

ALTERNATIVA PARA O PLÁSTICO: RECICLAGEM ENERGÉTICA

ALTERNATIVE TO PLASTIC: ENERGY RECYCLING

Luiz Carlos Corrêa¹

RESUMO

O consumo sempre crescente da demanda de energia elétrica tem despertado em todos os segmentos da sociedade – acadêmico, produtivo, governo – preocupação em se buscar fontes alternativas de energia em face do esgotamento exploratório das fontes tradicionais. Por outro lado identifica-se o descarte diário de materiais, nos aterros sanitários, os quais são potencialmente, ainda, matéria prima que podem ser utilizadas com fonte energética, e, também, sua reutilização representa uma atividade importante para proteção do meio ambiente. Os materiais descartados referidos são resíduos provenientes de embalagens plásticas – polímeros termoplásticos – presentes nos resíduos sólidos domiciliares.

PALAVRAS-CHAVE: Fontes Alternativas; Plástico; Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

The consumption always growing of the electric power demand it has been waking up in all of the segments of the society - academic, productive, government - concern in looking for alternative sources of energy in face of the exploratory exhaustion of the traditional sources. On the other hand he/she identifies the daily discard of materials, in the sanitary embankments, which are potentially, still, matter excels that can be used with energy source, and, also, her use represents an important activity for protection of the environment. The referred discarded materials are coming residues of plastic packings - polymeric thermoplastic - presents in the home solid residues.

KEYWORDS: Alternative Sources; Polymeric; Solid Residues.

1 – INTRODUÇÃO

O progresso acelerado da humanidade, com base na industrialização, tem gerado ofertas maciças de produtos em atendimento às diversas necessidades da população, o que, por consequência, gera uma crescente demanda por energia e o elevado descarte de resíduos, sejam urbanos ou industriais, no meio ambiente, poluindo-o.

As fontes de energia mais tradicionais estão no limite de oferta, em função de limites condicionantes ambientais – fontes energéticas tais como:

¹ Doutorando em Função Social do Direito pela Faculdade Autônoma de Direito, Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo e Graduado em Direito pela Universidade de Ribeirão Preto. Professor da Faculdade Nossa Cidade e Avaliador *Ad Hoc* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira do Ministério da Educação. Currículo: <http://lattes.cnpq.br/2039669684802759>.

hidráulica, carvão mineral e nuclear - ou até mesmo com previsão de esgotamento, que é o caso específico do petróleo. O atendimento das demandas de consumo energético industrial assim como o do crescimento populacional impõe uma necessidade constante de se buscar novas fontes de energia.

Os municípios enfrentam grandes dificuldades quando se trata da localização e implantação de áreas específicas para disposição dos resíduos sólidos produzidos pelas diversas atividades do ser humano, dentro dos limites urbanos. As atividades do ser humano, tais como, doméstica, comercial, prestação de serviços, hospitalar, agrícola, industrial, dentre outras, originam diversos rejeitos, classificados como resíduos sólidos urbanos, os quais precisam ser dispostos em áreas diferenciadas conforme a classificação quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública.

Este artigo tem por objetivo: estimular o debate e a busca de soluções alternativas para problemas de sustentabilidade ambiental e tem seu desenvolvimento estruturado nos seguintes itens: 2. O problema dos resíduos sólidos poliméricos, onde se descreve os problemas ambientais decorrentes deste tipo de resíduo, a identificação e aplicações mais usuais de polímeros sintéticos assim como as caracterizações físicas já realizadas em municípios brasileiros e os tipos de reciclagem; 3. A reciclagem energética como fonte alternativa de energia, que descreve o processo, as vantagens e desvantagens, uma simulação de produção e aplicações deste tipo de fonte de energia.

2 – O PROBLEMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS POLIMÉRICOS

Segundo relatório da CETESB (2002) [1] estima-se que cidades com 500.000 habitantes chegam a produzir 350 toneladas de resíduos sólidos domiciliares por dia e, conforme Remédio, Zanin e Teixeira (1999) [2], 70% do lixo produzido é coletado, sendo que apenas 10% deste lixo têm destinação adequada. No Brasil apenas 30 % dos cerca de 5.000 municípios não possuem nenhum tipo de coleta e apenas 200 têm sistema de coleta seletiva, segundo a Associação Brasileira de Fabricante de Embalagem – ABIPET (2005) [3].

Revista Brasileira de Gestão e Engenharia – ISSN 2237-1664 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	Número VI Jul-dez 2012	Trabalho 03 Páginas 49-60
http://www.periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia	periodicoscesg@gmail.com	

Dentre os materiais presentes na massa de lixo urbano, os plásticos representam 20 % em volume e 8% em peso dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, segundo Remédio, Zanin e Teixeira (1999) [2] e com agravante de ser um material de degradação lenta, presente no meio ambiente por longo período de tempo, comprometendo a vida útil dos aterros sanitários em função de uma ocupação volumétrica muito elevada. Ressalta-se que estes dados se referem a apenas aos resíduos coletados que têm destinação adequada, os quais representam 10% do total e que são materiais de elevado potencial de retorno como matéria prima seja reutilizada ou reciclada. Os plásticos (polímeros sintéticos), em sua maioria, são oriundos do petróleo, matéria prima de recursos natural não renovável, com custo elevado tendo sua cotação com tendências sempre crescentes representando, inclusive, um fator gerador de influências na econômica mundial.

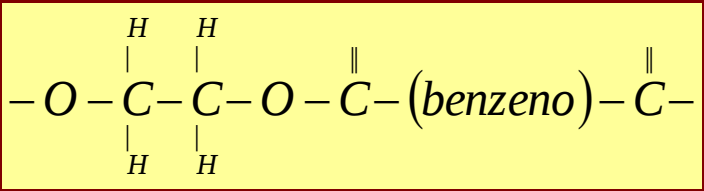
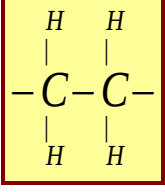
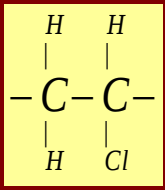
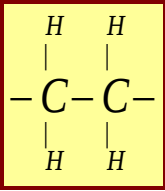
Desta forma o reaproveitamento dos resíduos poliméricos, urbanos e industriais, constitui um fator de preservação e otimização dos aterros sanitários assim como a maximização de uso da matéria prima, evitando seu desperdício.

2.1– Identificação e Aplicação dos Polímeros Sintéticos

Os polímeros sintéticos são materiais produzidos a partir, basicamente, do petróleo e se constitui, hoje em dia, na principal matéria prima para fabricação de embalagens e recipientes plásticos assim como nos “plásticos de engenharia” (usados em indústrias como construção civil, automobilísticas, dentre outras). Classificam-se, quanto ao comportamento termomecânico em elastômeros e plásticos. Os plásticos, por sua vez, classificam-se em termoplásticos e termofixos. Os resíduos plásticos presentes nos lixões e aterros são constituídos, em sua maioria, pelos termoplásticos convencionais.

Na tabela 01 pode ser observado a identificação dos polímeros – termoplásticos – assim como suas principais aplicações e usos.

Revista Brasileira de Gestão e Engenharia – ISSN 2237-1664 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	Número VI Jul-dez 2012	Trabalho 03 Páginas 49-60
http://www.periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia	periodicoscesg@gmail.com	

POLÍMERO – NOME E CÓDIGO	ESTRUTURA QUÍMICA	APLICAÇÕES E USOS MAIS FREQUENTES
 PET Poli (tereftalato de Etileno)		Garrafas ou frascos de refrigerante, óleo de cozinha, água mineral.
 PEAD Polietileno de alta densidade	 Molécula linear	Garrafas, frascos ou tampas de materiais de limpeza e higiene pessoal, óleo de cozinha, iogurte; Potes, vasilhas e bandejas de iogurte; Sacolas de supermercado.
 PVC Policloreto de vinila		Garrafas ou frascos de óleo de cozinha, material de limpeza e higiene pessoal, água mineral, vinagre; Potes, vasilhas ou bandejas de doces e bombons.
 PEBD Polietileno de baixa densidade	 Molécula ramificada	Tampas de vinagre, água mineral; Filmes de saquinhos de hortifrutigranjeiros, bolachas, biscoitos e bombons.

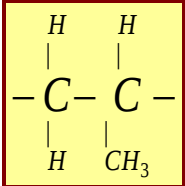
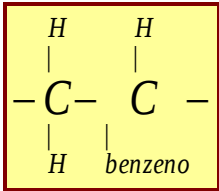
 PP Polipropileno		Garrafas ou frascos de material de limpeza e higiene pessoal, água mineral, vinagre, iogurte; potes, vasilhas ou bandejas de margarina, iogurte, doces e bombons, copos descartáveis.
 PS Poliestireno		Potes, vasilhas ou bandejas de doces e bombons; Tampas de doces e bombons.
 OTROS OUTROS		Este grupo representa qualquer outro tipo de plástico ou mistura

Tabela 01 – Polímeros sintéticos – Identificação e aplicações. Fonte: Manrich, S.; Frattini, G.; Rosalini, C. – Identificação dos polímeros: uma ferramenta para reciclagem (1997) [4].

2.2 – Caracterização dos Resíduos Sólidos de Polímeros Sintéticos

No Brasil existem poucas caracterizações, realizadas nos resíduos sólidos urbanos, que considerem os vários tipos de plásticos.

Conforme Zenin e Mancini (2004) [5], as únicas caracterizações dos plásticos rígidos, realizadas nos resíduos sólidos urbanos, foram realizadas nas cidades de Araraquara/SP – a primeira nos anos de 1995/1996 e a segunda em 1997/98 e 99/2001 – e Botucatu/SP – em 1997/2000 – ambas na coleta convencional, e a pesquisa Ciclossoft, patrocinada pelo CEMPRE, realizada na coleta seletiva das seguintes cidades: Curitiba/PR, Porto Alegre/RS, São José dos Campos/SP, Santos/SP, Salvador/BA, Florianópolis/SC, São Paulo/SP e Santo André/SP, em 1994. A tabela 02 apresenta os resultados das caracterizações citadas.

CIDADE	ANO DE REALIZAÇÃO/ PUBLICAÇÃO	HDPE (%)	LDPE (%)	PVC (%)	PET (%)	PP (%)	PS (%)	OUTROS (%)
Ciclossoft*	1994/1994	36.00		14.0	19.0	10.0	21.0	
Botucatu (SP)	1997/2000	20.4	4.6	2.4	33.3	6.2	33.1	
Araraquara (SP)	1995/1996	46.7	0.5	5.5	34.5	9.2	3.0	0.6
Araraquara (SP)	1997/98 e 99/2001	28.1	0.3	2.1	63.6	3.2	1.2	1.5

Tabela 02 – Caracterizações de plásticos rígidos em cidades brasileiras. Fonte: Zenin e Mancini – Resíduos plásticos e reciclagem – aspectos gerais e tecnologia (2004) [5].

Os resultados exposto na tabela 02 mostra-nos que o “PET” apresenta um crescimento percentual ao longo do tempo, representando o consumo deste plástico nas embalagens de refrigerantes, substituindo as antigas garrafas retornáveis de vidro. Ainda de acordo com Zenin e Mancini (2004) [5], os resíduos de PET, dentre os demais, apresentam maior valor comercial nas centrais de triagem. Mesmo com a maior importância comercial do PET, os outros plásticos ainda representam uma significativa quantidade que pode ser reaproveitada.

2.3 – Tipos de Reciclagem dos Polímeros Sintéticos

Conforme Zenin e Mancini (2004) [5], os polímeros, mais especificamente os termoplásticos convencionais, são materiais que possuem elevado potencial para reciclagem, sobretudo porque advêm de matéria prima de custo elevado e de recurso natural não renovável – o petróleo - sendo, portanto, o seu reaproveitamento imperioso para otimização de seu ciclo de vida.

Uma das formas de reaproveitamento dos resíduos poliméricos é a reciclagem, a qual é classificada pela Sociedade Americana de Ensaio de Materiais (ASTM), quanto ao processo, de acordo com Wiebeck e Piva (1999) [6], em:

- Reciclagem Mecânica – Esta reciclagem objetiva obter uma nova peça ou grânulos de plásticos por processo de seleção, moagem, lavagem, secagem, aglutinação e reprocessamento;
- Reciclagem Química – Esta reciclagem objetiva a despolimerização do plástico, com a destruição da estrutura polimérica e obtendo-se produtos como oligômeros, monômeros e substâncias de baixa massa molar, os quais se constituem em matéria prima para um novo processo de polimerização;
- Reciclagem Energética – Esta reciclagem visa à obtenção do conteúdo energético dos plásticos por meio da combustão.

3 – A RECICLAGEM ENERGÉTICA COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

A reciclagem energética dos termoplásticos, considerando a liberação de energia térmica desprendida deste processo, se constitui em uma opção de fonte alternativa para geração de energia elétrica conforme descrição a seguir:

3.1 – Características do Processo

O processo de reciclagem energética dos plásticos consiste em submeter os resíduos poliméricos à combustão, obtendo-se como produto a energia desprendida, sob forma de calor, emissões gasosas e água. Este processo químico

Revista Brasileira de Gestão e Engenharia – ISSN 2237-1664 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	Número VI Jul-dez 2012	Trabalho 03 Páginas 49-60
http://www.periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia	periodicoscesg@gmail.com	

tem melhor resultado com a combustão completa, ou seja, com excesso de oxigênio presente na queima para que a emissão de gases tenha como produto principal o dióxido de carbono, o qual é menos tóxico que o monóxido de carbono, gás que pode ser produzido caso tenha pouco oxigênio presente no processo. O processo químico da reciclagem energética pode ser visualizado na figura 01.

Este processo representa a “perda” da matéria prima, pois a massa de plásticos é utilizada na combustão como combustível, sendo transformada, portanto, em energia térmica e subproduto, retirando-a do meio ambiente. A energia produzida na reciclagem energética é cerca de dezenove vezes maior que a energia necessária para reciclagens com aproveitamento da matéria, e, ainda, estima-se que 1,0 Kg de polietileno pode gerar uma energia de 12 KWh de acordo com informações obtidas no site www.plastico.com.br [7].

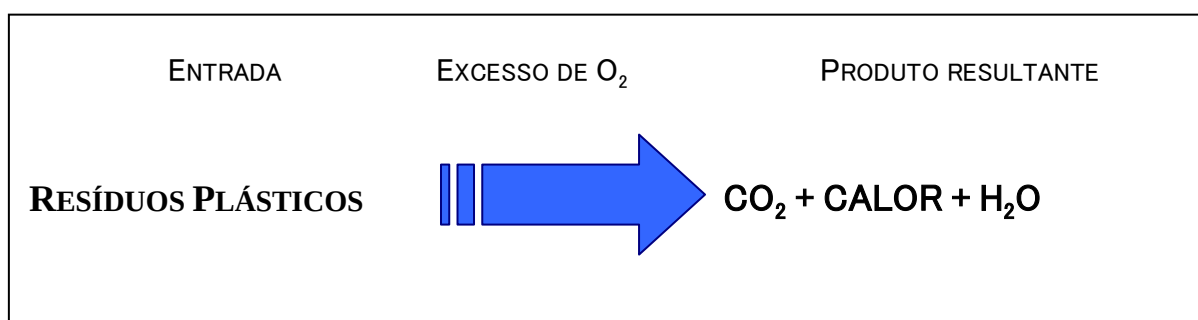


Figura 01 – Esquema do processo químico da reciclagem energética – Fonte: Zenin e Mancini (2004) e informações no site www.plasticos.com.br [7].

A transformação da energia térmica, produzida pela reciclagem energética, em energia elétrica é realizada em usinas termelétrica tradicionais, cujo esquema de funcionamento pode ser visualizado na figura 02.

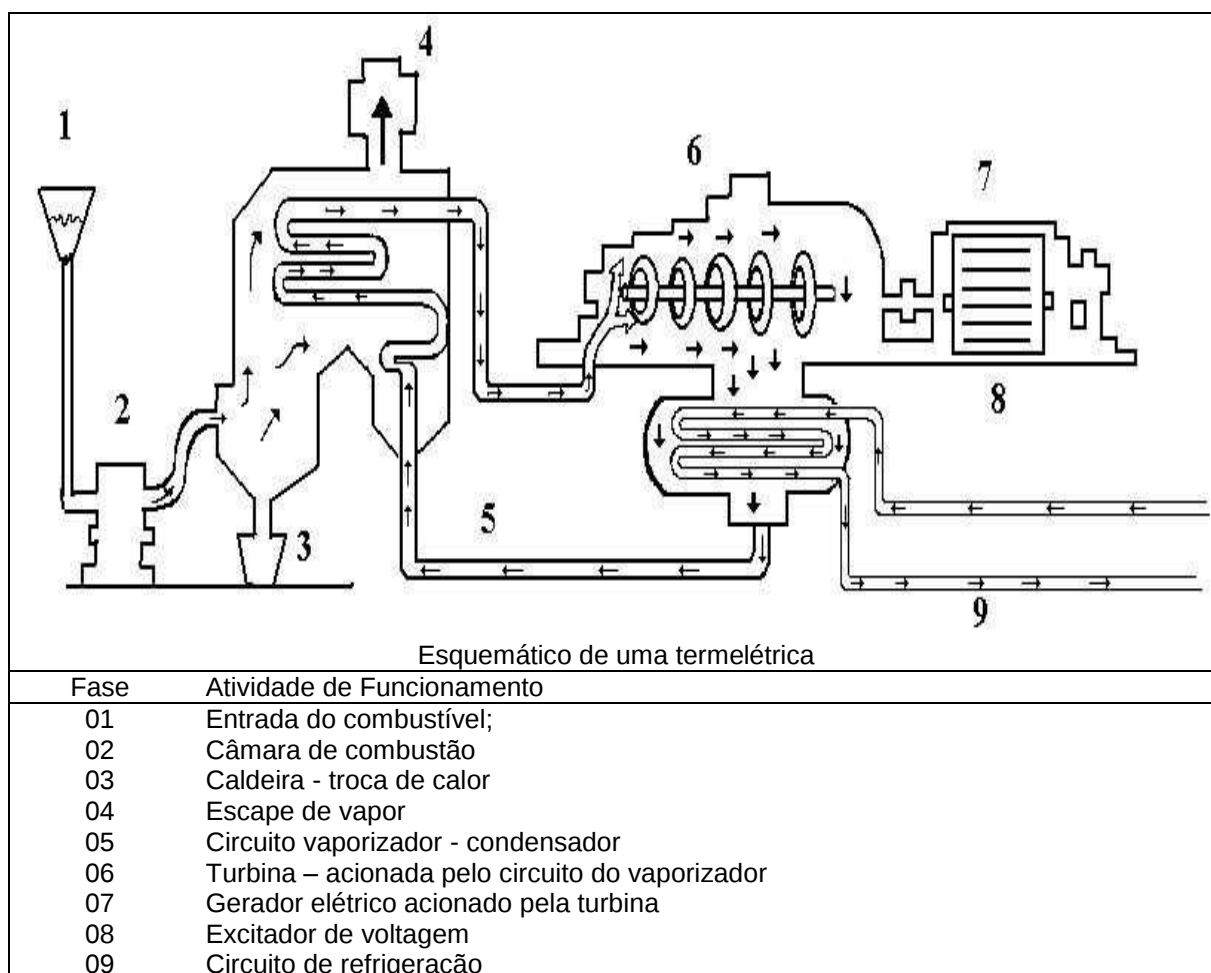


Figura 02 – Esquema de funcionamento de uma usina termelétrica – Fonte: obtida nos sites: www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/eletricas.pdf [8] e www.plasticos.com.br [7]

3.2– Vantagens e Desvantagens do Processo

O processo de reciclagem energética é uma fonte alternativa de energia, como já dito, e por isso cabe uma ampla pesquisa e discussão de sua viabilidade técnica, econômica e ambiental para implantação, principalmente em países com abundância de fontes mais tradicionais.

Com a finalidade de contribuir para o melhor conhecimento e discussão de sua viabilidade enumeram-se, a seguir, diversos tópicos referentes às vantagens e desvantagens do processo de reciclagem energética associada a uma usina termelétrica:

- Vantagens

- Todos os resíduos de embalagem de plásticos podem ser misturados e introduzidos juntos na câmara de combustão;
- Custo baixo do combustível – resíduos plásticos – que podem ser adquiridos nas usinas de triagem de resíduos urbanos quanto da indústria do plástico;
- Reuso de materiais provenientes de recursos naturais esgotáveis, que, neste caso, reapresenta uma otimização de seu uso;
- Aumento da volumetria útil dos aterros sanitários em virtude da ausência de resíduos plásticos;
- Flexibilidade de localização da usina de geração de energia elétrica, característica própria das termelétricas;
- Redução do custo de transmissão de energia, considerando a flexibilidade de localização;
- Geração de oportunidade socioeconômica para populações de baixa renda ou marginalizada, que podem participar no processo de coleta seletiva dos resíduos plásticos.

- Desvantagens

- O custo de preparação dos resíduos plásticos, a qual envolve as atividades de moagem, lavagem e secagem. Estas atividades são importantes quanto ao aspecto ambiental, pois se evita a queima de produtos diversos presentes no interior das embalagens plásticas;
- O sistema antipoluição atmosférica tem custo extremamente elevado tanto quanto mais eficiente ele for;
- A limitação temporal da “matéria prima”, pois advém basicamente do petróleo, o qual é um recurso natural esgotável;
- A reciclagem energética “elimina” o plástico, por transformação da matéria, impossibilitando seu retorno como peça reciclada;
- A grande volumetria de estoque dos resíduos.

3.2 – Simulação de Produção

Simula-se, com dados já referidos neste trabalho, a geração de energia decorrente do aproveitamento de resíduos poliméricos (termoplásticos) presentes ou descartados somente em aterros sanitários.

Para uma cidade com população de 200.000 habitantes produz diariamente cerca de 120 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, dos quais se considera 8%, em peso, de resíduos plásticos. Considera-se, ainda, o percentual de 20% de resíduos poliméricos destinados a reciclagem energética e, após tratamento (moagem, lavagem e secagem) uma perda de 5%. Desta forma, temos:

$$\begin{array}{c}
 120t \xrightarrow{8\%} 9.60t \\
 9.60t \xrightarrow{20\%} 1.92t \xrightarrow{-5\%} \approx 1.8t
 \end{array}$$

Com uma massa de combustível de 1.8 toneladas de resíduos plásticos e sabendo-se que 1,0 kg de plásticos podem gerar 12 kWh, temos:

$$1.8t \xrightarrow{\times 12KWh/Kg} 21600KWh$$

3.3 – Aplicações

O uso da reciclagem energética como fonte de energia para geração de energia elétrica não uma prática usual em todo o mundo e se constitui assim como uma fonte alternativa.

No Brasil não registro oficial de termelétricas que utilizem resíduos plásticos como fonte de combustível.

No mundo há registros de usos consolidado em países como Áustria, França e Suécia, conforme informações disponíveis em www.plastico.com.br [7].

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CETESB, São Paulo (Estado). *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares*: Relatório de 2002 – Versão 2 Incluindo Atualizações de Dezembro de 2002 e Janeiro de 2003. Redação André Luís Ferreira, Antônio Vicente Novaes Jr., Aruntho Savastano Neto, Manuel Cláudio de Souza ; equipe André Luís Ferreira. [et al.]. São Paulo: CETESB, 2003. 42p.
- [2] REMEDIO, Marcus V. P.; ZANIN, Maria and TEIXEIRA, Bernardo A. N. Caracterização do Efluente de Lavagem de Filmes Plásticos Pós-Consumo e Determinação das Propriedades Reológicas do Material Reciclado. *Polímeros* [online]. 1999, vol.9, n.4, pp. 177-183. ISSN 0104-1428. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14281999000400029>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v9n4/6201.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2012.
- [3] ABIPET, Associação Brasileira da Indústria do PET. (2005). Disponível em: www.abipet.org.br.
- [4] MANRICH, Sati; FRATTINI, G.; ROSALINI, A.C. *Identificação de Polímeros*: Uma Ferramenta para Reciclagem. São Carlos: EdUFSCar, 1997.
- [5] ZENIN, Maria; Mancini, S.D. *Resíduos Plásticos e Reciclagem*: Aspectos Gerais Tecnologia. São Carlos: EdUFSCar, 2004.
- [6] WIEBECK, H.; PIVA, A. M. *Reciclagem Mecânica do PVC*. São Paulo: Instituto do PVC, 1999. 98 p.
- [7] PLÁSTICO Moderno, Revista. Disponível em: www.plastico.com.br. Acesso em: 20 de junho de 2012.
- [8] AMBIAGRO – Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais. *Sistemas de Fornecimento de Energia Elétrica*. Disponível em: www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/eletricas.pdf. Acesso em: 20 de junho de 2012.

Revista Brasileira de Gestão e Engenharia – ISSN 2237-1664 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	Número VI Jul-dez 2012	Trabalho 03 Páginas 49-60
http://www.periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia	periodicoscesg@gmail.com	