

## Meio Ambiente e Sustentabilidade



## RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE – PE.

### *Recycling Construction Waste: Case Study in a Company in the City of Camaragibe*

Stevam Gabriel Alves\*, Fábio Thiago Santos de Santana, Andreza da Silva Araújo, Ana Beatriz de Carvalho Paz de Andrade, Rogéria Mendes do Nascimento.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Recife.

## RESUMO

Os impactos causados pela disposição irregular dos resíduos sólidos de perdas da construção civil são um dos maiores problemas enfrentados atualmente pela gestão urbana. Por isso, buscaram-se tecnologias que aumentem a eficiência do uso de energia, reduzindo o consumo de recursos naturais e que gerem menos resíduos e poluição. Dessa forma, o trabalho tem como objetivo diagnosticar o processo produtivo de uma empresa que recicla resíduos da construção civil e identificar os subprodutos produzidos e seus possíveis usos. Para isso, foram necessárias pesquisas bibliográficas para o aprofundamento teórico na temática, de visitas de campo que permitiram a compreensão no ciclo produtivo da empresa e entrevistas com funcionários do empreendimento para identificar os produtos produzidos no empreendimento e como esses são elaborados. Como resultado, foram levantados os subprodutos produzidos pela empresa e as possíveis utilizações desses. Em conclusão, foi identificado os tipos de materiais produzidos pela empresa e suas possíveis utilizações. Além disso, verificou-se a importância da criação de novas empresas de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD), objetivando melhorar a qualidade socioambiental do município.

**PALAVRAS-CHAVE:** RCD, Impactos Socioambientais, Reutilização, Sustentabilidade.

## ABSTRACT

*The impacts caused by irregular disposal of solid waste construction losses are a major problem faced by the urban management. Therefore seek to technologies that increase the efficiency of energy use, reducing consumption of natural resources and generating less waste and pollution. Thus, the study aims to diagnose the production process of a company that recycles construction waste and identify those produced by-products and their possible uses. For this, it took literature searches for theoretical deepening the theme, field visits that allowed understanding the production cycle of the company and interviews with employees of the enterprise to identify products produced in the enterprise and how these are developed. As a result, the by-products produced by the company and the possible uses of these were raised. In conclusion, it was identified the types of materials produced by the company and its possible uses. In addition, there was the importance of creating new businesses recycling of waste from construction and demolition (RCD), aiming to improve the environmental quality of the city.*

**KEYWORDS:** Waste Demolitions, Social and Environmental Impacts, Reuse, Sustainability.

*\*e-mail: stevam\_gabriel@hotmail.com*

## **INTRODUÇÃO**

As políticas de preservação e conservação do meio ambiente têm marcado o perfil das últimas décadas refletindo em inúmeros campos, da economia à política, começando a atingir também o setor da construção civil.

A indústria da construção civil causa um impacto ao meio ambiente ao longo de toda a sua cadeia produtiva, desde alterações no uso do solo, extração da matéria-prima, o transporte, até o processo construtivo e suas perdas. Esses impactos negativos ocasionados pela disposição irregular dos resíduos da construção civil são um dos maiores problemas enfrentados atualmente pela gestão urbana.

Junto a isso, o crescimento populacional, econômico, a utilização de tecnologias inadequadas tem contribuído para que a quantidade de resíduos sólidos urbanos aumente cada vez mais.

Em contrapartida, a gestão dos resíduos da construção civil visa reduzir os efeitos negativos inerentes ao sistema produtivo da construção civil como, por exemplo, os gases estufa. Dentro desse contexto, podemos citar o estudo da Green Building Council Brasil (2010), no qual, afirma que a construção civil é responsável por 1/3 dos gases lançados na atmosfera em todo o mundo. Em porcentagem, isto significa algo em torno de 25% a 30%, sendo assim, um dos setores que mais poluem no planeta.

O reaproveitamento dos resíduos pela indústria de beneficiamento dos rejeitos da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade. Neste contexto, soluções para o problema dos resíduos da construção civil, incluindo reciclagem na própria obra ou em usinas apropriadas, vêm proporcionar redução nos custos ambientais, sociais e principalmente econômicos causados pelo entulho, além de disponibilizar um material com grande potencialidade de uso, transformando-o novamente em matéria-prima.

Dentro desse contexto, o presente estudo tem como objetivos fazer um diagnóstico do processo produtivo, identificar os tipos de resíduos que o empreendimento recicla, apontar quais subprodutos são originados a partir desses, além de mencionar possíveis finalidades de utilização dos subprodutos produzidos.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Sabe-se que ações isoladas não irão solucionar os problemas advindos dos resíduos das construtoras e que a indústria deve tentar fechar seu ciclo produtivo de tal forma que minimize a saída de resíduos e a entrada de matéria-prima não renovável (DORSTHORST; HENDRIKS, 2000). Uma das formas de solução para esse problema é a reciclagem dos resíduos da construção civil visto que este tem um grande potencial de reutilização (JOHN, 2000; LEVY, 1997; PINTO, 1999). Diante desse contexto podemos inserir o princípio da sustentabilidade que segundo a WCED

(1987), conceitua como um sistema estrutural de desenvolvimento em três esferas: econômico, social e ambiental na qual buscam satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras.

As exigências da sociedade são cada vez maiores para a melhoria e manutenção das condições ambientais, o que exige do Estado e da iniciativa privada medidas que possibilitem compatibilizar o desenvolvimento às limitações da exploração dos recursos naturais (ABRECON, 2011).

Desse modo, uma característica vital para a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) no país é o entrosamento com as questões ambientais e a abordagem preservacionista que a atividade agrega. Sendo assim, ser sustentável nesse tipo de atividade, não se utiliza recursos naturais, como pedreiras, cascalhos, terra ou material congênere (SEBRAE, 2012).

A reciclagem além de contribuir com a limpeza da cidade, poupa os rios, represas, terrenos baldios, o esgotamento sanitário, aliviam o impacto nos aterros sanitários e lixões e até ameniza alagamentos e enchentes, uma vez que, não vai parar em bueiros e não impermeabiliza o solo (SEBRAE, 2012).

Do ponto de vista financeiro, o sistema é interessante para as Prefeituras porque permite a redução global dos custos, além dos ganhos ambientais associados. Dados de John & Agopyan (2000), mostram que a implantação e operação do sistema de gestão do RCD são compensados pela redução da necessidade de coleta e deposição do resíduo depositado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais adquirido de terceiros para consumo nas obras da municipalidade pelo agregado reciclado. Naturalmente, o sistema será tão mais interessante quanto maior o custo do agregado natural e do sistema de coleta da deposição ilegal.

A adoção de tecnologias para reaproveitamento e reciclagem dos resíduos da construção civil vem ganhando espaço, visando à redução dos custos e atendimento às legislações, pela nova lei federal nº 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pelo decreto 7.404/10, esse política propõe instrumentos variados para proporcionar as empresas o incentivo à reciclagem e a reutilização de resíduos sólidos produzidos em seus processos produtivos bem como a destinação adequada ambientalmente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde e à segurança pública e minimizar impactos ambientais (PENSAMENTO VERDE, 2014).

## **METODOLOGIA**

A empresa é estruturada em um terreno de 30 mil m<sup>2</sup>, na Avenida Pernambuco, em Camaragibe, onde foi instalada uma central de tratamento com investimento de R\$ 2 milhões capaz de processar 1.000 toneladas/dia de resíduos.

O trabalho, na sua proposta completa, caracteriza-se pela realização inicial do diagnóstico, que tem por finalidade identificação dos setores de produção de resíduos sólidos na empresa, os tipos de resíduos produzidos e disponibilidade de máquinas de tratamento (separação de resíduos em andamento). Para isso, foram elaboradas três entrevistas com funcionários do

corpo administrativos da empresa para se ter conhecimento do processo produtivo, dos produtos produzidos no empreendimento e como esse são elaborados. É importante salientar que todas as entrevistas foram autorizadas pelos entrevistados.

Outro ponto relevante na pesquisa foi à pesquisa bibliográfica sobre a reutilização dos resíduos da construção civil que permitiu um maior aprofundamento em termos de conhecimento m que diz respeito aos possíveis produtos elaborados a partir desse processo produtivo. Além disso, a visita de campo permitiu a compreensão no ciclo produtivo da empresa, com relação à origem, produção, tratamento e destinação final do entulho.

## ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

A Empresa é pioneira no Estado de Pernambuco no tratamento de resíduos da Construção Civil (RCC), através de britagem e separações balísticas dos resíduos da construção civil atendendo a Resolução CONAMA 307(2002).

O empreendimento recebe material de descarte de várias construtoras que pagam R\$ 25 por tonelada. Este material é classificado de acordo com suas necessidades de processamento, com base nos termos da Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBRs 15112 e 15116 (ABNT, 2004).

Após a retirada da ferragem encravada no concreto, o resíduo é moído num martelo de britagem sendo a seguir separadas por tamanho de brita a areia.

Os resíduos encontrados predominantemente no entulho, que são recicláveis para a produção de agregados, pertencem a dois grupos:

| Grupo I                                                                                       | Grupo II                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa, blocos de concreto. | Materiais cerâmicos: telhas, manilhas, tijolos, azulejos. |

**Tabela 1.** Grupos de Resíduos Encontrados no Entulho

**Fonte:** O Autor

Como resultado da reciclagem de RCD (Resíduo da Construção e Demolição), são gerados alguns subprodutos como blocos de concreto para vedação, cascalhamento para pavimentação de ruas, contra piso e material para drenagens, contenção de encostas, banco e mesas para praças, guia e tampas para bueiros, tubo para esgotamento e uma série de detalhes fabricados com concreto e pedra virgens são também produzidos com agregado reciclado. Por mês, a empresa vende cerca de 15 mil toneladas de material reciclado.

O processo começa nas obras, no qual a equipe de Meio Ambiente faz o treinamento dos funcionários para garantir a separação correta das caçambas, monitora e produz relatórios mensais para o acompanhamento da geração dos resíduos. Ou seja, é realizada uma consultoria ambiental

para os clientes que desejam um maior controle dos resíduos produzidos. Um certificado é gerado mensalmente para o cliente atestando a quantidade de resíduos que foram recebidos na empresa, atestando a destinação correta de acordo com a legislação ambiental vigente.

Na unidade em Camaragibe, o resíduo é pesado, depois as caçambas são esvaziadas na área de transbordo e triagem, onde possíveis contaminantes são retirados então, o resíduo passa pelo processo de britagem onde sua dimensão é reduzida pela britadora e um sistema de peneiras mecânicas separa os agregados pelo seu tamanho comercial. A empresa em questão produz brita cascalhinho, brita 19 e brita 25, areia grossa, expurgo para aterro e agregados reciclados que são utilizados de acordo com as normas da ABNT NBRs 15115 e 15116 (ABNT, 2004)

A empresa também recebe resíduos de gesso que estão sendo estocados para a futura unidade de processamento que vai transformá-lo em novas placas ou em gesso para correção de solo. O empreendimento em questão, é a primeira unidade de um projeto do grupo para a construção de diversas recicladoras de resíduos da construção civil espalhadas pelo Brasil e que projeta outras duas unidades no Grande Recife. No momento, a empresa negocia um terreno para atender ao polo de Suape onde por dia são produzidas mil toneladas de resíduos e que são depositados num aterro próximo a Gaibú.

A partir da reciclagem do entulho serão gerados novos subprodutos e usos, sendo representados no quadro a seguir:

| <b>Material</b>                                              | <b>Usos</b>                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Areia Reciclada                                              | Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo- cimento, blocos e tijolos de vedação.                                                                                                                       |
| Brita Cascalhinho ou Pedrisco Reciclado e Brita Reciclada 19 | Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros                                                                                                                 |
| Brita Reciclada 25                                           | Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.                                                                                                                                                                      |
| Brita Corrida Reciclada                                      | Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos, Compactação de terreno, aterro para bases e outras estruturas. |
| Expurgo ou Areia de Aterro Reciclada                         | Utilização em pavimentação.                                                                                                                                                                                                        |

**Tabela 2.** Usos Recomendados para Resíduos Reciclados **Fonte:** Urbem Tecnologia Ambiental

O entulho se apresenta na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares: pedaços de madeira, argamassas, concretos, plástico, metais, etc.

Praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de entulho. No processo construtivo, o alto índice de perdas do setor é a principal causa do entulho gerado. Embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo, uma parte fica na própria obra, os índices médios de perdas em porcentagem apresentados abaixo fornecem uma noção clara do quanto se desperdiça em materiais de construção a quantidade de entulho gerado corresponde, em média, a 50% do material desperdiçado. Já nas obras de reformas a falta de uma cultura de reutilização e reciclagem são as principais causas do entulho gerado pelas demolições do processo (SURGELAS, 2009).

Nas obras de demolição propriamente ditas, a quantidade de resíduo gerado não depende dos processos empregados ou da qualidade do setor, pois se trata do produto do processo, e essa origem, sempre existirá. Reciclar o entulho independente do uso que a ele será dado, representa vantagens econômicas, sociais e ambientais, tais como:

- Economia na aquisição de matéria-prima, devido a substituição de materiais convencionais, pelo entulho;
- Diminuição da poluição gerada pelo entulho e de suas consequências negativas como enchentes e assoreamento de rios e córregos, e preservação das reservas naturais de matéria-prima.
- A partir disto, a empresa Ciclo Ambiental, sugeri algumas possibilidades de reciclagem para o resíduo e as vantagens específicas de cada uma.

## **Utilização em Pavimentação**

- A forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilizado em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) na forma de brita corrida ou ainda em misturas do resíduo com solo.

## **Vantagens:**

- É forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia o que implica menor custo do processo;
- Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente

de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração.

## **Processo de Produção**

O entulho, que pode ser usado de forma separada ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem/ trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo, desde que em proporção não superior a 50% em peso. O resíduo ou a mistura podem então ser utilizados como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário) corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umedecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação (PORTO & SILVA,2008).

Mota, Andrade e Junior (2010), afirmam que os agregados reciclados são mais porosos, ou seja, absorvem parte da água da mistura, deixando o concreto mais seco.

## **Utilização como agregado para o Concreto**

O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita). As vantagens são:

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

## **Utilização como agregado para a Confeção de Argamassas**

Após ser processado por equipamentos denominados “argamasseiras”, que moem o entulho, na própria obra, em granulometrias semelhantes as da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento. As vantagens são:

- Utilização do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte;
- Redução no consumo do cimento e da cal, e ganho na resistência a compressão das argamassas.
- Utilização de concreto reciclado como agregado e Cascalhamento de estradas.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro de uma visão sistêmica de equacionamento dos problemas urbanos gerados pelo gerenciamento inadequado do entulho, ou ausência de planejamento, a reciclagem desse material assume grande importância ao proporcionar benefícios a toda sociedade e ao meio ambiente.

A utilização dos resíduos contribui para uma melhoria do ambiente urbano e reduz os gastos públicos para gerenciá-los, entretanto, para que o processo de reciclagem de entulho seja eficiente e eficaz, é necessário rever continuamente o sistema implantado, buscando solucionar as falhas que venham ocorrer no processo.

Como foi pesquisado é possível produzir agregados como areias e britas para uso em pavimentação, contenção de encostas, canalização de córregos, e uso em argamassas e concretos, a partir dos rejeitos da construção civil. Para todas estas aplicações, é necessário obter uma similaridade de desempenho em relação a produtos convencionais, com custos competitivos. De qualquer forma, a compatibilidade entre as aplicações e os materiais e componentes produzidos deve ser avaliada, para que a estrutura final não seja prejudicada.

Após estudo de caso da empresa em questão, é notável a importância da criação de novas empresas de reciclagem de entulho, objetivando melhorar a qualidade socioambiental do município.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15112. Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, 2004.

ABNT NBR 15115. Esta Norma estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub- base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação, 2004.

ABNT NBR 15116. Esta Norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, 2004.

ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição- (2011). Disponível em: < <http://www.abrecon.org.br/Conteudo/6/Mercado-RCD.aspx>>. Acesso em 04-01-2014

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente - 307- Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?ano=todos&codlegitipo=3>. Acesso em: 15/11/2014.

DORSTHORST, B.J.H; HENDRIKS, Ch. F.Reuse ofconstructionanddemolitionwaste in the EU. In: CIB Symposium: ConstructionandEnvironment -theoryintopractice., São Paulo, 2000. Proceedings. São Paulo, EPUSP, 2000.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Cadeia Produtiva da Construção civil: sustentabilidade é o caminho. 2010. Disponível em: <[http://www.flexeventos.com.br/\\_pdfs/publicacoes/office-152.pdf](http://www.flexeventos.com.br/_pdfs/publicacoes/office-152.pdf)>. Acesso em: 05/10/2014

JOHN, V.M. Reciclagem de resíduos na construção civil - contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. 2000. Disponível em:<[http://www.globalconstroi.com/images/stories/Manuais\\_tecnicos/2010/reciclagem\\_residuos/CETESB.pdf](http://www.globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/reciclagem_residuos/CETESB.pdf)> Acesso em: 05/07/2015.

LEVY, S.M. Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassas e concretos. São Paulo, 1997. 147p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MOTA, R. A. de O.; ANDRADE, A. R. G.; JUNIOR, G. S. de A. Concreto estrutural com agregado reciclado. In: XIV ENCONTRO LATINO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA / X ENCONTRO LATINO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Univap, 2010.

PensamENTO VERDE. A importância da reciclagem de resíduos da construção civil. 2014.<<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-da-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>>. Acesso em:05/07/2015.

PINTO, T.P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PORTO, M. E. H. de C.; SILVA, S. V. Reaproveitamento dos Entulhos de Concreto na Construção de Casas Populares. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STP\\_079\\_551\\_11839.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_079_551_11839.pdf)>. Acesso em 24/04/2014

SEBRAE . Como Montar um Serviço de Coleta de Resíduos de Construção. (2012). Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em 08-01-2014.

SURGELAS, V. et.al. Inventário do ciclo de vida dos processos de produção do bloco de resíduos de construção e demolição (RCD) e bloco cerâmico. In: Educ. Tecnol., Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 4-13, mai./ago. 2009. Disponível em: <[http://www.revista.cefetmg.br/galerias/arquivos\\_download/Volume\\_14\\_n2\\_mai\\_ago\\_2009\\_baixa.pdf](http://www.revista.cefetmg.br/galerias/arquivos_download/Volume_14_n2_mai_ago_2009_baixa.pdf)>. Acesso em: 24/04/2015

URBEM TECNOLOGIA AMBIENTAL. Disponível em:<<http://www.urbem.com.br/principal.htm>>. Acesso em:05/05/2014.

WCED. World Commission on Environmental and Development. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.