

EVALUATION OF THE PARTIAL REPLACEMENT OF RIVER SAND BY STRUCTURAL CERAMIC BLOCK RESIDUES IN CONVENTIONAL CONCRETE

Maria Karolyne Alegria Paz¹, Jorge Luiz Melo de Freitas², Ednilson Almeida³, Pedro Scheid⁴, André Soares Mendes⁵, Wesley Gomes Feitosa⁶

¹ Acadêmica de Engenharia Civil – Centro Universitário do Norte – UniNorte – Manaus-AM

² Engenheiro Civil – Centro Universitário do Norte – UniNorte – Manaus-AM

^{3,4} Acadêmico de Engenharia Civil – Instituto Federal de Tocantins – IFTO - Palmas-TO

⁵ Professor Mestrando – Instituto Tocantinense de Pós-Graduação – ITOP – Palmas-TO

⁶ Professor – Centro Universitário do Norte – UniNorte – Manaus-AM

Email: jorgefreitas879@gmail.com, andre.ifto@gmail.com.

ABSTRACT

Received: May 02th, 2019

Accepted: May 14th, 2019

Published: June 30th, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Civil construction plays a very important role in advancing the development of sustainable practices, as it is a major consumer of natural resources and also a generator of waste. As an integral part of this branch, the production of ceramic blocks as well as their use in works can be emphasized, as these can have, in their manufacture, waste of up to 10%; and in their use is a considerable portion of the materials lost in reworking and demolition. Therefore, the present article sought to evaluate the influence of the substitution of the river sand for residues from structural ceramic blocks could generate in conventional concrete, calculated to reach the resistance of 25 MPa, in the percentage of 5%, 10% and 20% in mass unit, observing the viability of this substitution. After the traces were run, as well as the tests of specific mass and compressive strength, and the analyzes were carried out, it was found that the substitutions had no influence on the compressive strength nor on the specific mass of the fresh state, since, statistically, the means of these data are the same, which makes this substitution possible. However, the specific mass data in the hardened state of the traces with substitutions were different from the standard trait, revealing that, in this respect, the aggregate of ceramic blocks influences decreasing values, and also the substitutions resulted in the reduction of the abatement, however still inside of the parameter set for the calculated trace.

Keywords: Healing, Lightweight Concrete, EPS.

AVALIAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA AREIA DE RIO POR RESÍDUOS DE BLOCOS CERÂMICOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO CONVENCIONAL

RESUMO

A construção civil tem papel de suma importância no avanço do desenvolvimento de práticas sustentáveis, tendo em vista ser ela a grande consumidora de recursos naturais e também geradora de resíduos. Como parte integrante deste ramo, pode ser dado destaque a produção de blocos cerâmicos bem como sua utilização em obras, pois estes podem ter, na sua fabricação, desperdícios de até 10%; e no seu uso é parcela considerável dos materiais perdidos em retrabalhos e demolições. Diante disso o presente artigo buscou avaliar a influência da substituição da areia de rio por resíduos provenientes de blocos cerâmicos estruturais poderia gerar em concreto convencional, calculado para alcançar a resistência de 25 MPa, na porcentagem de 5%, 10% e 20% em massa unitária, observando a viabilização desta substituição. Executados os traços, bem como os ensaios de massa específica e resistência à compressão, e feitas as análises, verificou-se que as substituições não influenciaram na resistência à compressão, nem na massa específica do estado fresco, dado que, estatisticamente, as médias desses dados são iguais, o que viabiliza essa substituição. Todavia os dados de massa específica no estado endurecido dos traços com substituições se mostraram diferentes do traço padrão, revelando que, nesse aspecto, o agregado de blocos cerâmicos influencia diminuindo os valores, sendo que também as substituições resultaram na diminuição do abatimento, todavia ainda dentro do parâmetro estabelecido para o traço calculado.

Palavras-Chaves: refrigeração, ar condicionado automotivo, transferência de calor, eletro-ventilador, temperatura, convecção forçada.

I. INTRODUÇÃO

Diante do avanço do conhecimento a respeito da finitude de recursos naturais, bem como do aumento da população mundial, e assim também de suas necessidades de tais recursos, tem-se dado maior destaque à sustentabilidade, buscando o estabelecimento de práticas de redução de desperdícios, reutilização de recursos e reciclagem de materiais. Nesse aspecto a construção civil tem destaque por “retirar 50% da matéria prima, consumir 40% do total de energia, e gerar 50% do total de resíduos”. [1] [2]. que diz que “com a quantidade de materiais e mão-de-obra desperdiçados em três obras, é possível a construção de outra idêntica”. Sendo que no Brasil, por ser pouco o número de demolições, a maior parte dos desperdícios se encontrará na etapa de construção [3].

Valendo ainda ressaltar o desperdício decorrente da queima de blocos cerâmicos, que pode chegar a 10% em algumas indústrias do ramo. A partir disso o correto gerenciamento dos materiais, assim como o retorno ao ciclo de produção dos materiais descartados são as alternativas necessárias para minimizar os impactos ambientais causados pelo setor [4].

A reciclagem dos resíduos é, depois da redução, a melhor alternativa para diminuir os impactos ambientais ocasionados pelo consumo de matéria prima e geração de resíduos. Diante da importância da reciclagem dos resíduos da construção, esse projeto busca estudar a influência da substituição de areia por material cerâmico na resistência à compressão de concreto convencional, entendendo a viabilidade da reciclagem de resíduos de construção e demolição, mais especificamente de blocos cerâmicos [5].

O concreto é um material gerado da mistura de quantidades racionais de aglomerante (cimento), agregados (pedra e areia) e água, podendo ou não conter aditivos, do qual se espera que apresente características como trabalhabilidade, no estado fresco, e resistência no estado endurecido, dentre outras. O termo “racional” utilizado pelo autor sugere a necessidade de estudos para formar um bom concreto, dentre estes estudos as propriedades dos materiais empregados, fatores que influenciam o concreto, modo de execução e controle. [6] Devido a vasta aplicação na construção civil e suas características relacionadas à grande resistência, durabilidade, possibilidade de moldagem e manuseio e questões econômicas é “o mais importante material estrutural e de construção civil da atualidade”. No Brasil “o concreto tem um papel de destaque sendo o principal e mais consumido material de construção” [7].

O agregado “é o material particulado, incoesivo, de atividade química praticamente nula, constituído de misturas de partículas cobrindo extensa gama de tamanhos”, ou seja, é um material composto de partes separadas umas das outras, de tamanhos variados, que reage, em quase sua totalidade, de forma física com outros materiais com os quais se mistura. Os agregados são classificados, em naturais, quando encontrados na natureza e usados após processos simples, ou artificiais quando são processados industrialmente, leves ou pesadas, de acordo com a massa específica, e miúdos, quando 80% dos grãos passa pela peneira de 4,8 mm, ou grãos quando 85% dos grãos são retidos pela mesma peneira. Segundo o autor as características mais importantes dos agregados são “porosidade, composição granulométrica, absorção de água, forma e textura superficial das partículas, resistência à compressão e substâncias nocivas” [8].

A cerâmica é uma “pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozimento de argilas ou misturas contendo argilas” [6].

Argilas, por sua vez, são materiais terrosos naturais que adquirem plasticidade quando misturados com água. As argilas são classificadas em plásticas, que tem alta plasticidade, as de baixa plasticidade, carbonosas e betuminosas, as aglomerantes, de cerâmica branca, e as fundentes, de cerâmica vermelha, utilizadas na fabricação de objetos cerâmicos estruturais. Com a cerâmica vermelha que se fabricam materiais para a construção como blocos cerâmicos, maciços ou vazados, telhas, ladrilhos, grês, azulejos entre outros.

OS Resíduos de construção são restos de materiais provenientes da construção, reforma ou reparo de uma edificação qualquer. Conforme a resolução nº 307/2002 do CONAMA os blocos cerâmicos são classificados como resíduos de construção civil Classe A, cuja destinação também é indicada pela resolução:

“Art. 10. Os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados das seguintes formas: I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros” [9].

Os blocos cerâmicos, portanto, deverão ser reutilizados ou reciclados. A reutilização “é caracterizada pelo emprego do resíduo em uso análogo ao seu primeiro ciclo de produção, sem que seja feito procedimento de beneficiamento” [5].

Já a reciclagem “é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação” [9]. Ou seja, a diferença entre reutilização e reciclagem está no fato de que nesta última o material passa por algum processo de modificação em sua estrutura.

Uma pesquisa com concreto convencional verificou as influências da substituição do agregado miúdo natural por agregado miúdo reciclado nas porcentagens de 25, 50 e 75%. Com a análise dos resultados dos ensaios de resistência à compressão axial o autor verificou que a melhor porcentagem de substituição foi de 25%, pois foi a única que aos 28 dias apresentou uma maior resistência à compressão se comparado ao traço padrão [7].

Em pesquisa semelhante, analisou-se a resistência à compressão e à tração e a absorção por capilaridade de concretos convencionais com a substituição da areia natural em percentuais de 20 e 40% por areia reciclada. No quesito resistência à compressão, a autora verificou que a melhor substituição era de 20% pois foi a que apresentou aumento de resistência em todas as idades nas quais foram feitos os ensaios [10].

Verificou-se os resultados diferentes em seu experimento no qual substituiu o agregado graúdo e miúdo pelos respectivos agregados reciclados. A autora constatou que o melhor desempenho quanto à resistência à compressão ocorreu no concreto que apresentava 100% de agregado miúdo reciclado (AMR) e 0% de agregado graúdo reciclado (AGR) [3].

É interessante observar que mesmo se tratando de pesquisas muito semelhantes a diferença de resultados ainda é grande. Na substituição de 25%, a resistência aumentou de 25,46 MPa para 25,59 MPa; já a substituição de 20%, aumentou a resistência em 3,82 MPa. Diferindo ainda mais dos resultados, cuja maior resistência estava no concreto com 100% de substituição [7] [10] [3].

A diferença entre os resultados alcançados pelas pesquisas anteriores está relacionada, dentre outras coisas, à origem do agregado reciclado, pois “os RCD apresentam uma composição muito variável, o que interfere no comportamento dos concretos produzidos com agregados reciclados” [11].

II. MATERIAIS E MÉTODOS

II.1 MATERIAIS

II.1.1 AGLOMERANTE

O aglomerante adotado foi o Cimento Portland CII-F-32 obtido no mercado da construção da região de Palmas, por ser um tipo de cimento amplamente utilizado nas obras convencionais da região. Sua massa específica, segundo o fabricante é de 2960 kg/m³.

II.1.2 AGREGADO MIÚDO

No que se refere ao agregado miúdo, utilizou-se areia lavada natural proveniente do mercado da construção de Palmas. Esta foi lavada e seca em estufa para a realização dos ensaios de caracterização, obtendo-se massa específica de 2620 kg/m³, massa unitária de 1599,5 kg/m³ e módulo de finura de 2,15.

II.1.3 AGREADO GRAÚDO

Foi utilizada brita 1 da região de Palmas. Esta foi lavada e seca em estufa para a realização dos ensaios de caracterização, sendo obtidos 2590 kg/m³ para a massa específica, 1317,4 kg/m³ para a massa unitária e diâmetro máximo característico de 12,50mm.

II.1.4 RESÍDUO CERÂMICO

O resíduo cerâmico utilizado foram blocos estruturais cerâmicos de uma empresa local de Palmas que foram descartados após um ensaio de resistência à compressão. Na condição de secos, os blocos foram triturados no laboratório de máquinas do IFTO e o resíduo obtido foi peneirado em peneira de 4,8 mm de abertura, para obter-se o resíduo dentro da faixa granulométrica dos agregados miúdos, que é menor ou igual a 4,8 mm de diâmetro. O ensaio de caracterização executado foi o mesmo empregado para a areia e a massa unitária obtida foi de 1029,66 kg/m³.



Figura 1 - Tratamento do resíduo cerâmico.
Fonte: Autores, (2019).

II.1.5 ÁGUA

A água utilizada provinha da rede de abastecimento pública da cidade de Palmas, obtida na torneira da empresa Controle, sendo esta de tecnologia e ensaios laboratoriais.

II.2 MÉTODOS

Para confeccionar os corpos de prova deste estudo, foi utilizado o método de dosagem ACI - 211.1-91, que por definição, é um conjunto de procedimentos adotados para determinação da composição do concreto expressa pelas proporções relativas entre os materiais constituintes. O traço de referência foi calculado para a resistência de 25 MPa, com abatimento de 75mm, podendo variar 25mm acima ou abaixo. A substituição da areia por resíduo cerâmico dar-se-á pela massa unitária, em porcentagens de 5%, 10% e 20%.

II.2.1 TRAÇO UTILIZADO

Para confeccionar os corpos de prova deste estudo, foi utilizado o método de dosagem ACI - 211.1-91, que por definição, é um conjunto de procedimentos adotados para determinação da composição do concreto expressa pelas proporções relativas entre os materiais constituintes. O traço de referência foi calculado para a resistência de 25 MPa, com abatimento de 75mm, podendo variar 25mm acima ou abaixo. A substituição da areia por resíduo cerâmico dar-se-á pela massa unitária, em porcentagens de 5%, 10% e 20%.



Figura 2 - Execução dos traço.
Fonte: Autores, (2019).

II.2.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA

O ensaio de resistência à compressão foi feito para 3 corpos de prova de cada traço no 14º dia da fabricação e para os 3 corpos de prova restantes no 28º dia de fabricação. Para a realização do mesmo, os corpos de prova, já identificados anteriormente, foram capeados para garantir a melhor área de contato com a prensa. Os resultados foram obtidos através da prensa da LR Equipamentos modelo MC, do laboratório da empresa Controle Engenharia.



Figura 3 - Ensaio de compressão.
Fonte: Autores, (2019).

III RESULTADOS

Durante a execução do projeto foram realizados ensaios antes e depois da moldagem dos corpos de prova com o objetivo de se obter dados que contribuíssem para análise das influências que a substituição da areia por agregado cerâmico reciclado poderia gerar no concreto. A partir disso antes da moldagem dos corpos de prova apurou-se a sua massa específica no estado fresco e depois da moldagem a sua massa específica no estado endurecido bem como, aos 14 dias e 28 dias, constatadas as resistências à compressão axial dos corpos de prova cujos dados são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Resistência à compressão aos 14 dias.

	Resistência à compressão aos 14 dias			
	T0	T1 - 5%	T2 - 10%	T3 - 20%
	22,17	19,17	22,91	22,15
	22,21	22,31	21,58	19,84
	21,07	20,45	21,42	21,62
Média	21,81^A	20,64^A	21,97^A	21,20^A
Variância	0,414	2,481	0,667	1,472
Desvio Padrão	0,644	1,575	0,816	1,213

Fonte: Autores, (2019).

Tabela 2. Teste de Tukey para a resistências aos 14 dias.

k	média	t2	t0	t3	t1	Código HSD: 2,94
t2	21,97					A
t0	21,81	0,15				A
t3	21,20	0,76	0,61			A
t1	20,64	1,32	1,17	0,56		A

Fonte: Autores, (2019).

Por meio da observação dos dados da Resistência compressão os 14 dias, nota-se que as resistências não variaram, de forma significativa estatisticamente, entre um traço e outro, e nem entre os corpos de prova de cada traço. Dentre as médias de cada traço, não há um grande distanciamento, sendo que a diferença entre a maior resistência e a menor alcançadas está próxima à 1,3 MPa. Com o tratamento estatístico, pelo teste de Tukey, com diferença honestamente significativa de 2,94, no quadro 2, confirma o mesmo código para todos os traços, concluindo-se, então, que as médias são estatisticamente iguais. Os seguintes quadros mostram os resultados da resistência à compressão, bem como a análise pelo teste de Tukey.

Tabela 3 - Resistência à compressão aos 28 dias.

	Resistência à Compressão aos 28 dias			
	T0	T1 - 5%	T2 - 10%	T3 - 20%
	22,35	22,77	23,62	27,48
	22,29	24,32	21,26	22,83
	24,36	24,71	22,89	26,31
Média	23,00^B	23,93^B	22,59^B	25,54^B
Variância	1,384	1,061	1,455	5,842
Desvio Padrão	1,176	1,030	1,206	2,417

Fonte: Autores, (2019).

Tabela 4 - Teste de Tukey para a resistências aos 14 dias.

k	média	t3	t1	t0	t2	Código HSD: 4,08
t3	25,54					B
t1	23,93	1,60				B
t0	23,00	2,54	0,93			B
t2	22,59	2,95	1,34	0,41		B

Fonte: Autores, (2019).

De forma análoga é possível aferir os dados da resistência aos 28 dias. Observa-se nesses uma semelhança com os dados apresentados aos 14 dias, no sentido de que as médias variam pouco entre umas e outras, sendo a maior amplitude entre elas de 2,54 MPa. Com o tratamento estatístico, o teste de Tukey, com diferença honestamente significativa de 4,08, confirma, novamente, o mesmo código para todos os traços, concluindo que as médias são estatisticamente iguais.

Analisando os dados das resistências de forma conjunta observa-se que houve um aumento da resistência para todos os traços, se comparadas às de 14 dias e 28 dias. Temos que a maior resistência foi do traço 3, os 28 dias, cuja média foi de 25,54 MPa. Observa-se também que o acréscimo de resistência variou de 0,6, no T2, à 4,3 MPa, no T3.

Os dados das tabelas 5 e 6 são apresentados os dados referentes às massas específicas, no estado fresco e endurecido, para cada respectivo traço, sendo que, no estado fresco, foram coletados dados de apenas 3 corpos de prova, enquanto que no estado endurecido obteve-se os dados de todos os corpos moldados. Logo em seguida estão, também os dados do teste de Tukey.

Tabela 5- Massa específica no Estado Fresco.

	Massa Específica no Estado Fresco			
	T0	T1 - 5%	T2 - 10%	T3 - 20%
	2,331	2,315	2,322	2,274
	2,338	2,229	2,309	2,287
	2,350	2,430	2,334	2,331
Média	2,34^A	2,32^A	2,32^A	2,30^A
Variância	0,0001	0,0101	0,0002	0,0009
Desvio Padrão	0,010	0,101	0,013	0,030

Fonte: Autores, (2019).

Tabela 6. Teste de Tukey da massa específica no estado fresco.

k	média	t1	t2	t3	t4	Código HSD: 0,13
1	2,34					A
2	2,32	0,02				A
3	2,32	0,02	0			A
4	2,30	0,04	0,02	0,02		A

Fonte: Autores, (2019).

Analisando as massas específicas no estado fresco observa-se a homogeneidade entre todos os dados. A massa específica no estado fresco apresenta médias entre 2,34 g/cm³ e 2,32 g/cm³, e o desvio padrão de cada traço está abaixo de 1 g/cm³, sendo o maior valor de 0,03. O teste de Tukey, com diferença honestamente significativa de 0,13, apresenta o mesmo código para todos os traços, demonstrando que não há diferença estatística entre as médias obtidas.

Nas seguintes tabelas 7 e 8, apresentam os resultados das massas específicas para o estado endurecido e o teste de Tukey para estes dados.

Tabela 7. Massas específicas no estado endurecido.

	Massa Específica no Estado Endurecido			
	T0	T1 - 5%	T2 - 10%	T3 - 20%
	2,299	2,287	2,318	2,242
	2,312	2,268	2,293	2,255
	2,331	2,293	2,280	2,274
	2,318	2,280	2,280	2,280
	2,318	2,293	2,293	2,293
	2,306	2,255	2,287	2,299
Média	2,31^A	2,28^{CD}	2,29^{BC}	2,27^D
Variância	0,0001	0,0002	0,0002	0,0005
Desvio Padrão	0,011	0,015	0,014	0,022

Fonte: Autores, (2019).

Tabela 8. Teste de Tukey da massa específica no estado fresco.

k	média	t1	t3	t2	t4	Código HSD: 0,012
1	2,31					A
3	2,29	0,02				BC
2	2,28	0,03	0,01			CD
4	2,27	0,04	0,02	0,01		D

Fonte: Autores, (2019).

Analisando os dados da massa específica no estado endurecido, observa-se que a média entre os traços varia de 2,31 g/cm³ à 2,27 g/cm³. O teste de Tukey, com diferença honestamente significativa de 0,012, mostra que os códigos são diferentes entre si, o que mostra que há uma variação das médias de massa específica no estado endurecido em relação à porcentagem de substituição de resíduo cerâmico.

O ensaio de abatimento, propriedade relacionada com a consistência do concreto, também foi feito para todos os traços, e os resultados são mostrados a seguir, na tabela 9 e na figura 4:

Tabela 9 - Slump test.

Traço	T0	T1 - 5%	T2 - 10%	T3 - 20%
Abatimento	85 mm	70 mm	70 mm	55 mm

Fonte: Autores, (2019).



Figura 4 - Ensaio de abatimento.

Fonte: Autores, (2019).

IV. CONCLUSÃO

Pode-se concluir, por meio do exposto neste artigo, que é possível a substituição da areia por resíduo de blocos estruturais cerâmicos em até 20% de massa unitária utilizando os mesmos parâmetros de cálculo de dosagem pelo método ACI para concreto convencional, sem haver alteração estatística nas propriedades de resistência, massa específica no estado fresco e no abatimento. Essa

afirmação é garantida pois, como visto no artigo, o tratamento estatístico pelo teste de Tukey mostra que as médias de resistência em cada traço, tanto para 14 dias quanto para 28 dias, são estatisticamente iguais. O mesmo vale para a massa específica no estado fresco. Quanto ao abatimento, o mesmo permaneceu dentro do intervalo de 75 mm (\pm 25 mm) em relação ao do traço de referência, mostrando válida a substituição até 20% de resíduo cerâmico. Apesar disso, uma das propriedades analisadas, a massa específica no estado seco, apresentou diferença estatística entre as médias de cada traço. Percebeu-se que há uma tendência de diminuição da massa específica no estado endurecido quanto maior a substituição pelo resíduo.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Oikonomou, N. D. Recycled concrete aggregates. *Cement & Concrete Composites*, v. 27, n. 2, p. 315-318, feb. 2005.
- [2] Grohmann, Márcia. Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998, Rio de Janeiro. Anais Rio de Janeiro: Abepro, 1998.
- [3] Leite, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001. 290p. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [4] Gouveia, Fernanda Pereira. Efeito da incorporação de chamote (resíduo cerâmico queimado) em massa cerâmicas para a fabricação de blocos de vedação para o Distrito Federal: um estudo experimental. Distrito Federal, 2008.
- [5] Amadei, Daysa Ione Braga et al. A questão dos resíduos de construção civil, um breve estado da arte. *Revista Nupem*, v. 3, n. 5, p. 185-199, 2012.
- [6] Ambrozewicz, P. H. L. *Materiais de Construção*. São Paulo: editora PINI, 2012.
- [7] Pedrozo, Gilnei D. Avaliação do uso de agregado miúdo obtido através da Reciclagem De Entulhos em Concreto de Cimento Portland. 70p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Unijuí, 2014.
- [8] Bauer, L. A. F. *Materiais de Construção*. 5. ed. v. 2. Rio de Janeiro: editora LTC, 2001.
- [9] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº. 307. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, nº. 136, Seção 1, p. 95-96, 2002a. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 15 jan 2019.
- [10] Sganderla, Maíra. S. (Re) Aproveitamento dos Resíduos Classe A da Construção Civil na Substituição Parcial do Agregado Miúdo do Concreto. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de

Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, 2015

[11] Lovato, P. S. Verificação dos Parâmetros de Controle de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição para Utilização em Concreto. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2007.