

# **ANÁLISE COMPARATIVA DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM CONCRETO LEVE EM RELAÇÃO AO CONCRETO CONVENCIONAL**

**Klinger Senra Rezende**

Doutorado em Engenharia Civil - UFV

Professor do curso de Engenharia Civil - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa- Faviçosa/  
Univiçosa

e-mail: klingers15@hotmail.com

**Luciana Camila Boscato**

Graduada em Engenharia civil - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa- Faviçosa/Univiçosa

**Thaílla Cotta Figueiredo**

Graduada em Engenharia civil. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa- Faviçosa/Univiçosa

## RESUMO

Devido ao crescimento da construção civil, o concreto vem sendo um dos produtos mais consumidos no mercado civil. Com isso, a indústria da construção civil vem inovando no mercado com os concretos especiais. O presente trabalho buscou analisar as principais propriedades físicas e mecânicas de um tipo de concreto especial, o concreto leve, utilizando-se argila expandida em substituição à brita, nas proporções de 50% e 100%. Os resultados mostraram que o concreto em que substituiu-se totalmente a brita por argila expandida não obteve uma resistência mínima para concreto estrutural classe II (25MPa). Contudo, o concreto produzido com substituição parcial (50% argila), obteve uma resistência de 28,2 MPa, além da diminuição da massa específica em 16,2% em relação ao concreto referência, produzido com brita gnáissica e traço 1:2:2 (cimento:areia:brita). Em relação à tração, o concreto com substituição total alcançou cerca de 50% do valor da resistência do concreto referência, enquanto o concreto com substituição parcial atingiu cerca de 80% da resistência do concreto referência.

**Palavras-chave:** argila expandida, agregado leve, resistência a compressão uniaxial.

## ABSTRACT

*Because of the growth of construction industry, concrete has been one of the most consumed products in the world, which has been innovating in the industry with special concretes. This paper aimed to analyze the main physical and mechanical properties of a specific type of concrete, lightweight concrete, using expanded clay instead of gravel, in the ratio of 100% and 50%. Thus, the studies showed that the concrete which it replaced totally the clay with expanded clay did not obtain a minimum resistance for structural concrete (25MPa). However, the concrete produced with partial replacement (50% clay) obtained a resistance of 28.2 MPa, besides the decrease of the specific mass in 16.2% in relation to the reference concrete, produced with crushed stone. In relation to the traction, the concrete with total replacement reached about 50% of the value of the resistance of the reference concrete, while the concrete with partial replacement reached about 80% of the same resistance.*

**Keywords:** expanded clay, lightweight, uniaxial compressive strength.

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil vem ficando cada vez mais exigente com relação às novas tecnologias de construção. Com isso a indústria da construção, principalmente aquelas relacionadas à fabricação de concreto para uso estrutural, nas últimas décadas, vem estudando e inovando com concretos de alto desempenho (CAD), também conhecidos como concretos especiais, aos quais são dados diversos usos nos mais variáveis tipos de construções.

O presente estudo trata a respeito de um tipo específico de CAD, o concreto leve. Através da substituição total e parcial do agregado graúdo convencional (brita) por um agregado considerado leve, de acordo com a ABNT NBR NM 35/95 – Agregados leves para concreto estrutural – Especificação, que estabelece que a massa unitária no estado seco para agregados leves a serem utilizados na fabricação de concretos estruturais tem que variar entre  $880 \text{ kg/m}^3$  para agregados graúdos e  $1120 \text{ kg/m}^3$  para agregados miúdos. Além disso, de acordo com a ACI 213R-87 (ACI, 2003), os concretos leves estruturais tem que ter resistência à compressão superior a 17 MPa aos vinte e oito dias e a sua massa específica não deverá ultrapassar  $1850 \text{ kg/m}^3$ . Porém, a NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, especifica como resistência a compressão para concretos estruturais iguais ou superiores a 25 MPa. Logo, por se tratar de uma normatização mais recente, o fck mínimo aceitável para o desenvolvimento dessa pesquisa será

o de 25 MPa, tanto para o concreto convencional, quanto para o concreto leve.

A massa específica é um fator extremamente importante quando se trata de CADL, pois a sua utilização visa principalmente à redução do peso próprio das estruturas, conseqüentemente atrelado a diminuição de carga, redução do consumo de aço e economia quando se trata do quesito fundação.

O agregado leve escolhido para a realização do estudo de comparação da resistência mecânica e massa específica foi a argila expandida, que se trata de um tipo de agregado leve considerado artificial, pois é produto de um processo que envolve alguns tipos de argila aquecidas a temperaturas em torno de  $1200^\circ\text{C}$ . É importante saber, que assim como outros agregados leves, a argila expandida apresenta valores de massa específica inversamente proporcionais ao seu diâmetro, ou seja, quanto maior sua granulometria, menor sua massa específica.

Da mesma maneira como ocorre com o concreto convencional, torna-se fundamental a escolha de um método de dosagem eficiente e prático para a produção do concreto leve. Afim de verificar a viabilidade da utilização do CADL em construções que exigem da engenharia uma boa resistência do concreto atrelado ao seu menor peso específico, otimizando desde sistemas construtivos pré-fabricados, a plataformas marítimas flutuantes, pontes e edificações de múltiplos andares.

Sendo assim, pesquisas voltadas para a otimização de um dos produtos

mais importantes na construção civil, o concreto estrutural, são fundamentais para a descoberta de novas técnicas de fabricação e novos traços que vão melhorar o desempenho desse concreto e torná-lo referência, tanto em resistência, quanto no quesito baixa massa específica.

Com a intenção de contribuir para o desenvolvimento de concretos especiais, este estudo apresenta uma análise das principais propriedades físicas e mecânicas do concreto leve, bem como, resistência à compressão, à tração, absorção de água e massa específica.

## 2.MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi constituída por análises laboratoriais, realizando-se ensaios de caracterização física e ensaios mecânicos, utilizando-se a argila expandida em substituição à brita em porcentagem de 100% e 50%, seguindo as exigências das normas brasileiras.

### 2.1. Produção do concreto

Para produção dos concretos, foram utilizados os seguintes materiais: argila expandida tipo 3222, brita gnáissica de graduação nº 1, areia natural quartzosa, cimento Votoran CII-E-32, água de rede pública e aditivo superplastificante, utilizando-se a argila expandida em substituição à brita em porcentagem de 100% e 50%, seguindo as exigências das normas brasileiras.

Foram produzidos 3 traços distintos, sendo um referência contendo

100% de brita como agregado graúdo. Afim de comparar suas resistências à tração por compressão diametral e à compressão axial.

### 2.2. Ensaio de caracterização física

A caracterização do agregado se deu através dos ensaios de composição granulométrica, dimensão máxima característica e módulo de finura (NBR NM 248), volume de material fino (NBR NM 46), massa unitária (NBR NM 45) e absorção de água do agregado (NBR NM 53).

### 2.3. Ensaio no concreto endurecido

Realizaram-se ensaios de resistência à tração por compressão diametral e resistência à compressão axial. Os corpos de prova foram moldados com auxílio de moldes cilíndricos metálicos, segundo a NBR 5738 (ABNT, 2003): Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados no 3o, 7o e 28o dias de moldagem, seguindo a NBR 5739 (ABNT, 2007): Concreto – Ensaio de Compressão de corpos de prova cilíndricos.

O ensaio de resistência tração por compressão diametral seguindo a metodologia descrita pela NBR 7222 (ABNT, 2010): Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos, foi realizado no 28o dia de moldagem.

Os ensaios de massa específica e absorção no concreto endurecido

seguiram a metodologia descrita pela NBR 9778 (ABNT, 1987): Argamassa e Concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Foram realizados no 28º dia de moldagem, por se tratar da data em que o concreto atinge sua resistência ideal.

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de ensaios de caracterização do agregado utilizado são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Ensaio de caracterização da argila expandida

Dimensão máxima característica (mm)	32
Módulo de finura	6,85
Absorção (%)	10,6
Massa unitária (kg/dm <sup>3</sup> )	0,43
Diferença na porcentagem de material fino entre as determinações (%)	12,22

A Figura 1 apresenta a curva granulométrica da argila expandida, mostrando sua posição totalmente dentro da zona utilizável proposta pela ABNT NBR 248 (2003).

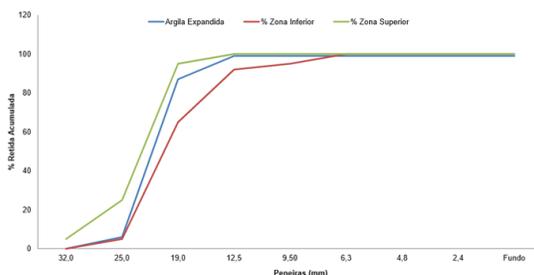


Figura 1 – Curva Granulométrica da Argila Expandida.

### 3.1 Ensaio de Resistência à compressão simples

De acordo com a Figura 2, o concreto executado com a substituição total da brita 1 por argila expandida, possuiu um crescimento linear da sua resistência dos três aos vinte e oito dias, assim como aconteceu também com o concreto de referência. Porém ao substituir somente 50% da brita por argila expandida, o crescimento, apesar de linear, teve o ganho de resistência a compressão acelerado a partir dos sete dias de idade.

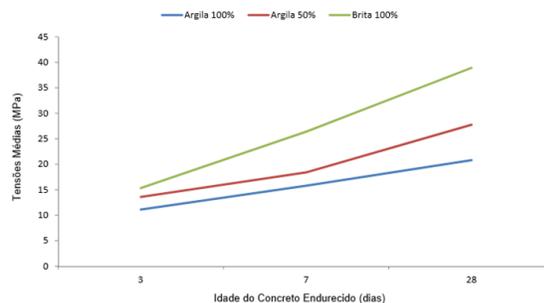


Figura 2 - Tensões Resistêntes x Idade do Concreto.

### 3.2 Resistência à compressão simples e massa específica

A Figura 3 apresenta um gráfico relacionando a massa específica e a resistência a compressão simples para as três dosagens realizadas, apresentando também um bom coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,97.

Observou-se que o concreto em que substituiu totalmente a brita por argila expandida, não alcançou o  $F_{ck}$  mínimo exigido por norma para classe de agressividade ambiental (CAA) urbana (25 MPa). Logo, este primeiro

não teria o seu uso classificado como estrutural para ambientes urbanos, mas podendo ser utilizado em ambientes rurais, devido sua resistência moderada (20,8 MPa), superior ao mínimo para CAA I, 20 MPa. Seu uso também pode ser classificado como isolante, obtendo bom desempenho para este tipo de utilização.

Por sua vez, o concreto em que a brita foi substituída parcialmente (50%), obteve um melhor resultado em relação à sua resistência à compressão (27,8 MPa), porém a sua massa específica diminuiu em torno de 16% da massa específica do concreto convencional.

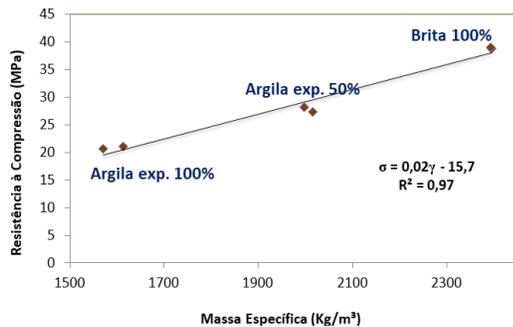


Figura 3 - Relação da resistência à compressão e massa específica aos 28 dias de idade.

Contudo, deve-se atentar para o fato de que os três concretos foram executados com aditivo superplastificante, sendo assim a relação água/cimento foi menor que a de concretos convencionais executados sem algum tipo de aditivo, porém desse modo garantiu-se um bom desempenho em relação à resistência dos concretos executados, assim como uma boa trabalhabilidade e ainda

sem interferir muito na sua massa específica.

### 3.3 Ensaio de resistência à tração

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 4, o concreto com substituição total da brita por argila expandida alcançou mais de 50% do valor de resistência a tração em relação ao concreto referência. Contudo, o concreto com substituição parcial (50% argila) obteve um valor de resistência de quase 80% do concreto convencional.

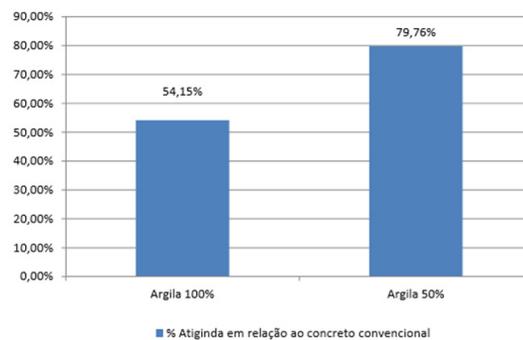


Figura 4 - Resistência à tração resistida dos concretos executados com argila expandida em relação ao concreto convencional.

## 4. CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios de caracterização física do agregado, bem como os resultados de ensaios de resistências à compressão simples e tração mostraram que é possível se utilizar a argila expandida em substituição do agregado graúdo para fins estruturais, desde que se respeitem as exigências mínimas de resistência a compressão simples para as respectivas

classes de agressividade ambiental, como observado na substituição de 100% da argila expandida, alcançando resistência mínima para CAA I e, na substituição de 50%, alcançando resistência acima da mínima para CAA II.

## REFERÊNCIAS

American Concrete Institute – ACI. Guide For structural lightweight aggregate concrete, ACI 213R-03. ACIA Manual of Concrete Practice, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 46: Agregados -Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 45: Agregados – Determinação da massa unitária e volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 53: Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778:

Argamassa e Concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de Compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7222: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2010.