

## **Argila Expandida como Agregado para Concreto com Propriedades Estruturais**

**FILIPE CARBONI FIM<sup>1</sup>; ALENCAR IBEIRO DE OLIVEIRA<sup>2</sup>; GABRIEL TERRA FERON<sup>3</sup>; ARIADNE MARILYN DA SILVEIRA<sup>4</sup>; ALINE TABARELLI<sup>5</sup>; GUILHERME HÖEHR TRINDADE<sup>6</sup>**

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

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [alencar\\_ibero@hotmail.com](mailto:alencar_ibero@hotmail.com)

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

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

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [tabarellialine@gmail.com](mailto:tabarellialine@gmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [guihoehr@hotmail.com](mailto:guihoehr@hotmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

A utilização de agregados leves em concretos de cimento Portland remete-se à época da Primeira Guerra Mundial, com a construção de embarcações de concreto leve. Neste cenário, obtinha-se concretos, com massa específica aproximada de 1760 kg/m<sup>3</sup>, e com resistência à compressão de 35 MPa, valor bastante elevado se comparado aos concretos tradicionais de 15 MPa utilizados naquelas construções. A obtenção do agregado de argila em sua forma expandida era possível pelo aquecimento de pequenas partículas deste material em fornos rotativos, conforme procedimento patenteado em 1918 por Stephen J. Hayde (ACI 213R-03, 2003).

A propriedade que mais diferencia o concreto leve do convencional é a redução da massa específica, abaixo de 2000 kg/m<sup>3</sup> conforme prescreve a NBR 8953 (ANBT, 2015). Já a norma brasileira, NBR 6118 (ABNT, 2014) prescreve que a resistência mínima de um concreto estrutural deve ser de 25 MPa para ambientes urbanos.

Atualmente, no Brasil, o uso de concretos com agregados leves é modesto, com maior concentração no Estado de São Paulo, devido à localização da fábrica de argila expandida Cinexpan na cidade de Várzea Paulista. O uso mais expressivo de concretos leves, no país, está em elementos pré-fabricados e em estruturas de edificações de múltiplos pavimentos, especialmente em lajes. Com os avanços na tecnologia do concreto, a partir da década de 1970, novos materiais foram desenvolvidos com o objetivo de alcançar melhorias nas propriedades e maior desempenho dos concretos. Como exemplo têm-se os aditivos redutores de água e as adições pozolânicas, os quais permitem a obtenção de concretos com altas resistências mecânicas e de elevada durabilidade (ROSSIGNOLO, 2009).

No concreto leve, existe uma tendência à segregação, ocasionada pelo baixo valor da massa específica do agregado, fenômeno que pode ser evitado ou reduzido com a dosagem de concretos com coesão e consistência adequados, controlando-se a relação água/cimento e aplicações de adições minerais, como a sílica ativa (ACI 213R-03, 2003).

Diante do exposto acima, o objetivo deste trabalho foi produzir concreto leve adotando-se a substituição do agregado graúdo (brita) de rocha natural pelo agregado graúdo artificial (argila expandida).

## 2. METODOLOGIA

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram cimento Portland de alta resistência inicial (CPV ARI), agregado miúdo de origem natural (grãos de areia) e agregado grão artificial (argila expandida) em duas faixa granulométricas de 1 a 5 mm e de 6 a 15 mm. Realizando também, adição mineral de sílica ativa, e de aditivo redutor de água (superplastificante de 3º geração).

Neste trabalho aplicando a metodologia de dosagem experimental do IBRACON (TUTIKIAN E HELENE, 2011), foram confeccionados dois traços, o método foi adaptado para adição de sílica ativa e do aditivo superplastificante.

Os agregados de argila expandida foram saturados por 24 horas, antes de serem misturados aos traços experimentais. Os traços unitários, dosados em massa, estudados nesta pesquisa, encontram-se no Quadro 1:

Quadro 1 – Traços unitários

Traço	Cimento	Areia	Argila maior	Argila menor	Adição	Aditivo	Água
Traço 1	1,000	2,120	0,970	-	0,058	0,008	0,350
Traço 2	1,000	2,020	-	1,164	0,052	0,008	0,350

Fonte: Autores do trabalho

Durante a fase experimental, ainda no estado fresco acontece a confecção e o ajuste do traço, realizando os ensaios de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone pela NBR NM 67 (ABNT, 1998) e a determinação da densidade de massa aparente no estado fresco pela NBR 12644 (ABNT, 2014).

Após a realização das análises no estado fresco dos traços de concreto, os mesmos foram colocados em moldes cilíndricos com dimensões padronizadas de 10x20cm, permanecendo moldados por 24 horas para aquisição de consistência. Passando este período foi realizado o desmolde e acondicionamento em cura úmida, permanecendo por 7 dias em hidratação.

Em seguida foram verificadas as propriedades no estado endurecido, realizando para isso os ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos conforme prescreve a NBR 5739 (ABNT, 2018) e a determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica pela NBR 9778 (ABNT, 2009).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3. 1. Análise no estado fresco

Notou-se uma elevada redução da densidade da massa aparente do concreto, já no estado fresco, apresentando valor abaixo de 2000 kg/m<sup>3</sup>, podendo ser caracterizado como concreto leve pela NBR 8953 (ABNT, 2015), antes do estado endurecido.

Durante o processo de confecção de amassamento do concreto na betoneira, foi observado que a mistura permanecia homogênea, com os agregados grãos (argila expandida) bem distribuídos na pasta de cimento, areia e sílica, o que proporcionou um concreto coeso, onde não foi possível observar os fenômenos de segregação e exsudação dentre os materiais.

Passando para o ensaio de abatimento do tronco de cone, os dois traços apresentaram boa trabalhabilidade, o Traço 2 com argila de menor granulometria, apresentou abatimento de 160 mm, enquanto o Traço 1 utilizando a argila de maior granulometria apresentou um abatimento de 140 mm.

### 3. 2. Análise no estado endurecido

A figura 1, apresenta os resultados de resistência a compressão do Traço 1 e do Traço 2, aos 7 dias de idade, dos concretos estudados.

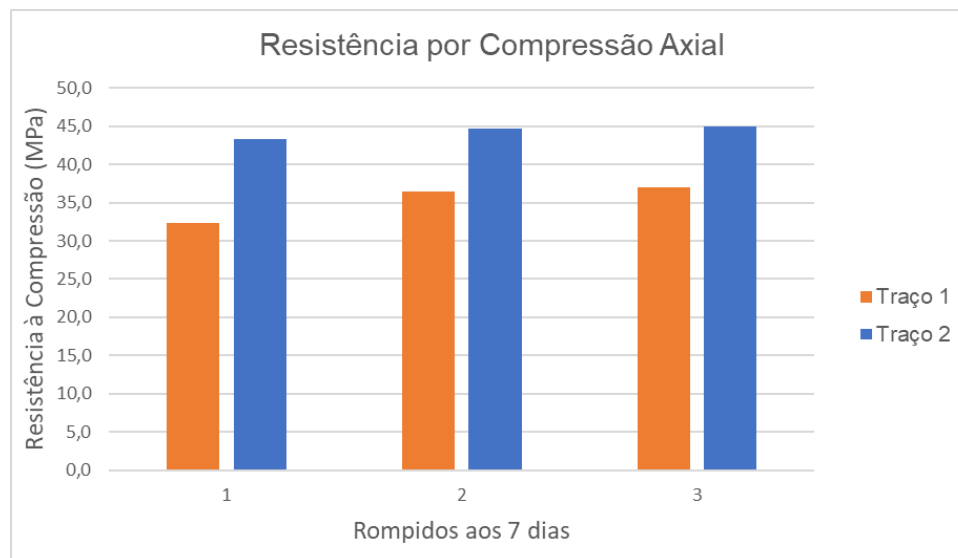


Figura 1 – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos NBR 5739:2018

Conforme os resultados obtidos no ensaio de compressão axial (figura 1), foi possível identificar que o Traço 2 com argila de menor granulometria, apresentou uma resistência média à compressão axial de 44 MPa aos 7 dias, enquanto o Traço 1 utilizando a argila de maior granulometria apresentou uma resistência média de 35 MPa aos 7 dias, resultados influenciados por diversos fatores como, por exemplo, a composição granulométrica dos agregados utilizados.

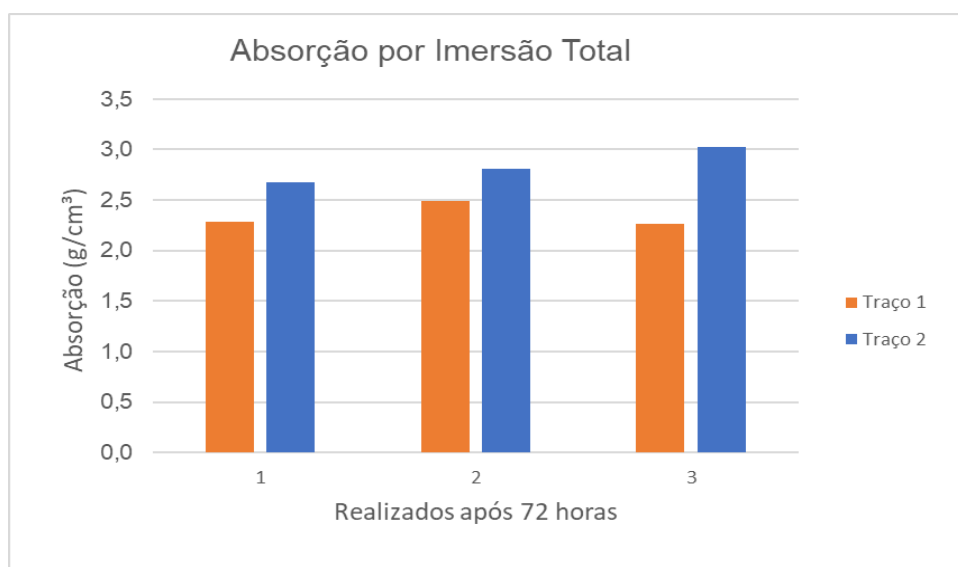


Figura 2 – Determinação da absorção de água NBR 9778:2009

Conforme a figura 2, na análise de absorção total e do índice de vazios no concreto com agregado leve, nota-se que o Traço 2 com argila de menor granulometria, tem uma maior porcentagem de absorção de água, enquanto o Traço 1 com argila de maior granulometria apresenta o melhor resultado durante a execução deste ensaio.

#### 4. CONCLUSÕES

Os dois traços de concreto com argila expandida atingiram já aos 7 dias de idade a classe de resistência acima de 25 MPa como prescreve a NBR 6118 (ABNT, 2014), para ambientes urbanos, em relação a resistência mecânica, para concretos estruturais. Para o valor encontrado pelo abatimento de tronco de cone apresentou uma consistência S100 ( $100\text{mm} \leq A \leq 160\text{mm}$ ), podendo ser classificado em CL 40 S100, atingindo as recomendações para concretos leves para fins estruturais conforme prescreve a NBR 8953 (ABNT, 2015).

O Traço 2 com argila de menor granulometria, apresentou maiores resistências aos 7 dias. Fatores como a curva granulométrica da argila ser similar a de uma brita zero, por apresentar uma massa específica em torno de  $850\text{ kg/m}^3$ , influenciaram no resultado, porém após análise dos corpos de prova rompidos, notou-se que as argilas formavam a parte menos resistente, e a pasta cimentícia a mais resistente.

A pré-saturação dos agregados antes da mistura facilitou a homogeneidade e estabilidade dos materiais fazendo com que eles obtivessem comportamento parecido com o agregado graúdo utilizado usualmente

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Guide for structural lightweight aggregate concrete**. ACI 213R-03. USA, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto. NBR 5739: Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos – determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro, 2009.

TUTIKIAN, B.; HELENE, P. Dosagem dos concretos de cimento Portland. In: ISAIA, G. C., ed. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo, IBRACON, 2011. v. 1, cap. 12, p. 415-51.

ROSSIGNOLO, J.A. **Concreto leve estrutural: produção, propriedades, microestrutura e aplicações**. São Paulo, PINI, 2009.