

Academicth

INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION TOWARDS A SUSTAINABLE TRANSITION”

Confecção e Avaliação das Propriedades de Placas de Poliuretano com Aproveitamento de Resíduo da Fabricação de Pranchas

BARCELOS, R. L.^d, CUBAS, A. V.^{a*}, AGUIAR, A. R.^b, SILVA, L.^c; LERIPIO, A. A.^d,
MAGNAGO, R. F.^a.

a. Environmental Engineering, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Palhoça, SC, Brazil, CEP 80137-270.

b. Production Engineering, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Palhoça, SC, Brazil, CEP 80137-270.

c. Laboratory of Research on Materials, Post-Graduate Program in Science and Engineering of Materials, University of the Extreme South of Santa Catarina (UNESC), Criciúma, SC, Brazil, CEP 88806-000.

d. Administration, University of Vale do Itajaí (UNIVALI), Biguaçu, SC, Brazil, CEP 88160-000.

**Corresponding author, ana.dutra@unisul.br*

Resumo

referido trabalho permitiu levantar informações a respeito do processo produtivo de pranchas de Poliuretano (PU) na cidade de Florianópolis/SC, onde se observou que o principal resíduo é o PU e, então, buscar reaproveitá-lo como matéria-prima para a fabricação de novos blocos de poliuretanos para confecção de pranchas de surf. A partir do resíduo de PU coletado nas fábricas foram preparadas placas de poliuretano, incorporando na matriz diferentes porcentagens de resíduos em duas granulometrias (9 Mesh e bruto), visando mostrar de que forma o processo produtivo de pranchas pode reinserir seus resíduos, no caso o PU. Os resultados demonstram que as propriedades mecânicas de tração das placas são modificadas pela variação de granulometria e porcentagem incorporada do resíduo de PU, sendo que a temperatura de degradação acontece a partir de 200 °C, ou seja, o material é apropriado em uso a temperatura ambiente. Enfim, além dos resultados experimentais, salienta-se que o processo produtivo de pranchas de surf em Santa Catarina tem buscado formas de reutilizar os seus resíduos, objetivando uma produção mais limpa.

Palavras-chave: Processo Produtivo. Poliuretano. Resíduo. Reciclagem

1. Introdução

A questão da sustentabilidade no âmbito científico consolida-se como uma visão multidisciplinar que orienta as mais distintas áreas de pesquisa, baseando-se em três pilares: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. O estudo e desenvolvimento de tecnologias que

agreguem na sua essência o objetivo de contribuir com o avanço socioambiental em nosso planeta são necessários e solicitados.

O Relatório de Brundtland (United Nations, 1987) destaca que o desenvolvimento sustentável é concebido como sendo aquele capaz de satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades (Lipor, 2009). Pesa assim, a demanda de não apenas propor, mas sim, realizar a união de distintas áreas da ciência no esforço de produzir substancialmente resultados práticos e aplicáveis, em curto prazo, às situações de riscos de contaminação do solo e água devido à geração de resíduo. Dessa demanda se desenvolveram tecnologias, em muitas áreas, que atualmente compõem um arcabouço de conhecimento convergente à prática da sustentabilidade (Moya et al., 2013).

O estudo de Herva et al. (2011) discute, de uma forma abrangente, uma série de indicadores ambientais desenvolvidos nos últimos anos, os quais são adequados para a avaliação dos processos de produção e produtos.

Nos processos de produção, a otimização de fluxos de materiais, subprodutos, produtos acabados e outros fazem aparecer práticas de sustentabilidade, como a logística reversa (Nikolaou et al., 2013) e produções mais limpas (Yam e Mak, 2014). A logística reversa é a área da logística empresarial que se preocupa com o retorno dos produtos, redução na origem, reciclagem, substituição de materiais, reutilização de materiais, eliminação de resíduos, renovação, reparação e remanufatura. Para Stock (2001) e mais recentemente Elmas e Erdoğmuş (2011) demonstram que o entendimento acerca do conceito precisa ser amplo e engloba uma série de atividades da logística e outras funções desempenhadas na cadeia de fornecimento.

O interesse do presente artigo é abordar a estratégia do processo produtivo de prachas de surf em Santa Catarina em reutilizar os seus próprios resíduos na base original do produto, buscando assim uma produção mais limpa. De acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas uma produção mais limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e aos produtos, reduzindo riscos aos seres humanos e ao ambiente.

Getzner (2002) salienta a importância da adoção de ferramentas para tornar a produção mais limpa, as quais levam a um aumento de produtividade resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos.

Converter resíduo em produto semelhante ao inicial ou a outro produto é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é descartado (Nikolaou et al., 2013; Romero-Gómez et al., 2012; Yam e Mak, 2014). Quando os resíduos não podem ser evitados, estes deverão ser recuperados, reutilizados ou reciclados, de modo que o mínimo possível tenha como destino final os aterros industriais, aterros sanitários ou ainda o meio ambiente.

Galembeck (2013) e Alperstedt (2010) estudaram situações envolvendo o reaproveitamento de resíduos de processos produtivos. A reciclagem de resíduos é uma oportunidade que responde positivamente às necessidades de transição para uma economia caracterizada pelo desenvolvimento sustentável, que contribua para a mitigação das emissões e, portanto, para a minimização das contribuições antrópicas com impacto ambiental negativo (Moya et al., 2013).

No cenário internacional, o Brasil ocupa uma posição de destaque quando o assunto é reciclagem, o país ocupa 4º lugar na reciclagem mecânica de plástico (Plastivida - Instituto Sócio Ambiental Dos Plásticos, 2014). A reciclagem de rejeitos industriais de polímeros tem se intensificado nas últimas décadas, com o desenvolvimento de diversas técnicas capazes de reincorporar tais resíduos na

composição de novos materiais (Ferreira et al., 2013; Zarbin e Oliveira, 2013; Mauler et., 2012; Salmoria et al., 2012; Valle et al., 2011; Yam e Mak, 2014).

A reciclagem de materiais tornou-se um campo merecedor de pesquisa, desenvolvimento e aplicação de recursos, uma vez que existe um interesse ambiental e econômico na retirada de materiais descartados do meio ambiente. Neste sentido, a busca por rotas viáveis para o aproveitamento de materiais, seja em sua forma química original ou através de sua transformação química, vem sendo estudada visando encontrar mercado para seu emprego.

O poliuretano (PU), segundo American Chemistry Council (2014) pode ser encontrado em tintas, elastômeros resistentes, isolamento rígido, em espuma flexível em colchões e assentos de automóvel, em artigos esportivos, como rodas de patins, esquis e pranchas de surf (Cangem et al, 2009). Estima-se que o mercado de PU brasileiro tenha ultrapassado 350 mil toneladas ano (ABIQUIM, 2012), sendo que diferentes segmentos do mercado utilizam desta matéria prima. Grijó (2011) considera que a cadeia produtiva da indústria de pranchas de surfe de Florianópolis é responsável pela geração de 107 toneladas de resíduos sólidos de PU ao ano. Os aspectos ambientais e a responsabilidade em relação à produção industrial da prancha de surfe foram subjugados perante a perspectiva econômica promissora, tendo em vista a popularização do esporte no Brasil e no mundo.

No presente artigo, como já mencionado, o objetivo é mostrar de que forma o processo produtivo de pranchas poderá reinserir seus resíduos, no caso o PU, na fabricação de novos blocos para pranchas.

2. Metodologia

As informações acerca do processo produtivo de pranchas foram obtidas a partir de visitas *in locu*, no ano de 2014, em três fábricas de pranchas de surfe na cidade de Florianópolis (SC/Brasil), identificando principalmente os pontos críticos de geração de resíduos sólidos. Outras informações foram extraídas do trabalho de Barcelos et al (2013), os quais mapearam a macro cadeia de produção de pranchas na cidade de Florianópolis/SC.

Na sequência do trabalho, segundo Gil (2002), a pesquisa tornou-se exploratória, uma vez que foram coletadas amostras de PU, com as quais foram confeccionadas placas com incorporação de resíduos de PU. Os experimentos em laboratório objetivou mostrar a possibilidade da reutilização dos resíduos na produção de novas pranchas.

Os experimentos em laboratório contemplaram duas etapas, a saber:

2.1 Material e preparação das placas PU/resíduo PU

Os reagentes Poliálcool Poliéter Formulado e Isocianato Polimérico foram adquiridos da empresa Arinos e os resíduos de PU foram doação da empresa SRS LTDA. Todos os reagentes foram usados como recebidos e com as recomendações de segurança.

O resíduo bruto do processo pós-industrial da etapa de usinagem de prancha de surfe foi classificado por peneiramento, sendo que foi utilizado o resíduo com classificação granulométrica de 9 Mesh e material bruto para a confecção das placas.

As placas foram obtidas pela mistura do resíduo aos monômeros Poliálcool Poliéter Formulado e Isocianato Polimérico, por 0,5 min e vertido na forma de alumínio com as dimensões 0,39m x 0,24m x 0,025m. Foram preparadas placas de PU/resíduo PU com diferentes quantidades de resíduo, sendo 3%, 5%, 10%, 15% e 20% em peso para uma massa total de 147 g.

2.2 Análises termogravimétricas e mecânicas do PU

As análises termogravimétricas (TGA) foram realizadas num aparelho Q500 TA Instruments calibrado com paládio e fluxo de nitrogênio de 100 mL/min, utilizando uma taxa de aquecimento de 20 °C/min e variando da temperatura ambiente até 900 °C.

Para os ensaios mecânico de tração dos corpos de prova das placas de PU foram cortados a partir das placas de PU preparadas em formato paralelepípedos (dimensões de 2,5cm x 2,5cm x 5,0 cm). Os ensaios mecânicos foram realizados por compressão, em um equipamento universal de ensaios marca EMIC modelo DL 30000, célula de carga de 5 kN, de acordo com a ASTM D 63890. Os corpos de provas foram submetidos a incrementos de pressão até a deformação plástica do material a temperatura ambiente.

3. Resultados e Discussão

A partir da compilação dos dados secundários e primários coletados por Barcelos et al (2013) pode-se classificar o tipo de resíduo sólido, o volume gerado e a disposição final. A Fig 1. representa o processo de fabricação de pranchas de surfe, com três macro processos, que são: etapa 1 shape, etapa 2 pintura e etapa 3 laminação.

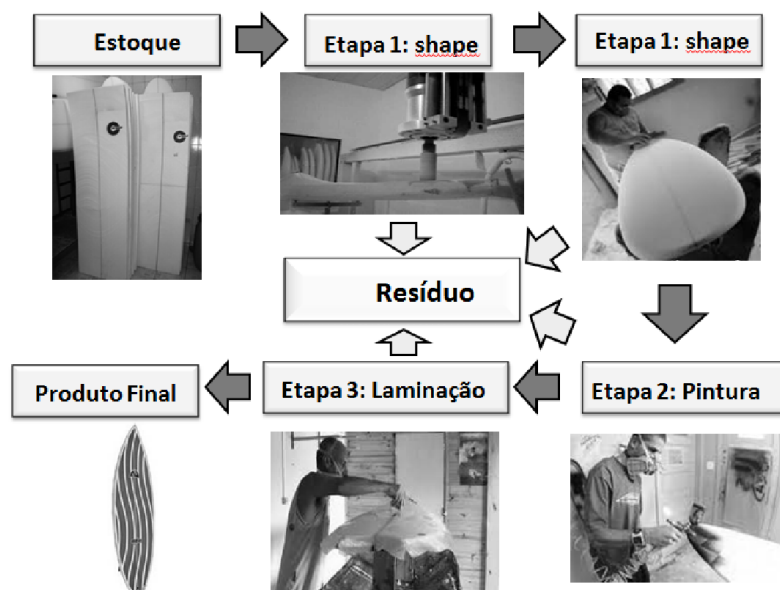


Fig. 1. Fluxo de produção de prancha de surfe.

Ao analisar a Fig 1. pode-se verificar que a etapa 1, onde o shape fornece ao bloco de PU o formato da prancha a partir da usinagem e acabamento. Nesta etapa ocorre a geração de resíduos de PU em pedaços e em pó. A pintura consiste na aplicação de tintas e vernizes no bloco. Seguido da etapa de laminação que é o capeamento do bloco com fibra de vidro e resinas de poliéster. As etapas 2 (pintura) e 3 (laminação) não geram resíduos de PU.

A cadeia produtiva da indústria de pranchas de surfe é responsável por impactos positivos tal como renda e lazer, viabilizando qualidade de vida aos habitantes e turistas. Por outro lado, os impactos negativos por ela gerados no meio ambiente são principalmente a geração de resíduos, sendo o PU o principal resíduo sólido. O código LER 170604 da lista europeia de resíduos pode ser atribuído ao PU, pois este é material de isolamento, sendo classificado como resíduo não perigoso (ERSUC, 2004). Para Environmental Protection Agency (2014) o resíduo de PU é classificado como sólido não perigoso e American Chemistry Council (2014) destaca que é um sólido inerte de reação com água. Conforme norma Brasileira NBR 10004/2004 e ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos classifica (2011) os

resíduos do processo fabril das pranchas de surfe são classificados como Resíduo Industrial não inerte Classe IIA (Ministério Do Meio Ambiente, 2011; NBR 100004, 2004).

Tendo em vista que o PU apresenta decomposição lenta no meio ambiente, é um sólido combustível e apresenta vida útil longa, os resíduos podem ser encaminhados para reutilização, reciclagem ou podem ser incinerado para recuperação de energia com base em normas nacionais, regionais e locais (American Chemistry Council, 2014; Bayler e Hirschler, 2008). Neste trabalho foram preparadas novas placas de PU reinserindo os resíduos da produção, desta maneira reduzindo os resíduos gerados.

3.1 Preparação das placas PU/resíduo PU

O resíduo de PU foi classificado por peneiramento em duas granulometrias, 9 Mesh e resíduo bruto, sendo possível incorporar na matriz de PU em diferentes quantidades de resíduo (3%, 5%, 10%, 15% e 20%) em peso para uma massa total de 147 g, de modo que foi reduzida a quantidade dos monômeros para preparar produto semelhante.

Na Fig. 2, apresentam-se os resíduos utilizados para a confecção das placas e duas placas obtidas. O resíduo com granulometria de 9 Mesh é mostrado na Fig. 2a, e o resíduo bruto é mostrado na Fig. 2b. A Fig. 2c exibe a placa de PU sem resíduos e a Fig. 2d exibe a placa de PU com 5% de resíduo bruto na sua constituição. A aparência visual das placas foi semelhante independente do resíduo utilizado.

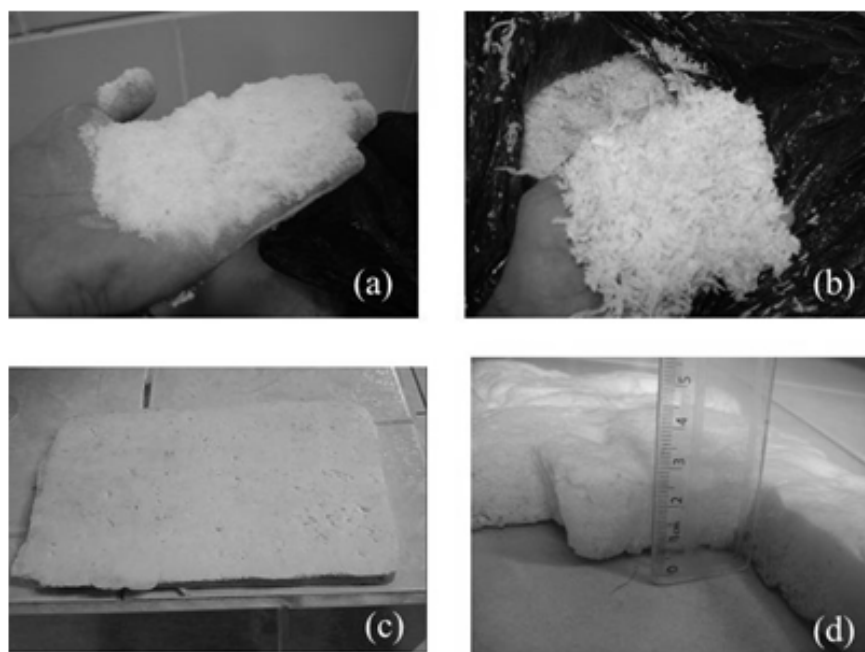


Fig. 2. Resíduo de PU com granulometria de 9 Mesh (2a), resíduo bruto (2b), placa de PU sem resíduos (2c) e placa de PU com 5% de resíduo bruto (2d).

Para todas as placas preparadas observou-se boa adesão, independente da porcentagem de 3%, 5%, 10%, 15% e 20% de resíduo de PU incorporado, com granulometria de 9 Mesh e PU bruto. As placas são miscíveis, pois apresentaram apenas uma fase, isto é, os polímeros misturaram-se intimamente não havendo qualquer segregação entre os componentes. Também foi observado por microscopia eletrônica de varredura que a matriz polimérica apresenta células fechadas, característica particularmente importante para matérias que se deseja reinserir, pois como a resistência do material deve ser semelhante ao material original.

3.2 Análises termogravimétricas e mecânicas do PU

A análise termogravimétrica (TGA) foi realizada para avaliar a estabilidade térmica das placas. A Fig. 3 apresenta o termograma de TGA da placa com incorporação de 5% de resíduo de PU bruto respectivamente, o comportamento foi semelhante para todas as amostras estudadas.

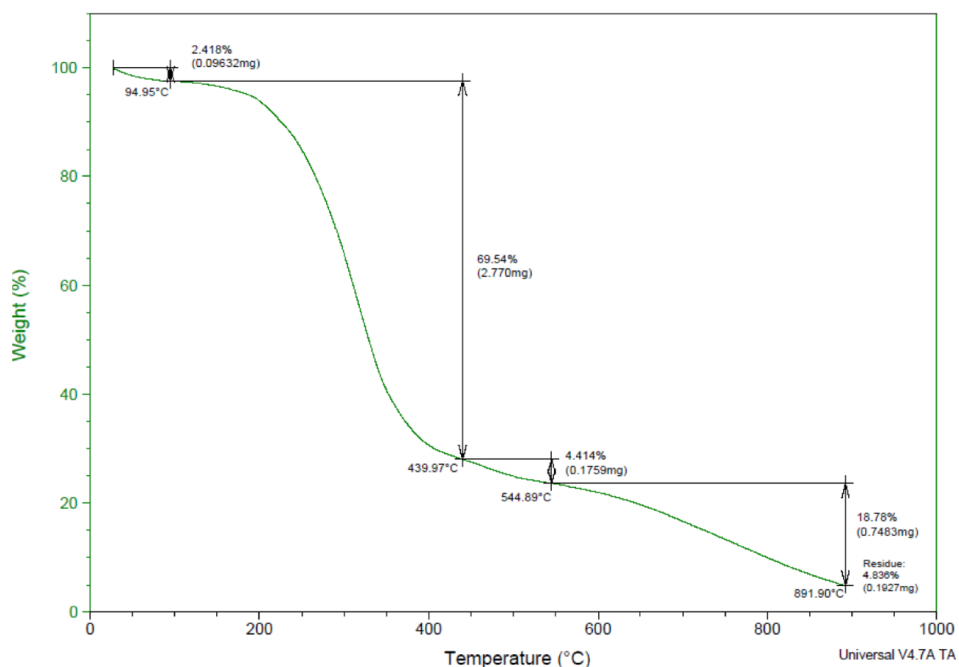


Fig. 3. Termograma de TGA das placas com 5% PU bruto respectivamente.

O resíduo de PU apresentou uma região principal de perda de massa entre 216-473 °C, enquanto que as placas de PU incorporada resíduo de PU, exibem quatro faixas de degradação térmica (Fig. 3). A primeira perda de massa ocorre quando a temperatura atinge 95 °C, que corresponde à perda de 2 % de massa, foi atribuído a liberação de moléculas de água absorvida no material. Uma segunda e principal faixa de degradação, correspondendo a 70 % perda de massa, ocorre entre 200 °C a 430 °C. Esta foi associada ao principal mecanismo de avaria no uretano que é a quebra da ligação polioli-isocianato formada durante a polimerização. Este estágio foi atribuído à perda das propriedades mecânicas do material. O material preparado pode substitui as placas de PU comerciais como isolante térmico em condições que a temperatura seja inferior a 200 °C, pois foi possível verificar que esta temperatura é a temperatura limite para deflagrar a degradação térmica do material de acordo com estabelecido por Bayler e Hirschler, (2008). A partir de 430 °C ocorre a terceira faixa de degradação térmica, que corresponde à cerca de 5% da de perda de massa que continuam a se decompor. O final da degradação térmica do material foi em 538 °C. Pode-se afirmar que as placas preparadas com resíduo de PU apresentaram boa estabilidade térmica a temperatura ambiente sendo possível ser utilizadas na preparação de novas pranchas de surfe.

Quanto às análises mecânicas das placas com resíduos de PU, os ensaios de tração foram realizados para avaliar a resistência da interação fase PU expandido com o resíduo de PU. Os resultados são apresentados na Tab. 1. Em geral, a resistência à tração das placas diminuiu com a adição de resíduo de PU independente da granulometria. O valor de tensão máxima para o PU puro foi maior como pode ser observado na Tab. 1, do que das demais placas preparadas com resíduo, sendo assim o material preparado com a inserção de resíduos não apresenta propriedades mecânicas de tração semelhante ao material original.

Tabela 1: Tensão máxima (Mpa) para placas confeccionadas com PU e resíduo de PU.

Composição Resíduo PU (%)	Tensão máxima (Mpa) granulometria 9 Mesh	Tensão máxima (Mpa) material bruto
0	0,976	0,976
3	0,666	0,594
5	0,223	0,198
10	0,114	0,096
15	0,095	0,085
20	0,086	0,084

Fonte: Autor, 2015.

4. Conclusões

Este estudo partiu da identificação do resíduo sólido PU a partir das etapas produtivas da fabricação de pranchas de surfe, estabelecendo uma metodologia para confecção de placas utilizando resíduos de PU, assim diminuindo a dependência, neste caso, de monômeros para produção.

A incorporação do resíduo de PU na fabricação de placas, em diferentes proporções (3%, 5%, 10%, 15% e 20%) em duas granulometrias (9 Mesh e bruto), mostrou bons resultados em laboratório, com grande chances da reutilização do resíduo na fabricação de uma nova prancha, sendo necessário melhoria das propriedades mecânicas de tração do material. Constatou-se também que a incorporação do resíduo ao produto pode reduzir o volume de resíduos encaminhados para aterros industriais ou sanitários, minimizando os impactos negativos ao meio ambiente. O uso de menos monômeros para a produção de poliuretano pode implicar na redução de custos, mas em benefícios ambientais e econômicos para os fabricantes e para a comunidade.

Em resumo, observa-se nas fábricas de prancha de surf estudadas o esforço de tornar a produção mais limpa, corroborando com as asserções apresentadas por BAAS (1995) acerca do assunto:

- Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos e produtos, a fim de se reduzirem os riscos para as pessoas e o meio ambiente;
- As técnicas de Produção mais Limpa incluem a conservação de matérias-primas e energia, a eliminação de material tóxico nos processos e a redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos;

- A estratégia de Produção mais Limpa para produtos enfoca a redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto (desde a extração da matéria-prima até o definitivo descarte do produto);
- A Produção mais Limpa é obtida pela aplicação de perícia, de melhoria tecnológica e mudanças de atitude.

Agradecimentos

Os autores agradecem UNISUL, UNESC and UNIVALI por suporte técnico e financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

O trabalho teve a concessão de Bolsa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e bolsa de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Referências

American Chemistry Council, 2014. Polyurethanes <http://polyurethane.americanchemistry.com/Health-Safety-and-Product-Stewardship> acessado em março/2014.

ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química), 2014. Poliuretano <http://www.abiquim.org.br/relatorioanual/poliuretanos.asp> acessado em junho/2014.

Alperstedt, G.D., 2010. Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, 50, 02, 170-186. Disponível em: <http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75902010000200004.pdf> acessado em janeiro/2014.

ABNT (Associação Brasileira De Normas Técnicas) NBR ISO 10004: **Resíduos sólidos** – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

Bayler, C.L., Hirschler, M.M., 2008. Thermal decomposition of polymers, in: DiNenno, P., (Ed.), The SFPE Handbook Of Fire Protection Engineering (4 th). National Fire Protection Association. Quincy, MA, 1-131.

BAAS, L. W., 1995. Cleaner production: beyond projects. **Journal of Cleaner Production**, Great Britain, 3, 55-59.

Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento (Org.), 1987. Relatório Brundtland: Our Common Future. United Nations [UN].

Cangemi, J.M., Santos, A.M., Claro Neto, S., 2009. Poliuretano: de travessieiros a preservativos, um polímero versátil. Química Nova na Escola. 31, 3, 159-164.

Elmas, G., Erdoğan, F., 2011. The importance of reverse logistics. International journal of business and management studies. 3, 1. Disponível em: <http://www.sobiad.org/eJOURNALS/journal_IJBM/archives/2011_Vol_3_no_1/16guldem_elmas.pdf> acessado em abril/2014.

ERSUC (Empresa Resíduos Sólidos Do Centro S.A.), 2004. PORTARIA 209: Lista Europeia de Resíduo. Coimbra.

EPA (Environmental Protection Agency), 2014. Design for the environmental. United States. Disponível em: <http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/spf/types_of_spray_polyurethane_foam_products.html> acessado em abril 2014.

Ferreira, V.F., Silva, F.C., Ferreira, P.G., 2013. Carboidratos como fonte de compostos para a indústria de química fina. *Química Nova*. 36, 10, 1514-1519.

Galembeck, F., 2013. Inovação para a sustentabilidade. *Química Nova*. 36, 10, 1600-1604.

GETZNER, M., 2002. The quantitative and qualitative impacts of clean Technologies on employment. **Journal of Cleaner Production**, Great Britain, 10, 305-319.

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Grijó, P.E.A.E., Brügger, P., 2011. Estudo preliminar para gestão ambiental na produção de pranchas de surf. 3^o International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo – SP.

Herva, M., Franco, A., Carrasco, E.F., Roca, E., 2011. Review of corporate environmental indicators. *J. Clean. Prod.* 19, 1687–1699.

LIPOR (Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto), 2009. Guia para Gestão Sustentável dos Resíduos: Edição para Autarcas. Portugal.

Mauler, R.S., Furlan, L.G., Duarte, U.L., 2012. Avaliação das propriedades de compósitos de polipropileno reforçados com casca de aveia. *Química Nova*. 35, 8, 1499-1501. Disponível em: <<http://quimicanova.sbg.org.br/qn/qnol/2012/vol35n8/01-AR11583.pdf>>. acessado em dezembro/2013.

MMA (Ministério Do Meio Ambiente), 2011, Rio de Janeiro. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 109 p.

Moya, C., Domínguez, R., Langenhove, H.V., Herrero, S., Gil, P., Ledón, C., Dewulf, J., 2013. Exergetic analysis in cane sugar production in combination with Life Cycle. *Journal of Cleaner Production* , 59, 43-50.

Nikolaou, I.E., Evangelinos, K.I., Allan, S., 2013. A reverse logistics social responsibility evaluation framework based on the triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*. 56, 173-184.

Plastivida - Instituto Sócio Ambiental Dos Plásticos, 2013. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Oque-e.aspx>. acessado em julho/2014.

Romero-Gámez, M., Suárez-Rey, E., Antón, A., Castilla, N., Soriano, T., 2012. Environmental impact of greenhouse and open-field cultivation using a life cycle analysis: the case study of green bean production. *Journal of Cleaner Production* , 28, 63-69.

Salmoria, G.V., Leite, J.L., Vieira, L.F., Pires, A.T.N., Roesler, C.R.M., 2012. Mechanical properties of PA6/PA12 blend specimens prepared by selective laser sintering. *Polymer Testing*. 31, 3, 411-416.

Stock, J.R., 2001. The 7 deadly sins of reverse logistics. *Material Handling Management*. Cleveland.

Valle, A.S.S., Costa, L.C., Marques, M.R.C., Silva, C.L.P., Santa Maria, L.C., Merçon, F., Aguiar, AP, 2011. Preparação de copolímeros à base de 2-vinilpiridina com propriedades bactericidas. *Química Nova*, 34, 4, 577-583. Disponível em: <http://quimicanova.sbg.org.br/qn/qnol/2011/vol34n4/04-AR10286.pdf> acessado em 16 dezembro/2014.

Yam, R.C.M. e Mak, D.M.T., 2014. A cleaner production of rice husk-blended polypropylene eco-composite by gas-assisted injection moulding. *Journal of Cleaner Production*, 67, 277-284.

Zarbin, A.J.G., Oliveira, M.M., 2013. Nanoestruturas de carbono (nanotubos, grafeno): Quo Vadis? *Química Nova*, 36, 10, 1533-1539. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n10/09.pdf>> acessado em julho/2014.