

# UTILIZAÇÃO DO AGREGADO PROVENIENTE DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO NATURAL NO CONCRETO

Celiane Mendes da Silva<sup>1</sup>  
Sandovânio Ferreira de Lima<sup>2</sup>

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777  
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

Sabe-se que o concreto, precedido da água, é o material mais utilizado pelo homem, tendo como composição básica uma mistura de cimento, água e agregados miúdo e graúdo. Por sua vasta utilização, percebe-se que a exigência tanto à natureza que é a principal provedora dos recursos naturais para a produção do concreto, quanto à indústria devido aos processos realizados para se obter o produto final, trazem uma série de consequências ao meio ambiente. A respeito disso, um fator que não se tem debatido com frequência, porém de extrema importância, é o problema da extração da areia natural e principalmente do leito dos rios. Com relação a isto, em busca de uma possível alternativa para a questão, vê-se que a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) reduz o impacto causado pelo consumo e elevada demanda de matéria-prima pela construção civil. Para isso, tem-se buscado a incorporação desses resíduos na produção de argamassas e concretos de baixa resistência, visando também o aumento de seu potencial de utilização. Sendo assim, o presente artigo tem por finalidade apresentar o agregado reciclado fino em substituição do agregado miúdo natural nas propriedades do concreto em seus estados fresco e endurecido.

## PALAVRAS-CHAVE

Concreto. Areia Natural. Agregado Reciclado Fino.

## ABSTRACT

It is known that concrete, preceded by water, is the material most used by man. This has as its basic composition a mixture of cement, water and small and large aggregates. Due to its wide use, it is perceived that the requirement both to the nature that is the main supplier of the natural resources for the production of the concrete, and to the industry due to the processes carried out to obtain the final product, bring a series of consequences to the environment. In this respect, a factor that has not been frequently debated, but which is extremely important, is the problem of the extraction of natural sand, and especially of the bed of rivers. Regarding this, in search of a possible alternative to the issue, it is seen that recycling of construction and demolition waste (RCD) reduces the impact caused by consumption and high demand for raw material by civil construction. For this purpose, we have sought to incorporate these residues in the production of low-strength mortars and concretes, aiming also to increase their use potential. Therefore, the present article has the purpose of presenting the fine recycled aggregate in replacement of the natural aggregate in the properties of the concrete in its fresh and hardened state.

## KEYWORDS

Concrete. Natural Sand. Fine Recycled Aggregate.

## 1 INTRODUÇÃO

O concreto é o segundo material mais utilizado no mundo, entretanto torna-se o primeiro, tomando como base a indústria da construção. Desde as primeiras construções o mesmo exerce papel preponderante nas mais diversas aplicações em que se tem seu uso. Porém, a utilização deste material em larga escala, requer também um alto fornecimento da matéria prima que o compõe que é basicamente formada por água, cimento, agregado miúdo e agregado graúdo.

De acordo com Valverde (2001, p. 1), devido ao consumo do concreto em alta escala, ressalta-se também que os agregados da construção civil (areia e brita) são os insumos minerais mais consumidos no mundo, sendo que sua produção corresponde a cerca da metade do consumo mundial de minerais.

Com relação a isto, levanta-se uma problemática devido ao fato de que estes insumos em sua maior parte são extraídos da natureza e caracterizados como agregados naturais, pois são utilizados na forma como se encontram.

Observa-se que esse tipo de extração, a longo prazo, traz impactos tanto ao homem quanto aos geossistemas e vem causando uma série de consequências. Um dos principais efeitos do aumento das extrações de agregados naturais, é a extração mineral da areia natural, assunto este que não se tem debatido com frequência atualmente, porém de suma importância.

Em vista disso, torna-se notória a necessidade de uma alternativa para inibir parcial ou totalmente a intensidade da utilização da areia na construção civil. Para isso, levanta-se a possibilidade da utilização de agregados reciclados provenientes de resíduos gerados pela construção civil, onde sua inutilização e aglomeração também tem se tornado um problema nos centros urbanos.

Muitas cidades brasileiras têm sofrido com o elevado volume de entulho gerado pela construção civil, tanto por obras recentes quanto por meio de reformas ou demolições. Cabral e Moreira (2011, p. 8) são característicos ao classificar: “Este tipo de resíduo é gerado por meio de várias fontes, sendo uma das principais, a falta de serviço de qualidade que provoca a perda de materiais na obra sendo descartados em forma de entulho”. E, como consequência disso, têm-se a falta de matéria-prima e aterros para a deposição final dos resíduos.

Atualmente, tem-se empreendido várias iniciativas para minimizar a geração e melhorar a gestão do resíduo de construção e demolição (RCD) visando a maximização de benefícios econômicos e ambientais, enfatizando a reciclagem crescente para o reuso destes materiais (PEDROZO, 2008).

Segundo Assis (2015, p. 1): “A reciclagem dos resíduos provenientes de obras e demolições é uma alternativa para uma construção mais econômica e principalmente sustentável, visando diminuir o impacto causado pelas atividades humanas”. No Brasil, a legislação CONAMA 307 fornece as diretrizes para classificação dos resíduos de construção e demolição, servindo de estímulo para a separação dos resíduos que contenham fração mineral que possa ser aproveitada sob a forma de agregado.

Muito se tem avançado quanto a utilização de agregados reciclados de RCD para a produção de concretos e outros produtos destinados à construção civil, como também já existem recomendações e normas técnicas que amparem o uso destes materiais. Estudos comprovam o desempenho dos concretos confeccionados com resíduos cerâmicos em relação aos concretos convencionais com agregados naturais (KHATIB, 2005).

Neste sentido, este trabalho visa apresentar a possibilidade de se reaproveitar o agregado reciclado em substituição parcial ou total do agregado miúdo natural no concreto.

## **2 O USO INSUSTENTÁVEL DA AREIA NATURAL**

De acordo com a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a areia é um solo constituído por grãos minerais cuja maioria aparente tem diâmetro entre 0,05 e 4,8 mm, sendo caracterizada por sua textura, compacidade e forma dos grãos. Como material essencial à construção civil, seu consumo é sobremaneira elevado e em sua maior parte para a composição do concreto, o que gera efeitos ambientais desfavoráveis visto que este material é extraído diretamente da natureza.

Dentre as consequências que o consumo do concreto em larga escala pode ocasionar, destaca-se em especial, a extração mineral e o uso insustentável da areia natural. É necessário salientar que mesmo a areia natural de dunas, praias ou rios, seja vista como um recurso natural inesgotável, já é um dos mais explorados no mundo.

Segundo estimativas de um relatório publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), são 40 bilhões de toneladas de areia e cascalho que desaparecem do ambiente natural por ano, onde o Brasil está entre os grandes mineradores de areia e principais produtores de cimento do mundo, pois 80% deste material é destinado a obras da construção civil (PNUMA, 2011).

Sabe-se que as atividades de extração mineral são indispensáveis tanto para o desenvolvimento da construção civil quanto para a sociedade, mas são responsáveis por efeitos muitas vezes irreversíveis sobre o meio ambiente (BRANDT, 1998). E isto deve-se ao fato de que a exploração mineral por si mesma é uma atividade não sustentável, ou seja, o que foi extraído nunca mais será repostado. E essa ação vem desencadeando impactos ambientais evidentes tanto no ambiente próprio da extração quanto nas localidades próximas.

Acerca destes impactos, tem-se as alterações dos cursos d'água, já que os principais depósitos de areia se encontram no leito dos rios, surgimento de áreas degradadas, aumento do teor do material sedimentado em suspensão, causando o desmatamento, descaracterização do relevo e alterações nos processos geológicos (SANTOS, 2015).

Dessa maneira, vê-se que há uma necessidade de se encontrar alternativas ao uso deste material de forma inibi-lo na composição do concreto, minimizando os riscos e impactos que a extração mineral vem proporcionando ao meio ambiente. E, para isso, tem-se a utilização de agregados reciclados finos provenientes do beneficiamento de resíduos RCD em substituição do agregado natural, implicando na redução de impactos ambientais dos setores de mineração e diminuição da quantidade de entulhos gerados pela construção civil nos centros urbanos.

### **3 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos considera como resíduos de construção civil aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras, incluindo a preparação e escavação de terrenos.

Percebe-se por meio de registros, que a prática da reciclagem destes materiais já se fazia presente desde a antiguidade. Este reaproveitamento de resíduos para uso em construção é praticado desde o Império Romano e Grécia Antiga (PEDROZO, 2008). De acordo com Santos (1975) restos de telhas, tijolos e utensílios de cerâmica eram utilizados como agregado graúdo em concretos rudimentares.

No entanto, conforme Morand (2016, p. 1)

A primeira utilização significativa de resíduos RCD só ocorreu e foi registrada ao final da Segunda Guerra Mundial, na qual milhares de escombros ficaram espalhados pelas cidades e tinha-se a necessidade tanto de matéria prima para reconstrução quanto de locais de destino para a grande quantidade de resíduos”.

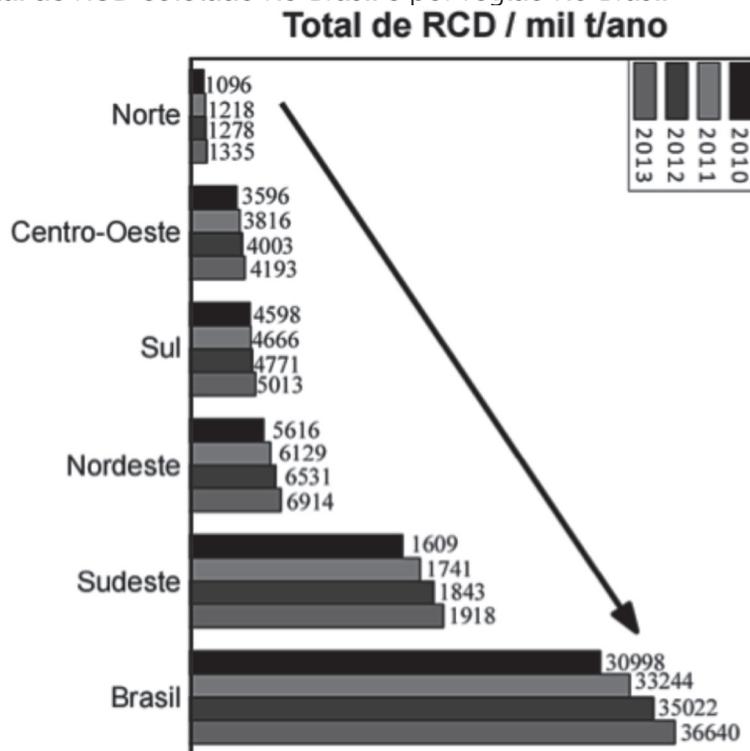
E, frente a isto, fizeram com que esses resíduos fossem reaproveitados.

O setor da construção civil é responsável pelo consumo de mais de um terço dos recursos do planeta e gera, aproximadamente, 40% dos resíduos sólidos mundiais (PNUMA, 2011). Devido a isto, nas últimas décadas, especialmente por razões ambientais e econômicas, países como Holanda, Dinamarca, Estados Unidos, Japão, França, Itália, Espanha, Reino Unido, Rússia e recentemente o Brasil, vêm adotando a reciclagem realizada por empresas particulares ou públicas (HANSEN, 1992; ZORDAN, 1997).

A reciclagem dos resíduos de construção teve início em 1991 no Brasil, mais especificamente em Belo Horizonte, sendo que hoje ainda existem poucas estações de tratamento e reciclagem deste material, dispersas em alguns estados do Brasil. De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON), o Brasil desperdiça 8 bilhões de reais por ano porque não recicla seus produtos. Os números indicam que 60% do lixo sólido das cidades vêm da construção civil e 70% desse total poderia ser reutilizado (MORAND, 2016, p.1).

Ainda neste contexto, observa-se pela Figura 1 que houve um aumento significativo quanto à coleta de RCD no Brasil. Nota-se que em 2011, a coleta aumentou 7,2% em relação ao ano de 2010, em 2012, a coleta RCD aumentou 5,0% em relação ao ano de 2011 e que em 2013, a coleta RCD aumentou 10,4% em relação ao ano de 2012, chegando a aproximadamente 37 milhões de toneladas em todo o Brasil, executadas apenas pelos órgãos públicos.

Figura 1 – Total de RCD coletado no Brasil e por região no Brasil



Fonte: ABRELPE (2014).

### 3.1 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS RCD

O entulho da construção civil pode ser caracterizado como o resíduo industrial, sendo constituído por praticamente todos os materiais utilizados pela indústria da construção civil, como: brita, areia, materiais cerâmicos, argamassas, concretos, madeira etc. e sua composição química está relacionada as propriedades de cada um destes.

Apresenta-se na forma sólida de características físicas variáveis, possuindo dimensões típicas dos materiais de construção (areia e brita), ou formatos irregulares (pedaços de madeira, argamassas, concretos etc.) (PEDROZO, 2008).

Segundo Zordan (1997) esta composição diversificada de RCD se deve ao fato da variedade de materiais de construção empregados na construção civil. A respeito disso, vê-se que a composição química dos RCD varia em função dos conteúdos de pasta de cimento, tipos de agregados naturais (areia quartzosa ou granito), cerâmica vermelha e argila presentes (ÂNGULO, 2009).

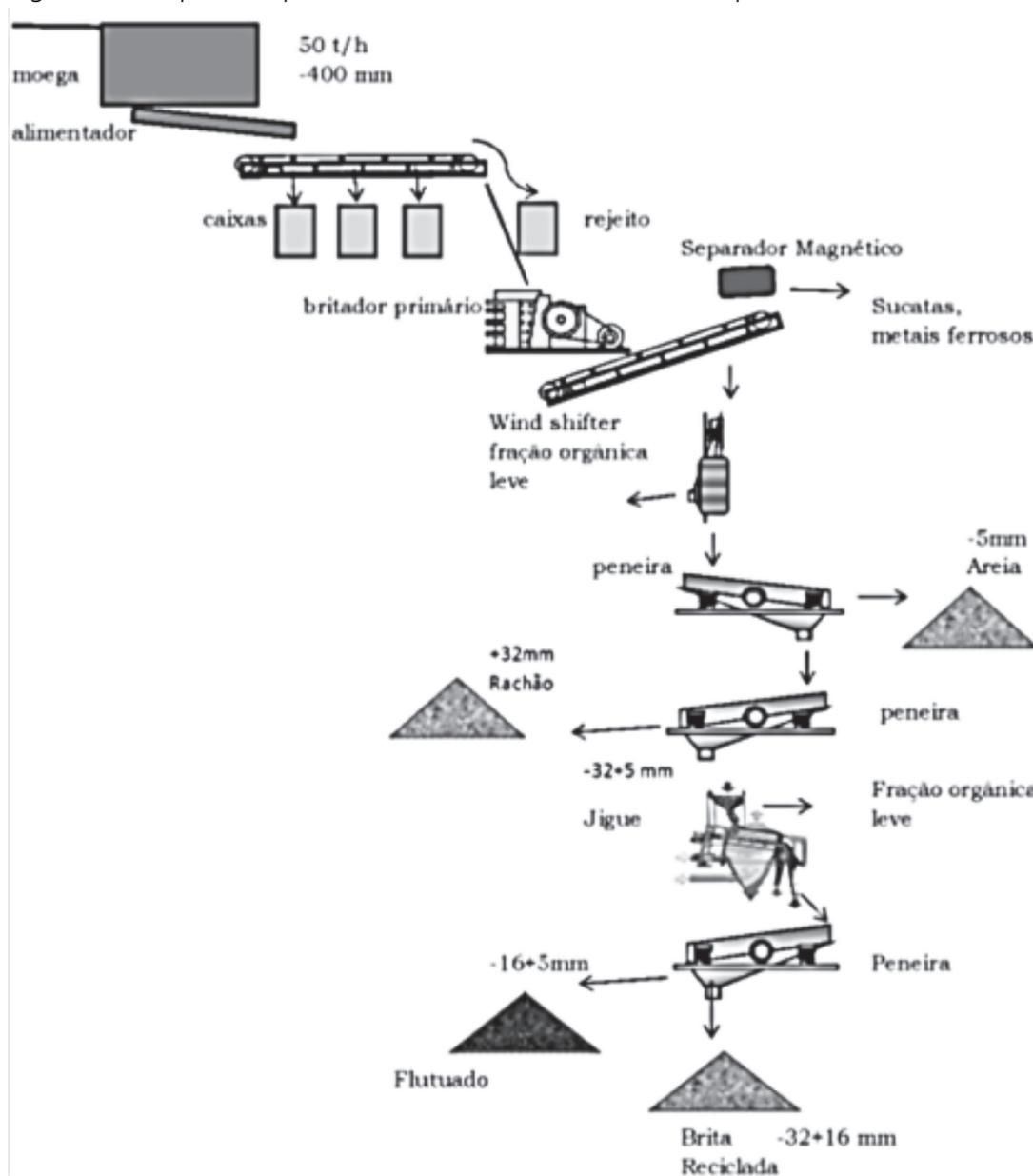
Além disso, a composição química dos RCD também pode ser um dos parâmetros decisivos na avaliação da possibilidade de utilização do material reciclado em aplicações diversas. Conforme Morand (2016, p. 10), várias pesquisas demonstram que o teor da pasta de cimento aderida, que pode ser estimada a partir da composição química, está associado à porosidade dos agregados reciclados.

Tenório (2007, p. 6) é específico e distintivo ao retratar:

O processo de reciclagem dos resíduos de construção e demolição para a obtenção de agregados consiste nos processos de cominuição (fragmentação por meio de mecanismos físicos), peneiramento e classificação (mais utilizada como remoção de impurezas do que caracterização de tamanhos) e a concentração que consiste na catação, separação magnética, concentração gravítica, separação em meio denso e flotação.

Na imagem, é mostrado um esquema típico da indústria recicladora de RCD e seus produtos.

Figura 2 – Esquema típico da indústria recicladora e seus produtos



Fonte: Lima (2013).

### 3.2 UTILIZAÇÃO DE RCD EM SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO NATURAL NO CONCRETO

Observa-se um fator preponderante em várias cidades brasileiras, que é o percentual de materiais inertes com potencial de reaproveitamento para produção de agregados. E, conhecendo o potencial de reciclagem desses resíduos, vários países têm procurado incentivar a reciclagem deles (PEDROZO, 2008).

Para utilizar resíduos como matéria-prima em substituição aos materiais tradicionais, é necessário que esse insumo alternativo apresente padrões de desempenho compatíveis com a sua utilização (CARNEIRO, 2001).

No Brasil, por não haver um bom processo de separação dos resíduos na fonte e devido ao fato do processo de beneficiamento ser realizado em instalações simples, os agregados reciclados não apresentam homogeneidade de suas características, dificultando seu emprego (MORAND, 2016).

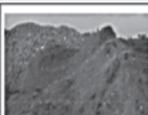
Em vista disso, percebe-se que independente da aplicação que se queria dar ao resíduo reciclado, em tese, quanto mais adequado às normas técnicas, maiores serão as possibilidades de utilização.

Dentre essas possibilidades, ressalta-se o emprego dos resíduos RCD como agregados para o concreto. E, em vista da problemática que o elevado consumo deste material vem trazido com relação a extração mineral da areia natural, propõe-se o agregado reciclado fino como alternativa ao uso dessa matéria-prima.

Este agregado, proveniente de resíduos liberados pela indústria da construção civil tem-se mostrado viável quanto aos requisitos para ser utilizado em substituição da areia, especialmente quando incorporado ao concreto.

O quadro apresenta um resumo das caracterizações e aplicações dos agregados reciclados de resíduos RCD.

Quadro 1 – Agregados reciclados e suas aplicações

Imagem	Produto	Características	Uso recomendado
	<b>Areia reciclada</b>	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
	<b>Pedrisco reciclado</b>	Material com dimensão 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.
	<b>Brita reciclada</b>	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
	<b>Bica corrida</b>	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	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.
	<b>Rachão</b>	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: ABRECON (2016).

### 3.2.1 Vantagens

A reciclagem dos resíduos de construção e demolição, independente da finalidade, representa vantagens econômicas, sociais e ambientais. Ferreira e Moreira (2013, p. 29) são categóricos neste aspecto: “A primeira e mais notória vantagem é a preservação dos recursos naturais, já que mesmo em locais de abundância de matéria-prima este fato representa um ganho visto que qualquer extração gera impactos locais”.

De acordo com Pedrozo (2008), a utilização dos agregados reciclados de RCD tem efeito benéfico para o controle da retração plástica do concreto, sendo a deformação final reduzida com o aumento do teor de substituição. Os agregados reciclados porosos ajudam no controle da retração dos concretos, atuando como reservatório interno na mistura, servindo como uma cura interna.

O agregado reciclado fino possui uma importante atividade pozolânica, o que pode contribuir com aumento de 20% na resistência à compressão de concretos, porém, no caso de agregados mais porosos, isto implica em sua resistência (MENEZES *et al.*, 2009).

Acerca da resistência a compressão de concretos produzidos com agregados reciclados finos, Assis (2015) realizou um estudo comparativo de resistência do concreto, utilizando agregados naturais convencionais e agregados reciclados. As amostras de RCD foram coletadas numa Usina de Reciclagem sendo compostas, em sua maior parte, de concreto, argamassa e material cerâmico. As amostras foram secas em estufas e peneiradas, obtendo-se materiais de granulometria compatível a agregados miúdos e graúdos que foram utilizados no preparo de dois traços de concreto.

Tabela 1 – Resumo do ensaio de compressão dos corpos de prova

Id. CP	Agregado	Idade (dias)	Tensão Ruptura (Mpa)	Carga Ruptura (kgf)
01	Natural	7	7,3	5.850
02	Natural	7	6,2	4.950
03	Natural	7	7,5	6.000
07	RCD - Graúdo	7	9,6	7.680
08	RCD - Graúdo	7	8,4	6.730
09	RCD - Graúdo	7	9,5	7.630
13	RCD - Miúdo	7	8,7	6.960
14	RCD - Miúdo	7	8,4	6.750
15	RCD - Miúdo	7	7,4	5.890
04	Natural	28	10,2	8.180
05	Natural	28	9,1	7.320
06	Natural	28	10,2	8.200
10	RCD - Graúdo	28	12,1	9.700
11	RCD - Graúdo	28	13,7	11.010
12	RCD - Graúdo	28	13,7	10.990

Id. CP	Agregado	Idade (dias)	Tensão Ruptura (Mpa)	Carga Ruptura (Igf)
16	RCD - Miúdo	28	13,5	108,50
17	RCD - Miúdo	28	13,4	COLUNAR
18	RCD - Miúdo	28	14,6	COLUNAR

Fonte: Assis (2015).

Por meio deste ensaio, Assis (2015) observou que a utilização de agregados reciclados aumentou significativamente a resistência a compressão dos concretos, principalmente quando a areia foi substituída pelo agregado reciclado fino.

Segundo Tenório (2007), o concreto apresenta melhoria de suas propriedades (maior resistência à compressão, maior módulo de elasticidade etc.) à medida que a massa específica dos agregados reciclados cresce.

Concretos confeccionados apenas com agregados miúdos reciclados tem o abatimento menos prejudicado (LEITE, 2001).

Khatib (2005) investigou a influência de quatro teores de substituição do agregado miúdo por dois agregados miúdos reciclados sobre a consistência do concreto, onde percebeu que os concretos não necessitaram de aditivos e apresentaram trabalhabilidade boa ou muito boa.

### 3.2.2 Desvantagens

Em consequência de os agregados reciclados terem propriedades variáveis, os concretos com eles confeccionados também tendem a apresentar variabilidade das propriedades que dependem do agregado. Estas diferenças representam restrições não só a sua utilização como também a confiabilidade dos mesmos em aplicações de maior valor agregado, como é o caso de concretos estruturais (TENÓRIO, 2007).

Vale ressaltar, também, que outro aspecto que dificulta o uso destes agregados em concretos é a sua variabilidade, decorrente tanto de sua composição quanto do próprio processo de beneficiamento do RCD (equipamentos, a ausência ou presença de uma ou outra operação unitária, o tipo de unidade recicladora etc.).

Como resultado dessa variabilidade e demais particularidades dos agregados reciclados, tem-se que os tais por vezes não atendem as normas que trazem especificações a respeito dos agregados naturais. Assim, os ensaios que são realizados com base nestas normas, quando efetuados com tais resíduos trazem possíveis imprecisões em seus resultados.

Segundo Pedrozo (2008), as partículas de agregado miúdo de RCD, quando caracterizadas fisicamente, apresentam-se semelhantes aos grãos do agregado natural, porém as diferenças na massa específica, absorção, quantidade de finos, influenciam nas propriedades. No estado fresco, os agregados reciclados promovem uma redução de fluidez do concreto, devido à absorção elevada dos grãos, onde a massa específica também apresentou redução.

Dessa forma, por falta de um parâmetro para o índice de qualidade dos agregados reciclados, tem-se elaborado estudos, propondo diversas formas de utilizá-los, onde uma delas é a abordada neste trabalho, vir a ser substituto parcial do agregado natural do concreto.

## 4 CONCLUSÕES

Em vista do exposto, conclui-se que a incorporação de materiais granulares reciclados de construção e demolição, em substituição ao agregado miúdo natural em matrizes cimentícias de concretos provocam alterações em seu comportamento. Mas, observou-se que estes resíduos podem substituir os agregados, apresentando um alto potencial de utilização, tomando, no entanto, cuidados no que diz respeito as dosagens e propriedades das misturas.

Com relação aos resultados obtidos das variadas fontes, as quais realizaram ensaios com a utilização destes resíduos, pode-se perceber que concretos produzidos com agregados reciclados podem obter desempenhos satisfatórios na produção de concretos a serem utilizados em blocos de pavimentação, blocos de concretos para alvenaria, dentre outros artefatos. Vê-se também que há uma possibilidade de uso deste material em aplicações estruturais desde que se observem suas características e restrições.

De modo geral, pode-se concluir que não há implicações relevantes que impeçam o uso do RCD em substituição do agregado miúdo natural. Dessa forma, em vista dos impactos ambientais causados pela elevada demanda de extração da areia natural, deve-se intervir com urgência o uso deste material tendo o RCD como alternativa imediata e eficaz para sua substituição.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: out. 2017.

ANGULO, S.C. **Composição química de agregados mistos de resíduos de construção e demolição do Estado de São Paulo**. 2009. p.721-730. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672010000200019&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672010000200019&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: out. 2017.

ASSIS, A.S. **Utilização de resíduos de construção e demolição RCD como agregados na produção de concretos**. Artigo. Apresentado no Congresso Técnico de Engenharia e Agronomia – CONTECC, Fortaleza, p.1-4, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6502: Rochas e Solos – Terminologia**. 1995.

BRANDT, W. Avaliação de Cenários em Planos de Fechamento de Minas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Org.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/ Departamento de Solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p.131-134, 1998.

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. *Revista do SINDUSCON* – CE, Fortaleza, v.8, n.1, p.43, 2011.

CARNEIRO, A.P. Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção. **Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. Disponível em: <<http://www.edufba.ufba.br/2011/12/reciclagem-de-entulho-para-a-producao-de-materiais-de-construcao/>>. Acesso em: out. 2017.

FERREIRA, A.R.L.; MOREIRA, H.C. **Análise Crítica da Gestão de Resíduos da Construção Civil**: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro. Projeto de Graduação. Escola Politécnica. UFRJ. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008292.pdf>>. Acesso em: out. 2017.

HANSEN, T.C. **Recycled of demolished concrete and masonry**. Londres: Chapman & Hall, p. 160, 1992.

KHATIB, J.M. Properties of concrete incorporating fine recycled aggregate. **Cement and Concrete Research**, v.35, p.763-769, 2005.

LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados de resíduos de construção e demolição**. 2001.Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2001.

MORAND, F.G. **Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção**. 2016. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

PEDROZO, R.F.E. **Influência da substituição do agregado miúdo natural por agregado reciclado fino em propriedades de argamassas e concretos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

PNUMA, 2011. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza – síntese para tomadores de decisão**. Disponível em: <[https://www.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org/greeneconomy/files/field/image/green\\_economy\\_full\\_report\\_pt.pdf](https://www.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org/greeneconomy/files/field/image/green_economy_full_report_pt.pdf)>. Acesso em: out. 2017.

RAO, A. Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete. **Resources, Conservation and Recycling**, v.50, p.71-81, 2007.

SANTOS, A. **Extração mineral de areia e seus impactos na territorialidade socioambiental**. Artigo. UCSAL. VII Seminário Internacional Dinâmica Territorial e Desenvolvimento Socioambiental: "Terra em Transe", Salvador, p.1-5, 2015.

SANTOS, F.I.G. **Avaliação das propriedades higrotérmicas das argamassas: estudo de caso com as cinzas pesadas**. 2006. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 186, 2006.

SANTOS, P. de S. **Tecnologias de argilas aplicadas às argilas brasileiras**. São Paulo: Edgar Blucher, v.1, p.340, 1975.

TENÓRIO, J.J.L. **Avaliação de propriedades do concreto produzido com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição visando aplicações estruturais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

VALVERDE, F.M. **Agregados para a construção civil: Balanço Mineral Brasileiro**, São Paulo: Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção, p.1, 2001.

ZORDAN, Sergio. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997. 140f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

---

**Data do recebimento:** 21 de Junho de 2018

**Data da avaliação:** 27 de Julho de 2018

**Data de aceite:** 2 de Agosto de 2018

---

---

1 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: celianems@hotmail.com

2 Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: sandovanio@msn.com

