

PAINEL PRÉ-MOLDADO DE ARGAMASSA ARMADA COM VERMICULITA EXPANDIDA: PROPRIEDADES MECÂNICAS

CÂNDIDO, Éricka da Silva¹; Araújo, Daniel de Lima²

Palavras-chave: Vermiculita Expandida; Argamassa leve, Painel pré-moldado.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é determinar o comportamento mecânico de painéis pré-moldados confeccionados com argamassa contendo apenas Vermiculita Expandida. São analisados três tipos de painéis, isto é, painéis maciços e painéis alveolares confeccionados apenas com argamassa e painéis vazados formados por um pré-painel de argamassa envolvido em uma fina camada de calda de cimento. Os painéis são reforçados com tela de aço eletrossoldada ou com tela de fibra de vidro. O comportamento mecânico dos painéis é caracterizado por meio de ensaios de flexão ou de compressão sob carregamento quase estático.

2. METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida neste trabalho consiste na confecção e ensaio de painéis utilizando traços de argamassa leve e de concreto previamente desenvolvidos.

2.1 - Confecção dos Painéis

A nomenclatura dos painéis ensaiados e suas variáveis estão apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Painéis analisados

Nomenclatura	Características dos painéis	Método de execução	Localização do reforço	Reforço (tela)	
				Qtde	Material
Painéis em escala reduzida					
PNr_C_CR_VE	Maciço reduzido	Concretado	Face tracionada	01	Fib. vidro
PNr_P_CR_VE	Maciço reduzido	Prensado*	Face tracionada	01	Fib. vidro
PNr_P_SR_VE	Maciço reduzido	Prensado**	Sem Reforço	-	-
PNr_C_SR_VE	Maciço reduzido	Concretado	Sem Reforço	-	-
PNr_C_SR_A ¹	Maciço reduzido	Concretado	Sem Reforço	-	-
Painéis em escala real					
PN_M_A	Maciço	Concretado	30 mm de cada	02	Aço
PN_A_FV	Alveolar	Concretado	10 mm de cada	02	Fib. vidro
PN_A_A	Alveolar	Concretado	10 mm de cada	02	Aço
Painéis vazados em escala reduzida					
PN_V_FV_PP ²	Vazado	Composto**	Pré-painel	02	Fib. vidro
PN_V_FV_CC ²	Vazado	Composto**	Calda de cimento	02	Fib. vidro
PN_V_A_CC ²	Vazado	Composto**	Calda de cimento	02	Aço
PN_V_SR ²	Vazado	Composto**	Sem reforço	-	-

¹ Agregado miúdo utilizado : areia natural; todos os outros painéis são constituídos de Vermiculita Expandida

² Para os painéis vazados, foram moldados 2 painéis de cada tipo para ensaios de flexão e de compressão.

* Painel prensado manualmente; **Concretado em duas etapas: pré-painel de argamassa com Vermiculita Expandida revestido com calda de cimento.

2.2-Esquema de Ensaios dos Painéis

Os painéis maciços reduzidos foram submetidos a ensaios de flexão com carregamento quase estático (Figura 2.1a) e ensaios térmicos. Os painéis maciços e alveolares, em escala real, foram submetidos a ensaios de flexão (Figura 2.1b). Já os painéis vazados foram ensaiados tanto à flexão (Figura 2.2a) quanto à compressão (Figura 2.2b).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1- Ensaios de Painéis em Escala Reduzida

A resistência à tração na flexão da argamassa e a força última resistida pelos painéis estão apresentados na Tabela 3.1. Comparando os painéis com e sem reforço, verifica-se um aumento da força última de 30,6% nos painéis prensados e de 124% nos painéis concretados. Essa menor variação na resistência dos painéis prensados sugere um problema de aderência entre a tela e a matriz.

Além dos ensaios de flexão, esses painéis também foram avaliados com relação ao conforto térmico. Segundo CAMPOS e CAIXETA (2006), os painéis de argamassa contendo Vermiculita Expandida apresentaram temperatura, depois de 180 minutos, cerca de 10% inferior à do painel convencional.

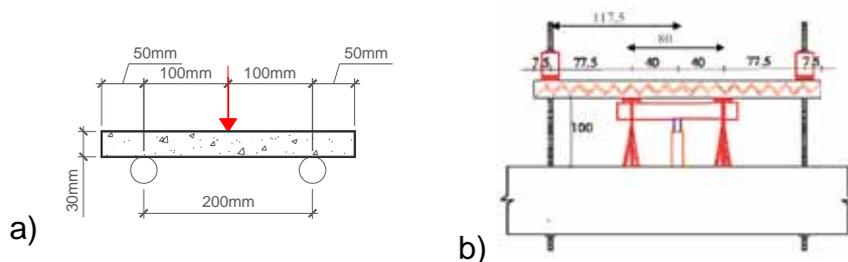


Figura 2.1 – Esquema de ensaio à flexão dos painéis: (a) escala reduzida; (b) escala real

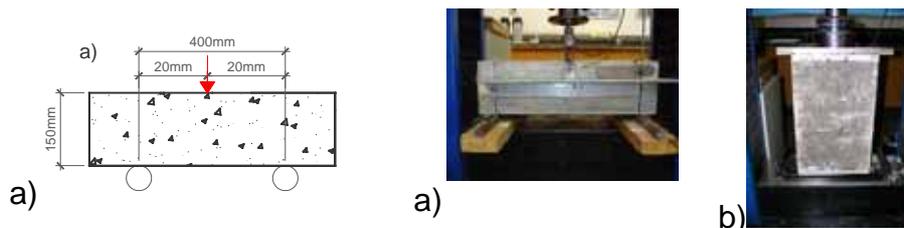


Figura 2.2. – Esquema de ensaio dos painéis vazados: a) flexão; b) compressão.

Tabela 3.1 – Valores de Resistência à tração na flexão

Classificação	Resist. à flexão (MPa)	Força de pico (N)
PNr_C_SR_VE	0,65	849,99
PNr_C_CR_VE	0,56	1905,50
PNr_C_SR_A	2,84	3257,10
PNr_P_SR_VE	0,77	898,76
PNr_P_CR_VE	0,73	1174,00

3.2 - Ensaio em Painéis Vazados

A Tabela 3.2 apresenta as resistências obtidas nos ensaios de compressão e de flexão. A baixa resistência à compressão observada se deve pelo esmagamento no topo e na base dos painéis. A camada de gesso não foi suficiente para eliminar o atrito com a chapa metálica. Assim, houve influência da concentração de tensões nas extremidades dos painéis na resistência final dos mesmos.

Para os ensaios à flexão, a presença de telas de aço e de fibra de vidro evitou a queda brusca do carregamento após a fissuração inicial dos painéis, diferentemente do que ocorreu para o PN_V_SR. Além disso, o posicionamento da tela de fibra de vidro na calda de cimento mostrou-se mais eficiente, uma vez que após o surgimento da primeira fissura o painel ainda suportou acréscimos no carregamento. Para avaliação da eficiência dos painéis foi utilizada a tensão de cisalhamento relativa. Essa tensão é obtida dividindo a resistência do painel pela espessura da calda de cimento (tomada como a soma das espessuras das paredes verticais), pela altura efetiva da seção transversal e pela raiz quadrada da resistência a compressão da calda de cimento. O melhor resultado obtido foi para o painel com tela de aço (PN_V_A_CC). Os painéis com reforço de fibra de vidro na calda de cimento (PN_V_FV_CC) e sem reforço (PN_V_SR) apresentaram eficiências bastante parecidas. Apesar disso, a presença da tela de fibra de vidro evitou uma ruptura brusca do painel. O painel com reforço de fibra de vidro no pré-painel (PN_V_FV_PP) apresentou eficiência inferior ao painel com reforço na calda de cimento (PN_V_FV_CC). Isso mostra que o melhor posicionamento para a tela de fibra de vidro é na calda de cimento devido à melhor aderência da tela com a calda de cimento.

Tabela 3.2 – Carregamentos experimentais e tensão relativa

Painel	$P_{\text{compressão, experimental}}$ (kN)	$P_{\text{flexão, experimental, 1º pico}}$ (kN)	$P_{\text{flexão, experimental, última}}$ (kN)	Tensão Relativa
PN_V_FV_PP	106,3	2,66	4,13	0,30
PN_V_FV_CC	47,84	4,35	7,73	0,51
PN_V_A_CC	241,63	13,80	18,73	0,71
PN_V_SR	93,13	4,27	4,27	0,5

3.3- Ensaio em Painéis Maciços e Alveolares

Os resultados obtidos dos ensaios de flexão nesses painéis estão apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Resistência à flexão dos painéis alveolares e maciços

Painel	$P_{\text{experimental, última}}$ (kN)	Tipo de ruptura	$\frac{P_{\text{experimental, última}}}{P_{\text{eso, painel}}}$
PN_A_A	16,05	Cisalhamento	9,73
PN_A_FV	4,54	Flexão	3,13
PN_M_A	9,52	Cisalhamento	8,00

O painel maciço (PN_M_A) mostrou-se mais flexível que os painéis alveolares (PN_A_A e PN_A_FV) e apresentou uma força última menor que a do painel alveolar reforçado com tela de aço (PN_A_A). A maior inércia do painel alveolar garantiu uma deformação na armadura de tração menor que a observada no painel maciço, o que resultou em uma maior resistência. O painel alveolar com tela de aço

(PN_A_A) foi o mais eficiente dentre os analisados, já que apresentou maior valor para a relação $P_{\text{experimental, última}} / P_{\text{eso, painel}}$, sendo 21,6 % superior ao valor obtido para painel maciço com tela de aço (PN_M_A). O painel alveolar com fibra de vidro (PN_A_FV) apresentou o menor valor para essa relação, demonstrando que a tela de fibra de vidro neste caso foi bem menos eficiente que a tela de aço.

4-CONCLUSÃO

A utilização da Vermiculita Expandida como agregado leve em argamassas para painéis em escala reduzida diminui a resistência à tração na flexão ($f_{ct,f}$) dos painéis, no entanto, proporcionou um aumento no isolamento térmico.

A utilização da tela de fibra de vidro evitou a ruptura brusca dos painéis em escala reduzida e em painéis vazados. O posicionamento da tela na calda de cimento dos painéis vazados mostrou-se mais eficiente, pois permitiu um aumento de resistência do painel após o aparecimento da primeira fissura de cisalhamento. Nos painéis em escala real, a tela de vidro não foi capaz de evitar a ruptura brusca, que ocorreu por flexão logo após o surgimento das primeiras fissuras. Isto se deve a baixa resistência das fibras usadas como reforço.

Analisando a relação entre a resistência dos painéis em escala real e o seu peso, conclui-se que o painel alveolar com reforço em tela de aço foi o mais eficiente por apresentar um maior valor para essa relação.

5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, H.S.V.; CAIXETA, A.B.A. *Traço para painéis pré-moldados de concreto contendo Vermiculita Expandida e seu desempenho térmico*. Projeto de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, UFG-GO, 2006.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC, Furnas Centrais Elétricas

¹ Bolsista de Iniciação Científica. Escola de Engenharia Civil, erickagyn@yahoo.com.br

² Orientador/Escola de Engenharia Civil/UFG, dlaraujo@eec.ufg.br