VII SINGEP
Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

RESÍDUO DE PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA: ULTIMAÇÃO ADOTADA POR EMPRESAS EM SÃO PAULO E MINAS GERAIS

LUCAS PINTO DE CARVALHO
UNINOVE - Universidade Nove de Julho

JOSÉ CARLOS CURVELO SANTANA
UNINOVE – Universidade Nove de Julho

Universidade Nove de Julho - UNINOVE

ISSN: 2317-8302

RESÍDUO DE PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA: ULTIMAÇÃO ADOTADA POR EMPRESAS EM SÃO PAULO E MINAS GERAIS

Resumo

É importante o aumento das indústrias no mercado, para que a economia possa crescer e fornecer empregos para a população. Porém, crescimento sem visão de eficiência e sustentabilidade não é viável para o meio ambiente e população, que absorvem diretamente os impactos da industrialização desordenada. As empresas que fabricam peças com o plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) são privilegiadas com um compósito flexível, que pode ser aplicado em orelhões, carros, piscinas, reservatórios, etc. Mas, em contrapartida, sofrem com resíduo gerado em seu processo fabril, pois este material não possui uma reciclagem específica. A pesquisa tem como objetivo verificar quais as medidas adotadas por duas empresas, nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, para reduzir, reciclar ou destinar os resíduos gerados em seus processos. Foi feito um estudo de caso nas empresas, no qual foi constatado o que apesar de fazerem esforços para reutilizar o material, é direcionado quantidade considerável de matéria-prima para os aterros sanitários.

Palavras-chave: Resíduo, Reciclagem, Plástico, Fibra de Vidro.

Abstract

It is important to increase the industries in the market. However, without the vision of efficiency and sustainability, it is not viable for the environment and the population, which directly absorb the impacts of disorderly industrialization. The companies that manufacture parts with glass fiber reinforced plastic (PRFV) are privileged with a flexible system, that can be used in floors, cars, swimming pools, reservoirs, etc. But, on the other hand, factory, because this material does not have an intent of collection. Research mines are adopted by states in Minas Gerais and São Paulo, to reduce, reduce or allocate waste generated in their processes. This was done by a case study about companies, in which some kind of effort was made to reuse the material, it is important the raw material for sanitary toilets.

Keywords: Waste, Recycling, Plastic, Fiberglass.

1 Introdução

O mercado de construções e equipamentos é liderado principalmente pela utilização de três compósitos, que são os metais, materiais cerâmicos e poliméricos. A conquista do mercado por esses materiais é devido a possibilidade de diversas aplicações em estruturas e superfícies em segmentos distintos (Carvalho, 2000; Cavalcanti, 2006).

Entre os compósitos de destaque no mercado é possível citar o polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), que é conhecimento principalmente pela sua resistência mecânica e química, associada ao seu baixo custo, leveza e múltiplas possibilidade de *design* (Carvalho, 2000). A Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos – ALMACO (2018) afirmou que somente em 2016 o setor brasileiro de compósitos faturou mais de dois bilhões e empregou por volta de 60 mil pessoas, consumindo quase 160 mil toneladas de matérias-primas. Por estar em praticamente todos os setores e, por vezes, se sobressaindo quando comparado com outros tipos de compósitos, o polímero pode ser considerado como indispensável para grande parte das indústrias contemporâneas (Carvalho, 2000; Cavalcanti, 2006).

O PRFV é um material que pode ser aplicado em transportes, saneamento, energia elétrica e no ramo construção civil, setor que lidera o consumo deste material. Em todo o mundo são mais de 50 mil aplicações catalogadas, como por exemplo: orelhões, caixas d'água, pás eólicas, peças para ônibus, carros, trens, aviões, entre outros (ALMACO, 2018). Entretanto, apesar de seus benefícios, o PRFV está entre os materiais que ainda não possuem reciclagem estabelecida, produzindo toneladas de rejeitos anualmente (Medeiros, 2005).

A produção de resíduos industriais é uma das principais formas de degradação do meio ambiente, causando diversos problemas ambientais generalizados e degradando a saúde pública (Orth, Baldin, & Zanotelli, 2014; Cavalcanti, 2006). O Brasil produziu cerca de 200 mil toneladas de compósitos em 2012, e o descarte de resíduos do PRFV gerou sério problema ao meio ambiente. Incinerações não são economicamente viáveis para a destinação deste material, devido ao auto custo e gases tóxicos emitidos (Medeiros, 2005), além de não fornecerem nenhum tipo de reaproveitamento de energia no processo (Parente, 2006)

O trabalho busca pela resposta da questão de pesquisa: Como duas empresas, uma de Minas Gerais (EME Fibras) e a outra de São Paulo (Grancaixa), estão reciclando ou direcionando os resíduos (aparas e pó de lixamento) gerados no processo de produção do PRFV?

Devido aos problemas ambientais gerados com seu descarte e a infusibilidade do compósito PRFV, o presente relato tem como objetivo verificar nas empresas, quais os procedimentos que estão sendo adotados para o reuso, reciclagem e destinação final do resíduo.

2 Compósito de PRFV

A combinação de dois ou mais materiais com características individuais e distintas formam o um material conhecido como compósito. As propriedades deste elemento são influenciadas conforme a interface (continua e descontínua), orientação do reforço, interação e dosagem dos materiais. As principais características de sucesso dos compósitos são: baixa densidade; alta resistência à fadiga e corrosão; versatilidade no projeto; baixa transmissão de ruído; vida longa (Cavalcanti, 2006; Carvalho, 1992).

Com uma fase continua (resina) e descontinua (fibra de vidro) aliado a um meio de cura se produz o compósito de matriz polimérica denominado PRFV. Além da rapidez em seu processo construtivo, o PRFV também oferece aos seus fabricantes facilidade na execução, instalação e transporte das peças. Já os seus usuários, são beneficiados com baixo índice de

manutenção, alta resistência a intempéries e ao impacto (Carvalho, 1992). Com o compósito PRFV pode se fabricar peças como reservatórios, tanques para produtos químicos, piscinas, peças para ônibus, mesas, cadeiras e muitos outros tipos de estruturas para residências e empresas (Carvalho, 2000).

2.1 Processo de Fabricação

Em seu processo de fabricação, o poliéster PRFV pode ser moldado de duas formas: com o molde aberto ou molde fechado. Nos moldes fechados, o processo garante uma perfeita compactação e um produto bem-acabado superficialmente em ambos os lados. Já com fabricação em moldes abertos, apenas uma das faces da peça fica em contato com o molde, tendo como consequência, um acabamento rústico na outra face. O molde aberto oferece algumas vantagens, como menor valor de fabricação e fácil correção de erros. Em contraponto, emite maior quantidade de estireno e gera quantidade de resíduo superior quando comparado ao processamento com molde fechado (Pinto, 2002). Segundo Carvalho (2000), os processos com moldes abertos são fabricados nas indústrias com laminação manual ou pistola, técnica adotada por grande parte das empresas que manufaturam o PRFV.

Em países como Alemanha, Itália, França e Noruega existem procedimentos de logística reversa, no qual conseguem voltar o refugo para o processo de produção. Entretanto, para este processo são aceitos em sua grande maioria somente resíduos provenientes de produção por molde fechado. É estimado que por volta de 80% da fabricação do PRFV no Brasil seja feita com moldes abertos, o que dificulta o reaproveitamento do produto (Pinto, 2002).

Um fator importante na fabricação do PRFV é a possibilidade de direcionamento da resistência, pois com as fibras longitudinais contínuas (anisotropia) é possível escolher a posição da peça que irá resistir aos maiores esforços. É possível também a fabricação de peças que possuem a mesma resistência em todos os lados do elemento, que são as fibras picadas (isotropia), que em contraponto fornecem um arranjo mais fraco (Carvalho, 1992).

Orth, Baldin e Zanotelli (2012) estudaram o processo produtivo de uma indústria automobilística e constataram que além de gerar resíduos e causar impactos ambientais, a fabricação do PRFV, principalmente por meio da fabricação por molde aberto, fornece danos à saúde do trabalhador, devido ao pó de fibra e liberação de vapores tóxicos. Afirmaram que as vias de entrada no organismo humano são por meio de inalação (irritação no sistema respiratório e outras membranas mucosas, náuseas e perda de apetite), olhos (irritação moderada, vermelhidão, inchaço e sensação de queima) e pele (irritações).

Qualquer tipo de material artificial cuja ultimação seja a natureza, deve receber um tratamento apropriado antes de seu descarte, com intuito de no minimizar a quantidade de seu volume, pois além de elevar o seu custo de descarte, uma grande quantidade de resíduo contribui para o fim da vida útil do aterro sanitário (Orth *et al*., 2012; Pinto, 2002).

Antes de se pensar em reciclar, as empresas deveriam instalar máquinas e métodos rigorosos em seus processos de fabricação, investindo em mão de obra e tecnologia efetiva para reduzir os resíduos gerados nas cidades e minimizar os impactos ao ser humano e no meio ambiente (Pinto, 2002).

2.2 Reuso e reciclagem do resíduo de PRFV

Há dois tipos de materiais poliméricos com propriedades intrínsecas: os termoplásticos, que após serem aquecidos podem ser novamente moldados, e os termofixos, que seu processo é irreversível, pois quando queimados são totalmente decompostos. Devido a composição de seus materiais, o PRFV é um compósito considerado como termofixo,

característica que dificulta a reutilização ou reprocessamento de seu resíduo (Carvalho, 1992). Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2002), os refugos de PRFV são caracterizados como resíduos de classe C, para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias viáveis que permitam a sua reciclagem.

A preocupação com a reciclagem e descarte não é somente uma questão de preservação da natureza, mas também serve como valorização da sustentabilidade corporativa, tornando a empresa mais competitiva e com melhor credibilidade no mercado. O aumento da concorrência e de fiscalizações ambientais ao decorrer dos anos intimidaram e conscientizaram as indústrias a buscarem alternativas para o reaproveitamento destinação adequada de seus resíduos, reduzindo a geração resíduos no Brasil e no mundo (Fernandes; Oliveira & Hotza, 2003).

Algumas empresas obtiveram lucro adotando uma produção mais limpa e retornando os restos de PRFV para a cadeia produtiva (Sevald & Sellin, 2012; Orth *et al.*, 2014). Pesquisadores estudaram o resíduo adicionando o material em pó, moído (Pedroso, 2002; Asokan & Osmani, 2009) ou reutilizaram suas aparas cortadas em blocos de concreto (Cruz, 2007; Medeiros, 2005), obtendo resultados positivos. Carvalho (2000) cita outros processos que poderiam ser adotadas para destinação final do resíduo PRFV, que são: hidrólise; alcoólise; pirólise; e incineração. No entanto, Segundo Medeiros (2005), eliminar resíduos por meio de incinerações, fornos de cimentos ou qualquer outro tipo de processo que exige a combustão do material a céu aberto, promove graves problemas ambientais e ameaçam a saúde pública.

Medeiros (2005) em sua tese buscou soluções viáveis para a destinação do resíduo de PRFV em vários processos, obtendo os seguintes resultados:

- A incineração, seja ela em incineradores convencionais ou como combustível para fornos de fábrica de cimento, não constitui opção viável devido seu baixo poder calorífico e a composição de cinzas em sua combustão;
- a eliminação por plasma térmico é uma tecnologia cara, mas se bem estuda para a sua implementação, pode proporcionar uma opção promissora;
- o uso do resíduo possibilita o aumento da resistência térmica, economia de cimento e redução da massa total de blocos solo-cimento em cerca 54%, sem comprometer a resistência mecânica;
- em blocos de argamassa de cimento Portland e enchimento de blocos cerâmicos foi observada a viabilidade técnica e econômica.

Orth *et al.* (2014) apresentaram dados de uma empresa automobilística, demonstrando que dependendo do processo de fabricação, a empresa pode perder até 30% da matéria-prima durante o processo de fabricação. As aparas e rebarbas do PRFV na empresa pesquisada correspondem a 45,37% de todos os resíduos produzidos na fábrica, gerando aproximadamente 6 toneladas de material desperdiçados mensalmente. No estudo de Sevald e Sellin (2012) verificaram que a geração de resíduo era um pouco menor, equivalente a 27,13% do total de peças produzidas.

3 Metodologia

Por meio de estudo de caso, foi feito o acompanhamento do processo produtivo em duas empresas de âmbito nacional. A primeira é a EME Fibras, localizada na Avenida Presidente Tancredo Neves, número 2600 no Bairro Bom Jesus, município de Coronel Fabriciano no Estado de Minas Gerais. A segunda empresa é a Grancaixa, localizada na Estrada Tung, número 300 na Chácara Nova, Galpão J, município de Suzano no Estado de São Paulo.

As entrevistas foram feitas com os supervisores das empresas, verificando os materiais utilizados, técnicas e processo de produção (figura 1 e figura 2), quantidade de matéria-prima, portfólio de peças fabricadas (figura 3 e figura 4) e ultimação adotada com o resíduo de PRFV. Segundo Yin (2001), o estudo de caso é utilizado quando se pretende investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, baseando-se em fontes de evidências empíricas.

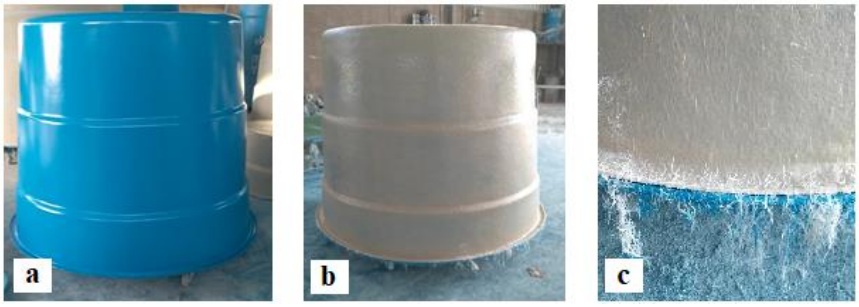

Figura 1: Molde (a), peça sendo feita (b) e borda sem acabamento sob o molde (c) na Grancaixa.

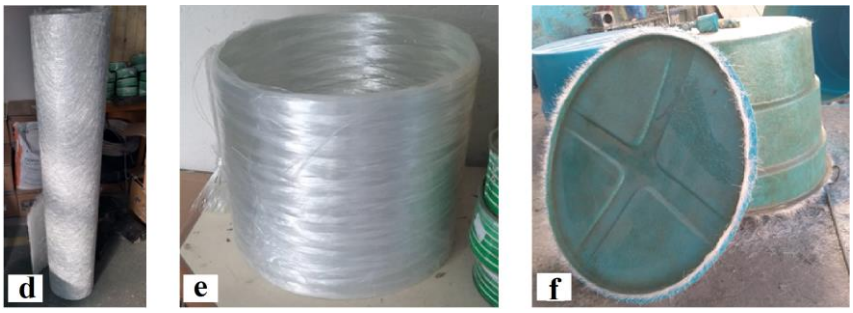

Figura 2: Manta (d), fio *roving* (e) e borda da peça sem acabamento (f) na EME Fibras.

Figura 3: Reservatório e estação de tratamento de esgoto fabricados na Grancaixa.

Figura 4: Reservatórios, piscina e tanque fabricados na EME Fibras.

O questionário foi articulado com dados bibliográficos secundários, conforme perguntas realizadas e respostas obtidas em pesquisas anteriores (Sevald & Sellin, 2012; Orth

et al., 2012; Orth *et al*., 2014), em empresas que fabricaram com o mesmo compósito e, portanto, possuem problemas semelhantes com mesmo o resíduo. A pesquisa foi também descritiva, devido aos seguintes fatores (Vergara, 2010):

- esclarecimento quanto ao processo de fabricação e forma de descarte do PRFV;
- os entrevistados descreveram suas percepções, expectativas e sugestões quanto a destinação do resíduo na empresa;
- abordagem qualitativa das informações (interpretação de fatos não-numéricos);
- análise dos dados quantitativos (análise numérica).

Foi possível obter dados primários por meio da pesquisa documental (arquivos, estimativas e registros fotográficos nas empresas), entrevistas semiestruturadas e observação simples (Vergara, 2010), no qual foi registrado a forma de destinação adotada pela empresa para direcionamento do resíduo, como visto na tabela.

Tabela 1:
Questionário realizado na empresa.

Perguntas	Respostas Grancaixa	Respostas EME Fibras
Quais os materiais utilizados no processo de fabricação?	Resina, fibra de vidro, gel *coat*, catalizador, pistola e molde.	Resina, fibra de vidro, gel coat, catalizador, pistola e molde.
Qual a técnica de produção?	Molde aberto com laminação manual	Molde aberto com laminação manual
Portfólio de peças geradas com molde aberto?	cisternas, estação de tratamento de esgoto, reservatórios (cônico, cilíndrico e quadrado), etc.	Tanques, cisternas, estação de tratamento de esgoto, reservatórios, etc.
Portfólio de peças geradas com molde fechado?	Não fabricam com molde fechado.	Não fabricam com molde fechado.
Quantidade de materiais utilizados?	Por volta de 2 toneladas por mês.	Por volta de 2 toneladas por mês.
Quantidade de resíduos gerados mensalmente?	Em torno de 200 kg de aparas e pó que são provenientes de cortes.	Em torno de 110 kg de aparas e pó que são provenientes de cortes.
Peças que mais geram resíduos?	Reservatórios cilíndricos, devido a quantidade de processos e complexidade na confecção.	Peças confeccionadas sem molde e fabricadas por encomenda (devido novos processos e moldes exclusivos)
Peças que geram menos resíduos?	As tampas e os reservatórios cônicos.	As tampas e os reservatórios cônicos.
Reciclam alguma parte dos resíduos?	É feito esforço para reaproveitar as aparas maiores, mas não contabilizam a quantidade.	É feito esforço para reaproveitar o pó do corte em peças específicas, com acabamentos menos rigorosos.
Destinação final das aparas, proveniente das rebarbas?	É colocado na caçamba e direcionado para aterro sanitário.	É colocado na caçamba e direcionado para aterro sanitário.
Destinação final do resíduo em pó?	É colocado na caçamba e direcionado para aterro sanitário.	É colocado na caçamba e direcionado para aterro sanitário.
Qual o custo para o direcionamento dos resíduos?	Até 800 reais mensais por caçamba, transporte e aterro, executados por uma empresa contratada.	Por volta de 400 reais por semestre, com transporte e aterro, executados por uma empresa contratada.

Na tabela 1 pode ser observado que a fabricação, os materiais e a destinação do PRFV nas empresas são semelhantes entre si. O que difere entre as empresas, basicamente, é a porcentagem de resíduo gerado, devido o portfólio de peças que podem variar, e a logística utilizada para a destinação do resíduo. A Grancaixa destina seu resíduo para o aterro sanitário mensalmente por meio de caçambas, já a EME Fibras descarta a cada 6 meses, porém, por um meio de transporte com maior capacidade de carga, o caminhão *truck* (capacidade de até 6

toneladas), tornando o frete com um custo inferior quanto comparado com a destinação da Grancaixa.

Além do resíduo interno, onde são geradas em média duas caçambas mensalmente, a Grancaixa está experimentando reciclar de pedaços de rebarba de fibra de vidro que vieram de empresa externa, como visto na figura 3. Mas até o momento, muito pouco foi reaproveitado no ciclo produtivo da empresa.

Figura 5: Resíduo interno da Grancaixa e aparas provindas de uma empresa externa, respectivamente.

Na EME Fibras já foram feitas tentativas de reutilizar o pó provindo de cortes em mistura com a resina nas peças fabricadas, mas devido a qualidade do acabamento feito com esta composição ser inferior quando comparado com a massa plástica, tornou-se inviável a sua reutilização no processo fabril.

Por fornecer melhor logística para o seu recolhimento, o todo resíduo que contém produto químico na EME Fibras é depositado no pátio. Segundo a empresa, os resíduos colocados no pátio não irão contaminar o solo, porque além do local ser controlado e observado diariamente pela empresa, os resíduos estão secos e sob o piso de concreto feito para esta finalidade.

Figura 6: Local de despejo dos resíduos com produtos químicos na EME Fibras.

As empresas informaram que qualquer material contaminado com algum produto químico deve ser direcionado para o aterro sanitário, pois a contaminação inviabiliza a sua reciclagem.

Outras indústrias do Estado de São Paulo foram inicialmente contatadas por telefone, verificando a possibilidade de ir pessoalmente para observar o processo. No entanto, duas empresas informaram não passar esse tipo de informação (perguntas do questionário) ao público, e uma terceira empresa se limitou a informar que também é prejudicada pela quantidade de material desperdiçado, e que todos os seus resíduos com contaminação química são direcionados para a incineração.

4 Considerações finais

Com as exigências de organizações e clientes, as empresas já não podem mais negligenciar o resíduo gerado no seu processo fabril. As indústrias estão se conscientizando que a eficiência e sustentabilidade também estão sendo colocadas em pauta, no momento em que os consumidores escolhem seus produtos.

O processo de fabricação por molde aberto gera considerável quantidade de resíduo nas empresas, portanto, para mitigar os impactos ambientais é viável que se busque alternativas adequadas para evitar que as aparas geradas no processo de produção do PRFV se tornem rejeitos industriais.

Como ainda não há direcionamento específico do resíduo de PRFV, as empresas poderiam se reunir, dialogar e verificar se as aparas geradas em seus processos poderiam servir para outra indústria reutilizar o material, assim como feito pela Grancaixa. Que reconheceu a possibilidade de reutilização da rebarba de fibra de vidro de uma empresa externa em seu processo de fabricação. Ou mesmo, verificar a possibilidade de reutilização no processo fabril do pó provindo de cortes, como já empregado pela EME Fibras.

Os entrevistados informaram que ao encontrar uma forma viável para reutilização dos descartes provindos do PRFV, além de diminuir os impactos ambientais e o prejuízo nas empresas, forneceria possibilidades de emprego para a população devido a reciclagem do material.

Referências

Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos – ALMACO. (2003). Recuperado em 12 de junho de 2018 em http://almaco.org.br/quem-somos-3/.

Alves, S. M., & Oliveira, J. F. G. D. (2007). *Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental*. Produção (São Paulo. Impresso), 17, 129-138.

Asokan, P., Osmani, M., & Price, A. D. (2009). *Assessing the recycling potential of glass fibre reinforced plastic waste in concrete and cement composites. Journal of Cleaner Production.* 17(9), 821-829.

Carvalho, A. (1992). *Fiberglass x Corrosão – Especificação, Instalação e manutenção de equipamentos de Fiberglass para Ambientes Agressivos*. São Paulo.

Carvalho Filho, A. (2000) *Disposição de resíduos sólidos na indústria de compósitos.* Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, Práticas Recomendadas – IBRACON, p.43-50. São Paulo, SP. Recuperado em 03 de maio de 2018 em https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ibracon/2000/CT206.pdf.

Cavalcanti, W. S. (2006) *Compósitos poliéster/tecidos tramados vegetal vidro: caracterização mecânica e simulação da sorção de água*. Doutorado em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil. Recuperado em 03 de maio de 2018 em http://biblioteca.fecap.br/wp-content/uploads/2012/08/Manual-APA-regras-gerais-de-estilo-e-formata%C3%A7%C3%A3o-de-trabalhos-acad%C3%AAmicos.pdf.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções 307 de 2002, 348 de 2004 e 431 de 2011, que estabelecem diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Recuperado 17 de junho de 2018 em http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307

CRUZ, M. P. N. (2007). *Reaproveitamento de resíduos de resina de poliéster insaturado com fibra de vidro na fabricação de blocos de concreto para alvenaria*. Monografia (graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Engenharia de Materiais.

Dehghan, A., Peterson, K., & Shvarzman, A. (2017). Recycled glass fiber reinforced polymer additions to Portland cement concrete. *Construction and Building Materials*, *146*, 238-250.

Derenzo, S; Gavioli, R. R; Paiva, L. B; Camatta, & Guimarães (2013). *Estudo de processo de moagem de resíduos sólidos gerados pelo setor de compósitos visando redução de volume e reintrodução no próprio sistema produtivo.* 12° Congresso Brasileiro de Polímeros.

Fernandes, P. F., Oliveira, A. P. N., & Hotza, D. (2003). Reciclagem do lodo da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de revestimentos cerâmicos. Parte 1: Ensaios laboratoriais. *Cerâmica Industrial*, *8*(2), 26-34.

Orth, C. M., Baldin, N., & Zanotelli, C. T. (2012). 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*, *12*(2), 537-556.

Orth, C. M., Baldin, N., Zanotelli, C. T. (2014). *A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução.* Gest. Prod., São Carlos, v. 21, n. 2, p. 447-460, 2014. Recuperado em 03 de maio de 2018 em http://www.scielo.br/pdf/gp/v21n2/v21n2a16.pdf.

Parente, R. A. (2006). *Elementos estruturais de plástico reciclado. Universidade de São Paulo, São Carlos.* Recuperado em 11 de junho de 2018 em http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2006ME_RicardoAlvesParente.pdf.

Pinto, K. N. C. (2002). *Reciclagem de resíduos de materiais compósitos de matriz polimérica: poliéster insaturado reforçado com fibras de vidro*. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) – Universidade de São Paulo, SP, 2002. Recuperado em 11 de junho de 2018 em http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Kelly%20Nanci%20Carneiro%20Pinto_M.pdf

Sevald, R. J., & Sellin, N. (2012). Produção mais limpa aplicada ao processo de fabricação de peças em compósitos de resina poliéster insaturado reforçado com fibra de vidro. *Engevista*, 14(3).

Zattera, A. J., Carvalho, G. D. A., & Freire, E. (2000). Reuso de resíduos de laminados de fibra de vidro na construção civil. *In Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais.* Univ. Caxias do Sul.

Vergara, S. C. (2010). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração.* São Paulo: Atlas.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Bookman editora.