

# A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM CONCRETOS SEM FINS ESTRUTURAIS

João Victor Freitas Barros Correia<sup>1</sup>  
Yuri Sotero Bomfim Fraga<sup>2</sup>



ISSN IMPRESSO 1980-1777  
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

A construção civil é uma atividade praticada pela humanidade desde seu primórdio, sendo considerada grande geradora de resíduos. Estima-se que a mesma consuma mais da metade da matéria-prima produzida pela sociedade moderna e seja a geradora de mais da metade dos resíduos sólidos das grandes cidades. Tendo em vista esse grande volume de resíduos gerados anualmente e o grande impacto ambiental pelo extrativismo mineral e vegetal, faz-se necessário a prática de reinserção desses resíduos na escala produtiva, seja por meio do reuso ou reciclagem, buscando o desenvolvimento harmonioso entre a sociedade e meio ambiente. Para tal, demanda-se o estudo da aplicabilidade dos recursos produzidos pelo benéfico uso desses resíduos e de normas para se estabelecerem padrões de segurança, economia e eficiência da aplicação dos mesmos. Esse trabalho tem como objetivo analisar a atual situação da reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD), mostrar quais as propriedades mecânicas dos agregados de RCD, e dos concretos produzidos com os mesmos, por meio de revisão bibliográfica de artigos, normas e legislações referentes ao tema.

## PALAVRAS-CHAVE

Construção Civil. Reciclagem. Resíduos da Construção Civil e Demolição. Propriedades Mecânicas.

## 1 INTRODUÇÃO

A humanidade caminha em direção ao desenvolvimento sustentável, onde se busca viver em harmonia com o meio ambiente, reduzindo do extrativismo, utilizando de energias renováveis e reinserindo resíduos da escala produtiva com o intuito de reduzir os impactos ambientais.

A gestão e gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) ainda se mostra um grande desafio administrativo e técnico nos centros urbanos brasileiros devido ao seu grande volume, preconceito de construtores e clientes quanto ao reuso desses materiais e poucos locais de descarte. A Figura 1 apresenta um exemplo de descarte irregular de RCD.

Figura 1 – Destinação irregular de RCD.



Fonte: Arquivo próprio.

A maioria desses resíduos é inerte, compostos por minerais inorgânicos, como dióxido de silício e sílica, que pode chegar a 90% da composição do RCD, o que viabiliza sua aplicação como agregado. O principal fator de decomposição desses compostos são intemperes calor, frio, chuva e vento. Outra parte menor é reativa quimicamente ou biologicamente, o que pode gerar expansão ou formação de espaços vazios dentro de concretos e argamassas, ou ainda que não apresente características mecânicas desejadas para um agregado como, dureza superficial e resistência a compressão, o que gera pontos fracos dentro de concretos e argamassas.

Quebaud (1996) já mencionava algumas diretrizes para se obter o gerenciamento eficiente e consciente do RCD, como incluir na licença para demolição, diretrizes para facilitar a reciclagem do resíduo produzido, se estabelecendo de forma obrigatória o processamento deste resíduo. Por meio de políticas socioeducativas, busca-se conscientizar os construtores e geradores de RCD a praticar a reciclagem

do mesmo, criar novas aplicações para os materiais reciclados, facilitando para que a iniciativa privada tenha vantagens econômicas e financeiras no seu uso. Além disso, é interessante criar uma marca para produtos reciclados de boa qualidade com um selo verde e promover a pesquisa na área de reciclagem e reuso do RCD, de maneira que a indústria da construção tenha fácil acesso a estas informações.

As possíveis designações legais para esses resíduos, segundo a resolução CO-NAMA 307 (2002), são a deposição em aterros sanitários ou de inertes, e a reciclagem por meio de beneficiamento por britagem, moagem e peneiramento desses resíduos transformando-os em agregados reciclados. De acordo com a ABNT NBR 15116 (2004), os agregados provenientes da reciclagem de resíduos de construção e demolição não podem ser utilizados com fins estruturais, porém podem ser utilizados com diversas finalidades como a construção de calçada, meio-fio, blocos de concreto para fim de vedação.

Os agregados convencionais são advindos da extração mineral e tem vasta aplicação na construção Civil, pavimentação e terraplanagem, chegando a representar 70% do volume de concretos. A reinserção dos RCD no ciclo produtivo com a sua utilização como agregado reduz o extrativismo mineral e vegetal e mitiga os problemas gerados pela grande geração de resíduos que muitas vezes não possuem a correta destinação. Por meio da Tabela 1, é possível observar a quantidade de resíduos de construção civil coletados em 2014 e 2015 por região no Brasil.

Tabela 1 – Quantidade total de RCD coletado no Brasil em 2014 e 2015

REGIÃO	2014		2015	
	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab./dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/hab./dia)
Norte	4.539	0,263	4.736	0,271
Nordeste	24.066	0,428	24.310	0,430
Centro-Oeste	13.675	0,899	13.916	0,901
Sudeste	63.469	0,746	64.097	0,748
Sul	16.513	0,569	16.662	0,570
Brasil	122.262	0,603	123.721	0,605

Fonte: ABRELPE (2015).

Por meio da Tabela 1, é possível observar o crescimento do total de resíduos de construção coletados em todas as regiões do Brasil. Além disso, as regiões Centro-Oeste e Sudeste são as que apresentaram maior índice, o que pode ser explicado pelo grande desenvolvimento dessas regiões e pelo alto poder aquisitivo que possibilitam novas construções e reformas.

De acordo com o exposto e tendo em vista o crescente volume de resíduos de construção gerados, o objetivo geral dessa pesquisa é analisar a atual situação da

reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) em concretos com fins não estruturais e argamassas. Os objetivos específicos são:

- Mostrar as aplicações e características do agregado reciclados de RCD;
- Analisar o comportamento mecânico do concretos produzidos com agregados reciclados de RCD.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Por causa da quantidade de resíduos de construção e demolição gerados anualmente, faz-se necessário estabelecer diretrizes para destinação final de todo esse volume. No Brasil, a resolução CONAMA 307 (2002) classifica os tipos de RCD e instrui que destinação final deve ser aplicada a cada um desses resíduos. Os resíduos de classe A são:

- 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.

De acordo com a resolução CONAMA 307 (2002), os agregados reciclados de concreto (ARC) 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;

Os agregados reciclados obtidos do beneficiamento de resíduos apresentam inconstância em suas características, tendo em vista a heterogeneidade de sua composição, que varia de acordo a localidade, etapa construtiva empregada, e técnica construtiva empregada. A caracterização do RCD de uma localidade é uma etapa fundamental para se iniciar sua reciclagem, pois é por meio dessa etapa que se pode saber a aplicabilidade como agregado reciclado.

Segundo a NBR 15116 (2004), a utilização dos agregados reciclados no preparo de concretos com função estrutural depende ainda de estudos que viabilizem esta tecnologia e que serão tratados em normalização específica. A classificação dos agregados reciclados graúdos de RCD pode ser: Agregado de resíduo de concreto (ARC) ou Agregado de resíduo misto (ARM).

O ARC é o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo pertencente à classe A, composto na sua fração graúda de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas.

O ARM é o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduos pertencente à classe A, composto na sua fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas.

De acordo a pesquisa setorial da ABRECON (2015), o estado de São Paulo tem 54% das usinas de reciclagem de RCD do Brasil. Isso se deve a atividade da construção civil ser

mais intensa nesse local e a dificuldade de obtenção de agregados naturais. Apesar disso, as maiores dificuldades na venda dos agregados reciclados são a inexistência de legislação que incentive o consumo e falta de conhecimento técnico de muitos profissionais.

O desperdício de materiais de construção de maneira geral, durante processos construtivos está em um intervalo de 20% a 30%, e quando analisados materiais específicos como os agregados miúdos, esse valor de desperdício pode chegar até 40%. A porcentagem de RCD no resíduo sólido urbano (RSU) varia em um intervalo que vai de 40% à 70%, o que mostra a expressividade desse valor. Se esse material ao invés de ser direcionado aos aterros sanitários fosse reciclado, a vida útil desses aterros poderia dobrar, o que seria muito benéfico ao meio ambiente (PINTO, 1999).

Uma possível produção em larga escala de agregados reciclados pode ser facilmente consumida pelo mercado de agregado ao se acrescentar parcialmente ou em totalidade os RCD como agregados. Com isso, seria possível reduzir o extrativismo mineral em pedreiras (extração de rocha para britagem) e em rios (extração de areia lavada).

O uso de Agregado reciclado de RCD poderia ser facilmente englobado pelo consumo de agregado da indústria do concreto, mas para tal ainda é necessário mais estudos e normalizações para o uso estrutural desse tipo de agregado. Essa utilização poderia ser feita com o uso de coeficiente de minorações de resistências, uso de aditivos para ganho de resistência, ou limites para substituição parciais dos agregados convencionais por agregados reciclados de RCD.

Apesar da heterogeneidade das propriedades do concreto confeccionado com agregado reciclado, ele se mostra satisfatório em aplicações não estruturais. Isso evita que sejam utilizados agregados convencionais que tem maior qualidade e segurança em funções não tão nobres, como confecção de meios fios, pavimentação de calçadas e em argamassas de encunhamento por exemplo.

Em alguns países como a Alemanha, já se demonstrou a viabilidade do uso do concreto com agregado reciclado em funções estruturais, já se tendo inclusive normas reguladoras para o uso do mesmo (DIN 1045-2, 2014). No Brasil, apesar das pesquisas mostrarem a mesma coisa, as normas em vigência não permitem a utilização do concreto com essa finalidade.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 PROPRIEDADES DOS AGREGADOS DE RCD**

O agregado obtido pelo beneficiamento de RCD apresenta composição heterogênea, menor massa específica e unitária, menor fator de empacotamento e menor resistência a compressão. Essas propriedades dos agregados são transmitidas para o concreto, podendo prejudicar o seu desempenho. Os agregados miúdos reciclados têm maior influência na resistência à compressão de concreto do que os agregados graúdos reciclados de RCD, com exceção aos agregados miúdos de cerâmica vermelha que agem de maneira positiva sobre a resistência à compressão de concretos confeccionados com os mesmos (CABRAL et al., 2007).

A qualidade do agregado reciclado de RCD pode ser prejudicada pela presença de contaminantes, podendo ser reativos quimicamente ou não terem características mecânicas desejadas para um agregado. O modo como é feita a britagem do RCD tem interferência direta na resistência à compressão do agregado, dependendo da forma que é feita pode gerar microfissuras no agregado.

Existe uma tendência dos agregados miúdos de RCD serem menos resistentes que os graúdos, pois no processo de britagem, os materiais menos resistentes se rompem mais facilmente com a mesma energia mecânica. Por exemplo, a cerâmica e argamassa se rompem mais fácil no processo de britagem que o concreto ou a rocha britada de basalto (REIS, 2013).

Segundo Cabral (2007) massa unitária e a massa específica dos agregados reciclados de RCD são inferiores aos naturais devido a alguns fatores, como heterogeneidade dos componentes e processo de britagem que promove uma quebra irregular o que um formato de agregado, que permite um menor fator de empacotamento. Além disso, a porosidade do agregado reciclado é bem maior que o de agregados naturais. Por meio da Tabela 2, é possível observar algumas propriedades dos agregados natural e reciclados.

Tabela 2 - Propriedades de agregados miúdos natural e reciclado

Agregado	Método de ensaio		
	NM 30/00	NBR 9776/87	NM 45/00
	Absorção (%)	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	Massa unitária (g/cm <sup>3</sup> )
Miúdo natural	0,42	2,64	1,44
Miúdo reciclado de concreto	7,55	2,56	1,54
Miúdo reciclado de argamassa	4,13	2,60	1,44
Miúdo reciclado de cer. vermelha	10,69	2,35	1,46

Fonte: CABRAL(2007).

Os valores das propriedades dos agregados, miúdo e graúdo, se divergem bastante, como é possível observar na Tabela 3.

Tabela 3 – Propriedades de agregados graúdos natural e reciclado

Agregado	Método de ensaio		
	NM 53/02	NM 53/02	NM 45/00
	Absorção (%)	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	Massa unitária (g/cm <sup>3</sup> )
Graúdo natural	1,22	2,87	1,56
Graúdo reciclado de concreto	5,65	2,27	1,43
Graúdo reciclado de argamassa	9,52	2,01	1,39
Graúdo reciclado de cer. vermelha	15,62	1,86	1,26

Fonte: CABRAL(2007).

A variação da massa específica dos agregados reciclados pode ser influenciada pela composição do RCD e pela técnica de britagem. Segundo Carrijo (2005), os agregados reciclados com colorações mais avermelhadas acabam tendo maior presença de cerâmica, maior porosidade e menor densidade, observa-se, ainda, menor resistência mecânica dos concretos confeccionados com os mesmos.

De acordo com Cabral (2007), a substituição do agregado fino convencional pelo agregado fino reciclado, apresenta uma influência de minoração das propriedades do concreto, maior do que a situação onde se faz a substituição do agregado graúdo convencional pelo reciclado.

### **3.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS CONCRETOS DE RCD.**

Os agregados reciclados de colorações acinzentadas acabam tendo maior presença de cimento, sílica, granito, basalto, maior densidade e observa-se, ainda, maior resistência mecânica dos concretos confeccionados com os mesmos (CARRIJO, 2005).

Os concretos produzidos com agregado reciclado apresentam maiores retrações por secagem, fato ligado diretamente a maior porosidade do agregado reciclado, o que acaba aumentando a relação a/c e reduz a resistência à compressão (CABRAL, 2007). A pré-saturação dos agregados reciclados de RCD com água melhora o desempenho dos concretos, sendo mais adequado, segundo a NBR 15116 (2004), o uso de um valor próximo dos 80% de saturação do agregado.

Caso seja utilizado um valor de pré-saturação menor que o adequado, o agregado reciclado de RCD, devido a sua alta porosidade pode vir a absorver a água de amassamento, reduzindo a relação a/c, o que prejudica a reação de hidratação do cimento da pasta, e conseqüentemente minora a resistência de concretos e argamassas.

No caso do uso de valores superior a esse, como no da saturação total do agregado, ocorre a interferência no mecanismo de aderência do agregado com a pasta, pois a superfície do agregado fica com sua porosidade preenchida com água. A Tabela 4 mostra os valores das propriedades mecânicas para diferentes teores de substituição de agregados convencionais por reciclados.

Tabela 4 – Resistência à compressão e módulo de deformação em concretos com agregados reciclados

Traço	a/c	Agregado Graúdo				Agregado Miúdo				f <sub>c</sub> (MPa)	E <sub>c</sub> (GPa)
		% AGN	% AGC	% AGCV	% AGA	% AMN	% AMC	% AMCV	% AMA		
01	0,46	100	0	0	0	100	0	0	0	46,13	34,47
02	0,74	100	0	0	0	0	0	100	0	34,42	20,62
03	0,74	100	0	0	0	0	100	0	0	17,78	15,14
04	0,46	100	0	0	0	0	50	50	0	47,69	29,06
05	0,74	0	0	0	100	0	0	0	100	15,73	11,85
06	0,46	0	0	0	100	0	0	50	50	31,11	16,70
07	0,46	0	0	0	100	0	50	0	50	25,96	15,31
08	0,74	0	0	0	100	0	33	33	33	19,12	14,47
09	0,46	0	0	100	0	0	0	0	100	24,13	13,47
10	0,74	0	0	100	0	0	0	50	50	18,62	11,83
11	0,74	0	0	100	0	0	50	0	50	14,67	10,64
12	0,46	0	0	100	0	0	33	33	33	26,88	12,61
13	0,74	0	0	50	50	100	0	0	0	18,34	15,42
14	0,46	0	0	50	50	0	0	100	0	35,48	15,83
15	0,46	0	0	50	50	0	100	0	0	30,12	16,29
16	0,74	0	0	50	50	0	50	50	0	19,33	14,28
17	0,46	0	100	0	0	0	0	0	100	30,47	20,26
18	0,74	0	100	0	0	0	0	50	50	17,56	16,88
19	0,74	0	100	0	0	0	50	0	50	14,60	14,86
20	0,46	0	100	0	0	0	33	33	33	39,01	21,18
21	0,74	0	50	0	50	100	0	0	0	19,40	18,07
22	0,46	0	50	0	50	0	0	100	0	42,18	18,69
23	0,46	0	50	0	50	0	100	0	0	33,65	21,66
24	0,74	0	50	0	50	0	50	50	0	19,05	15,01
25	0,46	0	50	50	0	100	0	0	0	34,78	21,15
26	0,74	0	50	50	0	0	0	100	0	26,03	14,39
27	0,74	0	50	50	0	0	100	0	0	16,79	13,18
28	0,46	0	50	50	0	0	50	50	0	35,13	18,70
29	0,74	0	33	33	33	0	0	0	100	14,67	12,06
30	0,46	0	33	33	33	0	0	50	50	31,11	17,12
31	0,46	0	33	33	33	0	50	0	50	27,23	16,64
32	0,74	0	33	33	33	0	33	33	33	18,62	14,15
33	0,60	0	50	25	25	0	33	33	33	25,04	16,77
34	0,60	0	0	50	50	0	33	33	33	23,42	14,51
35	0,60	0	25	50	25	0	33	33	33	23,70	13,07
36	0,60	0	50	0	50	0	33	33	33	25,96	16,68
37	0,60	0	25	25	50	0	33	33	33	23,49	16,21
38	0,60	0	50	50	0	0	33	33	33	24,90	16,00
39	0,60	0	33	33	33	0	50	25	25	23,63	16,12
40	0,60	0	33	33	33	0	0	50	50	26,10	15,62
41	0,60	0	33	33	33	0	25	50	25	26,59	14,98
42	0,60	0	33	33	33	0	50	0	50	23,56	16,24
43	0,60	0	33	33	33	0	25	25	50	23,35	15,85
44	0,60	0	33	33	33	0	50	50	0	27,86	15,68

Fonte: Cabral (2007).

Onde:

AGN: Agregado Graúdo Natural

AGC: Agregado Graúdo Reciclado de Concreto

AGCV: Agregado Graúdo Reciclado de Cerâmica Vermelha

AGA: Agregado Graúdo Reciclado de Argamassa

AMN: Agregado Miúdo Natural

AMC: Agregado Miúdo Reciclado de Concreto.

AMCV: Agregado Miúdo Reciclado de Cerâmica Vermelha

AMA: Agregado Miúdo Reciclado de Argamassa.

Ao analisar a Tabela 4, é possível observar que na maior parte dos resultados em que houve substituição do agregado natural pelo reciclado houve redução da resistência à compressão do concreto. Entretanto, um único caso onde se observa um melhoramento de desempenho foi o caso em que se utilizou em uma substituição total de agregado miúdo convencional por agregado reciclado, sendo metade dessa substituição composta por AMCV e a outra metade composta por AMC, com relação água/cimento de 0,46. O acréscimo de resistência nessa substituição foi de 1,56 MPa quando comparado ao concreto referência com a mesma relação água/cimento, mas utilizando agregado naturais em sua totalidade.

Os dois piores resultados foram substituições totais, que apresentaram em comum os agregados graúdos de cerâmica vermelha e miúdo de argamassa, com relação a/c de 0,74. Eles tiveram menos de 33% da resistência à compressão do concreto referência, mostrando que o agregado reciclado graúdo de cerâmica vermelha foi o pior agregado graúdo utilizado muito possivelmente pelo seu formato em placa. Todos os resultados que apresentaram resistência acima de 75% da resistência à compressão do concreto referência, tiveram em sua composição uma fração de agregado miúdo de cerâmica vermelha ou não tiveram substituição de agregado miúdo.

A substituição dos agregados graúdos convencionais pelos agregados graúdos reciclados foi o fator mais agravante de minoração da resistência mecânica, independentemente do tipo de agregado reciclado.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio da pesquisa realizada, foi possível concluir que a reciclagem de resíduos se apresenta como uma excelente solução para a problemática gerada pelo RCD, além disso essa utilização reduz a necessidade extrativismo vegetal e mineral que são fatores impactantes no meio ambiente. Tendo em vista o desperdício de materiais de construção durante processos construtivos, outras práticas também podem ser usadas em conjunto com a reciclagem de RCD como agregado, visando a redução do volume de RCD, como a melhor especialização e treinamento de mão de obra da construção civil e planejamentos mais bem elaborados.

Os desafios para a implantação dessa cultura de reuso vão desde o preconceito de clientes e construtores a problemas técnicos como a heterogeneidade dos resultados de concretos obtidos com o uso de agregados reciclados como resistências mecânicas em algumas situações.

Apesar disso, a aplicação de agregados de RCD em concretos sem fins estruturais mostra-se bastante interessante. Diversos estudos mostram que essa utilização é viável quando utilizada em grande escala, tornando a indústria de reciclagem de RCD tão eficiente como outras indústrias de reciclagem. Com o avanço nos estudos e nas estratégias para mitigar esses problemas causados, é possível implantar esse tipo de material até como concreto com função estrutural, como já é utilizado na Alemanha.

Propõe-se, para trabalho futuros, tendo em vista os resultados apresentados, realizar ensaios laboratoriais e pesquisas bibliográficas a fim de comparar outras pro-

priedades dos concretos confeccionados com agregado reciclado de RCD para investigar trabalhabilidade, porosidade, resistência à carbonatação e durabilidade.

## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15116: Construção Civil –Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização Em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural – Requisitos.** Rio de Janeiro-RJ, 2004.

ABRECON, Associação brasileira de reciclagem de RCD. **Pesquisa setorial ABRECON - 2014/2015.** São Paulo-SP, 2015.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.** São Paulo-SP, 2015.

CABRAL, A.E.B **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a viabilidade da composição do RCD.** 2007. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia Ambiental Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARRIJO, Priscila Meireles. **Análise da influência da massa específica de agregados graúdos proveniente de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307.** Brasília-DF, 2002.

DIN 1045-2. **Tragwerke aus beton, stahlbeton und spannbeton – Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206.** 2014.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 189f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 1999.

QUEBAUD, M. **Characterisation des granulats recyclés etude de la composition et du comportement de betons incluant ces granulats.** 1996. 247p. These (Doutorado Génie Civil) – Luniversité D´Artois, 1996.

REIS, F.J.L. **Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregados graúdos de cerâmica vermelha, com diferentes taxas de pré-saturação.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

---

**Data do recebimento:** 10 de Junho de 2017

**Data da avaliação:** 5 de Julho de 2017

**Data de aceite:** 15 de Julho de 2017

---

---

1 Graduando em Engenharia Civil (Universidade Tiradentes). E-mail: j.vfreitas2016@outlook.com

2 Mestrando em Estruturas e Construção Civil (Universidade de Brasília).

E-mail: yurisotero.engcivil@gmail.com

