

PROPRIEDADES DO CONCRETO LEVE COM ARGILA EXPANDIDA

ALENCAR IBEIRO DE OLIVEIRA¹; MÁXIMO ARMAND GUTIERREZ²;
FILIPE CARBONI FIM³, ARIADNE MARILYN DA SILVEIRA⁴,
GUILHERME HÖEHR TRINDADE⁵

¹*Universidade Federal de Pelotas – alencar_ibero@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – filipe.cfim@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – maxi_ugon@hotmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – ariadnemarilyn@hotmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – guihoehr@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem por objetivo estimar o efeito da incorporação de argila expandida, em substituição total e parcial à brita (agregado graúdo), nas propriedades usuais do concreto convencional, utilizando a incorporação de argila expandida em dosagens que visem a substituição parcial (70%) e total (100%) da brita, com incorporação de 3% aditivo superplasticante, de modo a obter um novo concreto, com propriedades mecânicas condizentes ao padrões estabelecidos para concretos leves.

Avaliar as propriedades de trabalhabilidade, homogeneidade, coesão e exsudação em concretos com substituição total e parcial do agregado graúdo por argila expandida no estado fresco. Analisar comparativamente as propriedades mecânicas de resistência a compressão axial, resistência por compressão diametral com módulo de elasticidade estático, identificando as influências da substituição total e parcial do agregado graúdo por argila expandida nas propriedades físicas de índice de vazios, massa específica, absorção total e por capilaridade aos 28 dias.

Com essa pesquisa fornecer informações à cerca do concreto leve com argila expandida, estabelecendo explicações para os resultados, comparando-os a bibliografia existente e as Normas vigentes, analisando comparativamente os resultados, a fim de ter seu emprego garantido e seguro, para concretos contendo argila expandida e concretos com substituição total e parcial à brita.

A principal vantagem desse concreto continua sendo sua massa específica que representa uma significativa redução de peso, em relação ao concreto convencional, além dessa qualidade, o concreto com argila expandida, segundo Angelin (2014) tem uma ótima capacidade de isolamento térmico e acústico, diferente dos concretos convencionais.

A fim de contribuir com informações sobre a influência da argila expandida como agregado leve para o concreto estrutural e como agente de cura interna do concreto, esse trabalho traz algumas características próprias, apresentando as propriedades físicas de massa específica, índice de vazios e absorção de água total e por capilaridade, e as propriedades mecânicas de resistência a compressão, deformação e tração.

Tendo a tecnologia do concreto leve com argila expandida boa disseminação no Brasil, possuindo bibliografia e construções consolidadas, o mesmo passou a ser apenas mais uma alternativa, devido a quantidade de compósitos e técnicas disponíveis, para uma indústria que necessita de constantes modificações, com soluções inteligentes e diversificadas.

2. METODOLOGIA

Para esse trabalho foi utilizado a metodologia de dosagem experimental do Ibracon (Tutikian e Helene, 2011), onde foi definido o teor de argamassa (Equação 1) e o grau de hidratação (Equação 2) com consumo aproximado de 400 kg/m³ de cimento CPV ARI, e fator a/c limitado em 0,47 conforme considerações (ACI 211.2-R04), obtendo os valores para definição do traço de referência (Tabela 1), utilizando-se desse para realizar as comparações com os demais traços.

Teor de argamassa seca $\alpha = \left(\frac{1+a}{1+m} \right)$ (Equação 1)

Grau de Hidratação $H = \frac{a/c}{1+m}$ (Equação 2)

Onde foram utilizados:

$$\alpha = 56\% , \quad H = 8,9\% \quad \text{e} \quad a/c = 0,47.$$

Obtendo-se assim:

- a : relação agregado miúdo seco / cimento, resultando em 1,962 kg/kg.
- b : relação agregado graúdo seco / cimento, resultando em 2,294 kg/kg.
- m = a + b : soma do agregado miúdo e graúdo, resultando em 4,257 kg/kg.

| TR | Cimento | Brita | Areia | Água |
|----|---------|-------|-------|------|
| | 1,00 | 2,31 | 1,96 | 0,47 |

Tabela 1: Traço de Referência – TR.

Definido o traço de referência, calculou-se a quantidade de cada componente, para um volume de concreto conhecido através das massas unitárias de cada material, sendo a massa desses, transformada em volume, seguindo recomendações da norma americana (ACI 211.2-04). A partir do traço unitário é possível dividir o mesmo pela massa unitária, referente a cada material, a fim de obter os valores de aglomerante, agregado graúdo, agregado miúdo e água, transformando-os para unidade de litro (L). Para o traço unitário em volume divide-se cada material pelo valor do volume de cimento. Adotamos ainda densidade da água para temperatura de 20 °C igual à 0,998 kg/dm³.

Para obter informações acerca do agregado graúdo utilizado, foram definidos, além do traço de referência (TR), mais 2 traços, sendo o traço T2 com substituição total do agregado graúdo de brita por argila expandida e o traço T3 com substituição total do agregado graúdo de brita por argila expandida mais aditivo superplastificante, devido a pré-saturação do agregado graúdo, foi preciso corrigir a relação água/cimento ficando o T2 com valor de 0,43, e o T3 devido ao uso do aditivo, pela compensação em relação ao consumo de água ficando com fator a/c = 0,31.

Foi confeccionado o 4º traço, sendo o T4 uma variação nas proporções dos agregados graúdos mesclando 70% de argila expandida e 30% de brita graduada, havendo também correção no fator a/c = 0,43.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a NBR 8953 (ABNT, 2015), os quatro traços de concreto estudados neste trabalho (TR, T2, T3 E T4), podem ser classificados com a classe de consistência S100, recomendado para elementos estruturais com lançamento convencional de concreto.

Para o ensaio de compressão axial pela NBR 5739 (ABNT, 2018), os corpos de prova com idade de 28 dias curados imersos em água e em poliestileno de baixa densidade, foram analisados com as médias de 3 corpos de prova para cada traço, assim como desvio padrão e o coeficiente de variação para os valores encontrados.

Os valores de módulo de deformação do T2, T3 e T4 se apresentaram menores em relação ao T4, indicando que os concretos com argila expandida são mais flexíveis, portanto mais deformáveis, se o módulo de elasticidade do concreto leve, não for levado em conta nos cálculos estruturais, podem surgir problemas de deslocamento excessivo e fissurações no concreto.

Para absorção de água por capilaridade dos traços desse trabalho foram realizados ensaios de acordo com a NBR 9779 (ABNT, 2012), o traço de referência TR e o traço com substituição total da brita por argila expandida mais aditivo T2 absorveram menor quantidade de água durante o ensaio, o TR absorveu 19% do total, nas primeiras 3 horas, o T2 absorveu 25%.

Com a incorporação de argila expandida como agregado leve no concreto, o ensaio de índice de vazios se faz necessário, a fim de observar seu comportamento, pois a quantidade de vazios permeáveis, quando comparado a um concreto convencional deve ser maior, devido a porosidade deste agregado, para identificar esta propriedade seguiu-se os procedimentos prescritos na NBR 9778 (ABNT, 2009), ainda durante o estudo foi realizado ensaio de absorção de água e de massa específica, com 3 corpos de prova por traço a idade de 28 dias.

Realizando a análise visual dos corpos de prova após a ruptura no ensaio de resistência à tração por compressão diametral dos corpos de prova, observamos no TR que as britas se mantém integras, sendo a pasta de cimento e areia a parte fraca do concreto, já no T2, T3 e T4 observamos o rompimento das argilas, identificando que elas foram a parte fraca do concreto, que a pasta de cimento e areia à forte, influenciando assim diretamente no resultado das propriedades mecânicas dos traços desenvolvidos e analisados durante esse estudo.

Em relação a distribuição dos agregados na matriz cimentícia nota-se no TR, T2 e T3, ocorre a homogeneidade das misturas, com os agregados bem distribuídos na pasta de cimento e areia, não sendo possível observar a segregação dos materiais utilizados nesses compósitos, obtendo assim um concreto coeso.

4. CONCLUSÕES

O concreto com agregado leve é um concreto especial, devendo ser aplicado técnicas e metodologias de dosagem próprias. Para esse trabalho, o teor de argamassa fixado em 56% se mostrou eficiente, de acordo com a granulometria da argila expandida esse fator pode variar, solicitando valores mais altos de argamassa.

Durante o amassamento a mistura se mostrou homogênea, coesa e sem sinais de exsudação ou segregação, aspecto que pode ser observado quando os corpos de prova foram rompidos por compressão diametral, percebendo-se a distribuição uniforme da argila expandida ao longo dos corpos de prova.

Quanto a trabalhabilidade, podemos classificar os traços desse experimento na classe S100, devido aos valores encontrados nos ensaios de abatimento de tronco de cone.

Para resistência a compressão axial, temos que todos os traços atingiram resistências superiores a 20 MPa, podendo ser considerados estruturais, porém apenas o TR e o T3 em cura normal, atingiram resistência acima de 25 MPa.

Quanto a massa específica, o traço TR pode ser classificado em concreto convencional (C), já os traços T2, T3 E T4 podem ser classificados como concreto leve (CL). Por exemplo para o traço T2 confeccionado com cimento, argila expandida, areia e água, obtivemos massa específica de 1472 kg/m³, isso representa uma redução de 35% em relação ao concreto convencional com 2232 kg/m³.

Os valores de módulo de deformação elástico do T2, T3 e T4 se apresentaram menores em relação ao T4, indicando que os concretos com argila expandida são mais deformáveis.

Quanto à absorção de água por capilaridade, ao realizar a leitura interna de ascensão, nota-se que todos traços tem uma lâmina de água chegando a 60 mm.

Ainda não existe uma Norma específica para concreto leve estrutural, porém de acordo com os dados bibliográficos e os desse estudo, ele pode ser comparado em diversas Normas, tendo seu padrão de desempenho garantido e seguro.

4.1 Sugestões de trabalhos futuros

- Aumentar o programa experimental com maior número de variáveis e traços;
- Realizar traços mesclando argila expandida e resíduos;
- Realizar análises de durabilidade no concreto leve com argila expandida.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Guide for structural lightweight aggregate concrete**. ACI 213R-04. USA, 2003.

ANGELIN, Andressa F. **Concreto leve estrutural - Desempenhos físicos, térmicos, mecânicos e microestruturais**. 126f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2014.

ROSSIGNOLO, João Adriano. **Concreto leve estrutural: produção, propriedades, microestrutura e aplicações**. São Paulo, PINI, 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. v. 1, cap. 12, p. 415-51. 2011.