterização do poli( L-ácido láctico) para uso como biomaterial Dissertação de mestrado em engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2005.

HOLLAND, S.J. et al. Polymers for biodegradable medical devices. 1. The potencial of polyesters as controlled macromolecular release systems. J.Controlled Rel., 1986. v.4, p.155-180.

KOPECEK, J. and ULBRICH, K. Biodegradation on biomedical polymers. Prog. Polym. Sei., 1983. v.9, p.1-58.

## **Processo de produção de biodiesel a partir de sebo bovino, utilizando catalisadores em fase heterogênea.**

Jéssica San Just Carvalho (SENAI, [jéssica-sanjust@hotmail.com](mailto:jéssica-sanjust@hotmail.com)), Roberta Alencar Macedo Costa (SENAI, [robertalencar@live.com](mailto:robertalencar@live.com)), Erika Durão Vieira (SENAI, [erika@fieb.org.br](mailto:erika@fieb.org.br)), Otanea Brito de Oliveira (SENAI, [otanea@fieb.org.br](mailto:otanea@fieb.org.br)).

### **Resumo**

*Na busca por soluções alternativas ao combustível fóssil (petróleo), recurso energético gerador de fontes dos gases do efeito estufa, surge o Biodiesel, derivado de fontes renováveis, como alternativa aos combustíveis oriundos do petróleo. O biodiesel é composto de mono-alkilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, provenientes de óleos vegetais tais como, soja, mamona, colza (canola), algodão, palma, entre outros, ou de gorduras animais que são obtidas do sebo bovino, suíno e de aves. É simples de ser utilizado, biodegradável, atóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos, diminuindo o índice de chuva ácida.*

*Palavras chave: Biodiesel, Transesterificação, Gordura Animal.*

### **1.Introdução**

Atualmente a produção de biodiesel no Brasil se dá principalmente a partir do óleo de soja. De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o óleo de soja é responsável por cerca de 70% e 80% da produção do biocombustível, seguido do sebo bovino entre 15% e 20% e do óleo de algodão entre 3% e 5% (BIODIESELBR, 2011).

Mundialmente passou-se a adotar uma nomenclatura simples e apropriada a fim de identificar a concentração do Biodiesel na mistura. É o Biodiesel BXX, onde XX é a porcentagem em volume do Biodiesel à mistura. Por exemplo, o B2, B5, B20 e B100 são combustíveis com uma concentração de 2%, 5%, 20% e 100% de Biodiesel, respectivamente.

Este projeto tem como objetivo avaliar a produção de biodiesel a partir de sebo bovino e óleo e gorduras residuais (OGR), utilizando catalisadores em fase heterogênea que sejam ativos em condições reacionais amenas, e economicamente viáveis, contemplando estudos em escala de laboratório.

### **2.Fundamentação Teórica**

O Biodiesel é produzido via processo de transesterificação que consiste em uma reação entre triglicerídeos e um monoálcool, formando ésteres tendo-se como sub-produto a glicerina. O catalisador utilizado nessa reação pode ser ácido, básico ou enzimático e estar em fase homogênea ou heterogênea.

Na produção industrial utiliza-se catalisadores em fase homogênea, sendo os mais usuais os hidróxidos de sódio e potássio, por exigirem condições reacionais amenas e um curto tempo de reação. Entretanto esses catalisadores são solúveis no meio reacional impossibilitando sua recuperação para posterior reutilização, além de

provocarem problemas de corrosão. Já os catalisadores em fase heterogênea são insolúveis no meio reacional podendo ser recuperados ao fim da reação através de uma filtração simples. No entanto, apresentam alto custo, além de exigir altas pressões, temperaturas e tempo elevado de reação. Diante deste cenário é interessante o desenvolvimento de catalisadores heterogêneos ativos e seletivos na conversão do sebo em biodiesel em condições reacionais amenas visando otimizar o processo.

### 3. Metodologia

As reações de transesterificação para produção de biodiesel foram realizadas com gorduras provenientes de fontes animais, utilizando rotas metílicas. As reações foram feitas em batelada, em escala de bancada, sistema aberto sob refluxo. Nestes sistemas foram testados catalisadores em fase heterogênea, como base nos estudos referenciados na literatura (Santos, 2007).

O procedimento inicia com uma secagem do sebo bovino por 24 horas para a remoção da umidade. Em seguida o sistema foi submetido a aquecimento sob agitação magnética. A reação se processou num tempo total de 5 horas. Ao fim desse período realizou-se filtração simples a quente para a recuperação do catalisador. Posteriormente, com a fase éster formada, foi realizado um aquecimento a 70°C por 30 minutos para remoção do metanol residual.

Foram preparados, diversos catalisadores a partir de precursores metálicos suportados em alumina pelo método de impregnação via úmida, cujo procedimento de síntese está apresentaod no Figura 1. Dentre os catalisadores preparados estão: Sr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mg-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ce-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e La-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

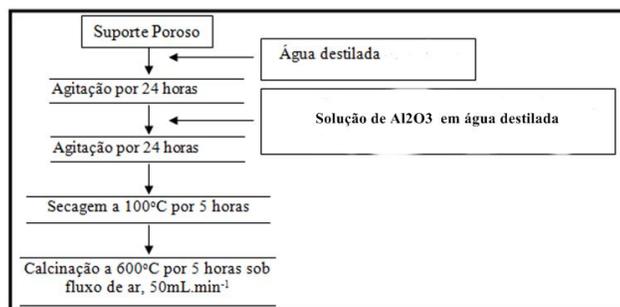


Figura 1. Fluxograma de preparação dos catalisadores Suportados.

### 3. Resultados e discussões

Na amostra 01 foi utilizado o hidróxido de potássio (utilizado na produção industrial) como catalisador homogêneo, já na amostra 02 foi utilizado o óxido de cálcio como catalisador mássico heterogêneo com um rendimento significativamente próximo do rendimento obtido através de uma reação que utilizou um catalisador comercial, o tempo reacional foi muito maior porque, segundo a literatura (Santos, 2007), a utilização de catalisadores heterogêneos exige um tempo maior para que a reação aconteça.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

**Tabela 1.** Amostras que obtiveram melhores rendimentos.

Relação SEBO /METANOL	Amostra	Catalisador	Temp.	Tempo	Rendimento
1:6	01	KOH	60°C	30 min	65%
1:12	02	CaO	65°C	5h	58%
1:12	03	Ce-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	110°C	5h	30,4%

Na amostra 03 foi utilizado o cério suportado em alumina como catalisador heterogêneo, que foi desenvolvido em nosso laboratório, este exige uma temperatura maior porque os catalisadores suportados precisam de altas temperaturas pra serem ativados.

Até o presente momento foi realizado apenas o teste de índice de acidez e os resultados estão dispostos na tabela 2.

Dados preliminares indicaram um índice de acidez das amostras de biodiesel entre 0,8 e 0,9 mg de KOH/g de óleo. Segundo a ANP, resolução nº 42 de 24/11/2004 este índice para o biodiesel 100 deve ser no máximo 0,8. Isso significa que os resultados obtidos estão muito próximos dos parâmetros determinados pela ANP, sendo um ponto positivo deste projeto, mas ainda não é o ideal, já que duas das amostras analisadas ultrapassam o limite de 0,8, por isso as pesquisas e os testes continuarão a ser feitos até que se obtenha o resultado esperado.

**Tabela 2.** Resultados do índice de acidez.

Amostra	Volume de NaOH (mL)	Índice de Acidez (mg de KOH/g de óleo)
1	1,6	0,9
2	1,6	0,9
3	1,5	0,8

## 5.Considerações Finais

A produção de Biodiesel a partir de sebo no Brasil tem grande possibilidade de crescimento, devido à vastidão de matéria-prima disponível para uso. Esse avanço pode levar o país a ocupar uma das mais altas posições do ranking no que se refere à produção e exportação desse combustível de origem renovável. Por isso o fomento às pesquisas desse tipo até mesmo a nível industrial visando minimizar os custos de repasse e ainda conseguir um aproveitamento total dos subprodutos excedentes, com o intuito de aumentar a produtividade e lucratividade.

## Referências

ANP – Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis – Disponível em: <http://www.anp.com.br>. Acesso em 12 de outubro de 2011.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

BIODIESELBR – Matéria Prima para Biodiesel –Disponível em:

<http://www.biodieselbr.com>. Acesso em 20 de março de 2012.

BIOLOGO – Disponível em <http://www.biologo.com.br/artigos/biodiesel.html>. Acesso em 18 de janeiro de 2012.

BONOMI, A. – Biocombustíveis – A vocação Brasileira para uma Matriz Energética Sustentável, apresentação em “PowerPoint”, Salvador, Bahia, junho de 2004.

CRESTANA, S. – Matérias-Primas para Produção de Biodiesel: Priorizando Alternativas – 2005. [www.emprepa.com.br](http://www.emprepa.com.br)

MORAES, A.S.; CLAUDIA, A.; ZINI, C. A.; GOMES, C. B.; BORTOLUZZI, J.H.; MUHLEN, C.; CAMARÃO, E. B. Uso da cromatografia gasosa bidimensional abrangente (GCxGC) na caracterização de misturas biodiesel/diesel: Aplicação ao biodiesel de sebo bovino. Química Nova 2010.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.S. Alexandre Rangel Bastos, Márcio de Figueiredo Portilho. Catalisadores heterogêneos para transesterificação de triglicerídeos e métodos preparatórios dos mesmos. PI 0805625-0, 2008.

SANTOS, A.F.X.G. – Catalisadores Heterogêneos para Produção de Biodiesel, dissertação de mestrado, novembro de 2007.

UCG – Disponível em <http://www.ucg.br>. Acesso em 13.12.11.

## **Desenvolvimento de rota para produção de biopolímeros a partir de açúcares**

Priscila Malheiros Nogueira (SENAI CETIND) priscila\_mn92@hotmail.com; Fabiano Ferreira de Medeiros (SENAI CETIND) fabianofm@fieb.org.br; Otanea Brito de Oliveira (SENAI CETIND) otanea@fieb.org.br

### **Resumo**

*Diante da atual demanda por polímeros cada vez mais usuais no dia-a-dia, busca-se o desenvolvimento de novos produtos com características biodegradáveis e vindos de fontes renováveis. A formação dos polímeros se dá a partir da polimerização que convencionalmente é a reação entre um álcool e um ácido carboxílico, já a proposta deste projeto é utilizar o açúcar para formação de biopolímeros, substituindo o álcool na reação. Dessa forma, serão obtidos poliésteres com características biodegradáveis, sintetizados a partir dos princípios da química verde e com total capacidade de substituir os polímeros convencionais.*

*Palavras chave: Biopolímeros, Açúcares, Poliésteres.*

### **1.Introdução**

Os polímeros provenientes do petróleo são de suma importância hoje para a sociedade. Contudo, existem muitas restrições quando se trata de geração de polímeros via fonte não renovável. Por um lado, este recurso tem restrição em sua disponibilidade, além de estar com seu custo em constante aumento e concentrado em regiões de instabilidade política. Por outro, existem os impactos ambientais gerados pelo descarte destes polímeros no meio ambiente.

Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de novos tipos de materiais poliméricos obtidos de fontes renováveis, de acordo com os princípios da química verde, e com características de biodegradabilidade, sendo comumente chamados de biopolímeros. Os biopolímeros diferem-se dos polímeros convencionais, pois apresentam características biodegradáveis e não levam longos anos para serem consumidos pela natureza. De uma maneira geral, a biodegradabilidade está associada ao uso de matérias-primas de origem renovável visto que compostos biossintetizados têm na natureza mecanismos opostos de biodegradação.

Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver biopolímeros a partir de açúcares com características semelhantes aos polímeros convencionais partindo de reações em fase homogênea.

### **2.Revisão bibliográfica**

As informações encontradas na literatura (Chemical Economics Handbook – SRI International, 2004) mostram uma ampla necessidade do aumento da investigação científico/tecnológica referindo-se a implementação de plásticos biodegradáveis, pois o mercado dos biopolímeros, exceto a goma xantana, era da ordem de 60.000 toneladas em 2002 com preço de comercialização de US\$ 4/kg. Este mercado tem

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

taxa de crescimento acima de 20% ao ano e custos de produção decrescente para cerca de US\$ 2/kg, antevendo um consumo em 2015 da ordem 1.000.000 t/ano, perfazendo um mercado anual de US\$ 2 bilhões, (BORSCHIVER, 2008).

### 3. Metodologia

Foram sintetizados biopolímeros a partir de diversos ácidos carboxílicos juntamente com sacarídeos (açúcares) a fim de se obter poliésteres de origem renovável associado à características biodegradáveis. Dessa forma, promoveu-se uma reação de esterificação seguida de polimerização entre diferentes ácidos carboxílicos e o sacarídeo manitol. Os poliésteres sintetizados derivados do manitol foram preparados com os diferentes ácidos carboxílicos (cítrico e tartárico) na proporção 1:1 em relação ao sacarídeo.

Inicialmente o manitol foi dissolvido a uma temperatura de 150°C e após adicionou-se o ácido e homogeneizou-se a mistura, o catalisador utilizado na reação foi o octoato de estanho, o qual foi adicionado ao meio reacional após homogeneização dos materiais de partida. O sistema permaneceu sob aquecimento a 150° C por 10 minutos. Ao final, os polímeros obtidos foram caracterizados por Análises Termogravimetria (TG), Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).

### 4. Resultados e Discussão

As sínteses realizadas deram origem a biopolímeros em que suas características são fortemente influenciadas pela relação molar entre os monômeros e pela natureza química dos ácidos correspondentes. Serão apresentados um resumo dos principais resultados obtidos.

Segundo os resultados de MEV, os polímeros obtidos apresentaram morfologia lisa, com aspecto indicativo semelhante a plásticos.



1



2

Figura 1: MEV dos biopolímeros: 1 – Ácido Tartárico e Manitol; 2 – Ácido Cítrico e Manitol.

Análises de FTIR dos materiais de partida e dos biopolímeros indicam a presença de uma banda larga em torno de 3000 cm<sup>-1</sup> relativa ao estiramento da ligação –OH das hidroxilas presentes nos materiais de partida e biopolímeros, Além disto, nota-se no

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

biopolímeros a presença de bandas de absorção em 1750 cm<sup>-1</sup> característicos da carbonila de ester, indicando a formação de poliésteres

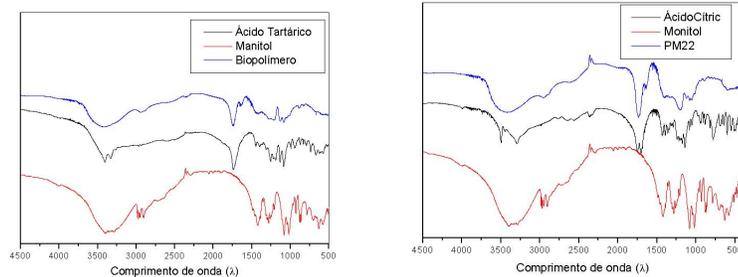


Figura 2: FTIR dos biopolímeros: 1 – Ácido Tartárico e Manitol; 2 – Ácido Cítrico e Manitol.

## 5. Conclusões

Com o desenvolvimento das pesquisas bibliográficas e dos experimentos em laboratório, foi possível a obtenção de resultados significativos. Realmente foram obtidos biopolímeros e estes foram comprovados através das caracterizações realizadas. Os resultados obtidos indicam que os materiais gerados apresentam características que podem ter potencial uso em embalagens, artigos de descarte rápido, filmes de recobrimento, fibras têxteis, indústria de alimentos e cosméticos.

## Referências

- PRADELLA, J.G.C. *Biopolímeros e intermediários químicos*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, São Paulo, Março de 2006.
- BORSCHIVER, S.; ALMEIDA, L.F.N.; ROITMAN, T. *Monitoramento Tecnológico de Biopolímeros*. *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 18, 258-261, 2008.
- AIROLD, C. A.; *Relevante Potencialidade dos Centros Básicos Nitrogenados Disponíveis em Polímeros Inorgânicos e Biopolímeros na remoção Catiônica*. *Quim. Nova* 31, 144-153, 2008.
- VENDRUSCOLO, C. T.; *Produção e caracterização do Biopolímero produzido por *Beijerinckia sp* isolada do solo cultivado com cana de açúcar da região de Ribeirão Preto-São Paulo-Brasil*. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 1995.
- FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R.; *Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares*. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 3, 623-638, 2009.
- BARCZA, M. V.; *Esterificação*. Escola de Engenharia de Lorena EEL-USP, São Paulo, 2011.
- ZHANG, D.; MIYASE, T.; KUROYANAGI, M.; UMEHARA, K.; NOGUCHI, H.; *Oligosaccharide Polyesters from Roots of *Polygala Glomerata**. *Phytochemistry*, Vol. 47, No. 1, pp. 45-52, 1998.

## **Estudo das Metodologias Aplicadas em Tecnologia e Inovação Social do Senai-Ba, Visando a Sustentabilidade Econômica e a Inclusão Social Local**

Petruchka Rodrigues da Silva (SENAI CIMATEC) [petruschkars@hotmail.com](mailto:petruschkars@hotmail.com)  
Sheyla Caetano Haack (SENAI CIMATEC) [sheyla.haack@fieb.org.br](mailto:sheyla.haack@fieb.org.br)

### **Resumo**

*O estudo sobre as metodologias em Tecnologia e Inovação Social (TS e IS) em instituições do terceiro setor é de suma importância, uma vez que entende-se, nos dias atuais, a necessidade dessas organizações em estabelecerem ações estratégicas que garantam a sustentabilidade econômica e especialmente a inclusão social local. Nessa perspectiva, o estudo visou definir uma metodologia que permita avaliar a atuação do SENAI-DR/BAHIA quanto as ações de TS e IS. Segundo a Fundação do Banco do Brasil (2011), a Tecnologia e Inovação Social compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social.*

*Palavras chaves: Tecnologia Social, Inovação Social, Terceiro Setor, Indicadores Sociais*

### **1.Introdução**

Nos dias atuais a temática Tecnologia Social (TS) e Inovação Social (IS) vêm assumindo grande importância para a garantia da competitividade e do Desenvolvimento Econômico e Social do mundo globalizado. Para tanto, algumas questões são essenciais a fim de refletir e avaliar a problemática, sendo elas as relações entre ciência, tecnologia, inovação e sustentabilidade sócio-ambiental, assim como a importância do papel e a interação dos atores (comunidade acadêmica, empresas e governo) envolvidos no processo de geração das TS e IS. Nesse aspecto, têm-se as instituições do Terceiro Setor, como um organismo fundamental para a efetividade das mudanças tecnológicas e das inovações sociais.

No Brasil, as instituições do Terceiro Setor passaram nos últimos anos a participar ativamente na formulação das políticas de ciência tecnologia e inovação social. Em 2001, quando foi fundado o Instituto de Tecnologia Social (ITS), o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) promoveu, juntamente com a Academia Brasileira de ciências, a conferência Nacional de C&T (CNCT&I), que reuniu gestores do setor de C&T, pesquisadores, empresários e legisladores. Durante o evento, integrantes puderam discutir os avanços alcançados e obstáculos a serem vencidos na implantação de um efetivo sistema de ciência, tecnologia e inovação e definir uma nova política para o setor no país. Dentre os objetivos estão fortalecer as parcerias com os diversos setores da sociedade e viabilizar um projeto nacional de longo prazo, de forma a incorporar o tema “Tecnologias e Inovação Social” na sociedade

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

brasileira. Nessa perspectiva, o estudo visou a criação de uma metodologia capaz de avaliar as ações do SENAI/DR/BAHIA (programa e/ou projetos de educação, STT e pesquisa aplicada) no âmbito da Tecnologia Social e Inovação Social.

O trabalho tomou como base o modelo proposto pelo Instituto de Tecnologia Social (ITS) / Jesus Carlos Delgado Garcia.

Como resultado espera-se no futuro que o modelo da matriz de avaliação dos projetos de TS e IS possam de fato avaliar as ações do SENAI-BA segundo o novo modelo de Desenvolvimento econômico e social. A aplicação dessa ferramenta possibilitará a identificação de oportunidades de melhorias, para uma melhor interação entre a sociedade local, indústrias e instituição, desfrutando dos benefícios modernos provindos dos avanços tecnológicos e da inovação. Ainda visualizar possibilidades de ações estratégicas junto às políticas públicas, projetos sociais e organizações não-governamentais.

### **2. Metodologia**

O desenvolvimento do projeto seguiu a metodologia descrita abaixo:

2.1. A Revisão Bibliográfica foi realizada através de leitura de artigos por meio da utilização de sites de busca e em periódicos Capes, Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, instituições ligadas a TS e IS como a Fundação Banco do Brasil, Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), dentre outro.

2.2. A Análise das metodologias de avaliação das TS e IS existentes foi realizada através do material selecionado na etapa anterior. Foram considerados os trabalhos de maior relevância no Brasil. Em especial os estudos críticos do Prof. Renato Dagnino, Professor titular da Universidade de Campinas (Unicamp) e participante da Rede Brasileira de Tecnologia Social (RTS).

2.3. De acordo com o material pesquisado, foi possível adequar uma metodologia para análise e classificação das ações em TS e IS no SENAI-DR/BAHIA. Utilizou-se como base a metodologia do Instituto de Tecnologia Social (ITS) Jesus Carlos Delgado Garci (JCDG), sendo esta adaptada para atender a condição da realidade local. O método selecionado propõe a elaboração de uma matriz de diagnóstico e análise a qual abrange quatro dimensões: 1. Conhecimento, ciência, tecnologia e inovação; 2. Participação, cidadania e democracia; 3. Educação e; 4. Relevância social. Essas dimensões representam as características definidas como essenciais à efetividade da TS e IS e estão dispostas conforme a ideia de “trajetória real-ideal” da concepção até a implantação da TS.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Dimensão	Trajétoria	Propriedades Tecnológicas Sociais
Conhecimento, ciência, tecnologia e inovação.	Concepção tecnológica.	Objetiva solucionar demanda social.
		Organização e sistematização.
		Grau de inovação.
Participação, cidadania, democracia.	Desenvolvimento ou participação.	Democracia e cidadania.
		Metodologia participativa.
		Difusão.
Educação.	Aprendizados gerados no processo.	Processo pedagógico.
		Diálogo entre saberes.
		Apropriação e empoderamento.
Relevância social.	Produção de resultados.	Eficácia.
		Sustentabilidade.
		Transformação social.

Figura 02: Dimensões para TS e IS. Fonte: ITS (2007)

### 3. Resultados e Discussão

A metodologia adaptada prevê a aplicação de um roteiro de entrevistas por meio de um questionário contendo informações referentes às quatro dimensões e suas doze propriedades supracitadas. Como resultado um gráfico radar de TS e IS do SENAI-DR/BAHIA, para as ações realizadas dentro da instituição (Educação, Serviços Técnicos e Tecnológicos e Pesquisa Aplicada). Este gráfico apresentará uma visão panorâmica e consistente da diversidade de características, com relevante capacidade analítica (ITS, 2007) compondo um banco de dados para monitoramento das TS e IS do SENAI-DR/BAHIA.

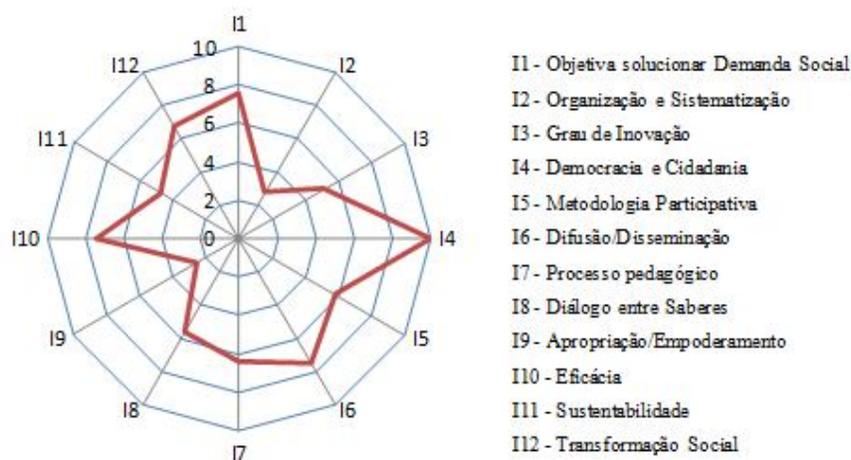


Figura 03 Gráfico Radar TS e IS ITS (2007), Adaptado.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## 4. Conclusões

Face aos resultados futuros espera-se que a matriz adaptada de análise TS e IS possa avaliar as ações do SENAI-DR/BAHIA segundo o novo modelo de Desenvolvimento econômico e social. A aplicação dessa ferramenta torna-se útil para identificar oportunidades de melhorias visando melhor interação entre a sociedade local, indústrias e instituição, desfrutando dos benefícios provindos dos avanços tecnológicos e da inovação. Ainda possibilita visualizar possibilidades de ações estratégicas junto às políticas públicas, projetos sociais e organizações não-governamentais. Também permite articular parcerias necessárias para construção de um novo cenário de competitividade mundial

## Referências

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Diretório de Grupo de Pesquisa. Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Inovação Social. Disponível em <<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/>> acesso em 23/02/2012.

DAGNINO, Renato. Tecnologia Social e seus desafios. Rio de Janeiro.2004

ITS Instituto de Tecnologia Social. Uma Metodologia de Análise das Tecnologias Sociais. XII Seminário Latino-Iberoamericano de Gestion Tecnológica – ALTEC 2007. Buenos Aires. 2007

RTS - Rede de Tecnologia Social. Tecnologia Social e Desenvolvimento Sustentável - Contribuições da RTA para a formulação de uma política de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília-DF. 2010.

UFBA. Universidade Federal da Bahia. Tecnologia e Inovação Social. Disponível em: <<https://www.ufba.br/search/node/tecnologia%20social>>, acesso em out. 2011.

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Incubadoras de Tecnologia Social. Disponível em <<http://www.inovacao.ufrj.br/category/taxonomia/incubadora>>, acesso em out. 2011.

UNEB. Universidade Estadual da Bahia. Incubadoras de Tecnologia Social e Inovação Social. Disponível em : <<http://www.uneb.br/index.php>> , acesso em out. 2011.

UNICAMPI. Levantamento de Tecnologia Social e Inovação Social. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/anuario/2008/IFCH/IFCH-linhaspesquisa.html>>, acesso em out. 2011.

**Procedimento de pré-concentração em fase sólida para determinação de Cu, Mn, Fe, Ni e Pb em água de rio usando espectrometria de absorção atômica multi-elementar sequencial**

Rayara Ribeiro de Sousa\*, Adriana Costa Ferreira\*\*, Hilda C. dos Santos Talma\*\*\*

\* Bolsista de Iniciação Científica da SENAI CETIND, ratzel\_rayara@@homail.com

\*\* Doutora em Química analítica, Orientadora de Iniciação Científica do SENAI CETIND, adrianac@fieb.org.br

\*\*\* Doutora em Química analítica, Co-Orientadora de Iniciação Científica da UFBA-Barreiras, hylidacs@yahoo.com.br

## **Resumo**

*Nos estudos determinação de metais em amostras de água de rio classe II (MMA, 2005), foi desenvolvido um procedimento de pré-concentração para determinação simultânea de Cu, Mn, Fe, Ni e Pb em amostra de água de rio, baseando-se na extração em fase sólida do complexo metal-PAN usando carvão ativado como sorvente, empregando espectrometria de absorção atômica multielementar sequencial (FS-FAAS). A otimização do procedimento para pré-concentração utilizando o carvão ativado e complexante, foi desenvolvida através do planejamento experimental 24 com dezesseis ensaios e uma replicata. O planejamento experimental foi realizado elaborando-se uma matriz do planejamento experimental (tabela 2) de acordo com os ensaios a serem realizados. Os metais estudados foram: Cobalto (Co), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Prata (Ag), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb) e Cobre (Cu).*

## **1. Introdução**

A Resolução CONAMA nº. 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece, portanto, padrões de qualidade para metais, tais como Cu, Mn, Fe, Ni e Pb que somente são possíveis serem determinados por FAAS, considerando a etapa de pré-concentração antes da medida.

O presente trabalho descreve um procedimento de pré-concentração para determinação simultânea de Cu, Mn, Fe, Ni e Pb em amostra de água de rio, baseando-se na extração em fase sólida do complexo metal-PAN usando carvão ativado como sorvente, empregando espectrometria de absorção atômica multi-elementar sequencial (FS-FAAS).

## **2. Metodologia**

O processo de otimização foi realizado através de plano fatorial completo e matriz Doehlert tabela 1. Todo o experimento foi feito em duplicata. Quatro variáveis (tempo de agitação, concentração de PAN, massa de carvão e pH) foram associadas a um plano fatorial completo em dois níveis,  $2^4$ , com 16 experimentos foi realizado para determinar a influência desses fatores no processo de extração.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Em frascos de 1000 mL foram adicionados 1000 mL da matriz água com posterior adição de 200µL de uma solução multielementar com 10 µg/mL de Cd, 100 µg/mL de Pb, 100µg/mL de Cu, 300µg/mL de Ni. Foram adicionados 50µg de Co, 500µg de Cr, 300 µg de Fe, 500 µg de Mn, 200 µg de Zn e 20 µg de Ag. Neste sistema foram adicionados 10 mL de tampão borato pH 9,62 e acetato 4,75 de 0,5 mol/L-1, as massas de PAN 0,1% (m/v) e carvão ativado, respectivamente de acordo com a tabela 2.

**Tabela 2: Planejamento experimental 2<sup>4</sup>**

Fator	Nível +	Nível -
pH	9,62	4,75
Massa de complexante (mg)	20	5
Massa de carvão	200	10
Tempo de agitação	30	10

Após este procedimento o sistema será filtrado a vácuo através de membrana de celulose (Milipore) de 0,45µm de porosidade. A membrana contendo o resíduo foi transferida para erlenmeyers e digerida com 2,0 mL de HNO<sub>3</sub> concentrado sendo levado ao aquecimento (120°C) até a secura. O resíduo formado será tratado com 10 mL de HNO<sub>3</sub> 0,5% (v/v) e levado a filtração. O digerido foi levado para a medição empregando FAAS.

### 3. Resultado

Os resultados apresentaram variações percentuais que favoreceram a análise da melhor condição de extração e pré-concentração. De acordo com a tabela 3 os metais que apresentaram melhor rendimento em pH 9,62 foram: ferro, manganês, cromo, zinco, cobre, cádmio, chumbo e níquel.

Tabela 1: Resultados para os metais que apresentaram melhor rendimento de acordo com a matriz de planejamento tabela 2

Exp.	Cr µg/mL	Mn µg/mL	Fe µg/mL	Cu µg/mL	Ni µg/mL	Cd µg/mL	Pb µg/mL	Zn µg/mL
1	42,52	79,68	138,9	82,9	79,44167	106,25	75,75	87,02675
2	41,97	41,063	9,788	82,725	78,76667	103,75	73,75	85,115
3	55,44	80,83	140,2	81,225	79,80833	105,5	61,75	82,1915
4	39,59	63,89	64,17	93,075	94,79167	124,25	78	76,47475
5	70,091	51,82	93,80	92	84,06667	113,5	84,25	87,015
6	85,27	51,61	54,89	146,275	134,075	129,5	131,5	91,80925
7	60,98	21,74	94,675	81,9	78,725	111,75	84	85,73125
8	91,22	37,69	68,29	75,1	91,24167	125,75	98,75	91,86625
9	8,582	-10,473	46,89	43,3	11,375	23,25	32,5	-3,04425

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

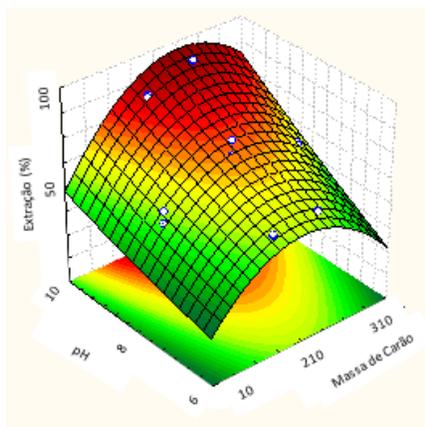
10	9,03	-9,806	66,36	117,925	19,88333	29,5	58,75	2,7135
11	16,94	-11,018	93,85	75,25	12,25833	28,25	45,5	-2,2355
12	8,885	-10,71	69,39	84,775	14,44167	28	54	3,2335
13	3,246	-12,038	71,65	34,625	73,45833	20,25	17,25	-3,431
14	3,677	-12,725	40,14	30,525	89,69167	27	19	-2,2
15	4,5	-12,533	25,79	20,25	26,86667	18,25	15,25	-5,6105
16	4,276	-11,533	-0,07333	14,25	27,01667	26,25	18	-5,32

Os resultados mostraram o que mais influenciou nos experimento foi a massa de carvão e o pH. O processo de otimização foi realizado através de plano fatorial completo e matriz Doehlert. Todo o experimento foi feito em duplicata. Quatro variáveis (tempo de agitação, concentração de PAN, massa de carvão e pH) foram associadas a um plano fatorial completo em dois níveis, 24, com 16 experimentos foi realizado para determinar a influência desses fatores no processo de extração de acordo com a tabela 4. Os resultados demonstraram que apenas as variáveis pH, massa de carvão e a interação pH e massa de carvão foram estatisticamente significativas para todos os metais estudados.

**Tabela 4: Matriz de planejamento Doehlert**

Amostra	pH	Massa de Carvão Ativado (mg)
1	9,0	10,0
2	8,0	110
3	10,0	110
4	9,0	160
5	8,0	210
6	10,0	210
7	9,0	310

Após a otimização, apresentaram bons resultados os metais: cobre, chumbo, níquel, manganês e ferro na etapa de re-extração. Nas condições analisadas os limites de detecção (3s/S) foram 0,008; 0,1; 0,3; 0,02 e 0,01 mg L<sup>-1</sup> para Cu, Mn, Fe, Ni e Pb, respectivamente. O método foi aplicado nas amostras do rio de Ondas e do rio Grande localizados em Barreiras-BA. Foi possível recuperar cerca de 80% para os metais estudados.



**Figura 1.** Superfície de resposta para extração do Manganês.

De acordo com a superfície de resposta gerada (Figura 1), correspondente a matriz Doehlert, as proporções ótimas para os fatores pH e massa do carvão foram 10 e 210 mg, respectivamente, usando 5 mL de solução de PAN 0,1% e agitação por 10 min para 1000mL de amostra. O método ao ser desenvolvido e otimizado foi possível a determinação simultânea dos metais para Cu, Mn, Fe, Ni e Pb para amostras de águas, podendo ser utilizado em monitoramento de águas naturais.

#### 4. Conclusão

O método desenvolvido permitiu a determinação simultânea de Cu, Mn, Fe, Ni e Pb em amostra de rio de forma rápida e exata, podendo ser utilizado para monitoramento do padrão de qualidade dos rios.

#### Referências

- Ferreira, S. L. C.; Santos, H. C.; Korn, M. G. A.; Anal. Chim. Acta, v. 426, p. 79-84, 2001.
- SANTOS, H. C. Desenvolvimento de métodos analíticos de separação e pré-concentração para determinação de molibdênio por técnicas espectroanalíticas. Salvador, 2002. 264 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia.
- SILVA, J.C. Desenvolvimento de processo integrado utilizando processos de separação por membrana e adsorção em carvão ativado Para o tratamento de água associada à produção de petróleo. Rio de Janeiro, 2010.115f.Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ROCHA, S.A. Desenvolvimento de sistemas de separação e pré-concentração para determinação de metais em águas naturais. Salvador, 2005. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.357 de 17/05/05. Relatora: Marina Silva. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 17 mar. 2005. Sec. 1, p. 1-22.

## **Diversidade de Aves da Região Metropolitana de Salvador, como Instrumento para Gestão de Impactos Ambientais**

Daniel Capelli \*, Alexandre de Almeida \*\*

\* Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica, UFBA/IBIO,  
capelli\_bio@yahoo.com.br

\*\* Professor Doutor da Área de Meio Ambiente do Senai / Cetind, alexandrea@fieb.org.br

### **Resumo**

*A utilização das espécies de aves indicadoras é de notável utilidade em âmbito de processos de licenciamento ambiental, contudo para haver maior efetividade no emprego de técnicas avaliação e valoração, é importante haver aperfeiçoamentos em âmbitos regionais, considerando as características peculiares das comunidades de Aves de cada região biogeográfica. O objetivo deste trabalho foi caracterizar comunidades e espécies de Aves típicas de ambientes conservados e degradados na região da Grande Salvador, através de um arcabouço de amostragem, que assim como os resultados almejados, seja útil em processos de licenciamentos ambientais de empreendimentos, durante diagnósticos e monitoramentos. Resultados preliminares de inventários em pontos fixos realizados em áreas urbanas, em restingas abertas (savânicas) e fragmentos florestais sugerem que não houve diferenças significativas na riqueza de espécies em comunidades de restingas e florestas. Entretanto comunidades de áreas urbanas foram mais pobres, de acordo com curvas de rarefação. As composições das áreas urbanas fora, mais similares entre si; em florestas, as comunidades foram mais dissimilares; enquanto que as restingas possuem similaridade intermediária. Em geral, os índices de similaridade de Jaccard foram expressivamente baixos. Resultados sugerem haver necessidade de maior esforço de amostragem para que sejam identificadas espécies indicadoras de cada tipo de ambiente, porém as comunidades de cada tipo de ambiente foram bem caracterizadas, como sugerem as medidas de dispersão das médias da riqueza, uniformidade e do índice de diversidade de Shannon-Wiener.*

*Palavras-chave: Aves, Bioindicadores, Licenciamento Ambiental, Diversidade Alfa, Diversidade Beta, Restinga Arbórea, Avifauna Urbana, Mata Atlântica, Salvador.*

### **1.Introdução**

As aves são conhecidas por ser um grupo de grande valor como ferramenta para análises aplicadas em gestão de impactos ambientais, cumprindo um papel chave no diagnóstico de comunidades biológicas (ALMEIDA & ALMEIDA, 1998). A Mata Atlântica possui uma diversidade bastante expressiva pelo seu elevado nível de diversidade e endemismo, sendo prioritária para a conservação (OLMOS, 2005).

Áreas de ambientes silvestres em centro urbanos abrigam remanescentes da biodiversidade da região (CIELO-FILHO; SANTIN, 2002), porém, novas condições ambientais decorrentes da urbanização fazem com que muitas espécies típicas não consigam sobreviver fora de remanescentes de ambientes originais, logo, as áreas

com vegetação nativa nas cidades representam importantes locais de refúgio para espécies não adaptadas ao ambiente urbano (RODRIGUES et al., 1993).

Através de inventários em pontos fixos em três tipos de ambientes, este trabalho pretende: i) caracterizar aspectos da estrutura comunitária de aves em ambientes degradados e conservados; bem como: ii) identificar espécies de aves sensíveis à fragmentação e urbanização que podem ser utilizadas como indicadores de ambientes melhor conservados, os quais devem ser mais valorizados.

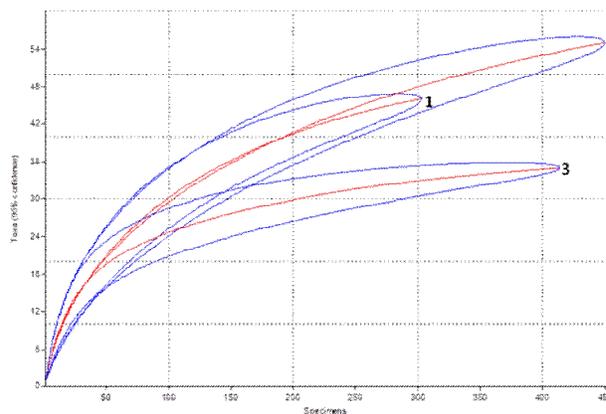
Tais resultados são importantes para a valoração ambiental em processos de licenciamento de empreendimento, sobretudo no Nordeste do país, onde carecem aprimoramentos tecnológicos para utilização das Aves como indicadores ambientais.

## 2. Metodologia

Os ambientes estudados foram fragmentos remanescentes de florestas, de restingas e áreas urbanas da cidade de Salvador. A coleta de dados ocorreu no período diurno. A amostragem da avifauna foi realizada através do método de observações em pontos fixos, fornecendo dados de riqueza e abundância. Foram realizados cálculos de diversidade de nível *alfa* e *beta*, realizados através do programa Paleontological Statistics (PAST) versão 2.14. Foram calculados índices de diversidade e uniformidade, a riqueza, e a abundância (número total de indivíduos). Possíveis diferenças significativas em médias de tais aspectos da estrutura comunitária foram testadas com análise de variância.

## 3. Resultados e Discussão

As curvas de rarefação foram baseadas nos seguintes resultados: Restinga (53 espécies, 303 indivíduos); Floresta (77 espécies, 450 indivíduos); Ambiente urbano (39 espécies, 414 indivíduos).



**Figura 1:** Curva de rarefação analisando os dados dos três ambientes.  
Legenda: 1 – Restinga; 2 – Floresta; 3 – Áreas urbanas

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

As curvas de rarefação indicam que a amostragem ainda é insuficiente, embora haja tendência de estabilização em todas as curvas. Houve maior estabilização da curva no ambiente urbano. Existe necessidade de maior esforço de observações principalmente nos ambientes restinga e floresta.

Índices de diversidade de Shannon-Wiener, e de uniformidade, bem como valores de abundância e riqueza se encontram na Tabela 1. Variações nestes aspectos da estrutura comunitária foram testadas com o Kruskal-Wallis, contudo não houve diferenças significativas, sugerindo que as comunidades de cada tipo de ambiente sejam semelhantes numericamente.

**TABELA 1:** Índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), uniformidade ( $J'$ ), valores de riqueza ( $R$ ) e número de indivíduos ( $n$ ).

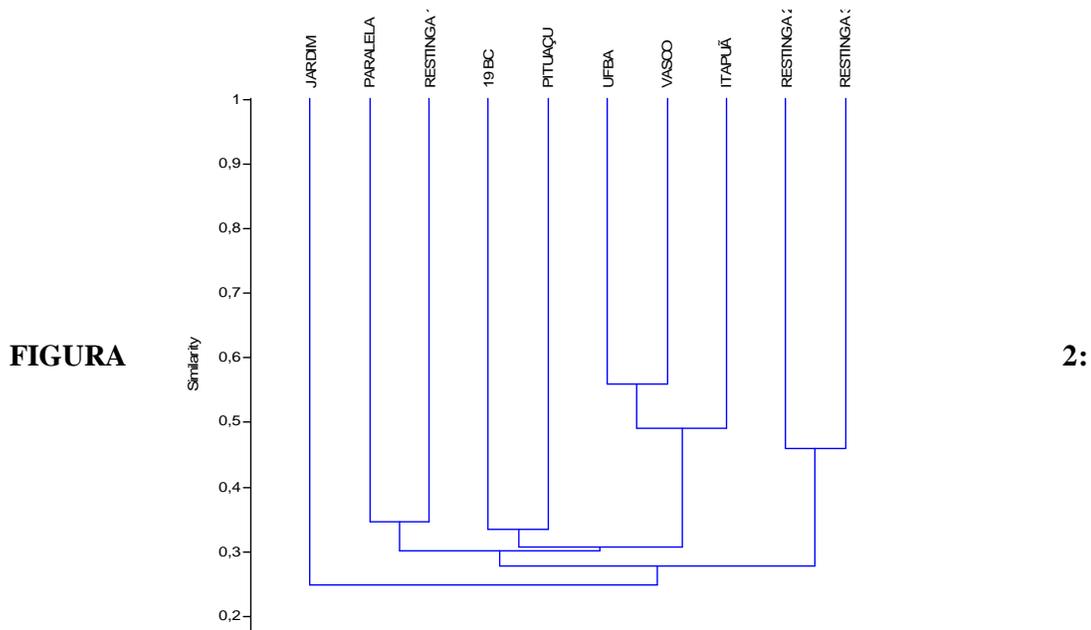
Ambientes	$H'$	$J'$	$R$	$n$
RES 1	2,84	0,82	36	199
RES 2	2,26	0,85	22	80
RES 3	2,93	0,88	32	104
Média	2,68	0,85	30	101
Desvio-Padrão	0,29	0,02	5,88	39
Coef. var. (%)	0,11	0,02	0,2	0,38
FLO 1	2,59	0,79	34	103
FLO 2	2,45	0,85	24	87
FLO 3	2,73	0,86	29	92
FLO 4	2,91	0,91	43	168
Média	2,67	0,85	32,5	112,5
Desvio-Padrão	0,16	0,05	7,01	32,56
Coef. var. (%)	0,06	0,03	0,21	0,29
URB 1	2,93	0,91	31	169
URB 2	2,59	0,86	21	168
URB 3	2,79	0,91	22	76
Média	2,77	0,9	24,6	138
Desvio-Padrão	0,14	0,02	4,49	43,84
Coef. var. (%)	0,05	0,02	0,18	0,31

Valores de  $H'$  calculados com logaritmo 'ln' tendo com base o número neperiano

**Legenda:** Coef. var. - Coeficiente de variação; RES – Restinga; FLO – Floresta; URB - Urbana.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A similaridade de modo geral foi baixa (Figura 2), o que pode ser decorrência de comunidades realmente dissimilares com poucas espécies em comum ou, devido ao baixo número de indivíduos amostrados. Segundo Barros (2006) e Almeida *et al.* (2011) suficiência de amostragem é uma premissa necessária para haver comparação adequada de comunidades.



Dendrograma com o agrupamento das unidades amostrais a partir da análise de similaridade de Jaccard (cc). Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC) = 0,7885. Jardim, 19 BC, Paralela e Pituçu - áreas de floresta; Restingas 1, 2 e 3 – áreas de restinga; UFBA, itapuã e vasco – áreas urbanas.

Resultados sugerem haver necessidade de maior esforço de amostragem para que sejam identificadas espécies indicadoras de cada tipo de ambiente, porém as comunidades de cada tipo de ambiente foram bem caracterizadas, como sugerem as medidas de dispersão das médias da riqueza, uniformidade e do índice de diversidade de Shannon-Wiener.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

### Referências

- ALMEIDA, A. F.; ALMEIDA, A. Monitoramento de fauna e de seus habitats em áreas florestadas. IPEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba - SP, v. 12, n. 31, p. 85-92, 1998
- ALMEIDA, A.; PADOVEZI, A.; LIMA, R.A.F. Monitoramento de Aves e Vegetação: Guia metodológico para monitoramento de aves e vegetação em restaurações ecológicas de acordo com delineamento padrão dos projetos Clima, Comunidade e Biodiversidade. Brasília, DF: The Nature Conservancy do Brasil, 2011.
- CIELO-FILHO, R.; SANTIN, D. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano - Bosque dos Alemães, Campinas. Rev. Bras. Bot., São Paulo, v. 25, n. 3, p. 291-301, 2002.
- OLMOS, F. 2005. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. *Natureza & Conservação* 3(1), 21-42.
- RODRIGUES, J. J. S.; BROWN JR., K. S.; RUSZCZYK, A. Resources and conservation of neotropical butterflies in an urban forest fragments. *Biol. Cons. Liverpool*, v. 64, p. 3-9, 1993.

## **Tecnologia verde para sustentabilidade da bioenergia através de microalgas: mitigação de CO<sub>2</sub>, N e P e produção de biomassa**

Paulo Rogério Borba de Aquino \*, Edson Valmir Cordova Rosa\*\*

\* Bolsista de Iniciação Científica da SENAI CETIND, prbapuff@yahoo.com.br

\*\* Doutor em Química Ambiental, Orientador da Iniciação Científica do SENAI CETIND,  
edsonvcr@cetind.fieb.org.br

### **Resumo**

*O uso de microalgas para a produção de bioenergia tem sido alvo de estudos. O uso de efluentes ricos em nutrientes bem captura de CO<sub>2</sub> são os atrativos para uso crescimento de microalgas e produção de biomassa para coprodutos (biodiesel, fertilizante e etc.). A combinação destes elementos bem como tipos de reatores ( abertos ou fechados) tem sido o desafio de tornar a viabilidade técnica de baixo custo para competição com diesel. Este trabalho objetivou avaliar o crescimento de algas em efluentes ricos em N e P da carnicultura em reator de fotobioreator de bancada com sistema de agitação por borbulhamento de ar. Os testes foram realizados em misturas proporcionais de meio salino sintético e efluente. Os resultados preliminares apontaram para o crescimento na mistura de 75% de efluente/água sintética. O balanço de nutrientes nesta proporção deve ter sido o fator para melhor crescimento e produção de biomassa.*

### **1.Introdução**

A procura por recursos limpos que permitem assegurar as necessidades energéticas futuras para humanidade mundial constitui um dos maiores desafios deste novo século. A química verde bem a biotecnologia tem sido alvo de estudos para a sustentabilidade do desenvolvimento acelerado.

A busca por energia mais limpa renovável é alvo de estudos no mundo todo (Sivasubramanian *et al.*, 2010). O desenvolvimento de alternativas de fontes renováveis de combustíveis líquidos será vital para satisfazer as futuras necessidades energéticas nacionais e contribuirá para facilitar o cumprimento das novas normas ar limpo. A energia gerada por petróleo é conhecida como uma poluente e finita. Um dos principais problemas da origem de petrogênica é a liberação de compostos com caráter tóxico, mutagênico, carcinogênico, teratogênico e emissões de emissões de CO<sub>2</sub>, um dos principais vilões do efeito estufa (Pinto *et al.*, 2005).

Microalgas são plantas microscópicas aquáticas com potencial para produzir grandes quantidades de lipídeos (gorduras e óleos). O grande interesse é devido às suas altas taxas de crescimento e tolerância às variações ambientais, e porque os óleos (lipídios) que produzem, podem ser extraído e convertido ao biodiesel (Chisti, Y., 2001, 2007).

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial crescimento de microalgas para a produção de biomassa em cultivadas em meios adaptados de determinados efluentes em estudo como efluentes da carcinicultura através do cultivo em fotobioretores de bancada.

## 2. Metodologia

A revisão bibliográfica foi realizada com base em artigos estudados e o levantamento de possíveis efluentes para potencial uso neste projeto. O efluente da carcinicultura e também o efluente de origem de caprinos após seu tratamento final em um abatedouro. Nesta etapa, foi caracterizado o efluente para verificar os teores DBO, fósforo, nitrogênio, pH, etc. As análises foram realizadas seguindo a metodologia APHA, 21ed. O fotobioreator de bancada com sistema de borbulhamento dear foi usado para os testes de crescimento de alga. A espécie utilizada nesta fase foi *Tetraselmis chui*. A mesma foi resuspendida em meio de cultivo salino sintético padronizado conforme Norma internacional ISO 10253:1995 (E). O efluente em estudo da carcinicultura foi caracterizado quimicamente segundo a metodologia padronizada (APHA, 1998). Os testes de adaptação e crescimento foram realizados em diferentes percentuais de mistura do efluente/meio sintético a temperatura de 25°C conforme (tabela1). Para a melhor proporção foi escalonado para 1L para 3L. Foi usado sulfato de alumínio para melhorar a separação.

**Tabela 01 :** Simulações de misturas de meios de cultura.

Água sintética (salina)	Efluente da carcinicultura	Percentual de mistura Efluente/água
0,0	100	100 %
12,5	88,5	88,5 %
25	75	75 %
50	50	50%
75	25	25%

## 3. Resultado

Os resultados obtidos da caracterização do efluente mostraram a presença de nitrogênio e fósforo que são macro nutrientes interessantes para crescimento de biomassa algal (Sivasubramanian et al., 2010; Lima et al., 1999).

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Tabela 02 - Características do Efluente da Carcinicultura

Parâmetros analisados	Concentração do efluente
Nitrogênio total	1,70 mg/L
Nitrogênio amoniacal	0,588 mg/L
Nitrogênio nitrito	<0,003mg/L
Nitrogênio nitrato	<0, 1mg/L
Fósforo total	0,040 mg/L
pH	7.2
Salinidade	20,2

A concentração de nitrogênio total apresentou-se em maior quantidade, seguido nitrogênio amoniacal e baixas concentrações de nitrato. É interessante ressaltar que a forma de nitrogênio consumido por algas e a forma de íon nitrato, o que neste caso apresenta-se em baixas concentrações menor que 0,1 mg/L. Comparando com a resolução de descarte de efluentes, podemos dizer que a concentração de nitrogênio amoniacal esta acima do padrão estabelecido. Já o fósforo estaria no valor abaixo do limite da norma. Como podem ser visualizadas, as algas *Tetraselmis* cresceram nas misturas de efluente e meio sintético nas proporções estudadas, sendo a melhor mistura de crescimento rápido aparentemente na mistura de 75% de efluente/água sintética. O razão de o crescimento ser maior nesta mistura é devido ao equilíbrio proporcional dos nutrientes necessário crescimento. A figura 2 mostra a biomassa formada nos testes com mistura 75% no escalonamento de 1L para 3L. Outro fator interessante e a sedimentação da biomassa o que se verificou uma maior rapidez com a adição do coagulante em etapa subseqüente da pesquisa realizada.

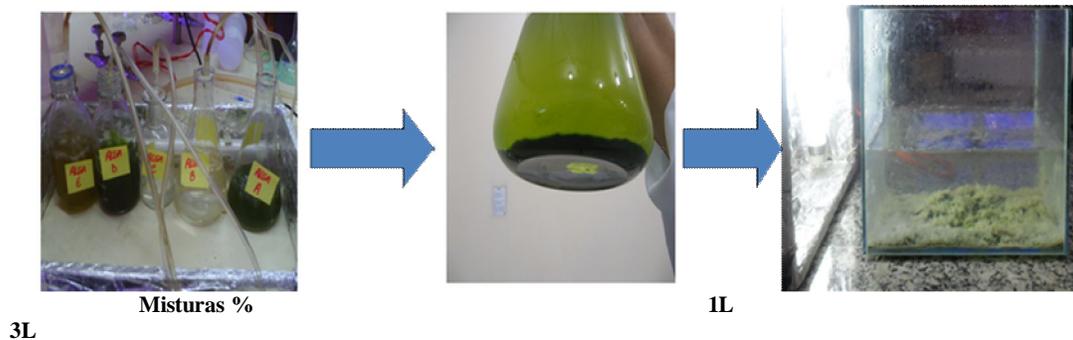


Figura 2 – Escalonamento do Crescimento de biomassa de alga

#### **4. Conclusão**

A pesquisa inicialmente permitiu conhecimentos sobre algas e o crescimento das mesmas em meio de cultivo e potencializar reaproveitamento do efluente gerando uma biomassa. Pretende-se nos trabalhos futuros avaliar a cinética de crescimento e investigação das características da biomassa (lipídios) para agregar valor à biomassa bem como estudar um fotobioreator de baixo custo.

#### **Referências**

- APHA, *Standart Metodos for Examination of Water and Wastewater*, 20<sup>th</sup> ed.,: Washington, 1998.
- C. Pinto, L. L. N. Guarieiro, M. J. C. Resende, N. M. Ribeiro, E. A Torres, W. A Lopes, P. A D. Pereira, J. B. de Andrade *J. Braz. Chem. Soc.* 16, (2005), 1313.
- Chisti, Y., (2007) "Biodiesel from Microalgae" *Biotechnology Advances* 25: pp. 294-306.
- Chisti, Y., Molina, E., Feranadez, J., Acien, F.G., (2001) "Tubular photobioreactor design for algal cultures" *Journal of biotechnology*: 92: pp 113-131.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE *Conselho nacional do meio ambiente-conama* Resolução no 357, de 17 de março de 2005.
- Sivasubramanian V, Subramanian V, Ranjithkumar R. and M Muthukumaran, (2010). Production of algal biomass integrated with Phycoremediation – A sustainable and economically viable approach. *J. Algal Biomass Utiln.* , 1 (4): 10 – 57.

## **Produção de extrato protéico a partir de levedura residual de cervejaria**

Elton dos Santos Souza (SENAI-CETIND) souza.eltons@yahoo.com.br  
Helena Mariana Pitangueira Teixeira (SENAI-CETIND) leninha\_pitangueira@hotmail.com  
Érika Durão Vieira (SENAI-CETIND) erika@cetind.fieb.org.br

### **Resumo**

*O presente trabalho visou avaliar a viabilidade técnica de produção de extrato protéico a partir de levedura residual de cervejaria local. Foi realizado ensaio de enzimatização utilizando enzima comercial tipo protease por 3 horas em incubadora a temperatura de 55°C e agitação de 200 rpm. A reação foi monitorada pela quantificação de alfa-aminoácidos no extrato aquoso pelo método da ninidrina. Os resultados obtidos indicaram uma perda de massa seca de 50% do creme autolizado e solubilização de aproximadamente 12 g/L.*

*Palavras chave: Levedura; Autólise; Extrato de levedura; Aminoácido.*

### **1. Introdução**

O presente trabalho visou avaliar a viabilidade técnica de produção de extrato protéico a partir de levedura residual de cervejaria local. O extrato de levedura é uma importante fonte de proteínas e útil como ingrediente de meio de cultivo para microorganismos e tem alto valor comercial. Mais especificamente, este trabalho foi o início de um projeto maior chamado LEVEDEX em parceria com a empresa Quantas Biotecnologia S.A. cujo propósito é desenvolver um processo de obtenção de um extrato aquoso com alta concentração de peptídeos e aminoácidos para uso na produção de goma xantana a fim de se conseguir redução de custos com matéria-prima.

### **2. Revisão Bibliográfica**

As leveduras constituem na atualidade um grupo de microrganismos com ampla utilização, sendo aplicadas em um grande número de processos fermentativos e de produtos biotecnológicos (BOURGEOIS E LARPENT, 1995). Do ponto de vista tecnológico, as leveduras possuem vantagens em relação a outros microrganismos, principalmente em razão da sua capacidade de assimilar grande variedade de substratos, de sua alta velocidade de crescimento e da facilidade de separação de sua biomassa (ICIDCA, 1999). Nas destilarias de álcool e nas cervejarias são gerados excedentes de células de levedura que, inativadas termicamente ou não, poderão ser usadas diretamente como células íntegras de levedura ou ser processadas para obtenção de vários derivados.

As células íntegras são usadas principalmente na alimentação animal, enquanto certos derivados como o autolisado e o extrato de levedura vêm sendo utilizados de longa data na formulação de produtos para humanos, como o autolisado, podem ser

adicionados a produtos alimentícios, como complemento nutritivo, aromatizante e realçador de sabor (YAMADA, 2003). O extrato de levedura contém todo o material solúvel do autolisado, incluindo proteínas, peptídeos, aminoácidos livres, nucleotídeos, vitaminas, oligossacarídeos e minerais. A fração insolúvel, composta principalmente de parede celular é rica em manoproteínas,  $\alpha$ - glicana e manana (SANTUCCI, 2008). Por isso, o uso do extrato de levedura para o crescimento de microorganismos é amplamente explorado sendo inclusive imprescindível para sustentar o crescimento daqueles conhecidos como exigentes nutricionalmente (*fastidious*) (VIEIRA, 2008).

### 3. Metodologia

O creme de levedura foi cedido pela fábrica de cerveja da Heineken localizada em Feira de Sanatana (CERVEJARIAS KAISER NORDESTE S.A.). O creme foi mantido sob refrigeração em geladeira. Para a realização dos ensaios de autólise (enzimatisação), foram utilizados 300 g de creme de levedura previamente lavados para remoção de resíduos da fermentação da cerveja. O creme foi inicialmente centrifugado por 10 min a 5000 RPM em centrífuga FANEM Excelsa 206-BL e o sobrenadante descartado. As células foram lavadas com água destilada e, em seguida, centrifugadas novamente. As células lavadas foram ressuspensas em água destilada até o mesmo inicial de 300g e esta suspensão teve seu pH ajustado para 7,0 com hidróxido de sódio. A autólise (enzimatisação) foi conduzida em frasco tipo Erlenmeyer de 1000 ml em incubadora de bancada a 55°C e 200 rpm. Aos 300g de creme lavado foram adicionados 500 ppm COROLASE 7089, uma protease cedida pela empresa AB Enzymes, e iniciado o processo. Foram realizadas amostragens do creme autolisado (enzimatisado) nos tempos (min): 0, 20, 40, 60, 90, 120, 150 e 180. Foram coletadas amostras de 20g que foram centrifugadas para análise de massa seca, massa úmida, alfa-aminoácios e açúcares redutores. A massa úmida foi secada em estufa a 60°C e pasada após 24h. A análise de aminoácidos foi realizada pelo método da ninidrina (Lee e Takahashi, 1965).

### 4. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra o perfil do percentual de massa úmida e seca no creme de levedura durante o processo de autólise (enzimatisação).

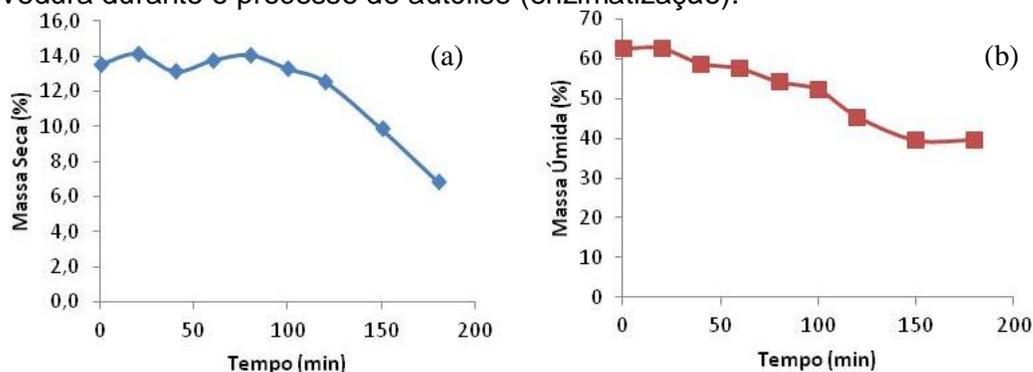
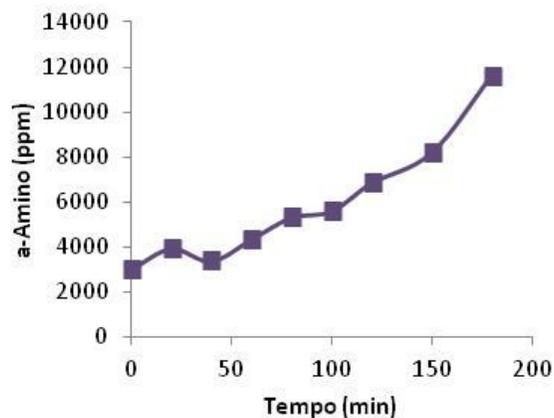


Figura 1 – Percentual de Massa Seca (a) e Massa Úmida (b) no creme de levedura submetido a enzimatisação em pH 7,0, 55°C e 200rpm de agitação.

onde pode-se verificar perda de massa úmida e massa seca gradual mais notadamente a partir da segunda hora de autólise (enzimatisação). Em termos globais, o processo de autólise (enzimatisação) de 180 minutos ou 3 horas resultou na redução de 50% da massa seca do creme. Esta redução indica que 50% do conteúdo intracelular foi extravazado para o meio externo e solubilizado.

A Figura 2 mostra o perfil da concentração de alfa-aminoácidos no extrato aquoso do creme autolisado (Enzimatisado). Verifica-se na Figura 2 que houve liberação gradual de alfa-aminoácidos com o tempo, tendo sido em maior velocidade a partir da segunda hora de autólise (enzimatisação) em concordância com os dados de percentual de massa seca mostrados na Figura 1.



**Figura 2** - Concentração de alfa-aminoácidos no extrato aquoso do creme de levedura durante o processo de autólise (enzimatisação)

### 5 . Conclusões

Os resultados obtidos indicam ser possível a produção do extrato aquoso proteico de levedura de cervejaria. O processo de autólise (enzimatisação) deve ser otimizado e te outros parâmetros monitorados como viabilidade celular da levedura, contagem de bactérias totais, quantificação de proteínas totais, além de ser comparado ao extrato de levedura comercial.

### Referências

BOURGEOIS, C. M.; LARPENT, J. P. **Microbiologia Alimentar Vol. 2: Fermentaciones alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1995, p. 19-29.

YAMADA E., ALVIM I., SANTUCCI M., SGARBIERI V. **Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica**. *Revista de Nutrição*, 16(4):423-432., 2003

LUVIELMO M. **Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação**. *Estudos tecnológicos*, 5(1) 50-67, 2009.

ICIDCA. Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar**. Brasília: ABIPTI, 1999. p. 49-55, 267-271, 297-301.

LEE, Y; TAKAHASHI, T. **An improved colorimetric determination of amino acids with the use of ninhydrin**. *Anal. Biochem.*, 14:71-80, 1966.

**Processo de autólise de levedura residual de cervejaria  
utilizando enzima exógena**

Helena Mariana Pitangueira Teixeira (SENAI-CETIND) leninha\_pitangueira@hotmail.com  
Elton dos Santos Souza (SENAI-CETIND) souza.eltons@yahoo.com.br  
Érika Durão Vieira (SENAI-CETIND) erika@cetind.fieb.org.br

**Resumo**

*O presente trabalho visou avaliar a viabilidade técnica de produção de extrato protéico a partir de levedura residual de cervejaria local. Foi realizado ensaio de enzimização utilizando dois tipos de enzimas por 3 horas em incubadora a 60°C e agitação de 200 rpm. A reação foi monitorada pela quantificação de  $\alpha$ -amino no extrato aquoso pelo método da ninidrina. Os resultados obtidos indicam que a adição de enzima exógena no processo de autólise de levedura aumenta a velocidade de liberação de peptídios para extrato aquoso.*

*Palavras chave: Levedura; Autólise; Extrato de levedura; Aminoácido.*

**1.Introdução**

O presente trabalho visou avaliar e comparar a viabilidade técnica de produção de extrato protéico a partir de levedura residual de cervejaria local, cedida pelas Cervejarias Kaiser Nordeste S.A. com a utilização de enzimas exógenas tipo COROLASE da AB enzymes e sem enzima. As leveduras residuais quando processadas produzem o extrato de levedura que possui grande quantidade de proteínas e pode ser utilizado como fonte protéica em meio de cultivo para a produção de goma xantana. Reduzindo assim custos com matéria-prima.

**2.Revisão Bibliográfica**

As leveduras são microrganismos eucarióticos unicelulares do Reino Fungi. Como células simples, as leveduras crescem e se reproduzem rapidamente. São mais eficientes na realização de alterações químicas por causa de sua maior relação área/volume (CARVALHO, 2006). As leveduras constituem um grupo de microrganismos com ampla utilização, sendo aplicadas em grande número de processos e de produtos biotecnológicos (BOURGEOIS E LARPENT, 1995). Nas destilarias de álcool e nas cervejarias são gerados excedentes de células de levedura. As células íntegras são usadas principalmente na alimentação animal, enquanto derivados como o autolisado e o extrato vêm sendo utilizados na formulação de produtos para humanos (YAMADA, 2003). Além de apresentar elevado teor em proteína, os produtos de levedura são ricos em vitaminas do complexo B, em minerais, em macro e microelementos, particularmente selênio e fibra dietética, representados por carboidratos da parede celular, principalmente mananas e glicanas<sup>3</sup> (HALASZ e LÁSZTITY, 1991).

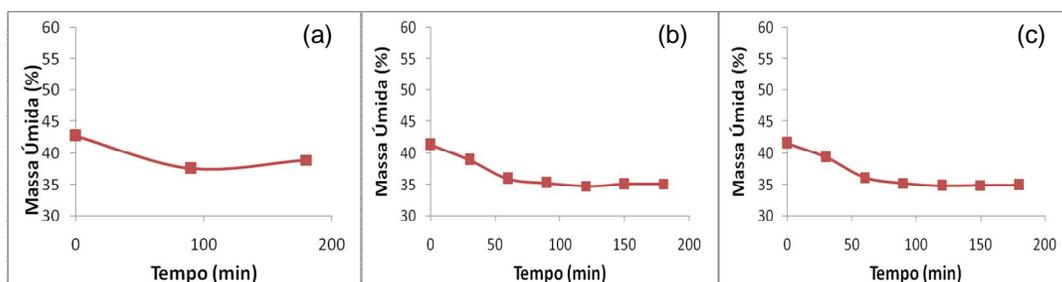
O processo de hidrólise protéica consiste na clivagem química ou enzimática de moléculas de proteínas em pequenos peptídeos de tamanhos diversos e, eventualmente, em aminoácidos (ADLER-NISSEN, 1985). Na hidrólise enzimática, enzimas proteolíticas são empregadas para solubilizar a proteína do alimento, resultando na separação de duas frações: uma insolúvel, geralmente utilizada em ração animal; e uma solúvel, que contém a proteína hidrolisada e um baixo teor de lipídios. (FURLAN; OETTERER, 2002; SGARBIERI, 1996). De acordo com Adler-Nissen (1985), as variáveis mais importantes em uma reação enzimática são: concentração e especificidade da enzima, temperatura e pH da reação, e a natureza do substrato. Esses fatores são importante para desenvolver um processo ótimo e econômico.

### 3. Metodologia

O creme de levedura foi mantido sob refrigeração. Centrifugado por 10min e 5000rpm e lavado uma vez com água destilada para remoção de resíduos da fermentação. A suspensão celular teve seu pH ajustado para 7,0 com NaOH e dividida em 3 partes de 300g. Em uma parte foi adicionado 0,5g/kg da enzima COROLASE S-50, em outra, 1,5g/kg da COROLASE L-10, ambas cedidas pela empresa AB Enzymes, e, na última, não houve adição de enzima. A autólise foi conduzida em incubadora a 60°C e 200rpm. Foram realizadas amostragens do creme autolisado nos tempos (min): 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180. Foram coletadas amostras de 20g que foram centrifugadas para quantificação de massa seca, massa úmida e concentração de grupamento alfa-amino no sobrenadante. A massa úmida foi secada em estufa a 60°C e pesada após 24h. A análise de grupamento alfa-amino foi realizada pelo método da ninidrina.

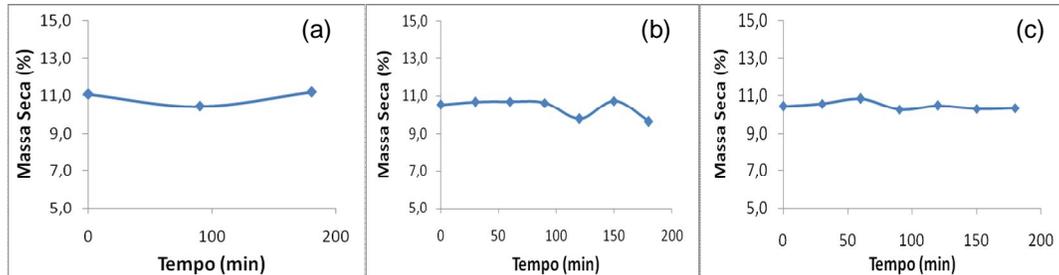
### 4. Resultados e Discussão

Pode se verificar a perda de massa úmida e massa seca (Fig. 1 e 2) gradual mais notadamente no creme autolisado adicionado de COROLASE S-50, porém no creme autolisado adicionado da COROLASE L-10 e no sem adição de enzima não houve variação significativa. A concentração de grupamentos  $\alpha$ -amino no extrato aquoso do creme autolisado aumentou gradualmente com o tempo (Fig. 3), sendo que, nos adicionados de enzimas, foi verificada a liberação duas vezes maior de grupamentos alfa-amino (30g/L) que no autolisado sem adição de enzima (15g/L).

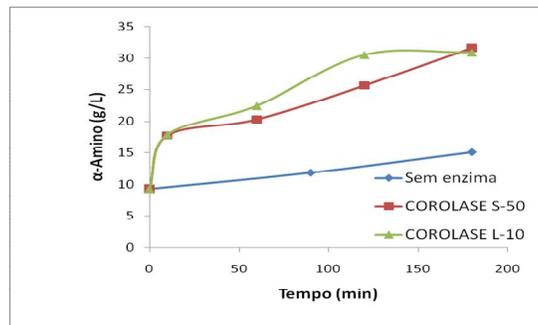


# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

**Figura 1** – Percentual de Massa Úmida no creme de levedura, sem enzima (a); enzima COROLASE S-50 (b) e COROLASE L-10 (c).



**Figura 2** – Percentual de Massa Seca no creme de levedura, sem enzima (a); enzima COROLASE S-50 (b) e COROLASE L-10 (c).



**Figura 3** - Concentração de alfa-aminoácidos no extrato aquoso do creme de levedura durante o processo de autólise (enzimatização).

## 5 . Conclusões

Os resultados obtidos indicam que a adição de enzima exógena no processo de autólise de levedura aumenta a velocidade de liberação de peptídios para extrato aquoso sendo, portanto, vantajoso o seu uso no processo de autólise.

## Referências

- ADLER-NISSEN, J. (1985) - *Enzymic hydrolysis of food protein*. London: Elsevier Applied Science Publishers.
- ADLER-NISSEN, J. (1981) - *Procesamiento enzimatico de las proteínas alimenticias*. Alimentos. J. Agric. Food Chem.
- CARVALHO, G. B. M, BENTO, C. V. E SILVA, J. B. A. (2006) - *Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1ª parte – as leveduras*. Revista Analytica.
- FURLAN, E. F.; OETTERER, M. (2002) - *Hidrolisado protéico de pescado*. Ciência e Tecnologia.
- HALASZ A, LÁSZTITY R. (1991) - *Use of yeast biomass in food production*. Boca Raton: CRC Press.
- KUROZAWA, L. E., PARK, K. J. Miriam, HUBINGER, D. (2009) - *Influence of process conditions on enzymatic hydrolysis kinetics of chicken meat*. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas.
- SGARBIERI, V. C. (1996) *Proteínas em alimentos protéicos: Propriedades – degradações – modificações*. São Paulo: Varela.
- YAMADA E., ALVIM I., SANTUCCI M., SGARBIERI V. (2003) - *Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica*. Revista de Nutrição.

## **Cálculo da Pegada do Carbono para Eventos Esportivos e identificação de tecnologias para a sua absorção**

Rebeca Daiane Carvalho Reis (Bolsista PIBIT SENAI-CETIND) rebecadaiane@hotmail.com  
Arlima Oliveira do Carmo Tavares, MSc (SENAI -CETIND)

### **Resumo**

*A apropriação dos recursos naturais de forma indiscriminada e sem limites, caracterizando o padrão de desenvolvimento global como insustentável, têm contribuído para que a temática ambiental esteja cada vez mais presente nas discussões, acerca do desenvolvimento da humanidade. Como aspecto ambiental de relevância global, tem-se as emissões de gases de efeito estufa que influencia no aumento da temperatura média do planeta. Como mecanismo de gestão ambiental em busca de medir os avanços obtidos em direção à sustentabilidade, tem crescido o uso de indicadores. Buscando suprir a demanda por indicadores ecológicos, ou seja, que compreendam os limites da ecosfera, tem-se a Pegada Ecológica que tem como uma das suas unidades de análise a emissão de carbono, dando origem ao termo Pegada do Carbono (PC). Desta forma, o presente artigo objetiva apresentar o cálculo da pegada de carbono referente a eventos esportivos, especificamente, uma partida de futebol com time visitante do Rio de Janeiro, no estádio de Pítuaçu na Bahia, considerando o horário da noite e um público de 32.400 torcedores. Também, objetivou identificar alternativas para absorver o carbono emitido devido à partida. O resultado indica uma PC de 49,94 T, o que requer uma área verde para absorção de 10,6 ha, ou seja, uma área equivalente a 14,8 campos de futebol de igual tamanho ao do estádio de Pítuaçu.*

*Palavras-Chave: Pegada Ecológica; Pegada de Carbono; Futebol.*

### **1. Introdução**

Avanços tecnológicos, descobertas espaciais e genéticas são algumas das conquistas da sociedade moderna; por outro lado, crise econômica, baixa qualidade de vida, doenças, violência, poluição, escassez de alimentos, redução da biodiversidade, entre outros, são questões que preocupam a população mundial no século XXI. Nesse cenário, a compreensão de que o meio ambiente envolve complexas interações entre natureza e sociedade tem se tornado a base para a resolução dessas questões.

Como aspecto ambiental de relevância global, tem-se as emissões de gases de efeito estufa, tais como o (CO<sub>2</sub>), (CH<sub>4</sub>), (N<sub>2</sub>O), CFC's (CF<sub>x</sub>Cl<sub>x</sub>), que intensificam o efeito estufa, aumentando a temperatura média do planeta. Muitas iniciativas tem sido adotadas para reduzir as emissões desses gases, como exemplo, a mudança da matriz energética e o uso de tecnologias mais limpa. Como mecanismo de gestão ambiental em busca de medir os avanços obtidos em direção à sustentabilidade, tem crescido o uso de indicadores, seja na gestão urbana ou na industrial.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A Pegada do Carbono tem sido aplicada a processos produtivos, bens e serviços, incluindo eventos de diversas naturezas, entre eles os eventos esportivos. Dentre os eventos esportivos, destaca-se o futebol que é considerado o desporto mais popular do mundo, pois, segundo FIFA (2006), cerca de 270 milhões de pessoas no mundo estão ativamente envolvidas no futebol, incluindo jogadores, árbitros e diretores.

Uma partida de futebol pode reunir milhares de pessoas, a depender da capacidade do estádio e da tradição dos times envolvidos. O maior estádio de futebol do mundo fica na Coreia do Norte e tem capacidade para 150.000 pessoas (Rungrado May Day). No Brasil o estádio do maracanã é o 14º maior estádio do mundo com capacidade para 82.238 pessoas (antes da reforma para a copa de 2014).

### 2. Objetivo

Quantificar a emissão de carbono em eventos esportivos e propor tecnologias para a sua absorção considerando as particularidades locais, tanto relacionadas às fontes de emissões, quanto à capacidade de absorção.

Os objetivos específicos deste projeto são:

- Identificar os aspectos ambientais associados à emissão de carbono em partidas de futebol.
- Quantificar as emissões de carbono em partidas de futebol.
- Identificar tecnologias para a absorção do carbono emitido.
- Calcular a absorção de carbono a partir das alternativas identificadas.

### 3. Revisão bibliográfica

#### Pegada Ecológica

No início da década de 90, os especialistas canadenses William Rees e Mathis Wackernagel procuravam formas de medir a dimensão crescente do impacto antrópico no planeta. No ano de 1996, os dois cientistas publicaram o livro Pegada Ecológica – reduzindo o impacto do ser humano na Terra.

A Pegada Ecológica foi criada para indicar o quanto de recursos da natureza são utilizados para sustentar o estilo de vida da população mundial, o que inclui a cidade, a casa, os móveis, as roupas, o transporte, a alimentação, o lazer, os diversos bens de consumo... Dessa forma, é necessário converter o consumo de diversos itens em área (hectare). O método original do cálculo da PE é denominado de Método da Produtividade Local, sendo que o mesmo sofreu adequações para o cálculo da pegada das nações com base na produtividade global, denominado de Método da Nação.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

## Pegada de Carbono

Uma pegada de carbono - PC é apenas um dos componentes da pegada ecológica. A PC mede a quantidade de dióxido de carbono que é emitido nas diversas atividades humanas e transforma em área necessária para a sua absorção. A metodologia de cálculo da pegada de carbono é a mesma da PE, porém este restringe-se à emissão de carbono, e tem como preocupação central o aquecimento global.

## 4. Metodologia

Com base nos levantamentos bibliográficos foi criada uma planilha para a coleta de dados na visita técnica no Estádio de Piteuaçu Salvador Bahia onde foram obtidos a maioria dos dados necessários para o cálculo e levantamento dos aspectos específicos ao estádio sobre o evento em questão, assim como, registros fotográficos e contatos telefônicos e eletrônicos. Após a visita foi possível filtrar as necessidades de estudo para uma elaboração conclusiva do cálculo. Os fatores de conversão para obtenção da emissão de carbono foram identificados na literatura. As categorias selecionadas para o cálculo foram as mais relevantes para a elaboração do mesmo. No entanto, por falta de dados nem todas as categorias puderam ser avaliadas. Foi considerado um jogo de futebol com time visitante do Rio de Janeiro, no estádio de Piteuaçu na Bahia, considerando o horário da noite e um público de 32.400 torcedores.

## 5. Resultados e Discussão

As categorias estudadas são as que emitem dióxido de carbono direta e indiretamente para a atmosfera identificando também seus aspectos ambientais, segue

**Quadro 01: aspectos ambientais selecionados para o estudo**

<b>Ação</b>	<b>Aspecto</b>
Transporte aéreo	Consumo de combustível; Emissão atmosférica
Transporte terrestre	Consumo de combustível; Emissão atmosférica
Iluminação	Consumo de energia
Alimentação	Consumo de cerveja; CO <sub>2</sub> emitido na produção
Uso de sanitários	Geração de efluentes

Para cada aspecto ambiental foi elaborada etapas investigativas para o que o cálculo da pegada fosse realizado e por fim estimada a área verde para absorção

**Quadro 02 : Etapas do cálculo**

<b>Ação</b>	<b>Etapas do cálculo</b>
Transporte aéreo	1º Estimar o consumo de combustível
Transporte terrestre	2º Transformar o consumo de combustível em carbono através de fator de conversão
	3º Estimar a área verde necessária para absorver o carbono

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Ação	Etapas do cálculo
Iluminação	1º Estimar o consumo de energia 2º Transformar o consumo de energia em carbono através de fator de conversão 3º Estimar a área verde necessária para absorver o carbono
Uso de sanitários	1º Estimar a quantidade de esgoto sanitário gerado 2º Transformar a quantidade de esgoto sanitário gerado em metano através de fator de conversão (metano oriundo da decomposição do esgoto) 3º Transformar a quantidade de metano gerado em carbono através de fator de conversão 4º Estimar a área verde necessária para absorver o carbono

O Quadro 03 apresenta o resultado da pegada de carbono de cada aspecto ambiental, juntamente como as respectivas áreas de absorção do carbono emitido

**Quadro 03: RESULTADOS**

Categorias	Pegada de Carbono (TC)	Área de Absorção (Ha)
<b>TRANSPORTE</b>	<b>11,38</b>	<b>1,4</b>
Público (Diesel)	1,75	0,2
Avião (Querosene de aviação)	0,04	0,0
Individual (Gasolina)	9,59	1,2
<b>ILUMINAÇÃO</b>	<b>3,65486921</b>	<b>4,8</b>
Hidrelétrica	0,1	0,01
Solar	0,7	0,1
Misto	2,8	0,4
ESGOTO SANITARIO	35	4,4
<b>TOTAL</b>	<b>49,94</b>	<b>10,6</b>

### 6. Conclusões

Tendo por resultado 49,94 TC emitidos na atmosfera, provenientes de apenas uma partida de futebol, caracteriza-se então como uma ação antrópica impactante ao meio ambiente, pois requer uma área verde para absorção de 10,6 ha, ou seja, uma área equivalente a 14,8 campos de futebol de igual tamanho ao do estádio de Pituáçu. Dessa forma, os aspectos ambientais de partidas de futebol devem ser consideradas na gestão ambiental dos estádios de futebol.

A alternativa escolhida para absorção do carbono emitido está relacionada à área verde. Para tanto, como medida compensatória é necessário realizar o plantio de árvores. No caso em questão, para neutralizar as 49,94 TC, é necessário o plantio de 250 árvores. Além do plantio de árvores atuar no combate ao aquecimento global, também contribui para a preservação dos recursos hídricos e na proteção da biodiversidade

### Referências

CARMO, A. O. Pegada Ecológica: Possibilidades e Limitações a partir de sua Aplicação para a cidade do Salvador-Ba. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Bahia, 2008.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

DOWDEY, s. Calculando as pegadas de carbono: disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/pegada-de-carbono1.htm>> acesso: 04, julho 2012.

CUNHA, E. B. Meio Ambiente: Sequestro de Carbono. 2011. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/educacao-artigos/meio-ambiente-sequestro-de-carbono-5135205.html>> Acessado em acesso: 04, julho 2012.

**Desenvolvimento de ferramentas e realidade virtual para  
treinamento e montagem de eletrônica embarcada para a  
indústria automotiva.**

Marden A. Ribeiro marden.ribeiro@fbest.org.br, Xisto Lucas Travavassos Jr.  
lucas.travassos@fieb.org.br Júlio César Chaves Câmara jcamara@fieb.org.br

**Resumo**

*Estudo e Desenvolvimento de ferramentas de realidade virtual básicas de sistemas eletro embarcados automotivos, de forma a permitir a perfeita compreensão da funcionalidade e interação dos diversos sistemas embarcados que equipam os automóveis modernos.*

*Palavras chave: Sistemas eletro-eletrônicos embarcados, Automotiva, Realidade Virtual.*

**1. Introdução**

Um dos aspetos mais relevantes da indústria automotiva mundial é o rápido desenvolvimento tecnológico dos veículos, com o contínuo surgimento e aprimoramento de tecnologias das mais diversas áreas do conhecimento.

A contínua busca por uma diferenciação em um ambiente de alta competitividade fomentou um grande investimento em itens de conforto, segurança, redução de emissões e economia de combustível. Nesse aspecto, as inovações em eletrônica embarcada são bastante nítidas, sendo que a indústria automotiva tradicionalmente incorporava novas funcionalidades nos veículos através de sistemas mecânicos, tendência que foi modificada na última década, através da forte inserção de novos sistemas eletrônicos embarcados.

A introdução de novos itens embarcados em um automóvel demanda investimentos e um razoável tempo de desenvolvimento, testes e validação, sendo que normas específicas estabelecem critérios bastante rígidos para que um novo veículo possa ser lançado no mercado, incluindo o controle da interferência eletromagnética gerada e absorvida pelos diversos sistemas embarcados de um veículo.

Como forma de reduzir os custos e o tempo para implementar novos sistemas, a indústria utiliza-se de softwares de simulação de componentes e sistemas, bem como utiliza laboratórios específicos para esse fim. Esse procedimento pode ser bastante aprimorado com a criação de ferramentas virtuais de simulação que envolvam todo o veículo ou parte do mesmo, de forma a verificar as implicações da aplicação de diversos sistemas embarcados e sua interrelação com os sistemas mecânicos, a montagem do veículo e eventuais operações de manutenção no campo.

O uso de ferramentas virtuais possibilita também verificar a influência de cada sistema no meio e a interação entre todos os sistemas, garantindo uma simulação mais efetiva da operação e funcionamento dos sistemas embarcados.

### 2. Revisão bibliográfica

Segundo [JUNGO, 1995] o projeto e desenvolvimento de sistemas de controle embarcados é um campo multidisciplinar. De fato, há um forte envolvimento de matemática, ciência da computação, engenharia elétrica, engenharia mecânica e engenharia da computação nessa área.

Por assim dizer, um automóvel é um sistema mecatrônico bastante complexo, onde diversos sistemas mecânicos e eletro-eletrônicos atuam com forte interação de forma a garantir o funcionamento da máquina, com segurança, conforto, baixo consumo de combustível, alta confiabilidade e com baixa emissão de poluentes. Para garantir esses pré-requisitos, são utilizadas modernas tecnologias, muitas delas oriundas das indústrias eletro-eletrônica e aeroespacial.

Automóveis modernos podem possuir dezenas de centrais eletrônicas, cada qual com sua função específica, mas interligadas via uma rede de comunicação de dados, permitindo através do compartilhamento de sensores e atuadores funcionalidades até então inexistentes. Nesse cenário de verdadeira profusão de tecnologias embarcadas, é necessária a presença de uma engenharia competente e motivada para desafios, onde a visão do todo se sobressaia na medida em que diversos ramos do conhecimento estão envolvidos no desenvolvimento de um automóvel e seus sistemas. O autor [BERNESTEIN, 1999] explora os desafios existentes na formação desses engenheiros, descrevendo não só os desafios da tecnologia em si, mas aborda as problemáticas envolvidas desde a modelagem de um sistema de controle até eventuais barreiras culturais que devem ser consideradas na formação acadêmica de equipes que atuarão em grandes centros de criação de produtos desse setor.

Com esse enfoque, algumas instituições de pesquisa atuam criando estratégias para estimular os alunos, como por exemplo, o departamento de engenharia mecânica da Universidade de Michigan, que desenvolveu trabalhos com os alunos para a montagem de protótipos e softwares com o intuito de melhor ilustrar a dinâmica de um veículo relacionada a diversos sistemas embarcados que o controlam. O trabalho relatado em [GRIFFITHS, 2005] permitiu uma maior proximidade dos alunos com a realidade com que irão atuar, possibilitando uma melhor compreensão dos sistemas envolvidos em um automóvel, além de aproximá-los do mercado de trabalho com evidentes vantagens de empregabilidade.

A criação de modelos virtuais é outra estratégia bastante utilizada. Aqui a função não é só acadêmica, mas também de dar subsídios à equipe de projeto para melhor desenvolver e avaliar novos sistemas, além de permitir novas funcionalidades de sistemas existentes. O autor [SIEGL, 2007], por exemplo, descreve um trabalho realizado com a modelagem de um sistema de freio simplificado de algumas partes mecânicas. De fato, a complexidade envolvida na dinâmica de frenagem, bem como a interação entre o fato do motorista acionar o freio e outros sistemas do veículo,

torna o trabalho bastante complexo, onde uma vasta análise computacional torna-se necessária. Esse estudo demonstra claramente as complexas relações existentes entre os diversos sistemas que compõem um automóvel, sendo ainda mais agravado com a ampla utilização de sistemas denominados “X-by-Wire”, onde a transmissão de dados eletrônicos substitui ligações mecânicas.

Qualquer modificação ou inovação incorporada no automóvel envolve um completo reestudo dos outros sistemas. O projeto de um novo sistema de ar condicionado, por exemplo, demanda verificar desde espaço para componentes, como um estudo carga elétrica demanda pelo sistema, controle da temperatura, peso, aplicação de revestimentos isolantes até como a central eletrônica que controla o motor deve agir com o acionamento do sistema, que demanda energia mecânica para operar. O autor [VINCENELLI, 2007] descreve em seu artigo as preocupações que a engenharia deve ter ao incluir um novo sistema ou nova funcionalidade em eletro-eletrônica embarcada, de forma a prevenir falhas e tornar o processo mais efetivo e com menor custo de desenvolvimento.

Em um mundo ideal, os diversos sistemas seriam compatíveis e sua aplicação seria do tipo plug- and-play. De fato, organismos normativos, como a SAE, buscam uniformizar protocolos de comunicação, bem como os outros diversos itens de interação. Mesmo com a padronização, uma interação rápida e perfeita ainda está longe de ser alcançada, tendo em vista a não universalização das normas, o rápido surgimento de novas tecnologias e a existência de fatores que independem da interação dos sistemas por si só: como a compatibilidade eletromagnética, por exemplo.

No desenvolvimento e integração de novos sistemas eletro-eletrônicos automotivos embarcados, a disponibilidade de informações baseadas em respostas de modelos virtuais afeta positivamente o custo, o desempenho e a qualidade da solução adotada. Segundo [VINCENELLI, 2007], o uso de novos métodos e ferramentas para análise em nível de sistema e modelagem é necessário não só para a previsibilidade e para agregar conteúdo à solução, como também para fornecer orientação e apoio para o projeto em fase muito precoce, onde as ferramentas convencionais não podem ser aplicadas.

Nesse aspecto, o desenvolvimento de um automóvel virtual para implantação e validação de sistemas surgiria como importante ferramenta de suporte não só à engenharia automotiva, mas como subsídio na formação e motivação de alunos e profissionais para atuação na área, com tarefas desenvolvidas em situações o mais próximo possível da realidade, além de possibilitar visualizar a interação dos diversos sistemas verificando tudo que seria afetado por determinado sistema ou funcionalidade.

### **3. Metodologia**

Para o desenvolvimento do projeto foi escolhido entre os sistemas automotivos o sistema de controle do motor, para definir quais são as variáveis envolvidas e como este sistema funciona. Foram estudados as estratégias de controle que são utilizadas pela central de controle para gerar eficiência e economia na produção do

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

sistema. Buscou-se também os sinais de entrada e saída gerados pelos elementos eletro-eletrônicos desse sistema.

Em software de programação, através de ícones, foram desenvolvidas simulações em conjunto com simulações em CAD, representando os sistemas eletro-eletrônicos embarcados estudados. Para este desenvolvimento em específico houve a necessidade de conhecimento na manipulação de software de desenvolvimento tridimensional, em conjunto com a animação de objetos representativos. Foram estudados também conhecimentos na área de texturização para incremento na realidade virtual e programação utilizando linguagem C# para integração dos objetos 3D.

### 4. Conclusão

Com o desenvolvimento de ferramentas virtuais de desenvolvimento e análise de sistemas eletrônicos embarcados, será possível o desenvolvimento de competências específicas em tecnologia automotiva, com menor custo, maior agilidade e segurança. A integração de diversos sistemas em um mesmo ambiente virtual permitirá novos desenvolvimentos futuros, uma vez que um automóvel é um complexo sistema mecatrônico, o que permite o uso das ferramentas em diversas áreas do conhecimento. Desse modo, o trabalho desenvolvido permitirá publicações e trabalhos futuros, além de possibilitar o atendimento à demandas específicas da cadeia automotiva.

### Referências

- GUIMARÃES, A. de A. - "Eletrônica Embarcada Automotiva", edição 1, pp. 328, 2007, editora Érica.
- ALONSO, G. C. M. B. - "Simulador de ambiente automotivo para injeções eletrônicas", pp. 178, 2004, UNICAMP.
- BARBOSA, L. R. G. - "Rede Can", pp. 14, 2003, UFMG.
- KRASNOGOLOWY, Alexander - Simulation of Automotive Systems in the Context of AUTOSAR. AUTOSAR Seminar 2009, Hasso-Plattner-Institut for IT-Systems Engineering. University of Potsdam, 2009.
- SJÖSTEDT, Carl Johan - Developing Dependable Automotive Embedded Systems. Royal Institute of Technology, SE-100 44 Stockholm, Sweden, 2008
- VINCENELLI, Alberto Sangiovanni - Embedded System Design for Automotive Applications. University of California, Berkeley, 2007
- SON, Joonwoo - Department of Mechatronics Model Based Embedded System Development for In-Vehicle Network Systems. Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology. SAE, 2006
- SIEGL, Sebastian - Model Driven Testing of Embedded Automotive Systems with Timed Usage Models. University Erlangen-Nuremberg, Germany, 2007
- FRANCE, Robert and CURTIS, Howard - The Modeling and Simulation of an Automotive Braking System
- GRIFFITHS, Paul G. - A Driving Simulator for Teaching Embedded Automotive Control Applications Department of Mechanical Engineering University of Michigan. American Control Conference, 2005
- BERNESTEIN, Dennis S. - Enhancing Undergraduate Control Education. University of Michigan, 1999

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

JUNG, JeeMng Lee and HUANG, Tang - Motor drive control system for education and research. Department of Electrical Engineering, Department of Mechanical Engumring, National Taipei Institute of Technology Taipei, Taiwan, R.O.C, 1995

WEINZIERL, Djonny - estudo de câmaras de teste de compatibilidade eletromagnética (cem) através do método de modelagem por linhas de transmissão (TLM). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

**Confiabilidade humana no trabalho: análise dos erros humanos na área de inspeção de equipamentos e de soldagem.**

Tiago Costa Athaides (Faculdade de Tecnologia Senai CIMATEC) – tiagoinspn1@yahoo.com.br  
Camila de Sousa Pereira Guizzo (Faculdade de Tecnologia Senai CIMATEC) –  
camila.pereira@fieb.org.br

**Resumo**

*A área de inspeção industrial tem se caracterizado cada vez mais como setores estratégicos para a segurança e o crescimento organizacional. Nesse contexto, a confiabilidade humana na operação, manutenção e inspeção dos processos produtivos tem chamado à atenção de pesquisadores e profissionais, uma vez que investigar a execução das ações humanas em um sistema, contribui para a identificação dos aspectos que influenciam o seu desempenho e, conseqüentemente, de ações preventivas e corretivas. O objetivo da pesquisa é analisar a atividade profissional do inspetor de soldagem, identificando possíveis fatores que influenciam o desempenho no trabalho. As entrevistas ocorreram com base em um instrumento previamente elaborado Escala de Avaliação dos Fatores Influenciadores do Desempenho. A escala foi aplicada junto a 10 inspetores de soldagem de três empresas de engenharia do estado da Bahia. As respostas foram analisadas quantitativamente. Os principais fatores influenciadores do desempenho, em ordem decrescente, foram: negligência, comunicação e qualificação para a função dos operadores de soldagem/soldadores; coordenação de equipe, comunicação entre superior e equipe, e iluminação do ambiente físico de trabalho. Os resultados desse estudo possibilitarão propor ações de melhorias nos processos de produção industrial e de fortalecimento da confiabilidade humana.*

*Palavras chave: Erro humano, Confiabilidade humana, Inspeção industrial.*

**1. Introdução**

Confiabilidade humana refere-se à probabilidade de uma determinada tarefa ser concluída com êxito pelo profissional ou sua equipe. Assim, a análise de confiabilidade humana investiga a execução das ações humanas em um sistema, considerando os aspectos que influenciam no seu desempenho. Desse modo é possível identificar falhas humanas nos processos de trabalho, possibilitando a implementação de melhorias na execução da tarefa e, conseqüentemente, na obtenção de resultados organizacionais.

A análise da confiabilidade humana pode contribuir para a avaliação e o planejamento de ações para a redução das falhas humanas em atividades profissionais, em especial nos ambientes industriais de manutenção e inspeção. As falhas humanas podem provocar acidentes de trabalho, baixa produtividade, ações de segurança mais frequentes, entre outros prejuízos, tanto para os trabalhadores como para as organizações.

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Desta forma, este projeto tem como objetivo analisar os fatores influenciadores do desempenho em atividades de manutenção e inspeção de equipamentos e sistemas industriais. O projeto visa analisar as habilidades sociais dos profissionais de manutenção e inspeção industrial na execução de suas tarefas laborais.

## 2. Revisão da Literatura

A oportunidade de erro está em cada tarefa a ser realizada por um ser humano, pois um único indivíduo, ou vários, não conseguem realizar a mesma tarefa da mesma forma duas vezes, ocorrendo variações no sistema. Quando algum limite de aceitabilidade é excedido a variação é considerada um erro humano (API 770, 2001). Apesar de ser o principal fator envolvido nos grandes acidentes industriais, o erro humano é considerado nos estudos de risco de forma subjetiva, sem a utilização de metodologias com abordagem cognitiva e analisada de forma generalista, e sua quantificação poderia ser elaborada através de métodos que poderiam representar com mais realidade o risco (OSHIRO, 2010).

A percepção para eliminação de situações interpretadas como de risco nos locais de trabalho é contruída por fatores objetivos, como condições materiais e experiência dos profissionais; e subjetivos, tais como a confiabilidade das decisões de operadores, o que remete ao estudo das falhas humanas em situações intrinsecamente seguras, abordando desta forma o estudo da confiabilidade humana (OLIVEIRA, 2010). Neste contexto, confiabilidade humana é a probabilidade de um indivíduo efetuar, com sucesso, a missão que ele deve cumprir, durante um período de tempo determinado e em condições definidas (NEBOIT *et al*, 1990).

Para minimizar o erro é essencial que o indivíduo esteja capacitado mentalmente para suportar a carga mental de trabalho. Se a carga for excedida de forma moderada, o indivíduo se utiliza de estratégias que envolvem elementos de tomada de decisão que aumentaram os desafios psicológicos. Elevando-se o nível de carga mental de trabalho, mesmo com estratégias adequadas, os erros tendem a aumentar (AICHE/CCPS, 1994).

Para a redução dos erros é necessário considerar uma relação entre a forma externa do erro com os processos mentais que levaram ao erro, classificando-os de forma sistemática frente a uma perspectiva cognitiva e comportamental. Para tal classificação, Embrey (1992) analisa o desempenho da eficiência humana através dos Fatores Influenciadores do Desempenho (PIF), estruturando estes fatores baseados no ambiente operacional, e no desequilíbrio entre demandas e recursos.

Para estruturação dos PIFs, analisou-se o ambiente de trabalho dos Inspetores de Soldagem considerando os fatores que pudessem interferir no desempenho, aumentando desta forma a possibilidade de ocorrência de um erro humano. O melhor desempenho do Inspetor será atingido quando todos os fatores relevantes a uma situação particular forem eficazes.

## 3. Metodologia

Através de diálogo com inspetores e profissionais da área, foram feitos levantamentos de eventos, selecionando os PIFs em função de aspectos

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

operacionais quanto ao desempenho no trabalho. Após todas as informações coletadas e com base na literatura, gerou-se um questionário estruturado que resultou em entrevistas com os envolvidos no setor. O questionário foi estruturado em três blocos: ambiente operacional, características da tarefa e fatores sociais, fatores estes que abordam o contexto da atividade do inspetor de soldagem, os quais ajudaram na identificação de fatores influenciadores das situações de risco na atividade. Para a identificação da classe econômica e do grau de instrução dos entrevistados, utilizou-se a ferramenta 'Critério de Classificação Econômica Brasil'. O questionário foi aplicado com Inspetores de três empresas distintas, sendo que pelo menos dois profissionais de cada uma, possibilitando fazer avaliações de cada ambiente de trabalho.

### 4. Resultados e discussões

Através da análise quantitativa da influência dos PIFs, os resultados mostraram que os aspectos com relação às características dos operadores de soldagem/soldadores, e liderança, têm forte impacto no desempenho dos Inspetores de Soldagem. Constatou-se que o fator coordenação de equipe, como característica de liderança; e os fatores negligência, comunicação, qualificação para a função, conhecimentos da tarefa e utilização correta de ferramentas como características dos operadores de soldagem/soldadores, obtiveram resultados significativos, sendo pontuados como muito influentes a extremamente influentes. Com relação ao ambiente físico de trabalho, o fator iluminação foi considerado extremamente influente em 70% dos questionários, devido a características específicas da função dos Inspetores de Soldagem. Nos aspectos referentes a treinamento, os resultados foram os mais baixos, considerados como sendo de influência regular.

De fato, na área da inspeção de soldagem fica evidente a forte influência destes fatores, como por exemplo, a deficiência de iluminação pode interferir drasticamente na análise do inspetor de soldagem.

### 5. Conclusões

A pesquisa atingiu resultados satisfatórios, respondendo ao objetivo do projeto em analisar os fatores influenciadores do desempenho dos Inspetores de Soldagem de forma sistemática, os resultados desse estudo podem contribuir para o planejamento de ações de melhorias nos processos de inspeção, fortalecendo da confiabilidade humana nesse setor.

### Referências

- AICHE/CCPS. Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety. New York, AIChE, 1994.
- API 770 – A Management Guide to Reduce Human Errors – Improving Human Performance in Process Industries. American Institute Petroleum API Publication 770. Março, 2001.
- EMBREY, D. E. Incorporating Management and Organizational Factors into Probabilistic Safety Assessment. Reliability Engineering and System Safety 38, 1992.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

NEBOIT, M.; CUNY, X.; FADIER, E.; HO, M. Fiabilité humaine: présentation du domaine. In: LEPLAT, J.; TERSSAC, G. Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes. Marseille: Octarès, 1990.

OLIVEIRA, A. F. et al. Análise qualitativa de aspectos influentes em situações de risco... São Leopoldo: UNISINOS, 2010.

OSHIRO, F. K. Tomada de decisões baseada em metodologias de análise de confiabilidade humana. São Paulo, 2010. 111 p.

## **Monitoramento de equipamentos rotativos por análise acústica**

Gabriel Santana Magalhães\*, Ubatan Miranda \*\*,

\* Bolsista de Iniciação Científica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, E-mail: gsat\_b2005@hotmail.com

\*\* Mestre em Engenharia Mecânica, Orientador de Iniciação Científica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, E-mail: ubatan.miranda@fiieb.org.br

### **Resumo**

*O objetivo deste projeto foi desenvolver um estudo da aplicação da análise acústica como ferramenta de diagnóstico de falhas em equipamentos rotativos, no âmbito da manutenção preditiva. A metodologia empregada para o desenvolvimento do estudo se baseou na coleta de literatura produzida sobre o assunto, com o objetivo de fundamentar o diferencial a ser investigado na pesquisa. O monitoramento de equipamentos rotativos por análise acústica é um artifício que está em amplo crescimento, e pode ser utilizado por muitas empresas auxiliando a manutenção preditiva, pois é uma maneira rápida e barata de identificar possíveis falhas nas máquinas utilizadas na indústria.*

*Palavras chave: equipamentos rotativos, análise acústica, manutenção preditiva*

### **1 Introdução**

Este projeto de iniciação científica, propõe-se o estudo da condição operacional de equipamentos industriais por análise acústica. o monitoramento da condição de uma máquina por análise de vibrações já é amplamente utilizado e consolidado nas atividades de manutenção de equipamentos industriais, para a identificação de falhas incipientes e acompanhamento das mesmas durante seu funcionamento. entretanto, é possível lançar mão de técnicas pouco usuais, sobretudo quando o comportamento dinâmico da máquina é não-estacionário, ou mesmo em casos em que informações adicionais podem ser obtidas. a análise acústica apresenta-se como ferramenta potencial para contemplar estas informações sobre o funcionamento de um equipamento rotativo, no âmbito de um programa de manutenção preditiva, de maneira que seja possível estabelecer critérios comparativos com as informações obtidas por análise de vibração.

Como diferencial este trabalho prevê a possibilidade da utilização de técnicas não-convencionais de análise de sinais, uma vez que a natureza de operação de um equipamento pode não apresentar um comportamento em regime permanente. neste caso, é necessária a aplicação conjunta de técnicas de análise em tempo-frequência para avaliar a condição do equipamento.

### **2 Revisão bibliográfica**

No campo de estudo do monitoramento acústico de equipamentos rotativos e com base no referencial teórico estudado, os autores trazem questões sobre a solução

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

do problema de ruído. Antes de um estudo aprofundado sobre o tema, foi necessário o conhecimento de algumas grandezas acústicas.

Segundo Gerges (2000), o som é uma forma de energia que é transmitida pela colisão das moléculas do meio, e é propagado como ondas esféricas a partir de uma fonte pontual. E ruído é todo som desagradável ou indesejado.

A solução para o problema do ruído pode ser na fonte, trajetória ou receptor (BISTAFA, 2011; GERGES, 2000)

O tipo de controle de ruído a ser utilizado depende muito dos critérios de segurança adotados pela empresa que vai aplica-lo. Em algumas empresas prevalecem a questão do custo benefício em detrimento a saúde e segurança do trabalhador, acarretando em problemas futuros relacionados à produtividade e custos com indenizações trabalhistas.

O monitoramento dos equipamentos rotativos de máquinas é de extrema importância para a previsão de falhas futuras e até mesmo de perdas catastróficas. Atualmente existem algumas técnicas para o monitoramento da condição real de um equipamento, essas são: Inspeção visual, análise do desgaste por escombros, análise do desempenho, termografia, análise de vibração e análise acústica (SINGH, s.d.).

Os instrumentos básicos usados para a análise acústica de um recinto são: Microfone, Pré-amplificador, filtro, detector do valor eficaz, ponderador temporal e o indicador (BISTAFA, 2011).

Bies e Hansen (2003), apresentam procedimentos para estimar o ruído irradiado por vários tipos de máquinas. Em seus estudos são mostrados os tipos de ruído, são eles: Constante contínuo, constante intermitente, flutuante periódico, flutuante não periódico, impulsos repetidos e impulsos únicos.

Raad, Zhang e Sidahmed (2004), discorrem sobre a detecção precoce de falhas em máquinas rotativas de engrenagens. Foi visto que a análise acústica pode ser realizada como complementar a análise de vibração, mostrando resultados, e provando que a análise acústica tem uma eficiência muito próxima do monitoramento de vibrações. Porém há uma limitação semelhante às duas análises, elas não mostram uma boa eficiência para a detecção precoce das falhas em engrenagens, os sinais aparecem no momento em que a máquina apresenta o defeito.

Com a análise dos resultados encontrados, observou-se que dois fatores podem afetar o desempenho do monitoramento acústico, são eles: Níveis significativos de ruído de fundo e atenuação da emissão acústica devido ao espalhamento geométrico através da superfície. Contudo, os ruídos das turbinas se propagam por

# PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

um raio de dois metros, tornando a análise acústica um processo viável se distinguir o ruído de fundo do ruído que anuncia o problema (HALL, 2002).

## 3 Materiais e métodos

A metodologia empregada para o desenvolvimento do estudo do monitoramento de equipamentos rotativos por análise acústica se baseou na coleta de literatura produzida sobre o assunto, com o objetivo de fundamentar o diferencial a ser investigado na pesquisa.

Como estratégia de pesquisa foram coletados artigos científicos do Portal Capes e pesquisa in loco na Biblioteca do Senai Cimatec utilizando a Base referencial Pergamum objetivando identificar livros e periódicos técnico-científicos que abordassem o assunto análise acústica.

## 4 Resultados e discussões

No decorrer da investigação e com base no referencial teórico analisado, verificou-se que os dois tipos de monitoramentos: por vibração e pela análise acústica são técnicas eficazes para o monitoramento de máquinas com defeito, mas a análise acústica provou ter melhor custo benefício.

Da mesma forma que a análise de vibrações, um ruído gerado por um equipamento traz informações preciosas a respeito da origem da natureza deste ruído, que pode ser um defeito. Mesmo que o sinal do ruído não permita ser tratado com ferramentas tradicionais de processamento de sinais, ainda assim, esta técnica mostra-se promissora.

## 5 Conclusão

O monitoramento de equipamentos rotativos por análise acústica é um artifício que está em amplo crescimento, e pode ser utilizado por muitas empresas auxiliando a manutenção preditiva, pois é uma maneira rápida e barata de identificar possíveis falhas nas máquinas utilizadas na indústria. Com a leitura de artigos científicos e livros, foi possível ter um bom aprofundamento teórico sobre o assunto, e perceber que esse método pode ser usado em todo tipo de máquina que tenha elementos rodantes, embora possua algumas limitações como o fato de, durante uma coleta de dados, o sinal adquirido estar “contaminado” de ruídos provenientes de outros ambientes que não a máquina sob análise. Mas essa é uma área que está sendo analisada e pesquisas futuras irão sanar esse problema encontrado no monitoramento de equipamentos rotativos por análise acústica.

## Referências

- ALFAYES L.; MBA D.; DYSON G. Detection of incipient cavitation and the best efficiency point of a 2.2MW centrifugal pump using Acoustic Emission. DGZfP-Proceedings BB 90-CD, 2004.
- BIES D.A.; HANSEN C.H. engineering noise control. 3. Ed. New York: Spon press, 2003.

## PTI 2012 – II WORKSHOP DE PESQUISA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

BISTAFA, Sylvio R. Acústica aplicada ao controle do ruído. 2. Ed. São Paulo: Blucher editora, 2011.

GERGES, Samir N. Y. Controle de ruído. 2. Ed. Florianópolis: NR Editora, 2000.

HALL L.D.; MBA D. The transmission of acoustic emission across large-scale turbine rotors. NDT&E International, Elsevier, 2002.

ÖZBEC M.; SCHRAM D.; SÖFFKER D. fault detection on a plastic bearing using acoustic information. Alemanha, [s.d.]

RAAD A.; ZHANG F.; SIDAHMED M. acoustic emission for gear fault detection: a promising tool. Surveillance5 Cetim Senilis, 11-13, Oct. 2004.

SINGH, SK. Acoustics based condition monitoring.