

## Concreto reciclável a partir da utilização de resíduos sólidos da construção civil

Raphaela Bemmuyal de Andrade da Silva (UFPA) [engbemmuyal@outlook.com](mailto:engbemmuyal@outlook.com)

### Resumo:

O desenvolvimento acelerado das grandes metrópoles proporcionou um aumento intenso no ramo da construção civil, seja pela construção de residências, infraestrutura para atendimento dos direitos básicos, tais como saúde e mobilidade urbana, e também no setor comercial, com a proliferação de shoppings centers, supermercados e farmácias por exemplo. Neste aspecto, há uma grande produção de resíduos sólidos que se aglomeram nas obras de construção civil e na grande maioria delas não há aplicação definida. Entendem-se como resíduos sólidos da construção civil (RSCC) no geral, restos de materiais cerâmicos, argamassa e seus componentes. A reutilização desses resíduos quando aplicados como agregados ao concreto impactam de forma significativa nos custos, já que quando comparados com os agregados naturais (areia, seixo e brita, por exemplo) demandam menores custos relacionados à aquisição e transporte, além de contribuírem com a preservação do meio ambiente, pois estes resíduos atuam como substitutos de matérias primas naturais que seriam extraídas do meio ambiente. Este artigo visa contribuir com os estudos já existentes na utilização de agregados reciclados e reutilizados na construção civil para fabricação de concreto reciclável, favorecendo a utilização de materiais que seriam descartados, gerando diminuição nos custos de aquisição de matéria prima natural e contribuindo para preservação do meio ambiente de forma a minimizar os danos exploratórios em jazidas de agregados naturais.

**Palavras chave:** Concreto, Reciclável, Resíduos, Sustentabilidade.

## Recycled concrete from the use of solid wastes of the civil construction

### Abstract:

The accelerated development of large metropolises provided an intense increase in the branch of civil construction, either by the construction of homes, infrastructure for care of basic rights, such as health and urban mobility, and also in the commercial sector, with the proliferation of shopping malls, supermarkets and pharmacies for example. In this aspect, there is a large production of solid waste that congregates in civil engineering works and in the vast majority of them there is implementation-defined. Be construed as solid waste in construction (RSCC) in general, remains of ceramic materials, mortar and its components. The reuse of waste when applied as concrete aggregates to significantly impact on costs, as compared with the natural aggregates (sand, pebble and gravel, for example) require lower costs related to the acquisition and transportation, as well as contributing to the preservation of the environment, since these residues act as substitutes for natural raw materials that would be extracted from the environment. This article aims to contribute to the studies already existing in the use of recycled aggregates and reused in the construction industry for the manufacture of concrete recyclable, favoring the use of material that would be discarded, generating a decrease in the cost of acquisition of natural raw materials and contributing to preservation of the environment in order to minimize the damage in exploratory deposits of natural aggregates.

**Key-words:** Concrete, Recyclable, Leavings, Sustainability.

## 1. Introdução

O desenvolvimento acelerado das grandes metrópoles proporcionou um aumento intenso no ramo da construção civil, seja pela construção de residências, infraestrutura para atendimento dos direitos básicos, tais como saúde e mobilidade urbana, e também no setor comercial, com a proliferação de shoppings centers, supermercados e farmácias por exemplo.

Neste aspecto, há uma grande produção de resíduos sólidos que se aglomeram nas obras de construção civil e na grande maioria delas não há aplicação definida. Entendem-se como resíduos sólidos da construção civil (RSCC) no geral, restos de materiais cerâmicos, argamassa e seus componentes.

Segundo um contexto nacional, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/02, que trata especificamente de resíduos da construção civil, classifica os resíduos da construção civil como 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;

A reutilização desses resíduos quando aplicados como agregados ao concreto impactam de forma significativa nos custos, já que quando comparados com os agregados naturais (areia, seixo e brita, por exemplo) demandam menores custos relacionados à aquisição e transporte, além de contribuírem com a preservação do meio ambiente, pois estes resíduos atuam como substitutos de matérias primas naturais que seriam extraídas do meio ambiente. A exploração de jazidas de areia, argila e material pétreo é essencial para continuidade das obras necessárias ao desenvolvimento humano, mas produzem um passível ambiental que impede a sustentabilidade requerida pelas gerações futura (HOOD, 2006).

Lapa (2011) afirma que atualmente, esse assunto tem despertando maiores interesses na academia do que nos canteiros de obras, mas não deveria ser assim, porque o aproveitamento de resíduos no canteiro de obras apresenta inúmeras vantagens como redução do volume de resíduos a descartar, redução do consumo de materiais extraídos diretamente da natureza, redução do número de caçambas retiradas da obra, obra mais limpa, redução dos acidentes de trabalho, maior produtividade e atendendo aos requisitos ambientais em programas com PBQP-H, Quali-Hab e ISO 14.000 quanto aos passivos ambientais.

Este artigo visa contribuir com os estudos já existentes na utilização de agregados reciclados e reutilizados na construção civil para fabricação de concreto reciclável, favorecendo a utilização de materiais que seriam descartados, gerando diminuição nos custos de aquisição de matéria prima natural e contribuindo para preservação do meio ambiente de forma a minimizar os danos exploratórios em jazidas de agregados naturais.

## 2. Objetivo geral

Este artigo tem por objetivo complementar e analisar os estudos existentes sobre as formas de aproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil (RSCC) e de que forma estes produzem impacto na confecção do concreto reciclável visando a produção sustentável.

## 3. Metodologia

Para construção deste artigo foi realizada uma pesquisa bibliográfica, onde foram utilizados livros, teses, dissertações, revistas, artigos, a Resolução nº 307/2002 do CONAMA onde estão estabelecidos diretrizes, critérios e procedimento para a gestão de resíduos da construção civil. Esta pesquisa foi de suma importância para realização deste estudo, pois elencou os conceitos necessários para o entendimento das questões levantadas.

## 4. Caracterização dos Resíduos de construção civil

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) considera a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil e adota as seguintes definições para os resíduos da construção civil:

Art 2º - I - 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.

E classifica os resíduos da construção civil, para efeito desta resolução, conforme segue:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que

contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04).

■ Classe A ■ Classe B ■ Classe C ■ Classe D

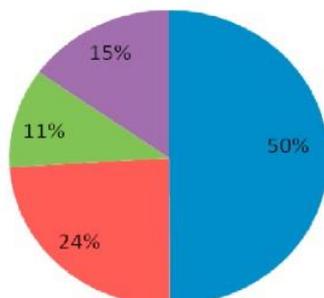


Figura 1 – Distribuição dos resíduos da construção civil

<b>CLASSE A</b>	Reutilizáveis e recicláveis como agregados	Alvenaria, concreto, argamassa, solos, blocos, tubos, telhas, outros.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
<b>CLASSE B</b>	Recicláveis para outras destinações	Madeira, papel, plástico, metal, outros	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
<b>CLASSE C</b>	Sem tecnologia ou utilizações economicamente viáveis para reutilização e/ou reciclagem	Produtos oriundos do gesso	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
<b>CLASSE D</b>	Resíduos perigosos	Tintas, óleos, solventes, amianto, etc.	deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Figura 2 – Classificação dos resíduos da construção civil

Como é mostrado na figura 1 metade dos resíduos da construção civil são de classe A, alvenaria, concreto, argamassa, solos, blocos, tubos, telhas, e podem ser reutilizáveis ou reciclados principalmente na forma de agregados, gerando preservação ao meio ambiente, não sendo descartados de forma incorreta na natureza e contribuindo também para minimizar a exploração nas jazidas de agregados naturais. Neste aspecto o concreto reciclável é de grande valia do ponto de vista sustentável já que pode ser utilizado em sua composição como agregado os resíduos da construção civil. Ainda de acordo com Hood (2006), cita fatores importantes em relação à utilização do agregado sendo ele gráudo ou miúdo.

No caso de agregados gráudos o mesmo analisou que a sua utilização apresenta resultados satisfatórios, no que se diz respeito ao fator água cimento sendo o valor bastante baixo, podendo apresentar concreto com características mais densas, já a sua utilização como agregado gráudo, ficou claro a sua deficiência principalmente referente à resistência a compressão, a abrasão e a permeabilidade (HOOD, 2006).

## 5. Desenvolvimento

A indústria da construção civil apresenta-se como um dos segmentos industriais mais críticos no que se refere aos impactos ambientais, sendo o principal gerador de resíduos sólidos da sociedade (EVANGELISTA et al., 2010, p. 23).

Segundo Teixeira et. al. (2019), afirmam que a reutilização dos materiais e o destino específico para cada um deles colaboram diretamente com as questões ambientais, pois, na maioria dos casos, o resíduo não tem destinação adequada e é depositado em áreas clandestinas, devido à escassez de áreas de deposição legalizadas pelas prefeituras.

Silva (2016) explica a composição do concreto por cimento, água, acrescida de agregado miúdo e agregado graúdo. Assim eles são misturados e lançados na forma para dar formato e depois vão ganhando resistência com o passar do tempo em um processo em que o cimento libera calor e solidarizam. O problema enfrentado atualmente pelo uso de concreto é a extração de grande quantidade de matéria-prima do ambiente e ainda causar impactos ambientais com sobras e materiais descartados. O descarte vindo da construção é chamado de resíduos de construção e demolição (RCD). Estima-se que no Brasil, a origem do RCD, seja metade de construções novas e metade de demolições, isso mostra que temos muito material sendo desperdiçado e que pode e deve ser reciclado. A tecnologia do concreto reciclado consiste em usar o RCD como agregado, podendo substituir uma parte ou totalmente o material de fontes naturais.

Lapa (2011) afirma que em termos econômicos e sociais, a construção civil é um setor com forte e constante desenvolvimento e com elevadas potencialidades empreendedoras, contribuindo grandemente para a dinamização da economia e influenciando diretamente uma série de outras atividades. Considerando os aspectos ambientais, a construção civil implica na extração de recursos naturais e minerais, bem como o consumo de energia. Alguns destes recursos têm reservas escassas e outros, apesar de renováveis, requerem uma gestão adequada.

Mas as atividades da construção civil estão inevitavelmente associadas à geração de resíduos definidos pela Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

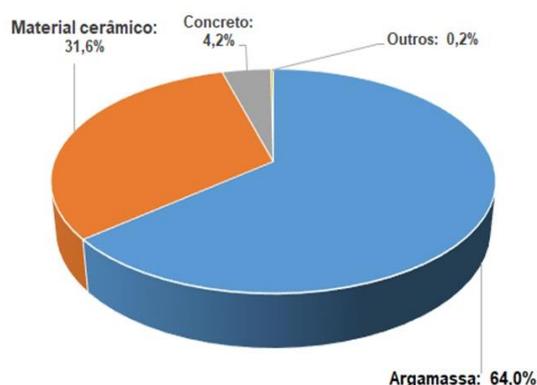


Figura 3 – Composição média de resíduos da construção civil no Brasil

Leite e Costa (2014) reforçam que mesmo com a grande quantidade de estudos voltados para o beneficiamento da utilização dos resíduos de RCD na produção de concreto, ainda

sim o sistema de reciclagem desse tipo de material no Brasil é muito precário, faltam empresas capacitadas para o processamento desse material, faltam estratégias para sua reutilização na construção civil e locais de coleta de fácil acesso.

Gonçalves (2001) diz que os resíduos na construção civil não são gerados somente por novas obras e empreendimentos, também existem as demolições de estruturas que em alguns casos geram uma quantidade enorme de material. No Brasil, por exemplo, algumas estradas estão sendo construídas com pavimentos rígidos de concreto, que possuem uma vida útil, após este período é necessário que este material seja substituído por um novo, este processo gera uma quantidade grande de resíduos, no caso resíduos de concreto. Os Estados Unidos investiram muito para obterem metodologias para o reaproveitamento deste material, a maioria de suas estradas é feita de pavimentos rígidos e muitas já estavam com sua vida útil vencida. Além de ganharem benefícios ecológicos também foi criada uma nova forma de comércio, a dos resíduos, que geram muitos milhões de dólares anuais, como é comprovado nas inúmeras publicações relacionadas ao tema. Uma das possibilidades da utilização dos resíduos de concreto é como agregado reciclado para produção de concreto. Os agregados reciclados provenientes de resíduos de concreto possuem algumas diferenças entre suas propriedades e a dos agregados naturais, estas estão principalmente relacionadas à quantidade de argamassa do concreto original aderida à superfície dos mesmos. Esta camada de argamassa aderida influencia desde as propriedades do agregado, até as do concreto feito com ele, seja no estado fresco ou endurecido.

Hood (2006) afirma que no interesse por maior conhecimento neste assunto, estuda-se a utilização do RCD como agregado reciclado na confecção de concretos e argamassas convencionais, sendo ainda incipiente a utilização destes agregados em blocos de concreto. A escassa pesquisa científica neste tipo de elemento é justificada pelo seu baixo grau de disseminação em várias regiões do país. Isto é explicado pela falta de conhecimento técnico sobre o assunto, desde a fabricação dos blocos nas centrais de produção, até o desenvolvimento das potencialidades atribuídas à utilização dos blocos. A reversibilidade deste quadro está sendo buscada como incremento da produção científica no estudo de características essenciais para a confecção de blocos de concreto.

Barreto, Rio e Gonçalves (2016) ratificam também o impacto ambiental causado pelo setor da construção civil, o mesmo afirma que só no Brasil cerca de 25% dos resíduos da indústria são gerados por esse setor, e a preocupação de transformar esse resíduo em produto para retornar para a indústria, de maneira sustentável, diminuindo custo e reduzindo a poluição e a degradação ambiental. Uma das formas analisadas foi a aproveitar esse agregado na fabricação de pavimentos intertravado.

Segundo a VGResíduos (2017), Os impactos negativos da construção civil vão desde o consumo dos recursos naturais e modificação da paisagem, até a geração de resíduos. Esses impactos comprometem não só o equilíbrio do meio ambiente, mas também os princípios sanitários das cidades. Nos impactos causados pelo consumo de recursos naturais, estima-se que a cadeia de ações da construção civil seja responsável pelo consumo de cerca de 50% (cinquenta por cento) de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não renováveis. Quanto a modificação da paisagem, a extração dos recursos naturais altera o ambiente devido a sua exploração e transporte. Por isso, pode-se dizer que as modificações do ambiente impactado pela construção vão além das modificações do canteiro de obras.

Elas estão presentes no local de extração de cada um dos recursos demandados e ambientes onde os resíduos são depositados de maneira direta (terrenos onde a empresa de construção deposita dos entulhos) ou indireta (assoreamento causado pelos resíduos sólidos que são levados de maneira não proposital). Com relação a geração de resíduos, segundo o Ministério das Cidades, no Brasil, os resíduos da construção civil são responsáveis por mais da metade do volume de resíduos sólidos gerados em meio urbano. O aproveitamento dos resíduos também contribui para que sejam diminuídos os riscos com assoreamentos dos rios, contaminação de mananciais e o acúmulo de entulhos; relacionados a proliferação de vetores de várias doenças. Entre as formas de aproveitamento mais promissoras e baixo custo-benefício temos a produção de pedrisco, britas e areia a partir de entulhos de construção civil, que preservam o ambiente e contribuem para produção de construções de moradias de baixo custo. O grande desafio que o setor da construção civil tem é, portanto, conciliar a magnitude da produção, com condições que contribuam não apenas para a construção da estrutura da cidade, mas que contribua também para a construção de uma cidade sustentável; pensada e preparada para as gerações futuras.

A figura 3 ilustra os impactos negativos da construção civil tradicional.



Figura 4 – Resíduos da construção civil  
Fonte: VGResíduos

## 6. Considerações finais

É fato que a geração de resíduos sólidos pela construção civil tem aumentado a cada ano, devido o crescimento urbano das cidades e o grande desenvolvimento econômico e social, provocando diversos impactos ambientais. Tais impactos se devem não apenas pelo elevado consumo de recursos naturais não renováveis, como também pela degradação da paisagem quando do descarte dos resíduos em aterros sanitários, ou nos chamados lixões.

Neste sentido, o reaproveitamento destes resíduos tem sido encarado de forma séria em escala mundial, buscando-se alternativas para minimizar os impactos ambientais, sociais e econômicos, com vistas a atingir sustentabilidade do setor construtivo. É neste cenário que surge o concreto reciclável por ser uma opção mais sustentável e que contribui com a manutenção do meio ambiente, além de ser um material mais acessível.

É fato que grande parte das pesquisas relacionadas ao emprego dos resíduos da construção civil como agregado na composição do concreto reciclável ainda ficam somente no papel e

são pouco utilizadas pelas empresas do ramo. Chega-se a conclusão que o concreto reciclável é uma solução rentável tanto em termos econômicos como em termos financeiros e há um grande potencial de crescimento para estudos e empreendimentos voltados para o reaproveitamento de resíduos da construção civil no Brasil.

## Referências

CONAMA. **Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.** RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Publicada no DOU nº136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96 Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf)> Acesso em: 14 out. 2019.

TEIXEIRA, J.; OLIVEIRA, M. **Resíduos de construção e demolição – concreto reciclável.** Disponível em: <[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_concreto.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_concreto.pdf)> Acesso em: 14 out. 2019.

EVANGELISTA, P. P. A. et al. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n3/a02.pdf>> Acesso em: 14 out. 2019.

TROMBIM, D.; PORTELA, I.; GONÇALVES, E. Concreto reciclado: estudo e caracterização das matérias primas. In: Educação e Ciência para a cidadania global, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: UNIVAP – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo, 2016. p. 1-6

NOVENTA T.I. **CONCRETO RECICLADO: CONHEÇA ESSA INICIATIVA SUSTENTÁVEL.** Disponível em: <<https://www.noventa.com.br/blog/materiais-educativos/concreto-reciclado-conheca-essa-iniciativa-sustentavel/>> Acesso em: 18 out. 2019.

SILVA, F. M. **Novo desafio para a sustentabilidade: O concreto reciclado.** Disponível em: <<https://www.deviantes.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/>> Acesso em: 18 out. 2019.

LAPA, J. S. **Estudo de viabilidade técnica de utilização em argamassas do resíduo de construção oriundo do próprio canteiro de obra.** Belo Horizonte, 133 p., 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

LEITE, Mônica B.; COSTA, Josué A. **Estudo da influência do agregado reciclado de concreto de pré-moldados na resistência do concreto.** XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12, 13 e 14 de Novembro de 2014/ Maceió-AL.

GONÇALVES, R. D. C. **Agregados reciclados de resíduos de concreto - um novo material para dosagens estruturais.** São Carlos, 148 p., 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

HOOD, Rogério da Silva Scott. **Análise da Viabilidade Técnica da Utilização de Resíduos de Construção e Demolição como Agregado Miúdo Reciclado na Confeção de Blocos de Concreto para Pavimentação.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

BARRETO, R. D.; RIO, M. R. T. D.; GONÇALVES, E. P. **Produção de pavimento intertravado com a utilização de resíduos da construção civil como agregado miúdo.** Educação e Ciência para a Cidadania Global, dias 27 e 28 de Outubro de 2016.

VGRESÍDUOS. **Resíduos da Construção Civil: construindo valores de sustentabilidade.** Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/residuos-da-construcao-civil-construindo-valores-de-sustentabilidade/>> Acesso em: 14 out. 2019.