

# OS PROCESSOS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) E A PRODUÇÃO DE AGREGADO

## RECYCLING PROCESSES OF WASTE FROM CONSTRUCTION AND AGGREGATE PRODUCTION

Juan Martins Tabosa,  
Marcelo Mendes Vieira,  
Sergio Renato da Silva Soares,  
Aguinaldo Soares de Oliveira,  
Alexandra de Oliveira França Hayama,  
Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)

Ari Madeira Costa  
Promotoria de Justiça de Meio Ambiente de Rondonópolis-MT

**Área temática: Meio Ambiente**

Agência de fomento: Promotoria de Justiça de Meio Ambiente de Rondonópolis-MT Grupo de  
Estudos e Pesquisa: GDCMat – Grupo de Desenvolvimento e Caracterização de Materiais

**Resumo:** O objetivo deste trabalho é apresentar as etapas do processo de reciclagem de Resíduos de Construção Civil (RCC) e explorar os impactos financeiros e ambientais de uma Usina de RCC. A pesquisa possibilitou o levantamento de dados referente às finalidades de utilização do agregado reciclado e os equipamentos que podem ser utilizados no processo de reciclagem de RCC, sendo apresentadas as necessidades e vantagens da separação de tais resíduos, assim como, uma descrição geral do processo de beneficiamento.

**Palavras-chave:** *Reciclagem; Agregado; Construção Civil.*

**Abstract:** The aim of this work is to present the stages of the Construction Waste (CW) recycling process, and to explain exploring the financial and environmental impacts of a CW Plant. The research allowed the collection of data regarding the purposes of using recycled aggregate and the equipment that can be used in the CW recycling process, being presented the needs and advantages of separating such waste, as well as a general description of the beneficiation process.

**Keywords:** *Recycling; Aggregate; Construction;*

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem se intensificado os debates acerca do desenvolvimento sustentável, simultaneamente o setor da construção civil tem crescido de forma acentuada e vem requerendo novas formas de disposição dos Resíduos de Construção Civil (RCC). Segundo o art. 3 da resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002), os resíduos da classe A são aqueles que podem ser reutilizados ou reciclados como agregados, assim como os de demolição que são gerados e também se enquadram nesta classificação como materiais cerâmicos, argamassas e concreto. Vale ressaltar que os resíduos

que passarão pelo processo de reciclagem não podem estar contaminados e separados daqueles classificados como perigosos da Classe D, oriundos de reformas, demolições ou reparos de clínicas radiológicas, ou ainda conter amianto ou algum produto nocivo à saúde (BRASIL, 2002).

A definição de desenvolvimento sustentável está em consonância com a responsabilidade da indústria da construção civil em reduzir os impactos ambientais por ela gerados e no reaproveitamento dos resíduos. Isso pode acarretar a redução do consumo de matérias-primas, diminuição do consumo de energia e água, redução dos problemas urbanos gerados pela disposição irregular de RCC.

A reciclagem de RCC depende de diversos fatores como clima, qualidade do resíduo que é utilizado e grau de impureza. Da mesma forma, a qualidade do agregado gerado dependerá do controle de qualidade de cada etapa da reciclagem.

## **DESENVOLVIMENTO PROPRIEDADES DOS AGREGADOS RECICLADOS**

O grau de impureza influencia na qualidade do agregado reciclado. Segundo Hansen (1992 *apud* JADOVSKI, 2005), os agregados reciclados contaminados com materiais argilosos possuem resistência mecânica mais baixa, além de apresentar pequenas variações referentes às suas dimensões quando passa por um ciclo de umedecimento e secagem.

Outros tipos de impurezas são mais recorrentes, como por exemplo, o gesso. Segundo Lima (1999), devido a ser altamente expansivo, o gesso pode ser considerado como uma das impurezas mais prejudiciais ao agregado reciclado, devido a presença de sulfatos, sendo assim, agregados contaminados com gesso podem causar expansão de concretos e argamassas, gerando tensões internas.

Geralmente os RCC apresentam presença de materiais metálicos, muito prejudiciais aos equipamentos do processo de britagem dos RCC, pois acabam diminuindo a eficiência do equipamento de britagem ou a qualidade do agregado reciclado. De acordo com Hansen (1992 *apud* JADOVSKI, 2005, p. 33), a separação magnética pode ser utilizada para separar os metais dos RCC antes do seu beneficiamento, a fim de não danificar os equipamentos de britagem, visto que o aço é um material dúctil e por isso não se fragmenta como os demais materiais reciclados.

Segundo Andrade (1998 *apud* JADOVSKI, 2005, p. 31), o agregado reciclado pode ser empregado em concreto, sendo este utilizado em pavimentação, blocos de concreto para alvenaria estrutural e para vedação.

As propriedades dos agregados reciclados são dependentes da composição dos resíduos utilizados, assim como da granulometria do agregado, do seu teor de pureza e dos equipamentos utilizados durante a reciclagem (JADOVSKI, 2005). Diferente dos agregados convencionais, os agregados reciclados possuem algumas propriedades específicas que limitam o seu uso na construção civil, sendo que a principal diferença entre eles é que o agregado reciclado possui maior absorção de

água, além possuir composição mais heterogênea e menor resistência mecânica (LIMA, 1999).

Podem ser utilizados alguns métodos para evitar a heterogeneidade composicional, tais como alimentar o núcleo de reciclagem alternando o tipo de resíduo, além disso, no momento da expedição, a pá-carregadeira deverá retirar das pilhas, materiais de diferentes camadas, proporcionando assim melhor homogeneização do agregado reciclado (LIMA, 1999).

De acordo com Lima (1999), a capacidade de absorção de água dos agregados é proporcional à sua porosidade, dessa forma, os agregados reciclados possuem maior absorção de água, devido à sua porosidade, sendo que esta característica pode ser prejudicial à durabilidade do concreto produzido, assim como dificultar a sua produção, como forma de minimizar esse problema, pode-se umedecer o agregado antes de seu uso.

Segundo Leite (2001), ao se utilizar o agregado reciclado, diminui-se a trabalhabilidade do concreto, o que gera a necessidade de utilização de maior quantidade de cimento, sendo esta uma desvantagem, pois como consequência o custo de fabricação do concreto aumentará. Mas, como vantagem tem-se a capacidade do agregado reciclado tornar-se um bloco único quando misturado à pasta de cimento, isso devido à sua grande capacidade de absorção e a maior aderência na interface pasta/agregado, o que melhora o desempenho final do concreto produzido.

## **FINALIDADES DE UTILIZAÇÃO DO AGREGADO RECICLADO**

O agregado reciclado possui diversas aplicações, porém algumas não são muito viáveis, pois não existem estudos suficientes para assegurar a confiabilidade de suas aplicações.

Segundo Lima (1999), o agregado reciclado pode também ser utilizado em argamassa de assentamento e de revestimento, mas há a necessidade de mais estudos sobre o assunto, pois são insuficientes, o que limita as utilizações desse tipo de agregado. Com relação à utilização do agregado reciclado em concreto, recomenda-se que estes sejam não estruturais, sendo que em alguns serviços é necessário ter cuidados para evitar problemas relacionados à durabilidade dos mesmos, devido à alta taxa de absorção apresentada. O concreto produzido com o agregado reciclado pode ainda ser utilizado na fabricação de pré-moldados, como em tijolos maciços, blocos, briquetes, entre outros.

A atualização do agregado reciclado na pavimentação asfáltica apresenta resultados confiáveis e de boa qualidade, em algumas situações pode ser melhor que o agregado convencional (LIMA, 1999). Segundo Carneiro (2001 *apud* JADOVSKI, 2005), as camadas de base e sub-base apresentam economia de custo, quando produzidas com agregado reciclado, pode chegar a 62%.

## **EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA RECICLAGEM DE RCC**

A reciclagem de RCC envolve várias etapas que vão desde a coleta até o processo de

estocagem, sendo que o núcleo da reciclagem envolve os processos de triagem, britagem, peneiramento e estocagem (LEITE, 2001).

Para a implantação de uma unidade recicladora, é importante o conhecimento de alguns pré-requisitos, sendo eles: volume de geração de resíduos de construção e demolição possível de ser reciclado, o tipo de material e a aplicação que se pretende, e o local da unidade recicladora (LEITE, 2001).

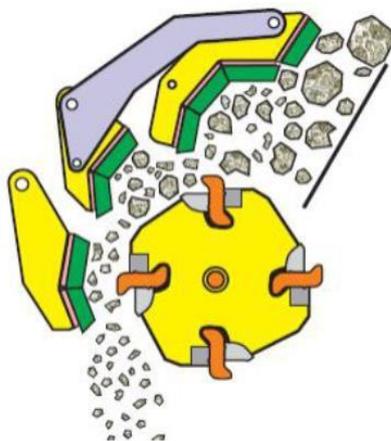
Em seguida os RCC são encaminhados para o alimentador vibratório, que é utilizado na alimentação dos britadores primários, assim como dos transportadores de correia (JADOVSKI, 2005). Apresentam como vantagens: alta segurança de funcionamento, separação prévia dos finos, pouca e fácil manutenção, bom controle de alimentação e baixo custo de aquisição (METSO, 2005).

Após passar pelo alimentador vibratório, os RCC são quebrados no britador. Existem diversos modelos e tipos de britador, porém dois são comumente utilizados nas usinas de reciclagem de RCC, o britador de impacto e o de mandíbula. De acordo com Leite (2001), os britadores são determinantes da maior parte das propriedades dos agregados reciclados e os tipos de britadores utilizados merecem atenção especial não só do ponto de vista técnico e operacional, mas também do ponto de vista econômico.

Nos britadores de impacto os RCC são britados mediante choques mecânicos que ocorrem ao entrarem na câmara de impacto, utilizando martelos maciços que são fixados a um rotor, e também pelo choque com placas de impacto fixas. Apresentam como vantagem poder processar madeira e metal sem ficar preso no equipamento; possuem alta redução de granulometria, o que dispensa a rebritagem; possuem ainda baixa geração de ruídos e geração de agregados de formato cúbico com boas propriedades mecânicas, que são ideais para pavimentação asfáltica (LIMA, 1999).

A Figura 1 apresenta de forma esquemática um britador de impacto.

Figura 1 – Britador de Impacto

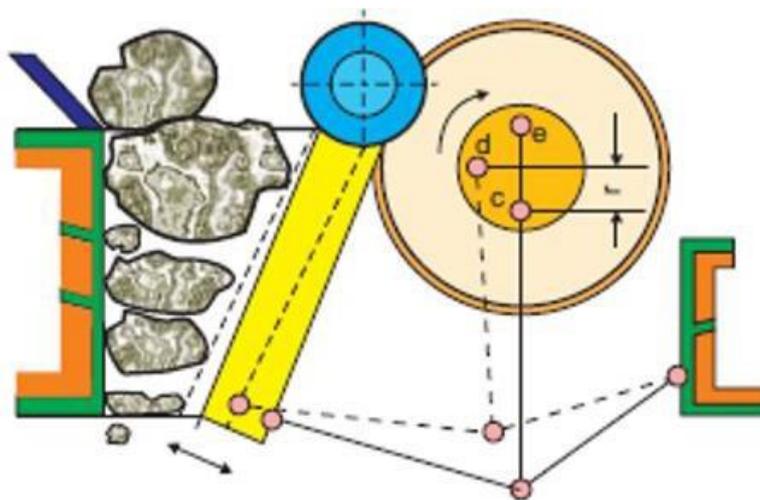


Fonte: (METSO, 2005).

Já os britadores de mandíbulas possuem uma placa fixa e outra móvel, esta última faz um movimento de compressão fragmentado o resíduo. São utilizados como britadores primários, pois não possuem alta redução de granulometria (LIMA, 1999), apresentam como vantagens: geração de agregados com melhor distribuição granulométrica, ideal para aplicação em concreto; produção de 20% de finos abaixo de 4,8 mm e operação simples (Hansen (1992 *apud* LEITE, 2001)).

Devido à alta porcentagem de agregados graúdos gerados, os britadores de mandíbulas geralmente operam junto a um rebritador, aumentando dessa forma o seu custo de operação. A Figura 2 apresenta de forma esquemática um britador de mandíbulas.

Figura 2 – Britador de Mandíbula



Fonte: (METSO, 2005).

Após o processo de britagem, recomenda-se a utilização de uma esteira de seleção para a retirada de resíduos remanescentes que não sejam classe A, e de uma esteira magnética, que faz a retirada dos materiais metálicos, que antes estavam presos nos resíduos e se soltaram após a britagem (DELLATORRE, 2018).

A penúltima etapa do processo de reciclagem é a classificação do agregado, que ocorre mediante peneiramento. De acordo com Jadovski (2005), durante o peneiramento ocorre o processo de estratificação e de separação. A estratificação acontece durante a vibração, onde as partículas maiores tendem a ir para a parte superior da camada do agregado e as partículas menores tendem a ir para a camada inferior. A separação é o processo em que as partículas se introduzem nas aberturas das peneiras, caso sejam menores que estas, ou são rejeitadas, caso sejam maiores que esta.

Depois de passar pela classificação final, os agregados são transportados utilizando

transportadores de correia até o ponto de empilhamento, conforme sua classificação granulométrica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o projeto de implantação de uma usina de reciclagem de RCC, constata-se a necessidade de se conhecer o quantitativo das diferentes classes de RCC gerados no município. Dessa forma, é possível avaliar o potencial de produção de agregado beneficiado e projetar os destinos dele.

A reciclagem de RCC é viável financeiramente, pois pode apresentar uma economia de até 60% em relação a agregados naturais. O agregado produzido pode ser aplicado, principalmente, na fabricação de concreto não-estrutural e na pavimentação asfáltica, sendo ambas as aplicações muito realizadas pelo poder público, dessa forma, mostra-se interessante que as prefeituras estudem a possibilidade de implementação de usina de reciclagem de RCC, pois além de trazer economia para os cofres públicos, há economia de uso de aterros sanitários destinados a disposição de RCC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Resolução CONAMA N° 304**, de 5 de julho de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Publicada no DOU n° 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96.

DELLATORRE, A. C. B. **Estudo da implantação de uma usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil – RCC em Palmas-TO**. 2018. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2018.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia na modalidade Profissionalizante) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2005.

LEITE, M. B. **Análise comparativa entre o uso de métodos convencionais e o uso de softwares para a seleção de britadores e peneiras**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. 223 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

METSO, M. **Manual de britagem**. 6ª Edição. Sorocaba: Grafilínea. 2005.