

# PRESERVAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE UMA OBRA PARA A FABRICAÇÃO DO CONCRETO RECICLADO

Any Karoline Ferreira Amorim<sup>1</sup>  
Fernanda Gabrielle Pinto Salvador de Lima<sup>2</sup>  
Leticia Rocha Santos<sup>3</sup>  
Mirian Pitta Rocha Andrade Simões<sup>4</sup>  
Pauline Bomfim de Araújo de Almeida<sup>5</sup>  
Sandovânio Ferreira de Lima<sup>6</sup>

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777  
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

A indústria da construção é muito importante para o crescimento do planeta, no entanto traz riscos para ele. Um dos prejuízos para o meio ambiente é uma futura escassez dos recursos naturais, visto que, por exemplo, no Brasil, parte dos materiais extraídos da natureza anualmente é usada pela construção civil; além de gerar muitos resíduos, os quais não estão sendo destinados corretamente, ocasionando na poluição do meio ambiente. Uma importante ação para evitar esse prejuízo é a reciclagem dos entulhos da obra, com esse processo o lixo reciclado se tornará parte integrante de uma construção, e não estará abandonado causando problemas. O objetivo da presente pesquisa é, utilizando essa ideia de preservação ambiental, realizar um levantamento de dados com o intuito de mostrar as vantagens de um novo material na obra, sendo formado por uma parte de resíduo reciclado. O material para análise é o concreto, que convencionalmente é formado por areia, brita, cimento e adição de água para ajudar na trabalhabilidade. A finalidade da pesquisa é mostrar através de dados que o concreto reciclado poderá ser uma opção vantajosa tanto para a obra quanto ao meio ambiente, expondo suas vantagens e desvantagens, sua preparação, testes da resistência, e também o processo de reciclagem do entulho.

## PALAVRAS-CHAVE

Preservação. Reciclagem. Concreto.

## ABSTRACT

The construction industry is very important to the improving of the planet, but carries risks for it. One of the damages to the environment is a future scarcity of the natural resources, in Brazil, for example, part of the extracted materials from nature per years used for construction; besides generating so many wastes, which are not designed properly, resulting in environmental pollution. An important action to prevent this damage is the recycling of the wastes from constructions, with this process, the recycled waste can become an integral part of a building, and it won't be discarded causing problems. The aim of this research is, using the idea of the environmental conservation, to survey data to show the advantages of a new material in the construction, formed by a portion of recycled residue. The material for analysis is the concrete, which is conventionally formed by sand, gravel, cement and water added to help in the workability. The purpose of the research is to show, through data, that the recycled concrete can be a beneficial option for the construction and the environment, exposing its advantages and disadvantages, its preparation, endurance tests, and also the waste recycling process.

## KEYWORDS

Conservation. Recycling. Concrete.

## 1 INTRODUÇÃO

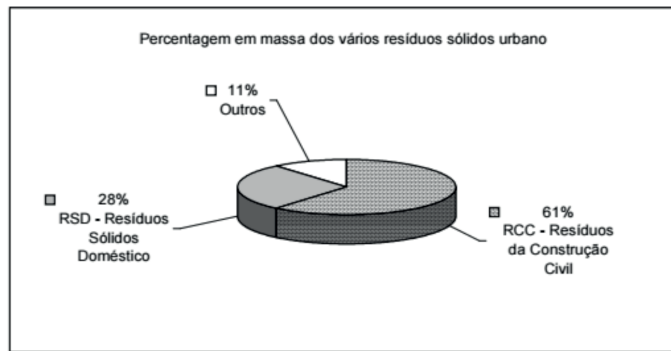
A construção civil é uma das indústrias que mais cresce no mundo nos dias de hoje. Mas junto com esse fator positivo que é o crescimento, vem a preocupação com a escassez dos recursos naturais e os danos que esse setor traz para o meio ambiente.

Extração da matéria-prima, produção de materiais, construção e demolição, todas essas etapas do processo construtivo causam impactos ambientais que, de certa forma, afetam as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais, e por fim, a saúde e o bem estar da população (PIOVETIZAN JUNIOR, 2007)

Dados afirmam que 2 a 3 bilhões de toneladas de entulhos provenientes da construção civil são gerados por ano em todo mundo. Estima-se que, no Brasil, o entulho gerado pelas obras corresponde de 10% a 20% da massa total do edifício. Na cidade de São Paulo, são gerados 90.000 metros cúbicos de entulho por mês levando em conta o material que chega aos aterros oficiais (OZKAN, 2001; ANDRADE ET AL., 2001; PINTO, 1999; PICCHI, 1993)

A quantidade de material perdido na obra afeta diretamente na quantidade de geração de resíduos sólidos urbanos. Pinto (2005) em um estudo realizado em onze (11) municípios da região sudeste, mostra de maneira exemplificada a relação de massa desses resíduos, Figura 1.

Figura 1 – Percentagem em massa de vários constituintes dos resíduos sólidos urbanos em onze (11) cidade da região sudeste



Fonte: Adaptado de PINTO (2005)

A partir de dados como esses, os responsáveis pelas obras deveriam procurar alternativas que diminuam o acúmulo de resíduos, porém essa não é a realidade da maioria dos brasileiros. Estes procuram alternativas que lhes favorecem mais no ponto de vista econômico. Em Maceió, Alagoas, a maioria das empresas de construção civil escolhe um aterro numa cidade do interior do estado e manda o entulho da obra, pois é a forma mais fácil de descarte. O que muitos não têm noção é da quantidade de materiais que se perdem nesses resíduos jogados nos aterros e como eles podem ser reaproveitados, além das despesas geradas que passam despercebidas.

Grande parte dos resíduos sólidos municipais é composta por restos de construção e demolição. A degradação das áreas urbanas é uma consequência do acúmulo desses resíduos, um exemplo que pode ser citado é o entupimento de bueiros que leva às enchentes nas ruas.

Em muitos países, a reciclagem dos resíduos nas obras é um ato rotineiro. Mas no Brasil ainda não é comum usar esse material reciclado para a produção de novos materiais. A utilização do material reciclado na produção do concreto seria uma excelente alternativa que reduziria impactos ambientais, diminuiria o desperdício de materiais das construções, além de proporcionar economia no ponto de vista financeiro.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento de um concreto fabricado a partir da reciclagem dos resíduos, onde o entulho é transformado e utilizado como uma nova matéria-prima.

## 2 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS

A reciclagem é uma importante ferramenta na preservação ambiental. A reciclagem de resíduos da construção civil além de ajudar o meio ambiente, será útil na fabricação de novos materiais para uma obra.

O processo de reciclagem de entulho para transformação em concreto se inicia com a recepção e separação do material. Os materiais recicláveis são separados manualmente dos rejeitos que, sendo reaproveitáveis, serão devidamente destinados para reciclagem.

A partir de então, é realizada a verificação de sua composição, além do grau de contaminação daquele entulho. Diante dessa análise, é feita uma triagem e o material aceito é classificado em materiais de classe A (resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados): são os resíduos de peças fabricadas com concreto (lajes, pilares, blocos, pavimentação), argamassas, fibrocimento, pedras ornamentais, sem a presença de impurezas. Tais materiais se destinam predominantemente à preparação de argamassa e concreto não estrutural, que podem ser utilizados, por exemplo, na fabricação de bloquetes para calçamento, blocos de vedação, guias para meio-fio, dentre outros.

Materiais classe B (resíduos recicláveis para outras destinações): são os resíduos predominantemente cerâmicos (tijolos, telhas, azulejos), estes materiais são destinados predominantemente a fabricação de bases e sub-bases de pavimentação de vias, drenos, camadas drenantes e material de enchimento de rip-rap.

Uma vez que é feita a classificação, dá-se início a operação de britagem, que é o processo de trituração, onde o entulho é colocado no triturador, resultando materiais de diferentes tamanhos e qualidades. Os resíduos são levados pela pá-carregadeira até o alimentador vibratório do britador de impacto e, por gravidade, para a calha simples e ao transportador de correia. Após a britagem, há eliminação de pequenas partículas metálicas ferruginosas pela ação de um eletroímã sobre o material reciclado conduzido pelo transportador de correia. É feita uma divisão por tamanhos, a granulagem, que depende do uso de cada material. Ao dividir, tem-se, por exemplo: areia, brita, pedrisco, bica corrida e outros.

No momento em que se finaliza a operação de britagem, conforme indicado acima, o material resultante é acumulado sob o transportador de correia, fase que se chama "estocagem em pilhas".

Após a estocagem, ocorre a expedição do material, que se trata da fase final do processo de reciclagem do entulho. Tal expedição é realizada com o auxílio de pá-carregadeira e se configura na disposição das novas matérias-primas, nos veículos

apropriados, os quais poderão ser utilizados nas obras de construção civil de acordo com a classificação apresentada, entre eles o concreto.

Ao término do processo de reciclagem são formados alguns agregados, que possuem funções específicas, Figura 2.

Figura 2 – Características e uso recomendado dos agregados reciclados

<b>Produto</b>	<b>Características</b>	<b>Uso recomendado</b>
Areia Reciclada	Material com dimensões máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassa de assentamento de alvenaria de vedação, contrapiso, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco Reciclado	Material com dimensões máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita Reciclada	Material com dimensões máximas característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagem.
Bica Corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil (blocos de concreto, resto de cerâmicas e etc.), livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm.	Obras de base e sub-base de pavimentação, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e nivelamento topográfico de terreno.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isentos de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagem e terraplanagem.

Fonte: TÊCHNE

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define por meio da norma NBR 15.116:2004, a utilização do agregado reciclado em concreto não estrutural de acordo com as diretrizes a baixo:

**Concreto de cimento Portland sem função estrutural, com agregado reciclado:** Material destinado a usos como enchimento, contrapiso, calçadas, e fabricação de artefatos não estruturais, como blocos de vedação, meio-fio (guias), sarjetas, canaletas, mourões, e placas de muro. Estas utilizações em geral implicam o uso de concretos de classe de resistências C10 e C15 da ANBT NBR8953.

**Agregado de resíduo de concreto (ARC):** É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo pertencente à

Classe A, composto na sua fração graúda, de no mínimo de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme Anexo A e atender aos requisitos de aplicações específicas.

**Agregado de resíduo misto (ARM):** É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo Classe A, composto na sua fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme anexo A e atender aos requisitos das aplicações específicas.

### 3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CONCRETO RECICLADO

Para o processo de formação do concreto reciclado, são necessárias pedras e areias limpas (agregados reciclados), nesse processo não pode ocorrer mistura com materiais orgânicos.

Durante o processo de fabricação, é necessária a mistura com água, analisando sempre a quantidade que vai ser depositada durante a formação do material, pois caso ocorra o excesso de água a resistência do material pode diminuir, e com a falta de água pode ocorrer o aparecimento de buracos e dificultar na trabalhabilidade do produto. A relação água-cimento na formação do concreto reciclado poderá sofrer um aumento devido à maior absorção de água pelos agregados cerâmicos. E as pedras que vão ser colocadas nas misturas devem ser umedecidas caso sejam muito expostas à luz solar.

Segundo o consultor de gestão de resíduos da construção, Tarcísio de Paula Pinto (1999), é necessário uma adição de até 25% de agregado reciclado no agregado normal para que essa mistura não influencie na qualidade do produto.

Processos da formação do concreto:

Dosagem; Mistura; Transporte; Lançamento; Adensamento; Cura.

- **Dosagem:** Análise da quantidade de material que vai ser utilizado durante o processo de reciclagem.
- **Mistura:** objetivo é deixar o material uniforme.
- **Transporte:** levar o material para o local de construção, ou que vai ser aplicado.
- **Lançamento:** Aplicação do concreto, o endurecimento dura aproximadamente 4 horas, após a colocação de água.

- **Adensamento:** Retirada do excesso de massa colocada, para facilitação do endurecimento e o aumento de sua resistência.
- **Cura:** Medidas adotadas a fim de privar a perda de água (evaporação) pelo concreto nos primeiros dias, sendo essa imprescindível para a reação com o cimento.

Após ser realizada a formação do concreto reciclado é necessário que haja testes para determinar a sua resistência, e assim verificar e o seu potencial está de acordo com as normas e se tem boa qualidade.

Compressão é um esforço que a estrutura da obra deve suportar. E é a essa compressão que o concreto deve resistir. Para fazer o teste de resistência se faz necessário de um corpo de prova do concreto reciclado para ser colocado em um cilindroproctor (ou cilindro metálico) de 15cm de diâmetro e 30cm de altura, sendo realizada a moldagem desses corpos, logo em seguida eles são levados para serem armazenados em câmaras úmidas até serem ensaiados. Esse ensaio é realizado com a ajuda de uma prensa onde eles são rompidos, determinando assim sua resistência.

A resistência observada pelo concreto reciclado torna-o uma forma viável e proveitosa para o uso na construção civil, no entanto, devendo haver certos cuidados com os agregados utilizados.

Chen e outros autores (2003) realizaram um estudo, onde separaram os agregados lavados e não lavados. Indicando que o resultado do primeiro chegou a cerca de 90% de resistência quanto ao segundo, não ultrapassou os 75%.

Feito outro procedimento, em que houve uma pré-moldagem dos agregados, um pouco antes do processo de concretização, a fim de que estes não "roubem" a água do traço (cimento/água) melhorando a trabalhabilidade e resistência do concreto.

#### **4 VANTAGENS E DESVANTAGENS**

Lidar com o problema do desmatamento e da crescente poluição que o mundo vem sofrendo é uma questão presente no dia a dia das pessoas. A construção civil é um dos setores que mais polui o meio ambiente, vêm sendo elaboradas diversas maneiras com o objetivo de amenizar esses impactos.

Foi realizada uma pesquisa a fim de verificar possíveis vantagens e desvantagens que o concreto reciclado teria, tanto para a obra como para o fornecedor e o comprador do produto. Primeiramente, por ser reciclado, o produto já possui vanta-

gens ambientais, por substituir a matéria prima natural por resíduos de obras, e econômica, por obter uma redução de 20% a 30% no custo do produto. (SIMIELE, 2010)

Além dessas duas vertentes positivas relacionadas ao concreto reciclado, há ainda, a questão da propriedade mecânica do material que não é alterada. Segundo o estudo do pesquisador Daniel Simiele (2010), a resistência do concreto reciclado chega a ser 39,5% superior à resistência do concreto convencional, vindo a ultrapassar os 35 Mpa exigidos pela ABNT. No entanto, foram observados, também, alguns aspectos negativos do mesmo. Quando em contato com a chuva ácida, água potável ou água servida, pode haver uma redução de mais de 50% da vida útil do concreto reciclado, dessa forma, deve ser revestido ou haver impermeabilização da superfície.

Segundo Salomon Levy e Paulo Helene (2000), as partículas dos agregados miúdos reciclados são mais angulares, ou seja, apresentam um formato maior e mais anguloso que as dos agregados naturais, sendo isto pouco desejável para produção de boas misturas.

Outra desvantagem encontrada é a restrição, por meio de normas específicas da ABNT, da utilização do concreto reciclado, sendo aceito apenas para pavimentação e não possuindo função estrutural, pelo fato da resistência e durabilidade desse material, ser controlado pela porosidade do agregado, que é superior a 10%.

## 5 CONCLUSÃO

A preocupação com o meio ambiente está sendo um tema bastante evidente ultimamente, devido ao aumento contínuo da poluição ambiental e do impacto direto que causa na população.

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 307 de 2002, em seu artigo 4º, estabelece que os geradores devam ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. No entanto essa lei não está sendo devidamente seguida, causando uma poluição desnecessária ao meio ambiente, visto que 80% desses resíduos podem ser reciclados e reaproveitados.

Dessa forma, a reciclagem de resíduos seria uma forma de diminuir os impactos que a construção civil tem na natureza. Além de ser uma alternativa economicamente vantajosa, tanto para quem recicla e vende, já que é um processo com um custo baixo em relação ao lucro, como para quem compra o material reciclado, visto que seus resultados são semelhantes ou até superiores ao concreto convencional.



Há também aspectos negativos dessa reciclagem, todavia os pontos positivos se sobrepõem aos negativos, tornando assim, o concreto reciclado uma maneira muito pertinente de diminuir o alto índice de poluição ambiental. O comodismo leva a algumas empresas a não optarem pela reciclagem, assim como possíveis receios e desconfiças quanto ao desempenho do produto reciclado para a obra. No entanto, é possível verificar que essa é uma boa opção para todas as vertentes inclusas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 15116:2004**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. 2004.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. 5.ed. revisada. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BODI, J. Experiência brasileira com entulho reciclado na pavimentação. In: Reciclagem na construção Civil, Alternativa Econômica para Proteção Ambiental, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC – USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1997. p.56-59. 76 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

CIOCCHI, L. **Reciclagem do concreto**, 2003.

Equipe PERS Alagoas. **Resíduos da construção civil**. Disponível em: <<http://www.persalagoas.com.br/residuos-da-construcao-civil-2/>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

Faz Fácil. **CONCRETO**: o que é o CONCRETO, como se faz? Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/que-e-o-concreto>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

FIORIO, V. **Indústria Hoje. Como é feito o concreto**. 2015.

JUNIOR, G.T.A.P. **Resíduos da construção civil de Santa Maria**, 2007.

LEVY, Salomon M.; HELENE, Paulo R. L. Durabilidade de concretos produzidos com resíduos minerais da construção civil. IBRACON COMITÊ TÉCNICO 206 III SEMINÁRIO “Desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil: práticas recomendadas”, 2000, São Paulo. **Anais**. CD-ROM.

NINNI, K. **Concreto reciclado custa 30% menos. Especial para o estado de S. Paulo**, 2010.

PINI WEB. **Reciclagem de concreto**. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/reciclagem-de-concreto-80112-1.aspx>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

PORTAL Resíduos Sólidos. **Reciclagem de resíduos sólidos da construção civil**. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

PREFEITURA do Município de Belo Horizonte, Secretaria de Serviços e Obras. **Estações de reciclagem de entulho**. Belo Horizonte, 2014.

VIEIRA, G.L.; DAL MOLIN, D.C.C.; LIMA, F.B. **Resistência e durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição**. 2004.

ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. Campinas-SP: Unicamp, 1997.

---

**Data do recebimento:** 19 de junho de 2016

**Data de avaliação:** 26 de julho de 2016

**Data de aceite:** 14 de agosto de 2016

---

1. Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: karolamorimf18@gmail.com
2. Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: salvadorlima.fernanda@gmail.com
3. Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: le.rocha48@gmail.com
4. Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: miriansimoes7@yahoo.com.br
5. Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: pauline-bomfim@hotmail.com
6. Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: sandovanio@msn.com