



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL RCD NO BRASIL

Aline Fagundes Valente¹; Juan Carlos Valdés Serra²; Julianne Cutrim Nazareno³; Any
Kalline Ferreira Magalhães⁴

RESUMO

A geração dos resíduos da construção e demolição (RCD) no Brasil ocorre em grandes quantidades, e por esse motivo se torna necessário que esse resíduo tenha uma destinação adequada, para minimizar os impactos ambientais e econômicos, e evitar o esgotamento de áreas de aterros, escassas em grandes centros urbanos. Diversas tecnologias na área de equipamentos para reciclagem de resíduos de construção civil estão sendo desenvolvidos, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais gerados por esse setor. O objetivo deste trabalho foi de apresentar alguns mecanismos de separação de resíduos de construção civil capazes de melhorar as etapas de reciclagem nas usinas e contribuir para obtenção de um agregado de maior qualidade.

Palavras-chave: Resíduos da construção e demolição (RCD); Impactos ambientais; Mecanismos de separação; Reciclagem.

EVALUATION OF WASTE SEPARATION EQUIPMENT FOR RCD CIVIL CONSTRUCTION IN BRAZIL

ABSTRACT

The generation of waste from construction and demolition in Brazil occurs in large quantities, and for this reason it is necessary that this waste has an appropriate destination, to minimize environmental and economic impacts, and avoid the exhaustion of landfill areas, In large urban centers. Several technologies in the area of equipment for recycling of construction waste are being developed, with the objective of minimizing the environmental impacts generated by this sector. The objective of this work is to present some mechanisms of separation of civil construction waste able to improve the recycling stages in the plants and contribute to obtain a higher quality aggregate.

Keywords: Construction and demolition waste (RCD); Environmental impacts; Separation mechanisms; Recycling.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Endereço para correspondência 504 alameda 2 lote 76 apartamento 204 - Palmas - TO - CEP: 77021-662 – Brasil. E-mail: alinefvalente@hotmail.com Telefone: (63) 98505-7306

² Professor Doutor Adjunto da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

³ Professora Mestranda Adjunta da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

⁴ Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos de construção e demolição (RCD) são gerados pela construção civil e são provenientes de construções novas, reformas, reparos, demolições ou resultantes da preparação e da escavação de terrenos, o mau gerenciamento desses resíduos constitui um dos principais problemas ambientais.

O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil é indispensável, pois uma gestão adequada desses resíduos reduz custos sociais, financeiros e ambientais. Os RCD devem ser gerenciados a partir do projeto até a sua destinação final, para evitar possíveis impactos ambientais.

Os RCD são um dos responsáveis pelo esgotamento de áreas dos aterros de resíduos sólidos urbanos (RSU), uma vez que correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos (ANGULO et al, 2003 Apud KELVYA e MOREIRA, 2011).

Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa,

gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA 307, 2002).

Através da Resolução Conama 307 e suas complementares são atribuídas responsabilidades aos geradores, transportadores e gestores públicos do RCD. Os municípios são responsáveis por definir um Plano Integrado de Gerenciamento desses resíduos. A Resolução determina o estabelecimento de Pontos de Entrega Voluntária e de Áreas de Transbordo e Triagem para receber o RCD gerado, após a triagem do material deve-se encaminhá-lo para um Aterro classe A, o que possibilita o uso futuro da área, e/ou para a Reciclagem do RCD classe A, evitando assim danos à saúde pública e ao meio ambiente (HAMASSAKI, OLIVEIRA e ÂNGULO, 2014).

Uma das formas de contribuir para o gerenciamento dos RCD é através da implantação de usinas de reciclagem, a fim de recuperar os resíduos e inseri-los novamente na cadeia produtiva (MANFRINATO et al. 2008). Além dos benefícios sociais e econômicos, as usinas minimizam os problemas ambientais e colaboram para no cumprimento da Resolução 307 do Conselho Nacional de

Meio Ambiente (CONAMA), de 2002, que proíbe a disposição de RCD em aterros sanitários, priorizando a reciclagem e a reutilização (BRASIL, 2002; MANFRINATO et al., 2008).

De acordo com Schamne, Miranda e Vogt (2016) Apud Miranda (2005), aliar a sustentabilidade ao crescimento da construção civil, é um dos grandes desafios na reciclagem de RCD no Brasil. De acordo com (MANFRINATO et al. 2008), “uma das formas de contribuir para o gerenciamento dos RCD é através da implantação de usinas de reciclagem, a fim de recuperar os resíduos e inseri-los novamente na cadeia produtiva”.

Nesse contexto, diversas tecnologias na área de equipamentos para reciclagem de RCD vêm sendo desenvolvidas, principalmente na área de mecanismos de separação de resíduos, a fim de otimizar as etapas de reciclagem nas usinas e contribuir para obtenção de um agregado de maior qualidade ao final do processo (POON et al., 2001).

Em uma usina de reciclagem o processo deve seguir várias etapas para que se obtenha o produto final de boa qualidade. Para Schamne, Miranda e Vogt (2016) Apud Poon et al., (2001), diversas tecnologias na área de equipamentos para reciclagem de RCD vêm sendo desenvolvidas, principalmente na área de mecanismos de separação de resíduos, a

fim de otimizar as etapas de reciclagem nas usinas e contribuir para obtenção de um agregado de maior qualidade. Para produção de reciclados de boa qualidade é fundamental a separação dos diversos tipos de resíduos produzidos. Este artigo tem como objetivo apresentar alguns mecanismos usados na separação de RCD.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Reciclagem de rcd no mundo

Segundo Costa (2014), a reciclagem de RCD e a sua reutilização na própria construção civil como matéria-prima alternativa, vêm ganhando força entre os pesquisadores. Além de reduzir a exploração de jazidas minerais para extração de recursos naturais não renováveis, existe também, uma grande carência de locais para a deposição desses resíduos. A reciclagem de RCD contribui também para a ampliação da vida útil dos aterros, especialmente em grandes cidades, em que a construção civil é intensa e há escassez de área para deposição. Em cinco países europeus é proibida a deposição de algumas categorias de RCD em aterros. Estas proibições variam de país para país, mas o objetivo principal é prevenir a deposição no solo de materiais recicláveis e reutilizáveis.

O custo do produto reciclado é bem menor que o custo do produto feito a partir dos recursos naturais. De acordo com Costa (2007), obtém-se uma economia de 67% em média, quando comparados os preços do agregado reciclado e do agregado natural.

De acordo com Brasileiro e Matos (2015) Apud Coelho e Brito (2013), na Irlanda uma pequena parcela do RCD é utilizada como cobertura em aterros sanitários, sendo a maior parte depositada em aterros ilegais. Em Portugal, aproximadamente 76% dos RCD são depositados em aterros, 11% é reutilizado, 9% é reciclado e 4% incinerado. A quantidade de RCD reciclados/reutilizados (20%) é pequena quando comparado com outros países, como o Reino Unido (52%), a Holanda (92%), a Bélgica (89%), a Áustria (48%) e a Dinamarca (81%). Coelho e Brito (2013) diz que, no ano de 2020 a Comunidade Européia (CE) deverá reutilizado/reciclado pelo menos 70% dos RCD.

Na Tanzânia, o RCD não é reciclado e estudos sobre como este processo poderá acontecer ainda são limitados. Enquanto que os Estados Unidos recicla até 70% e a Alemanha até 90% dos RCD (SABAI, 2013).

De acordo com o IBGE (2008), dos 5.564 municípios brasileiros, 4.031 municípios (72,45%) possuem "serviço de

manejo dos resíduos de construção e demolição"; em 392 municípios (7,05%) tem "existência e tipo de processamento dos resíduos", 124 (2,23%) existe a "triagem simples dos resíduos de construção e demolição reaproveitáveis (classes A e B)", em 14 (0,25%) existe "triagem e trituração simples dos resíduos classe A", em 20 (0,36%) existe "triagem e trituração dos resíduos classe A, com classificação granulométrica dos agregados reciclados" e somente em 79 municípios (1,42%) existe o programa de "reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos. Somente uma parte do RCD desses municípios é destinada às usinas de reciclagem, concluindo-se que a grande maioria dos RCD no Brasil não é reciclada.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa científica é predominantemente descritiva, de acordo com Schamne, Miranda e Vogt (2016), pois visa descrever avaliação dos equipamentos de separação dos resíduos da construção civil rcd no Brasil. Com esta finalidade realizou-se uma revisão bibliográfica no período de Janeiro de 2017 a Abril de 2017, sobre informações pertinentes com relação às diferentes alternativas de separação de impurezas de resíduos de construção.

4. EQUIPAMENTOS DE SEPARAÇÃO DO RCD

4.1 Classificador gravitacional inercial

Este classificador (Figura 1), cujo componente principal é o ar, combina forças gravitacionais, inerciais, centrífugas e aerodinâmicas para classificar eficientemente os materiais nos pontos de corte. O equipamento trabalha com um nível mínimo de troca de peças e praticamente nenhuma manutenção. O material entra pelo topo da unidade e percorre até a parte inferior do equipamento. O ar sofre uma mudança de direção de 120° e, em seguida, sai pelas palhetas arrastando as partículas finas. As partículas grossas, muito pesadas para cruzar a palheta, descem até a parte

inferior da câmara onde atravessam o fluxo de ar secundário antes de serem descarregadas por uma válvula. O ar secundário por baixo das palhetas atravessa a cortina de partículas em queda e aquelas próximas ao ponto de corte são desviadas pelo fluxo de ar secundário para dentro de uma ‘corrente de redemoinho’ na câmara. Alguns finos são capturados à medida que entram na unidade enquanto outros são retirados do redemoinho. Estes são carregados pelo ar de exaustão para um filtro de tecido para a recuperação final. Este equipamento é amplamente usado para produzir areias manufaturadas e superfinas com altas especificações (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016) Apud (METSO, 2015).

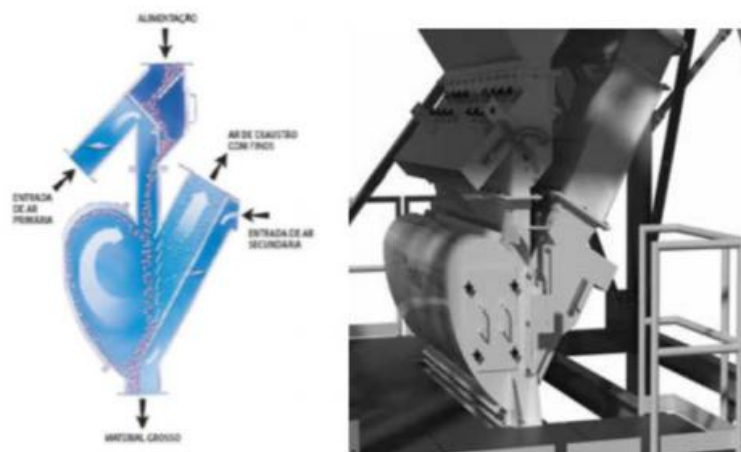


Figura 1 - Funcionamento e exemplo de classificador inercial gravitacional

Fonte: Metso (2015).

De acordo com Schamne, Miranda e Vogt (2016), este classificador mostra boa eficiência na remoção de fração pulverulenta presente no agregado reciclado, podendo assim ser útil na melhoria da qualidade de areias recicladas com excesso de finos $< 0,075$ mm. Entretanto, não é eficiente na remoção de impurezas leves. Observa-se que a remoção delas sofreu influência da massa e, provavelmente, do formato da partícula. Dependendo destas variáveis as impurezas foram direcionadas para a saída errada do equipamento, misturando-as com o material de boa qualidade. Para o correto funcionamento do equipamento, o material precisa estar seco.

4.2 Sistema de sopro de ar com ventiladores

O sistema de separação de sopro de ar, como exemplificado na Figura 2, com um modelo Air Master, da Cityequip, é um sistema simples e de boa eficiência, que utiliza ventiladores para retirada de impurezas leves como fração de pedrisco, rachão, até pedaços de madeira. No caso do equipamento da Cityequip (Figura 2), a cabine é feita de materiais com densidade leve e duto de circulação de ar que reduz o volume de ar necessário, reduzindo pressões ambientais. A largura da correia de alimentação pode ser de 1200 ou 1600 mm, dependendo do modelo, e a taxa de carregamento chega a 1,6 m/s. O equipamento vem acoplado em uma unidade móvel, o que facilita o transporte e utilização em qualquer local (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016 Apud CITYEQUIP, 2016).



Figura 2 – Sistema por soprador de ar

Fonte: Schamne, Miranda e Vogt (2016).

Segundo Schamne, Miranda e Vogt (2016), o funcionamento do equipamento

Cityequip indicou que ele possui um bom desempenho na remoção de impurezas leves. Mesmo trabalhando com partículas

de grandes dimensões (ultrapassando 150 mm em alguns casos), o motor de 50 cv foi capaz de remover pedaços madeira e gesso. Entretanto, quando a madeira está úmida a eficiência de separação reduz, pois ela fica mais pesada, aproximando-se da massa do RCD. Este sistema possui boa eficiência desde que o sopro de ar seja regulado em função da dimensão da partícula (pedrisco, brita ou rachão). Foi possível separar com eficiência superior a 80% pedaços de madeira e gesso do RCD cerâmico ou de concreto. O motor de 5 cv mostrou-se suficiente para as partículas entre 12 38 mm e muito forte para partículas inferiores a 9,5 mm. É necessário ter um ventilador para cada tamanho de material (pedrisco, brita, rachão) que devem funcionar continuamente, um para cada cadeia transportadora. Assim, pode-se afirmar que esta é uma boa opção para ser instalada em usinas móveis ou fixas, devido ao menor custo e por não exigir tecnologia especializada.

4.3 Sistema de classificação por sensores infravermelhos

O sistema TITECH Autosort utiliza a nova tecnologia de varrimento DUOLINE®, que realiza um varrimento duplo em cada passagem (Figura 3). Os sensores NIR de elevada velocidade e confiabilidade captam os espectros de infravermelhos específicos de vários

objetos graças a uma resolução óptica muito elevada. O processo de varrimento duplo permite aumentar, consideravelmente, a distância entre a unidade de varrimento e a correia transportadora, mantendo a resolução elevada, o que reduz minimamente os danos nos componentes ópticos e aumenta a confiabilidade. Nos modelos de varrimento duplo, o primeiro sensor NIR reconhece os materiais com base nas suas propriedades espectrais específicas e únicas de luz refletida. Um segundo sensor NIR oferece informações espectrais adicionais. Já a combinação de um sensor NIR com um sensor de espectrometria de luz visível (VIS) fornece informações sobre os materiais de reciclagem de acordo com o tipo e a cor, podendo reconhecer suportes impressos e todas as cores no espectro visível para transparente, bem como todos os objetos opacos. Ao combinar os sensores NIR e VIS, em configurações distintas, o TITECH Autosort oferece resposta a diferentes aplicações, obtendo frações de elevada confiabilidade com alto grau de pureza. Além disso, o sistema é compacto e se caracteriza pela fácil instalação e integração nas fábricas, com simplicidade no manuseio dos seus componentes, além de potência, confiabilidade e precisão (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016 Apud TOMRA; TITECH, 2015).

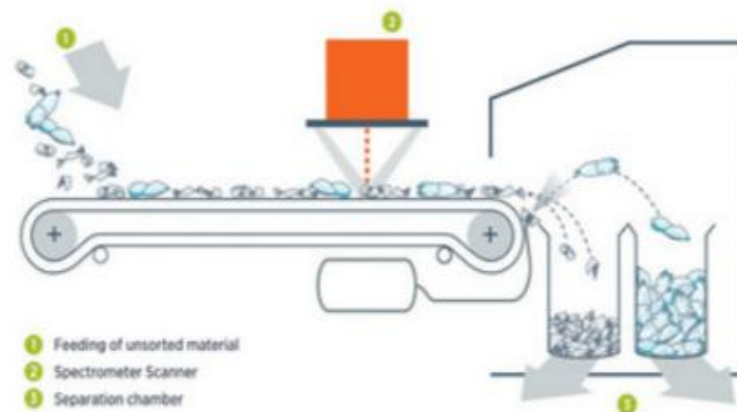


Figura 3 – Esquema de separação por infravermelho

Fonte: Titech (2015).

Nesse sistema o gesso e a madeira foram separados de maneira satisfatória, com porcentagens maiores que 90%, gerando uma fração limpa de agregados graúdos. Sem dúvida, esta é a alternativa que apresentou maior eficiência na separação de impurezas de gesso e madeira. Entretanto, é necessário avaliar se, para RCD que possui baixo valor agregado, este sistema se mostra viável economicamente (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016).

4.4 Separação por jigue

Os jigues são equipamentos de concentração gravítica em que os RCD são separados por faixa de densidade, por ação da força da gravidade e/ou da força centrífuga (Figura 4). As partículas presentes nos agregados reciclados são

separadas pela massa específica aparente do grão através de um leito pulsante e acabam estratificadas em camadas com densidade crescente, da parte superior em direção à parte inferior do leito (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016 Apud ARENARE, 2008).

Segundo (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016 Apud Xing et al. 2004), embora os materiais se misturem no jigue, eles caem com velocidades diferentes, conforme sua densidade. Materiais mais densos alcançam mais rapidamente o fundo do que materiais menos densos, visto que estes cairão por cima, a uma velocidade menor, sendo possível então fazer a separação. Portanto, quanto maior for a diferença de densidade, mais eficaz será a separação neste método.

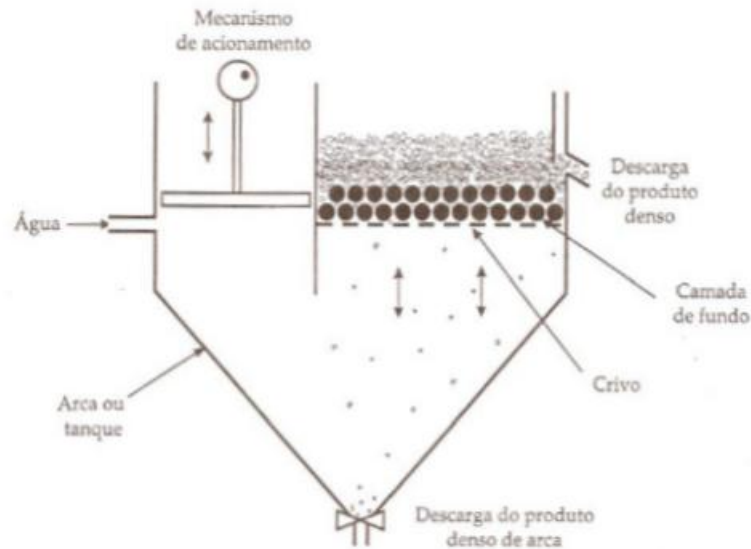


Figura 4 - Esquema de separação do jigue

Fonte: Schamne, Miranda e Vogt (2016) Apud ARENARE (2008).

Schamne, Miranda e Vogt (2016) Apud Sampaio et al. (2015a), diz que é possível utilizar jigues de ar na separação de partículas de gesso, concreto e alvenaria, com partículas de 4 a 20 mm, devido à diferença de densidade das partículas dos materiais. Entretanto, para o uso em usinas de reciclagem, deve-se considerar o custo do equipamento que não é baixo e o fato dele retornar um menor desempenho que a separação por infravermelho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os separadores citados neste artigo, verifica-se que o classificador gravitacional inercial possui uma eficiência insatisfatória quando considerados com os outros equipamentos citados, pois

apresenta um baixo desempenho na remoção de partículas leves de maior porte.

A separação por sistemas de sopro de ar é uma opção viável, pois utiliza apenas ventiladores instalados para cada granulometria de material, sem sensores de alto custo, conseguindo apresentar uma boa relação custo/benefício.

O equipamento de separação por espectrometria de NIR mostrou-se capaz de tratar uma grande quantidade de material, aumentando consideravelmente o rendimento do processo. Devido à alta eficiência dos sensores no reconhecimento dos possíveis contaminantes da amostra de RCD, esse separador gera um produto de maior qualidade, porém apresenta um alto custo.

O método de jigagem a seco é útil para a estratificação de contaminantes mais

leves e duros, o que proporciona uma boa visão para a aplicação industrial. Porém, a separação de partículas com a densidade muito próxima e partículas porosas, é apontada como uma possível desvantagem desse processo, além do custo do equipamento.

Portanto dos quatro separadores estudados o que se mostrou mais eficiente foi o de separação por espectrometria de NIR, pois conseguiu separar uma grande quantidade e variedade de resíduos, gerando assim um material de maior qualidade para o reaproveitamento.

As tecnologias de separação de RCD apresentados vão aperfeiçoar as etapas de reciclagem nas usinas, pois o material separado terá maior qualidade ao final do processo, tornando a reutilização e o reaproveitamento a melhor possível.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 5 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>> . Acesso em: 14 mar. 2017.
- HAMASSAKI, Luiz Tsuguo; OLIVEIRA, Sidnei Rodrigues de; ÂNGULO, Sergio Cirelli. Reciclagem de RCD. **Revista notícias da construção** / Maio 2014. Disponível em: www.ipt.br/download.php?file_name=1080Noticias_da_Construcao_SindusCon_Maio_de_2014.pdf. Acesso em: 19 mar. 2017.
- I. A. C. Costa, "**Resíduos de Construção e Demolição: fatores determinantes para a sua gestão integrada e sustentável**", Diss. Mestrado, Universidade Nova de Lisboa (2014) 58p. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de dados Agregados, Censo 2008, disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf. Acesso 19 mar. 2017.
- KELVYA, Antonio Eduardo Bezerra Cabral; MOREIRA, Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza, agosto de 2011. Disponível em: <http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2017.
- MANFRINATO, Jair W. De S.; ESGUÍCERO, Fábio J.; MARTINS, Benedito L. Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável -Estudo de caso. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008, p.1-12. Disponível em: Acesso em: 14 mar. 2017.
- M. M. Sabai, M. G. D. M. Cox, R. R. Mato, E. L. C. Egmond, J. J. N.

- Lichtenberg, Res. Cons. Recycling 72 (2013) 9. METSO, 2015. Disponível em:< <http://www.metso.com/>>. Acesso em: 19 mar. 2017.
- N. Costa Junior, M. Luna, P. Selig, J. Rocha, Eng. Sanit. Ambiental 12, 4 (2007) 446.
- Brasileiro, L. L. and Matos, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Cerâmica*, Jun 2015, vol.61, no.358, p.178-189. ISSN 0366-6913
- N. C. Silva, R. Malheiros, A. C. Campos, "A reciclagem e o destino final dos resíduos sólidos de construção e demolição produzidos no município de Goiânia", in: **IV Cong. Bras. Gestão Amb.**, Salvador, BA (2013).
- SCHAMNE, A. N.; MIRANDA, L. F. R.; VOGT, V. Equipamentos de reciclagem de resíduos da construção civil: mecanismos de separação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.
- TITECH Innovation in Global Recycling, 2015. Disponível em:< <http://br.titech.com/>>. Acesso em: 19 mar. 2017.