

CONCRETO LEVE À BASE DE ARGILA EXPANDIDA: PROPRIEDADES E APLICABILIDADE

Edilberto Vitorino de BORJA (1); Elton Queiroz SILVA (2); Valtencir Lúcio de Lima GOMES (3)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Natal-RN, CEP 59015-000, fone/Fax: +55 (84) 4005-2638, e-mail: betoborja@yahoo.com.br

(2) CEFET/RN, e-mail: eltonsorin@yahoo.com.br

(3) CEFET/RN, e-mail: valtencir@cefetrn.br

RESUMO

Considerando as tendências de materiais alternativos na construção civil, o concreto leve tem sido objeto de estudos com ênfase de aplicação em peças pré-moldadas, visando rapidez na execução, redução de peso além de bom desempenho térmico e acústico. Inclui-se neste estudo a influência de 2 tipos de argilas expandidas (denominadas comercialmente como argila expandida 2215 e 1506) na composição dos traços com relação a formação de poros e resistência mecânica, objetivando direcionar o seu uso como material portante para fabricação de alvenaria estrutural pré-moldada para habitações populares. Analisou-se também a absorção de água por imersão e massa específica. Para determinação da composição do traço, tomou-se como referência a norma ACI 211-2-98, específica para o cálculo da dosagem de concretos leves estruturais. Os experimentos foram realizados em corpos-de-prova cilíndricos (10cm de diâmetro e 20cm de altura, com traços, em massa, 1:2:2 / 1:2,;2,5 e 1:3:3, utilizando-se argila expandida com casca em substituição total ao agregado graúdo. Os resultados mostraram que o uso de argila expandida como agregado graúdo reduz significativamente a densidade do compósito além de manter resistência mecânica apropriada para o uso pretendido na pesquisa, mesmo com aumento da absorção de água por imersão. Apesar das propriedades intrínsecas do material como isolante térmico e acústico, as mesmas não foram objetos do estudo.

Palavras-chave: argila expandida, concreto leve, alvenaria pré-moldada, método de dosagem.

1. INTRODUÇÃO

A argila expandida é um material produzido através do aquecimento de alguns tipos de argila, numa temperatura próxima de 1200 °C, na qual gases liberados através da decomposição química de uma parte do material, incorporam-se na massa de teor viscoso produzida pela outra, expandindo-a. A massa unitária deste produto torna-se menor do que antes de aquecida, resultando num material que pode ser utilizado como agregado graúdo na produção de concretos leves, reduzindo a massa específica do concreto e, conseqüentemente, o carregamento das estruturas.

É notório que há um vasto campo no que diz respeito ao estudo do concreto, devido ser um material complexo. Estas pesquisas abrangem, principalmente, resistência mecânica e durabilidade. O concreto leve estrutural é um material que possui baixa massa específica se comparado com o concreto convencional, causado pela substituição total ou parcial do agregado convencional (brita) por outro de agregado leve, com densidade variando de 800 a 2000 kg/m³ e resistência de 7,5 a 25 Mpa..

Em se tratando de construção de moradias populares um aspecto relevante é a exigência de baixo custo desde que associado ao conforto térmico, principalmente na nossa região de clima tropical. Segundo Krüger e Lamberts (2000), a maioria dos programas habitacionais populares instituídos no Brasil não faz diferenciação com relação ao clima das regiões onde as casas serão construídas.

Somados a uma redução dos custos de produção e buscando novas tecnologias para a construção de casas populares, o presente estudo investiga o desempenho e aplicabilidade do concreto leve como material alternativo aos existentes para tal fim, pois além da significativa redução de cargas de fundação, melhora a qualidade da habitação no tocante ao conforto térmico e acústico que são características inerentes do material por se tratar de um material com baixa densidade e porosidade acentuada.

Os traços inicialmente utilizados foram analisados somente sob o ponto de vista do aspecto visual (existência ou não de vazios) e da resistência à compressão. De posse dos traços considerados mais adequados, partiu-se para sua caracterização mais detalhada com relação a absorção de água, massa específica e resistência à compressão. Posteriormente, fez-se estudo comparativo dos traços com o modelo utilizado na dosagem de concreto leve da norma americana ACI 211.2-98.

2. METODOLOGIA

Após pesquisas bibliográficas relativas ao uso de concreto leve à base de argila expandida e definição dos materiais a serem utilizados (cimento, areia e argila expandida 2215 e 1506), partiu-se para o processo de aquisição das mesmas (argilas expandidas) diretamente com um fabricante no estado de São Paulo (CINEXPAN), que por se tratar de material pouco utilizado como agregado em concreto, principalmente na região metropolitana de Natal/RN, não se encontra em lojas específicas de materiais para construção.

De posse dos materiais deu-se início a caracterização dos materiais para composição do concreto leve (cimento portland CP II - Z 32, areia média, argilas expandidas denominadas comercialmente como 1506 e 2215 e água). Em seguida, partiu-se para as definições dos traços experimentais. Por se tratar de assunto pouco difundido, não foi possível estabelecer, inicialmente, dosagens experimentais práticas, sendo feito adaptações dos traços de concretos convencionais para concreto leve. Obviamente que a baixa densidade da argila expandida foi levada em consideração.

Na tabela 1, dispõe-se os traços inicialmente estudados, em volume, e as proporções das argilas expandidas presente em cada formulação. Para todos os traços estudados, foi estabelecido um fator de água/cimento constante de 0,50.

Tabela 1: Traços compostos para confecção de concreto leve.

TRAÇOS / FORMULAÇÕES		ARGILA EXPANDIDA UTILIZADA
T-1	1 : 1,5 : 3	1506 (50%) + 2215 (50%)
T-2	1 : 1,5 : 2,5	1506 (70%) + 2215 (30%)
T-3	1 : 2 : 2,5	1506
T-4	1 : 2,5 : 2,5	1506
T-5	1 : 2 : 2	1506

Para cada formulação estudada, moldaram-se 03 (três) corpos de prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura para determinação das propriedades físicas (absorção de água, massa específica) e resistência à compressão e análise visual (formação de vazios de concretagem devido fenômeno de segregação).

Com os resultados iniciais destes ensaios, para os traços considerados satisfatórios, moldaram-se mais 05 (cinco) corpos de prova para comprovação dos resultados.

3. MATERIAIS E MÉTODO

Na tabela 2 apresentam-se as massas específicas e unitárias dos materiais. Para as argilas expandidas inclui-se as porcentagens de absorção de água. Nas figuras 1, 2 e 3 ilustram-se as curvas granulométricas da areia e das argilas 1506 e 2215, respectivamente.

Todos os procedimentos executados para caracterização das propriedades dos materiais foram efetuados de acordo com as normas vigentes.

Tabela 2: Massas específicas, unitárias e absorção de água.

COMPONENTES	MASSA ESPECÍFICA (kg/m ³)	MASSA UNITÁRIA (kg/m ³)	ABSORÇÃO (%)
CIMENTO	3100	1070	-
AREIA MÉDIA	2620	1550	-
AE 1506	1100	600	30,3
AE 2215	800	510	10,5

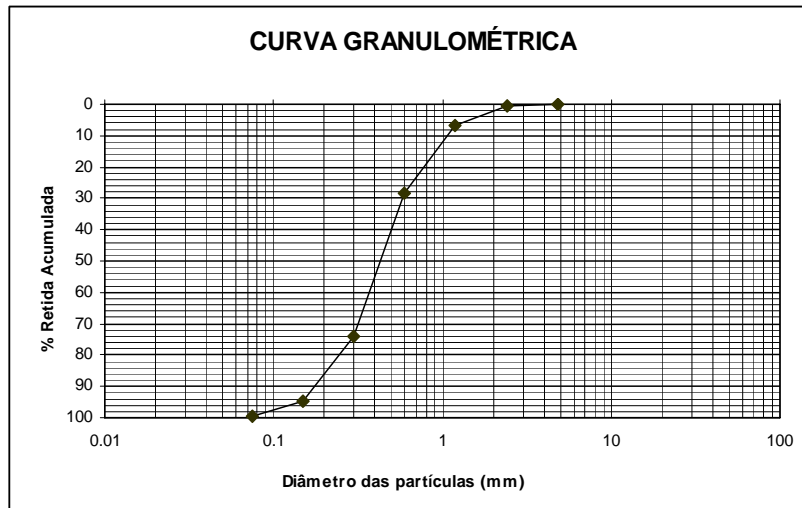


Figura 1 – Curva granulométrica da Areia.

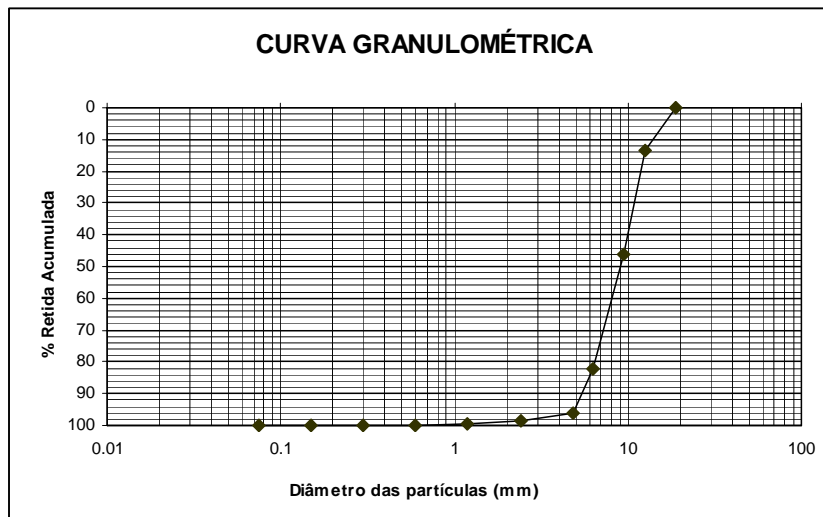


Figura 2 – Curva granulométrica da argila expandida 1506.

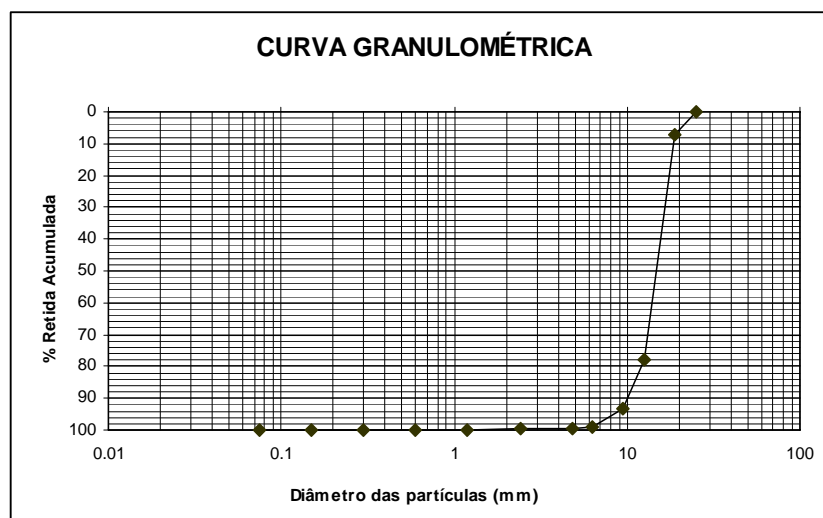


Figura 3 – Curva granulométrica da argila expandida 2215.

A análise química das argilas foi determinada através do ensaio de fluorescência (FRX), conforme resultados apresentados na tabela 3. Elementos com composição abaixo de 0,5% foram descartados dos resultados.

Tabela 3: Análise química da argila expandida por FRX.

COMPOSTO	PERCENTUAL (%)
SiO ₂ – Óxido de Silício	55.00
Al ₂ O ₃ – Óxido de Alumínio	25.00
Fe ₂ O ₃ - Óxido de Ferro	9.22
K ₂ O - Óxido de Potássio	5.21
MgO – Óxido de Magnésio	2.15
SO ₃ - Óxido de Enxofre	1.20
TiO ₂ – Óxido de Titânio	0.85

No processo de moldagem dos corpos de prova optou-se por confeccioná-los em mesa vibratória dispondo o concreto dentro do molde metálico cilíndrico em quatro camadas distintas, com o intuito de simular a técnica utilizada no processo de concretagem de placas de concreto pré-moldados. Para cada camada, acionava-se a mesa vibratória por um período de 30 segundos. Tal procedimento se mostrou adequado e de resultados satisfatórios.

Para o traço inicial, denominado T-1 (1 : 1,5 : 3), a composição de agregado graúdo corresponde a 50% de argila expandida 1506 e 50% de argila expandida 2215. Já o traço T-2 (1 : 1,5 : 2,5) o terceiro termo que faz referência a quantidade, em volume, do agregado graúdo (2,5), corresponde a 70% de argila expandida 1506 e 30% da argila expandida 2215.

Como visualmente os corpos de prova dos traços T-1 e T-2 apresentaram ninhos de concretagem (figura 4), os traços seguintes, T-3, T-4 e T-5, teve nas suas formulações somente a presença da argila 1506 como agregado graúdo.



Figura 4 – ninhos de concretagem (traços T-1 e T-2).

Estes vazios permitem maior facilidade de circulação de água e agentes agressivos, reduzindo notoriamente sua durabilidade e, por conseguinte indesejáveis.

Após moldagem e decorridos 24 horas, os corpos de provas foram desmoldados e colocados totalmente submersos em água potável por período de 28 dias, quando se deu o ensaio de determinação da resistência à compressão. A massa específica saturada e absorção de água foram verificadas nas idades de 1, 3, 7 e 28 dias.

As amostras moldadas com as formulações especificadas para os traços T-3, T-4 e T-5 apresentaram aspectos mais densos e uniformes, sem ninhos de concretagem, conforme exposto na figura 5.



Figura 5: Aspectos visuais dos corpos de prova moldados com os traços T-3, T-4 e T-5.

A mistura dos materiais foi executada de forma manual, onde se percebeu boa trabalhabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 4 apresentam-se as massas específicas dos corpos de prova após 28 dias contados a partir do dia da concretagem. Os valores dos traços T-1 e T-2 são médias aritméticas obtidas em 03 (três) corpos de prova. Para os demais traços, os valores apresentados são médias aritméticas de 08 corpos de prova.

Tabela 4: Massas específicas dos compósitos (corpos de prova).

TRAÇO / FORMULAÇÕES		MASSA ESPECÍFICA (kg/m ³)
T-1	1 : 1,5 : 3	1600
T-2	1 : 1.5 : 2.5	1540
T-3	1 : 2 : 2,5	1750
T-4	1 : 2.5 : 2.5	1870
T-5	1 : 2 : 2	1810

Todos os compósitos referentes aos traços moldados se enquadram dentro do padrão do concreto leve com relação a massa específica, que ficou compreendida entre 800 e 2000 kg/m³, conforme especificado pela literatura técnica.

Na tabela 5 apresentam-se as resistências à compressão dos corpos de prova após 28 dias contados a partir do dia da concretagem. Os valores dos traços T-1 e T-2 são médias aritméticas obtidas em 03 (três) amostras para cada traço. Para os demais traços, os valores apresentados são médias aritméticas obtidas em 08 amostras.

Tabela 5: Resistência à compressão, em MPa.

TRAÇO		RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)
T-1	1 : 1,5 : 3	5,55
T-2	1 : 1.5 : 2.5	3,99
T-3	1 : 2 : 2,5	6,28
T-4	1 : 2.5 : 2.5	5,00
T-5	1 : 2 : 2	21,80

O traço T-2 foi o que apresentou menor resistência à compressão e também menor massa específica. Os traços T-1, T-3 e T-4 apresentaram valores de resistência mecânica próximos entre si, porém inferiores a 7,5 MPa que é o valor mínimo exigido para ser classificado como concreto leve estrutural. Apenas o traço T-5 apresentou resistência mecânica elevada, indicando a possibilidade do seu uso como concreto leve estrutural por apresentar valores compreendidos entre 7,5 a 25 MPa, segundo METHA, além de se apresentar denso, compacto e sem a presença de vazios ou ninhos de concretagem.

5. CONCLUSÕES

Para as cinco dosagens estudadas, o traço T-5 foi o que melhor se enquadrou nas exigências inicialmente requeridas: redução da massa específica (em torno de 27% menor quando comparado com concreto convencional), e resistência à compressão compatível (aproximadamente 22 MPa), indicando o seu possível uso como concreto estrutural para moldagem de placas pré-moldadas para a confecção de casas populares. Ressalta-se que estudos mais detalhados para determinação do módulo de elasticidade e capacidade de deformação devem ser adicionados como complemento do trabalho

6. REFERÊNCIAS

1. ALDUAJI, J.; ALSHALEH, K.; HAQUE, M.N.; ELLAITHY, K. – **Lightweight Concrete in Hot Coastal Areas**. 1999.
2. AL-KHAIAT, H.; HAQUE, M.N. – **Effect of Inicial Curing on Early Strength and Physical Properties of a Lightweight Concrete**. 1998;
3. BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de construção 1**, LTC, Rio de Janeiro, 2000.
4. FERRAZ, P.; PRISZKULNIK, S.- **Argila Expandida na Produção de Concretos com Massas Específicas Variáveis**.
5. FERREIRA Jr., E.L.; CAMARINI, G. – **Porosidade da Pasta de Concretos e Argamassas: Uma Revisão Crítica dos Métodos de Avaliação**. 2004.
6. GIACOMIM, R. – **Estudo das propriedades do concreto com argila expandida**. 2005.
7. HAQUE, M.N.; AL-KHAIAT, H.; KAYALI, O. – **Strength and Durability of Lightweight Concrete**. 2004.
8. KRÜGER, E. L.; LAMBERTS, R. - **Avaliação do desempenho térmico de casas populares**. **Anais do VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído** (CD-ROM). Porto Alegre : Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2000.
9. LIJIU, W.; SHUZHONG, Z.; GUOFAN, Z. – **Investigation of the Mix Ratio Design of Lightweight Aggregate Concrete**. 2005.
10. METHA, K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**, PINI. São Paulo, 1994.
11. MORAVIA, W.; OLIVEIRA, C; GUMIERI, A; VASCONCELOS, W. – **Caracterização microestrutural da argila expandida para aplicação como agregado em concreto estrutural leve**. 2006.

AGRADECIMENTOS

- Ao grupo VOTORANTIN pelo fornecimento do cimento (POTY), na pessoa do Eng. Carlos Magno de Farias;
- À CINEXPAN, por fornecer a quantidade de amostras das argilas expandidas necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.
- Ao programa PIBITI, pelo apoio financeiro.