

## APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONCRETO DA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS

ANDRÉ LUÍS SOARES DA SILVA<sup>1</sup>; THIARA MOURA DOS SANTOS<sup>2</sup>; RAFAELA MEDINA DA SILVA<sup>3</sup>; ARIADNE MARILYN DA SILVEIRA<sup>4</sup>; GUILHERME HÖEHR TRINDADE<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas 1 – [andrelsilva89@gmail.com](mailto:andrelsilva89@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [thiarasantos@gmail.com](mailto:thiarasantos@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [rafaelamedina@hotmail.com](mailto:rafaelamedina@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ariadnemarilyn@hotmail.com](mailto:ariadnemarilyn@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [guilherme.hoehr@ufpel.edu.br](mailto:guilherme.hoehr@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é responsável por modificar o meio natural em um meio construído, consumindo muitos recursos naturais e deixando para trás enormes quantidades de resíduos. Estudo realizado pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável - WBCSD aponta que o Brasil precisa reduzir a intensidade de consumo de recursos naturais (11,4mil kg/hab.ano), tendo em vista o crescimento econômico e o aumento da renda esperados para as próximas décadas, pois fazendo uma projeção até 2050, esse consumo precisa ser reduzido em cerca de 30% para que o país alcance um cenário sustentável no futuro, já que a média ideal é de 8mil kg/hab.ano (ABESCO, 2015).

Fica evidente que construir de forma sustentável, de maneira economicamente viável e que atenda as necessidades do setor são pré-requisitos fundamentais para uma evolução tecnológica na área, sendo assim o processo construtivo que utiliza peças pré-moldados vem de encontro aos anseios do setor, pois se trata de um sistema construtivo altamente racionalizado que tras para construção civil práticas e conceitos industriais com processos definidos e automatizados (Doniak et. al, 2011). A substituição de agregados naturais por agregados de resíduos de concreto (ARC) resulta diretamente num menor impacto ambiental seja na diminuição da exploração direta de jazidas naturais e/ou gerando menos resíduos, visto que reincorpora a matéria prima ao processo produtivo mantendo o ciclo de vida constante. Esse avanço tecnológico em conjunto com as práticas da indústria de pré moldados poderiam trazer certificações ambientais para seus produtos e incentivos fiscais condicionados ao seu menor impacto ambiental deixando o produto final ainda mais competitivo (SILVA, 2014).

O objetivo deste estudo foi produzir e comparar concreto confeccionado a partir de agregados reciclados, com concreto de agregados naturais que mantivesse iguais ou próximos a suas principais características (trabalhabilidade e Fck), dando assim uma destinação ambientalmente correta aos agregados gerados dentro desse método construtivo.

### 2. METODOLOGIA

O programa experimental consistiu em comparar e analisar os resultados do traço referencial (de agregados naturais) com traço experimental (de ARC) elaborado tanto em laboratório quanto na própria fábrica de pré-moldado.

O referente estudo foi dividido em uma fase preliminar e duas etapas. Na fase preliminar foi feito o armazenamento e a coleta dos resíduos de concreto que são oriundos dos processos de lavagem de betoneiras, sobras de concretagem assim como fragmentos de concreto endurecido que ficaram aderidos a forma.

Já na primeira etapa o resíduo precisou ser preparado/homogeneizado passando no triturador de mandíbulas e como resultado gerou agregados com as seguintes granulometrias: a) Passante na peneira 19mm, retido na peneira 9,50mm – Brita “1” resíduo; b) Passante na peneira 9,5mm, retido na peneira 4,75mm – Brita “0” resíduo; c) Passante na peneira 4,75mm – Pó de pedra resíduo. Para caracterização dos materiais os agregados (graúdos e miúdos) natural e residual foram submetidos aos ensaios de massa específica e massa específica aparente e ensaio de Abrasão Los Angeles (ABNT – NM 51), e posteriormente o ensaio de massa unitária solta (NBR – 7251).

De posse dos resultados dos ensaios da primeira fase foi definido o traço experimental que iria ser confrontado com o traço referencial, desenvolvidos em laboratório e dosados em relação à massa conforme descrito na tabela 2. Deu-se preferência por elaborar o mesmo traço que é utilizado na fábrica de pré-moldados.

Com o concreto em estado fresco foi feito ensaio de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone que foi fixado em  $80 \pm 20$ mm (ABNT NM 67), também foi analisado visualmente a homogeneidade e coesão da mistura. Em seguida foram moldados 13 corpos de prova 10X20 para cada traço rodado. Após 24h os corpos de prova foram desmoldados e mantidos submersos em um tanque de cura segundo a NBR 9479 por três dias. Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de absorção de água por capilaridade, absorção por imersão e resistência a compressão axial nas idades de 3, 7, 28 dias, baseado respectivamente na NBR 9779, NBR 9778 e NBR 5739.

A segunda fase teve início com os mesmos traços, sendo desenvolvidos na própria fábrica e submetidos aos mesmos ensaios no estado fresco e endurecido. Foi dosado um traço com 10% de agregado natural miúdo e graúdo substituído por agregado residual com o intuito de atingir propriedades mais semelhantes ao traço referencial, no entanto alguns ajustes na dosagem precisaram ser feitos para que a inserção de resíduos mantivesse as propriedades iguais ou superiores as do concreto de referência.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados da tabela 1 do ensaio de abrasão Los Angeles, observa-se que os percentuais de redução em massa dos agregados residuais britam “0” e brita “1” foram praticamente os mesmos, esse fato pode ser explicado devido à homogeneidade do resíduo, que independentemente da granulometria teve o mesmo comportamento quando submetido ao desgaste por atrito e impacto simultaneamente.

Tabela 1 - Percentual de redução em massa dos agregados naturais e residuais, após ensaio de abrasão “Los Angeles”.

Norma	Característica	Agregado	Resultado	
NM 51	Percentual de redução em massa	Natural	Brita “0”	29,04%
			Brita “1”	25,56%
		Residual	Brita “0”	48,35%
			Brita “1”	48,36%

Na Tabela 2, é possível verificar os valores em massa das substituições dos agregados naturais, pelos agregados residuais para os traços reproduzidos no laboratório. As massas foram calculadas, baseadas nos valores encontrados na caracterização dos materiais e os traços reproduzidos para o volume de 1,00m<sup>3</sup> de concreto.

Tabela 2 - Traços reproduzidos em laboratório.

TRAÇOS - LABORATÓRIO (kg/m <sup>3</sup> )			
Material (kg)		REF	15%
Cimento		356,31	355,00
Areia	Natural	1097,34	918,40
Pó de pedra	Residual	x	162,10
Brita "0"	Natural	234,14	196,80
	Residual	x	34,70
Brita "1"	Natural	475,38	400,00
	Residual	x	70,50
Água		188,84	191,70
A/C		0,53	0,54
Abatimento (cm)		7,00	8,00

Tanto os concretos reproduzidos no laboratório quanto na indústria, apresentaram os maiores resultados de absorção por capilaridade nas horas iniciais até às 24h. Posteriormente as absorções mantiveram-se praticamente estabilizadas. Os concretos reproduzidos em laboratório absorveram menor quantidade de água que os concretos reproduzidos na indústria.

Nos ensaios de Absorção por imersão total, constatou-se acréscimos no teor de absorção de água, conforme o aumento do teor de substituição do agregado natural por agregado residual, resultado que possivelmente pode ser explicado devido à alta porosidade do resíduo, característica que contribui para a maior absorção de água.

Os resultados dos ensaios de resistência a compressão axial podem ser verificados na figura 1.

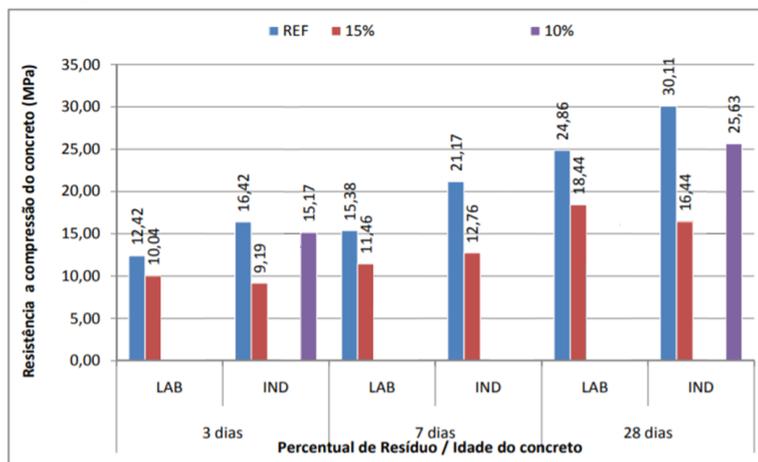


Figura 1 - Gráfico das resistências à compressão axial média, nos concretos reproduzidos em laboratório e na indústria.

O traço de referencia apresentou os maiores resistências à compressão axial nas três idades em que foi ensaiado, tanto nos traços reproduzidos no laboratório, quanto na indústria.

#### 4. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos, concluiu-se que é possível reiserir em sua linha de produção os resíduos gerados na indústria do concreto pré-moldado, desde que esses resíduos passem pelo processo de beneficiamento para adquirirem forma e características semelhantes dos agregados naturais. Mantendo um percentual de substituição adequado, verificou-se que o concreto gerado apresentou trabalhabilidade e propriedades (físicas e mecânicas) próximas do concreto de referencia tanto no estado fresco e quanto no estado

endurecido, requisito fundamental para sua viabilidade técnica de aplicação, necessitando de estudos que avaliem outras características como durabilidade. Com isso a indústria atenderá as medidas ambientais e reinserindo seu resíduo no ciclo de vida contínuo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Consumo de recursos naturais precisa cair 30%**. 2015. Disponível em: Acesso em 04.10.20

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT - **NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova**. Rio de Janeiro. Dez.2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro. Jul.1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificações**. Rio de Janeiro. Abr.2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 7222 - Argamassa e concreto – determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro. Mar.1994 62

\_\_\_\_\_. **NBR 7251 – Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária**. Abr.1982.

\_\_\_\_\_. **NBR 9778 – Argamassa e concreto endurecido – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro. 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 9479 - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova de argamassa e concreto**. Rio de Janeiro. Jun.1984.

\_\_\_\_\_. **NBR 9779 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade**. Rio de Janeiro. Abr.1995.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 30 – Agregado miúdo – Determinação da absorção de água**. Rio de Janeiro. Mai.2001.

\_\_\_\_\_. **NM 51 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”**. Rio de Janeiro. Mai.2001.

SANTOS, T. M. **Aproveitamento dos resíduos de concretos pré-moldados em novos artefatos**. Pelotas, RS, dez 2018. Monografia – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas.

DONIAK, I. L. O; Gutstein, D; Concreto Pré-fabricado. In: ISAIA, G. C. (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. v.2. São Paulo: IBRACON, 2011. p.1569-1613.

EL DEBS, M.K.E. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos EESC, USP, 2000.

SILVA, A. J.; **Reciclagem de resíduos produzidos pela indústria de pré-moldados em concreto na região de Chapecó – SC**. In: Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, 8ed., v.1, n.9, 2014.

Sinduscon-RS. **Guia de Sustentabilidade na Construção Civil no Rio Grande do Sul. 2013**. Disponível em: Acesso em: 08.11.17