

ANÁLISE AMBIENTAL COMPARATIVA DA OBTENÇÃO DE FIBRA DE VIDRO E DE BASALTO*

William Roger Carvalho Gomes¹
Carlos Alberto Mendes Moraes²

Resumo

Frequentemente surgem discussões sobre a utilização de tecnologias mais limpas em todos os segmentos de mercado. A indústria de transformação por estar relacionada ao aumento crescente na geração de resíduos sólidos. Atualmente, toma como necessária ter um foco importante na busca pelo desenvolvimento sustentável. Este trabalho tem como objetivo comparar dois materiais, sendo a fibra de vidro e a fibra de Basalto tendo como base a análise do ciclo de vida (ACV), por meio das análises do inventário e dos impactos. De acordo com os dados obtidos estima-se que o gasto energético para produção da fibra de vidro é aproximadamente 3 vezes maior que a fibra de basalto. Segundo a participação percentual da produção das fibras nos impactos ambientais, a fibra de basalto apresenta os melhores indicadores positivos em relação à fibra de vidro. Como análise preliminar o objetivo deste trabalho foi alcançado, apresentando que os impactos gerados pela fibra de basalto são menores que as da fibra de vidro.

Palavras-chave: Basalto; Vidro; Fibra.

ENVIRONMENTAL ANALYSIS COMPARATIVE OF FIBERGLASS PRODUCTION AND BASALT FIBER

Abstract

Often arise discussions on the use of cleaner technologies in all market segments. The manufacturing industry to be related to increasing the generation of solid waste. Currently, it takes as necessary to have a major focus in the search for sustainable development. This study aims to compare two materials, and fiberglass and basalt fiber through life cycle analysis (LCA), through the analysis of inventory and impacts. According to the data obtained it is estimated that the energy expenditure for glass fiber production is approximately 3 times larger than the basalt fiber. According to the percentage of the production of the fibers in the environmental impacts, the basalt fiber has the best positive indicators regarding fiberglass. As a preliminary analysis, the objective was achieved, showing that the impacts generated by basalt fiber are smaller the fiberglass

Keywords: Basalt; Glass; Fiber.

¹ *Tecnólogo de Manutenção Industrial, Esp. e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica/PPGEM - Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: wroger2111@hotmail.com*

² *Engenheiro Metalúrgico, Doutor, Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Engenharia Mecânica, Núcleo de Caracterização de Materiais – NucMat, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: cmoraes@unisinos.br*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, existe uma crescente demanda por eficiência em equipamentos, no qual tem requerido atenção especial dos setores de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Para se desenvolver equipamentos menores com melhor produtividade e eficácia, é necessário adotar cada vez mais materiais de baixo custo de produção, e principalmente com menor impacto ambiental. (LAPENA; MARINUCCI; CARVALHO, 2012). De acordo com Freitas et. al. (2009), os compósitos são materiais que possuem fases químicas e físicas distintas, organizadas dentro de uma matriz, sendo os mais conhecidos a base de resina reforçados com fibra de vidro e fibra de carbono, Ainda possui outros tipos de fibras, sendo a aramida, carbono, vegetais e a fibra de basalto.

A fibra de basalto quando comparada a sua aplicação a outros materiais é considerada mais nova, mesmo que estudos sobre a sua obtenção surgiram em Paris, França, sendo o primeiro com a ideia de fazer a extrusão de fibras de basalto. Ele foi concedida uma patente EUA em 1923. Por volta de 1960, tanto os EUA e a antiga União Soviética (URSS) começaram a investigar aplicações de fibra de basalto, particularmente em equipamentos militares, como mísseis (ROSS, 2006).

As fibras são obtidas por fusão da rocha de basalto entre 1500 e 1700 ° C e são vazadas através de cadinho com orifício de platina. Elas apresentam características semelhantes às fibras de vidro, mas apresenta maior estabilidade térmica, acústica, propriedades de isolamento, resistência à vibração, bem como a durabilidade. (ABBAS, 2013).

O objetivo deste trabalho é comparar através da literatura os ciclos de vidas das fibras de vidro e de basalto, a fim de demonstrar qual destes materiais apresenta um menor impacto ambiental, da sua obtenção de matéria prima até a fabricação do produto. Espera-se por intermédio deste texto direcionar futuras pesquisas, identificando oportunidades para melhorar os aspectos ambientais em vários pontos do ciclo de vida e enriquecer o conhecimento científico no assunto em questão.

2 METODOLOGIA

O método utilizado de ACV implica no levantamento de informações da literatura relativas às fibras de vidro e de basalto, e seus respectivos impactos ambientais, com base nas suas variáveis de entrada e saída, delimitando a fronteira de pesquisa associadas com a extração de matérias-primas, mistura, transportes, fundição, fiação e produção de produtos de consumo. Na Figura 1 apresenta a ACV indicando as três fases de estudos.

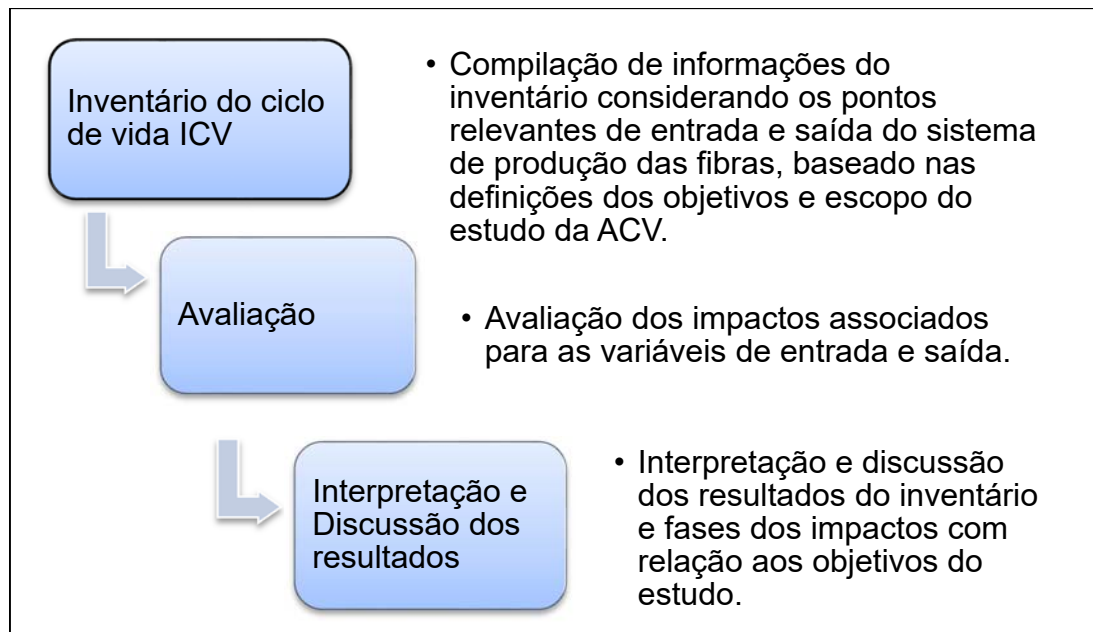


Figura 1: Sequencia do estudo da ACV

A metodologia do inventário do ciclo de vida baseia-se no levantamento por meio de literatura, contendo consumo de energia, consumo de matérias-primas e emissões atmosféricas. Na fase de interpretação e discussão, os dados obtidos a partir do inventário e da avaliação de impactos serão analisados, gerando considerações e recomendações para o processo estudado. No fluxograma do ciclo de vida, serão analisados os limites de pesquisa do sistema, sendo identificado pelas linhas tracejadas em vermelho no qual foram analisados da matéria prima até a produção de materiais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais da Fibra de Vidro

De acordo com Orth (2012) a indústria brasileira de compósitos gera 13 mil toneladas de resíduos por ano, entre aparas e rebarbas de processos e peças defeituosas. Na serra gaúcha, o acúmulo de resíduos de fibra de vidro, aproxima-se a 80 toneladas por mês, e aliado com a facilidade em obtenção destes compósitos tem gerado problemas ambientais, pois há a geração de grandes quantidades de rebarbas na fabricação das mantas de fibra de vidro (FONTAN, 2009). Além da quantidade de resíduo gerado, Fontan (2009) aponta que os resíduos gerados contêm elevados teores de cargas minerais. Ecycle (2010) afirma que a fibra de vidro em sua forma original é um material seguro, mas quando processado, ganha metais pesados, como o cromo, torna-se tóxico.

Mesmo que este material gere menor impacto ambiental quando comparado com outros materiais como a aço, ainda sim é necessário ter uma atenção especial com os dados apresentados na tabela 1 e 2.

Tabela 1: Necessidades energéticas não renováveis para a produção de fibras de vidro (MJ/kg)

Etapa de Produção	Fibra de Vidro (MJ/kg)		
	<i>Joshi (2003)</i>	Worrell et al (2008)	Scalet et al (2013)
Matéria Prima	1,7	1,16	-
Mistura	1,0	-	-
Transporte	1,6	-	-
Fundição	21,5	5,91~11,08	6,35~16,33
Fiação	5,9	2,11~5,80	-
Produção Materiais	23,0	-	-

A tabela 2 aponta dados dos impactos ambientais referente à fibra de vidro, o que é possível notar que com a evolução dos processos nos últimos anos, houve uma queda significativa dos valores dos impactos apresentados.

Tabela 2: Características da produção de fibra de vidro

Impactos Ambientais	Fibra de Vidro	
	<i>Joshi (2003)</i>	<i>Dai et al. (2015)</i>
Energia Total Utilizada na Produção (MJ/kg)	54,70	-
Emissão de Dióxido de Carbono (kg/kg)	2,04	0,16
Emissão de CO (g/kg)	0,80	-
Emissão de SO _x (g/kg)	8,79	0,68
Emissão de NO _x (g/kg)	2,93	2,2
Material Particulado (g/kg)	1,04	0,15
BOD na água (mg/kg)	1,75	-
COD na água (mg/kg)	18,81	-
Nitratos na água (mg/kg)	14,00	-
Fosfatos na água (mg/kg)	43,06	-

Depois das análises do inventário e dos impactos, é apresentado na Figura 2 o fluxograma do Ciclo de Vida da fibra de Vidro, no qual fica evidente que os resíduos gerados não voltam para a cadeia produtiva, como citado anteriormente, no qual se torna inviável financeiramente, isso devido a alto valor de reciclagem.

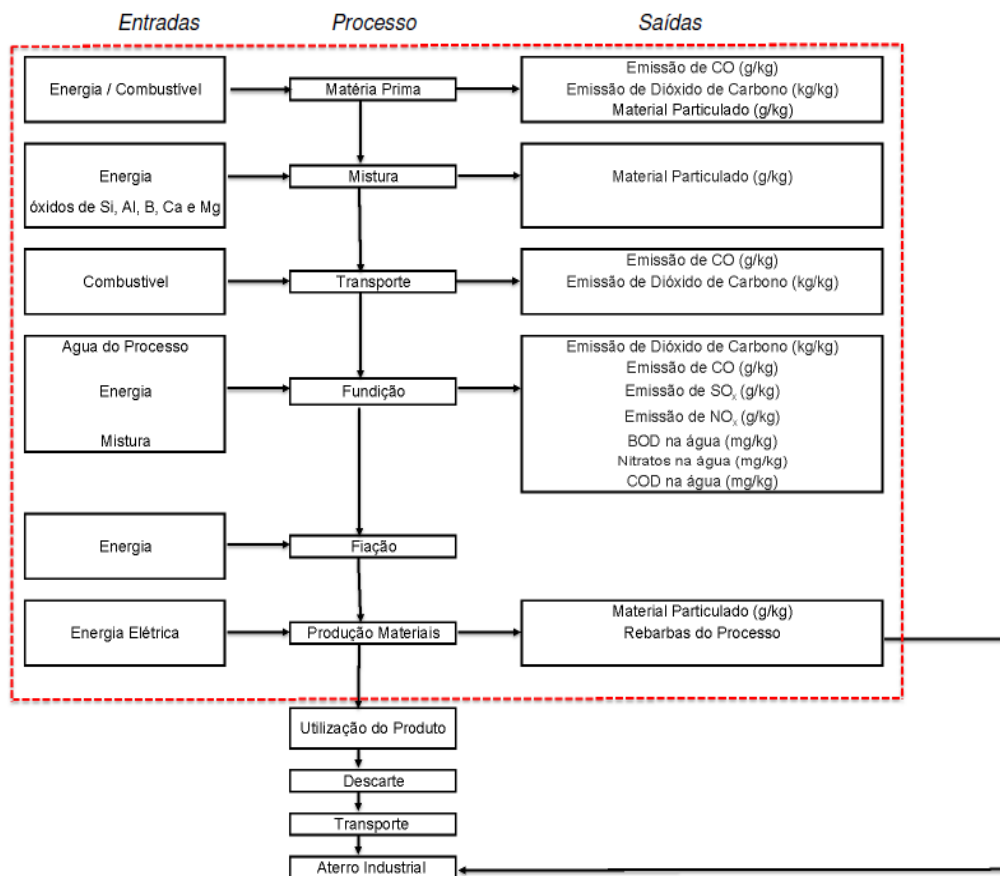


Figura 2: Fluxograma do ciclo de vida da fibra de Vidro

3.2 Levantamento dos Aspectos dos Impactos Ambientais da Fibra de Basalto

Para Ross (2007) o basalto é superior no campo da segurança dos trabalhadores e da qualidade do ar também. Salienta que o basalto é produto de atividade vulcânica, e o processo de formação de fibras é mais seguro para o ambiente do que a fibra de vidro. Os gases de "efeito estufa" que poderiam ser liberados durante o processamento de fibras, foram ventilados milhões de anos atrás, durante a erupção de magma. Além disso, cem por cento de basalto é inerte, não possuindo reação tóxica com ar ou água, e é à prova de explosão e não combustível.

De acordo com Fazio (2011), realmente o total de energia requerida para a produção de fibra de basalto é 4,96 kWh / kg, e para Joshi, (2003), enquanto que a produção de fibra de vidro chega a aproximadamente 15,19 kWh / kg Conforme Basalt Fiber & Composite Materials ([2015?]), o consumo de gás natural no processo de fundição chega aproximadamente de 0,5 - 0.6 m³ para cada 1Kg de Fibra de basalto fabricada, e o consumo de energia necessária para a fundição da fibra de basalto é de aproximadamente 1,2 kWh / kg.

Na Figura 3 é apresentado o fluxograma do Ciclo de Vida da fibra de basalto, com as entradas e saídas do sistema.

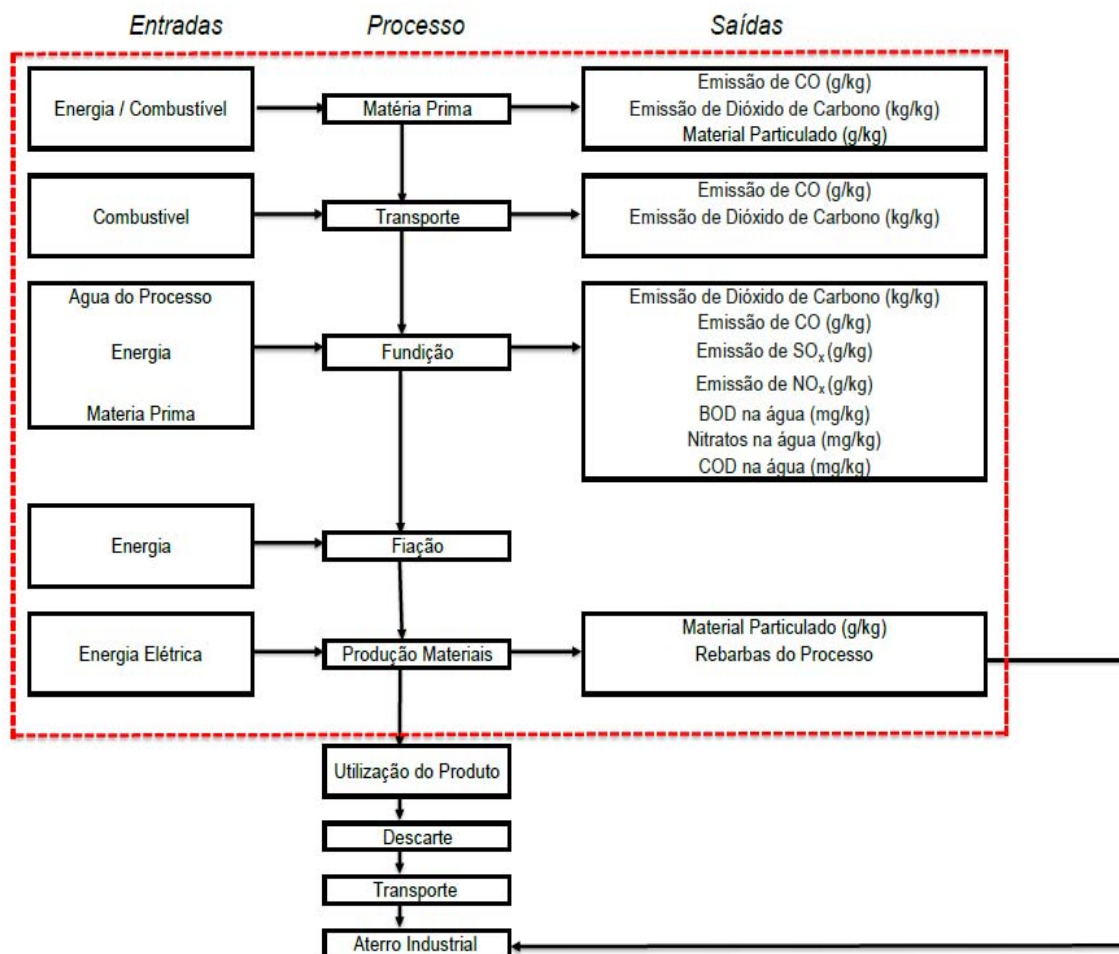


Figura 3: Fluxograma do Ciclo de Vida da fibra de Basalto

O fluxograma baseou-se no ciclo da fibra de vidro, devido a pouco dados encontrados na literatura das análises do inventário e dos impactos, no qual fica difícil evidenciar o ciclo real que os resíduos gerados tomam.

3.3 Análise Ambiental Comparativa de Fibra de Vidro e de Basalto

O gasto energético estimado para produção da fibra de vidro é aproximadamente 3 vezes maior que a fibra de Basalto.

De acordo com a Figura 4, é apresentada a participação geral percentual de produção nos impactos ambientais gerado pela fibra de basalto em comparação a fibra de vidro.

Análise dos Impactos Ambientais da Obtenção de Fibra de Vidro e de Basalto

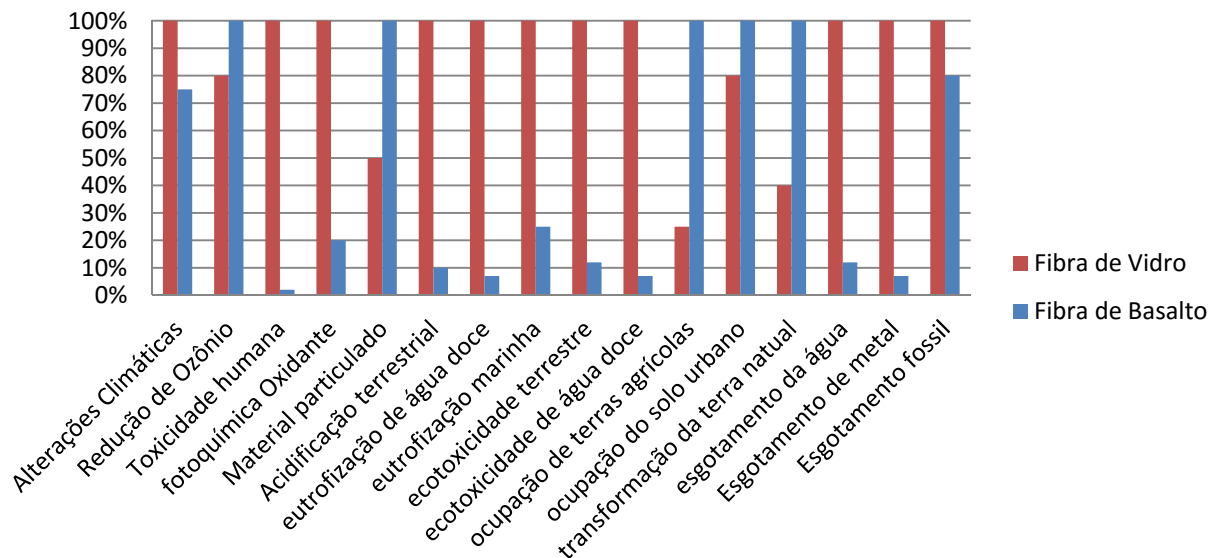


Figura 4: Gráfico do percentual de impactos ambientais da fibra de Vidro. Fonte: Incotology Basalt Fiber Products (2014)

Avaliando a participação percentual da produção nos impactos ambientais, a fibra de vidro apresenta resultados aproximadamente 10 vezes maiores em relação à fibra de basalto, nos impactos de toxicidade humana, ecotoxicidade da água doce, acidificação terrestre, eutrofização de água doce, ecotoxicidade terrestre, esgotamento de água e esgotamento de metal. Nos impactos de fotoquímica oxidante e eutrofização marinha os dados apresentam que a fibra de vidro alcança aproximadamente 5 vezes maior teor de impacto em relação à fibra de basalto. Os impactos de esgotamento fóssil, ocupação de solo urbano, redução de ozônio e alterações climáticas assemelham-se em valores percentuais. A fibra de basalto gera mais impactos na formação de material particulado, na ocupação de terras agrícolas e na transformação de terra natural.

4 CONCLUSÃO

Par a análise deste estudo realizou-se o entendimento sobre a análise de inventário e impacto de produção da fibra de vidro e da fibra de basalto, sendo possível levantar os dados preliminares para aplicação da ferramenta de análise do ciclo de vida. Estima-se que o gasto energético para produção da fibra de vidro é aproximadamente 3 vezes maior que a fibra de basalto, sendo o processo de fundição da fibra de vidro o que apresenta a maior taxa de consumo de energia por quilograma de material fabricado. Os resultados indicam uma forte preferência para a fibra de basalto, levando em consideração cada indicador mostrado pela literatura, a fibra de basalto demonstra um menor impacto ambiental.

Devido à falta de informações impossibilitou a quantificação das entradas e saídas no processo de obtenção da fibra de basalto, interferindo diretamente na análise na

comparativa dos dados obtidos, não sendo possível a identificação dos pontos sensíveis ao processo produtivo.

Recomenda-se a realização de uma simulação computacional criando cenários diversos de produção, adotando a tecnologia utilizada, o meio de transporte e a geração de energia, entre outros.

REFERÊNCIAS

- 1 ABBAS, Usama. Materials Development of Steel-and Basalt Fiber-Reinforced Concretes. 2013. 162 f. TCC (Graduação) - Curso de Civil And Environmental Engineering, Department Of Structural Engineering, Norwegian University Of Science And Technology, Trondheim, 2013..
- 2 BASALT FIBER & COMPOSITE MATERIALS. Basalt Continuous Fiber (BCF) production techniques - Industrial equipment. 2015?. Disponível em: <<http://basaltm.com/en/tehnologii/basalt-continuous-fiber-bcf-production-techniques.html>>. Acesso em: 12 dez. 2015.
- 3 CORAZZA, Ismael. Fibras de Vidro: Características e Desempenho para materiais compósitos São Paulo. Jushi-group, Painel Tecnologias de Materiais para Construção e Manutenção de Estádios e Centros Esportivos, 2012. 61 slides, color. .
- 4 DAI, Q. et al. Life-Cycle Analysis Update of Glass and Glass Fiber for the GREET Model. 2015. Disponível em: <<https://greet.es.anl.gov/files/glass-fiber-update>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- 5 ECYCLE. Fibra de vidro: matéria-prima de muitos itens pode expor riscos no processo de produção. 2010. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/958-fibra-de-vidro-materia-prima-de-muitos-materiais-pode-expor-riscos-no-processo-de-producao.html>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- 6 FAZIO, Piero de. Basalt fibra: from earth an ancient material for innovative and modern application. Studi&ricerche;: Technical Papers, Treviso, p.89-96, mar. 2011.
- 7 FONTAN, Osni. Aplicação de tramas de fibras de pupunheira (Bactris Gasipaes, H.B.K.) em compósitos híbridos com fibra de vidro em matriz de resina poliéster insaturado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade da Região de Joinville, SC, 2009.
- 8 FREITAS, M. et. al. (2009). Preparação e caracterização de materiais compósitos SiC/ caulim/Al via “squeeze-casting”. Cerâmica 55. 271-280.
- 9 INCOTELOGY BASALT FIBER PRODUCTS. Basalt Fiber. Techtexil, Frankfurt, v. 4.1, e.31, p.1-19, 2014.
- 10 JOSHI, S. V.; et al. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites, USA, 2003. Disponível em:<<https://www.msu.edu/~satish/CompositesA-final%20published.pdf> > Acesso em: 18 nov. 2015.
- 11 LAPENA, M. H.; MARINUCCI, G.; CARVALHO, O. (2012). Utilização da fibra de basalto em aplicações estruturais - revisão e propostas de aplicação. 20º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 04 a 08 de Novembro de 2012, Joinville, SC, Brasil.
- 12 ORTH, C. M.; BALDIN, N.; ZANOTELLI, C. T. Implicações do processo de fabricação do compósito plástico reforçado com fibra de vidro sobre o meio ambiente e a saúde do trabalhador: o caso da indústria automobilística. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.12, n. 2, p. 537-556, 2012.
- 13 OTA, W. N. (2004). Análise de compósitos de polipropileno e fibras de vidro utilizados pela indústria automotiva nacional. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia)- Universidade Federal do Paraná, PR.

- 14 ROSS, Anne. Basalt Fibers: Alternative To Glass? 2006. Disponível em: <<http://www.compositesworld.com/articles/basalt-fibers-alternative-to-glass>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- 15 SCALET, B. M. et al. (2013). Best available techniques reference document for the manufacture of glass. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/GLS_Adopted_03_2012.pdf> Acesso em: 05 jun. 2016.
- 16 SCHIAVON, M. A.; REDONDO, S. U. A.; YOSHIDA, I. V. P. (2007). Caracterização térmica e morfológica de fibras contínuas de basalto. Cerâmica 53. 212-217.
- 17 WORRELL, E., et.al., 2008. Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the glass industry. Disponível em: <<http://www.energystar.gov/ia/business/industry/Glass-Guide.pdf>> Acesso em: 05 jun. 2016.