

## **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE CONCRETOS PRÉ-MOLDADOS COM ADIÇÃO DE SERRAGEM EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO**

**KÁTIA ALINE BOHN<sup>1</sup>; ROBERLAN MOREIRA<sup>2</sup>;  
THIARA MOURA DOS SANTOS<sup>2</sup>; MÔNICA REGINA GARCEZ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [katia0706bohn@yahoo.com.br](mailto:katia0706bohn@yahoo.com.br)

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

<sup>2</sup>Concreferro Ind. e Com. de Pré-moldados Ltda – [thiarasantos@gmail.com](mailto:thiarasantos@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [garcez.mr@gmail.com](mailto:garcez.mr@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, a consciência da sociedade sobre o meio ambiente tem atribuído importância cada vez maior quanto à utilização dos materiais de construção e seu impacto no meio. Decisões em favor de produtos e sistemas construtivos são influenciadas por aspectos técnicos, econômicos e também ecológicos, já que a construção civil é responsável pela transformação do ambiente natural em um ambiente construído.

A construção pré-moldada caracteriza-se principalmente pela rapidez na execução da obra, pelo baixo custo de instalação do canteiro e por apresentar poucos operários trabalhando por pequeno período. Um inconveniente, é o elevado peso das peças fabricadas, que em muitos casos só podem ser movidas com o auxílio de caminhão-munck ou guindaste. Uma alternativa é a utilização de novos agregados introduzidos na mistura do concreto, que geram um concreto leve, com elevada capacidade de isolamento térmico e acústico, porém, com menor massa específica e resistência.

O agregado miúdo comumente utilizado em concretos é um recurso mineral, cuja exploração agride intensamente o ambiente, e, com o passar do tempo, seu uso está se tornando insustentável. Desta forma, os resíduos de indústrias de base madeireira podem ser uma alternativa para resolver essa questão, pois além de se tratar de um recurso natural renovável, de versátil utilização e baixo consumo energético, apresentam massa específica reduzida, o que os tornam um material apropriado para substituir em determinada proporção o agregado miúdo do concreto.

Adicionalmente, considerando que as indústrias madeireiras apresentam baixo rendimento e geram grande quantidade de resíduos, que dispersos ao meio ambiente podem trazer sérios problemas de poluição (Dutra, 2005), a serragem proveniente de fontes renováveis, em substituição parcial da areia contribui para um programa específico de reciclagem, conforme salienta Dantas Filho (2004), reduzindo a demanda de agregado miúdo para a fabricação de concreto e argamassa, além de tornar esses compostos mais isolantes termicamente e leves.

Desta forma, este trabalho busca estudar as propriedades físicas sobre a influência de diferentes porcentagens de substituição de areia por serragem de *Pinus elliottii* em pré-moldados de concreto.

### **2. METODOLOGIA**

Para atender ao objetivo proposto, foi desenvolvido um programa experimental buscando comparar as misturas que utilizam serragem em

substituição ao agregado miúdo e a mistura de referência, sem serragem, que utiliza apenas areia como agregado miúdo, quanto à absorção de água por imersão, índice de vazios e teor de umidade e quanto à massa específica seca, saturada, real e aparente.

O presente trabalho foi desenvolvido no interior da empresa Concreferro – Indústria e Comércio de Pré-moldados Ltda, destinada à fabricação de peças de concreto pré-moldado, localizada no município do Capão do Leão - RS. A serragem utilizada foi oriunda do equipamento serra fita da Serraria Madecom localizada na cidade de Pelotas, RS. A serragem de *Pinus elliottii* sofreu um processo manual de recolhimento das cascas e lascas de madeiras que se encontravam misturadas e que poderiam influenciar de alguma forma nos resultados do trabalho. Em seguida, a mesma foi conservada em local protegido das intempéries, para que secasse ao ar livre.

O cimento utilizado como aglomerante para confecção do concreto foi do tipo CPIV-32, Cimento Portland Pozolânico. A água utilizada no trabalho foi proveniente da rede de abastecimento local (CORSAN).

Na Tabela 1 podem ser observados os principais resultados obtidos na caracterização dos materiais, os quais são visualizados na Figura 1.



Figura 1 – Componentes dos concretos estudados: (A) cimento, (B) areia, (C) serragem e (D) brita.

Tabela 1 - Caracterização dos componentes do concreto.

Norma	Característica	Agregado	Resultado
NBR 9776 (1987)	Massa Específica ( $\gamma$ )	Areia	2,59g/cm <sup>3</sup>
		Serragem	-
		Brita	-
NBR 7251 (1982)	Massa unitária Solta – Úmida	Areia	1,19g/cm <sup>3</sup>
		Serragem	0,23g/cm <sup>3</sup>
		Brita	1,42g/cm <sup>3</sup>
NBR 7251 (1982)	Massa unitária Solta – Seca	Areia	1,64g/cm <sup>3</sup>
		Serragem	0,16g/cm <sup>3</sup>
		Brita	-

Foi estudado o comportamento do concreto tendo como base o traço 1:2:1,2 (cimento: areia: brita, em volume) utilizado pela empresa para a fabricação das plaquetas de concreto pré-moldado de dimensões 0,91x0,51x0,03m.

As misturas estudadas sofreram variação na quantidade de agregado miúdo, que foi substituído por serragem de *Pinus elliottii*, em diferentes proporções: 0, 25, 50, 75 e 100%. Os cinco tratamentos foram denominados T1 (0%), T2 (25%), T3 (50%), T4 (75%) e T5 (100%). Cinco corpos de prova 10X20cm foram moldados, conforme a norma ABNT - NBR 5738 (2003), para a

realização dos ensaios físicos, com análise da massa específica, absorção de água e índice de vazios.

Após a desmoldagem, os corpos de prova foram mantidos no mesmo local e expostos às mesmas condições climáticas das plaquetas de concreto pré-moldado, até serem enviados ao laboratório para os ensaios, conforme as condições solicitadas pela ABNT - NBR 9479 (1984).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da absorção de água por imersão, índice de vazios e teor de umidade, resultados das médias da massa específica seca, saturada, real e aparente, para os diferentes tratamentos analisados, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância da Absorção de água por imersão (A), Índice de vazios ( $I_v$ ) e Teor de umidade ( $T_u$ ), Massa específica seca ( $\rho_s$ ), Massa específica saturada ( $\rho_{sat}$ ), Massa específica real ( $\rho_r$ ) e Massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ), obtido em ensaio físico para os diferentes tratamentos.

Tratamento	A	$I_v$	$T_u$	$\rho_s$	$\rho_{sat}$	$\rho_r$	$\rho_{ap}$
T1	7,48 <sup>a</sup>	16,02 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	2,55 <sup>a</sup>	2,09 <sup>a</sup>
T2	10,59 <sup>b</sup>	21,04 <sup>b</sup>	7,64 <sup>a</sup>	2,00 <sup>b</sup>	2,20 <sup>b</sup>	2,50 <sup>b</sup>	1,93 <sup>b</sup>
T3	16,71 <sup>c</sup>	29,51 <sup>c</sup>	10,37 <sup>b</sup>	1,77 <sup>c</sup>	2,06 <sup>c</sup>	2,50 <sup>bc</sup>	1,71 <sup>c</sup>
T4	23,15 <sup>d</sup>	36,47 <sup>d</sup>	10,68 <sup>b</sup>	1,58 <sup>d</sup>	1,94 <sup>d</sup>	2,48 <sup>c</sup>	1,52 <sup>d</sup>
T5	32,54 <sup>e</sup>	44,11 <sup>e</sup>	15,08 <sup>c</sup>	1,36 <sup>e</sup>	1,79 <sup>e</sup>	2,42 <sup>d</sup>	1,25 <sup>e</sup>
F	807	996	19	1765	1107	32	341
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Em que: F = Valor de F calculado; P = Probabilidade de erro; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente a um nível de 5% de probabilidade de erro.

Analisando os resultados das médias obtidas nos ensaios físicos, verifica-se que quanto maior o índice de vazios existente no concreto, maior foi a absorção de água por imersão dos mesmos. Para Gomes et al. (2003), o concreto é um material que devido sua própria constituição, é necessariamente poroso, pois não é possível preencher a totalidade dos vazios do agregado com uma pasta de cimento, com isso a interconexão entre os vazios (ou poros) no concreto torna-o permeável à água.

Com a análise realizada entre as médias do teor de umidade, observa-se que não existe uma diferença estatística a um nível de 5% de probabilidade de erro, entre os tratamentos T1 e T2, bem como entre os tratamentos T3 e T4. Dessa forma vale salientar que embora os corpos de prova tenham sido mantidos por sete dias em uma câmara úmida, para auxiliar no processo de estabilização dos mesmos, o teor de absorção de água ocorreu de forma diferente para cada tratamento, sendo que quanto maior o percentual de serragem inserida no traço do concreto, maior foi a absorção de umidade. Esse fato ocorreu devido à madeira ser um material higroscópico, capaz de absorver ou perder água para o meio ambiente.

Analisando os dados obtidos nos ensaios físicos, observa-se que há uma tendência, à medida que se aumenta o percentual de substituição de areia por serragem, de se ter uma diminuição na massa específica do concreto, seja ela, seca, saturada, real ou aparente. Um motivo pelo qual ocorreu esse fenômeno é a

massa específica da serragem ser inferior a da areia, o que conseqüentemente, influencia diretamente nas propriedades do concreto.

A massa específica real do concreto teve uma variação menos acentuada entre os diferentes tratamentos do concreto, sendo que para os tratamentos T2 e T3, com 25 e 50% de substituição de areia por serragem, assim como para os tratamentos T3 e T4, com 50 e 75% de substituição, não ocorreram diferenças estatística significativa a um nível de 5% de probabilidade de erro.

#### 4. CONCLUSÕES

Houve uma redução na massa específica do concreto, conforme a elevação do percentual de substituição da areia por serragem, o que, conseqüentemente, fez com que as peças ficassem mais leves, o que facilitará sua montagem.

Uma indicação de uso para as plaquetas com inserção de serragem, seria para a montagem de tapumes de obra, que necessariamente não precisam ser executados com um material de elevada resistência. E por se tratar de uma construção provisória, de curto prazo em alguns casos, facilitaria a montagem e desmontagem dos tapumes devido à redução do peso das plaquetas, além do reaproveitamento das peças para serem utilizadas em outra obra.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT - NBR 5738 - Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro. Dez. 2003.
- \_\_\_\_\_. ABNT - NBR 7251 – Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária. Abr.1982.
- \_\_\_\_\_. ABNT - NBR 9479 - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova de argamassa e concreto. Rio de Janeiro. Jun. 1984.
- \_\_\_\_\_. ABNT - NBR 9776 - Agregados - determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro. Mar.1987.
- DANTAS FILHO, F.P. **Contribuição ao estudo para aplicação do pó de serra da madeira em elementos de alvenaria de concreto não estrutural.** 2004. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DUTRA, R.I.J.P.; NASCIMENTO, S.M.; Resíduos de Indústria Madeireira: Caracterização, conseqüências sobre o meio ambiente e opções de uso. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n.5, jan.2005.
- GOMES, A.M. et al. **Permeabilidade do concreto: um estudo para a avaliação “in situ” usando instrumentos portáteis e técnicas tradicionais.** Departamento de Materiais de Construção - UFMG. Belo Horizonte, MG. 2003.