

Análise da capacidade de isolamento termo-acústico do concreto leve empregado como argamassa de revestimento.

Analysis of the capacity of thermic-acoustical isolation of the used light concrete as covering mortar.

Diogo Barbosa Silva (1); Hans Pereira da Costa (2); Euler Wagner Freitas Santos (3); Manoel Fernando Freire Cabral (4).

Eng. Civil, Faculdade PIO DÉCIMO – diogosilva@infonet.com.br

Eng. Civil, Faculdade PIO DÉCIMO – hans_perc@hotmail.com

Mestre em ciências, Professor Faculdade PIO DÉCIMO – eulerwagner@oi.com.br

Eng. Civil, Professor convidado PIO DÉCIMO - nelitocabral@yahoo.com.br

Endereço para correspondência: Rua Frei Paulo, 871, Bairro Suissa. Aracaju/SE CEP 49052-270

Resumo

O intuito desse trabalho foi investigar o comportamento do concreto leve aplicado como revestimento externo de paredes, analisando a capacidade de isolamento térmica e acústica do ambiente em comparação com uma argamassa usual de referência.

No estudo foi utilizado o concreto leve com adição de EPS e sem função estrutural, usado apenas como revestimento termo-acústico. Buscou-se ainda obter, para esse mesmo concreto, resistência e trabalhabilidade satisfatórias.

O programa experimental consistiu no ensaio de três caixas vazadas de dimensões 380x380x400 mm e espessura das paredes de 40 mm, onde duas dessas caixas tinham EPS em sua composição, uma apresentando densidade de 700 kg/m³ e outra de 1300 kg/m³. A terceira caixa foi a da argamassa de referência, moldada objetivando-se comparar o desempenho em relação à absorção termo-acústica e percussiva, além da resistência à compressão.

No programa experimental desenvolvido buscou-se simular as interferências termo-acústicas em ambiente residencial, possibilitando analisar a viabilidade do emprego do material como revestimento, desde que executado de forma adequada. Os resultados mostraram que o material investigado, em função da densidade escolhida, pode ser utilizado como revestimento apresentando um desempenho satisfatório tanto no quesito de isolamento termo-acústico, quanto no de resistência à compressão, a partir da análise comparativa com a argamassa de referência.

Palavra-Chave: concreto leve.

Abstract

The aim of this study was the light concrete behavior investigation applied as external covering on walls, analyzing its thermic and acoustic isolation capacity compared to any regular plaster.

The concrete used in this study was the light one with EPS addition without structural function, it is used only as thermic-acoustical covering. This study aimed also a good resistance and performance to this concrete.

The experimental program consisted on the test of three streamed boxes with the dimensions of 380x380x400 mm and 40 mm of wall depth, where two of those boxes had EPS in their composition, one with 700 kg/m³ and another with 1300 kg/m³. The third box was the one with reference plaster aiming the comparatives in relation to the thermic-acoustical absorption and course absorption, beyond the resistance to compression.

In the developed experimental program one searched to simulate the interferences term-acoustics in residential environment, making possible to analyses concerning the viability of the application of the material as covering, since that executed of adequate form. The results had shown that the investigated material, in function of the chosen density, can in such a way be used as covering presenting a satisfactory performance in the question of term-acoustic isolation, how much in the one of compressive strength, from the comparative analysis with the reference mortar.

Keywords: light concrete.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a tecnologia do concreto vem se desenvolvendo cada vez mais, são novos equipamentos e novos materiais adicionados a sua composição, os quais podem ser aditivos redutores de água, plastificantes, adições minerais, fibras em geral que conferem maior durabilidade e resistência aos concretos, entre outros.

Os concretos leves surgiram por volta do século XIX, e a partir de 1980, vêm sendo realizadas pesquisas no mundo todo demonstrando o grande potencial do uso desse material nas diversas áreas da construção civil (outro tipo de concreto que vem sendo utilizado em larga escala é o concreto leve de alto desempenho - CLAD).

O isolamento termo-acústico contribui na redução dos níveis sonoros, reverberação, e mantém uma temperatura interna agradável, seja a temperatura externa muito elevada ou baixa. O concreto leve produzido com EPS tem uma boa participação nesses isolamentos.

O objetivo dessa pesquisa foi o estudo da aplicação do concreto leve com adição de EPS (Sigla internacional do Poliestireno Expandido) como revestimento externo de alvenarias (reboco), que podem influenciar para um maior isolamento termo-acústico dos ambientes, reduzindo assim custos energéticos com aparelhos eletro-eletrônicos para a redução da temperatura ou simplesmente para a circulação do ar, e futuros problemas auditivos irreversíveis devido aos elevados níveis de ruído que passam despercebidos no dia-a-dia.

2. Programa Experimental

Objetivando-se desenvolver um traço para revestimento que apresente uma boa isolamento termo-acústica, resolveu-se ensaiar um concreto leve para ser utilizado como reboco. Foram então moldadas três caixas com tamanhos iguais, 380 x 380 x 400 mm, e com paredes de 40 mm de espessura, porém com concretos de densidades 700, 1300 kg/m³. E uma argamassa de referência com traço 1:6.

O material misturado a argamassa foram flocos de EPS com dimensões variando de 1 à 4 mm. Como agregado graúdo utilizou-se arenoso, por ter uma granulometria mais adequada ao reboco e uma liga natural, assim aumentando a trabalhabilidade do material e obtendo uma ponte de aderência maior entre a argamassa e o substrato.

Para cada densidade, confeccionaram-se doze corpos-de-prova que foram ensaiados à compressão aos 3, 7 e 14 dias. Com o intuito de obter resultados mais rápidos utilizou-se o cimento CP-V ARI, já que esse cimento possui pequena variação de resistência entre 14 e 28 dias.

2.1.1 EPS

Inicialmente buscou-se obter um EPS que se conhecesse previamente suas características, visando o aproveitamento de um traço já experimentado em alguns estudos realizados. Porém as empresas que mais desenvolvem a tecnologia do concreto leve e a fabricação de EPS não estão localizadas na região nordeste do país. Algumas

empresas da região empregam o EPS (material inerte) nas Lajes pré-moldadas como material de enchimento entre as vigotas, porém não trabalham com os flocos de EPS. O EPS usado foi então obtido em lojas de embalagens plásticas no centro comercial de Aracaju, sabendo-se apenas que o produto é adquirido através de reciclagem do lixo comercial, o que ainda favorece a preservação do meio ambiente.

2.1.2 Cimento

Conforme mencionado, optou-se por utilizar o cimento CP-V ARI RS. A Norma Brasileira NBR 5733/80 estabelece para os cimentos de classe 32 a resistência à compressão mínima de 32,0 MPa na idade de 28 dias, enquanto que para o cimento CP V ARI, a resistência, aos 07 dias, deve ser de no mínimo 34,0 MPa.

Devido a sua alta resistência inicial o tempo de desforma também é reduzido, o que favoreceu os ensaios dos corpos-de-prova com 3, 7 e 14 dias. O CP-V tem o custo um pouco mais elevado em relação ao cimento do tipo CP-II, que pode ser considerado uma desvantagem, porém compensada na medida em que o consumo de cimento por metro cúbico diminui.

2.1.3 Areia e Adesivo

A areia utilizada em concretos convencionais em geral é uma areia de granulometria que varia entre 4,8 e 0,075 mm, as que mais se aproximam de 4,8 mm são chamadas de areia grossa e as que mais se aproximam de 0,075 mm são chamadas de areias finas, abaixo desse intervalo são considerados finos e acima pedregulho.

Neste trabalho foi utilizado o arenoso, já que o objetivo foi obter uma pasta de boa trabalhabilidade para ser utilizada como reboco externo de alvenarias. Além disso, o arenoso possui naturalmente uma liga que favorece a sua aderência ao substrato.

O adesivo utilizado (cola branca escolar) objetivou manter a superfície do agregado graúdo (EPS) úmido, para que o mesmo fosse envolvido totalmente pela pasta de cimento, dessa forma buscou-se evitar que o EPS ficasse flutuando na água, não se envolvendo com o cimento.

2.2 Dosagem e preparação do concreto.

O cimento foi misturado mecanicamente na betoneira do LATEC (Laboratório de Tecnologia da Faculdade Pio Décimo), com capacidade de mistura de 145 litros. Foi necessário misturar apenas 55 litros de concreto leve para a moldagem das caixas de cada tipo de revestimento e dos corpos-de-prova com dimensões de 50 X 100 mm.

A dosagem foi obtida de tabelas retiradas do manual do EPS da ABRAPEX (2006) - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido - e apenas foram calculadas as quantidades necessárias a sua utilização.

Para cada densidade de concreto leve foram utilizadas as quantidades de materiais mostrados na tabela 01

Tab. 01 - Composição da mistura p/ obtenção de 55 litros de concreto.

Densidade (Kg/m ³)	EPS (litros)	Cimento (kg)	Areia (kg)	Água (litros)	Adesivo (gramas)
700	61,20	21,84	9,24	8,68	61,60
1300	33,90	19,50	37,60	8,90	50,00

As unidades de composição do traço são variadas devido ao pequeno peso do EPS, devido ao seu baixo peso o seu quantitativo é fornecido em volume.

Houve necessidade de adicionar água para corrigir a trabalhabilidade. A água foi adicionada gradativamente até que se obtivesse uma pasta de consistência semelhante a da argamassa de referência.

Essa adição de água pode ser justificada pelo fato dos flocos de reciclagem possuírem uma pequena absorção (aproximadamente 5%), além disso, a substituição da areia fina pelo arenoso aumentou a necessidade de água para hidratação devido a presença da argila em sua composição.

No ABRAPEX (2006), consta que em concretos com densidade nominal acima de 900 Kg/m³, não é necessário a utilização de adesivo, porém para o concreto de densidade nominal de 1300 kg/m³ foram adicionados 50 gramas de cola branca diluída na água de amassamento do próprio concreto, apenas por precaução.

É importante ressaltar que houve uma modificação no fator água cimento (a/c) de 0,39 para 0,49 e de 0,45 para 0,50 nos concretos de 700 e 1300 Kg/m³, respectivamente. O que obviamente implica em uma variação da resistência.

Para o início da mistura, colocou-se um pouco de água na betoneira e posteriormente todo o EPS, com a betoneira em movimento era colocado aos poucos 1/3 do cimento e adicionando-se gradativamente o adesivo diluído em 1000 ml de água, misturou-se por 3 minutos para que todos os flocos de EPS fossem envolvidos com o cimento, e não ficassem flutuando quando fosse adicionado o restante da água. Os flocos envolvidos pelo cimento são mostrados na figura 01.

O restante do cimento, da areia e da água foram adicionados à mistura, até que apresentasse uma consistência cuja trabalhabilidade fosse adequada para utilização como argamassa. Em seguida preencheram-se as formas e os moldes cilíndricos para os ensaios posteriores. O procedimento descrito anteriormente vale para as duas modalidades de concretos leves (de densidade nominal 700 e 1300 kg/m³) analisadas nesse trabalho.

A figura 02 mostra o concreto já misturado.



Fig.01. - Flocos de concreto envolvidos pelo cimento.



Fig. 02. - Concreto pronto para uso com densidade aparente de 1300 Kg/m³.

2.3. Moldagem das caixas e dos corpos-de-prova

Após o preparo do concreto leve e da argamassa, procedeu-se a moldagem das caixas assentando-se as formas sobre a placa de ensaio de abatimento de tronco de cone (*slump test*) com as bordas voltadas para baixo, e daí iniciando-se o preenchimento das mesmas pelas paredes até o fundo das caixas, adensando-a com hastes metálicas.

Os moldes para testes de argamassa foram cilíndricos, de dimensões 50 X 100 mm. Foram preenchidos doze moldes para serem ensaiados à compressão com idades de 3, 7 e 14 dias. O concreto foi adensado com hastes metálicas e palhetas de aço, tentou-se o adensamento com o uso de vibradores, porém, o concreto não possuía fluidez suficiente para acomodar-se dentro dos moldes somente com vibração. Os moldes concretados são mostrados na figura 03.



Fig.03. – (a) Concretagem da caixa para testes termo-acústicos (b)- Moldagem dos corpos-de-prova

No dia seguinte a moldagem dos corpos-de-prova e das caixas, foi feita a desforma de ambas as peças e procedeu-se a cura. Somente os corpos-de-prova foram curados nos tanques de imersão. As caixas, devido às suas dimensões, foram simplesmente curadas por aspersão.

A figura 04 mostra os corpos-de-prova sendo preparados para os ensaios de compressão.



Fig. 04 - (a) – Corpos-de-prova sendo regularizados na retificadora. Fig.(b)- Corpos-de-prova prontos para o teste de compressão.

3. Instrumentação Utilizada.

- Termohigrômetro digital – Oregon Scientific, escala de -10°C à +110 °C.
- Paquímetro Mitutoyo
- Balança digital Marte Cap. 10 Kg e precisão 2g
- Luz infravermelha Philips
- Decibelímetro c/ microfone externo acoplado INSTRUTERHM – DEC-460 escala de frequência LO = 35~100 dB e HI = 65~130 dB
- Caixas de som POLYVOX 450W PMPO 8Ω
- Computador com softwares de áudio (Pro-tools) para emissão de sons nas frequências exatas.

- Prensa hidráulica PC 120 Marca EMIC Cap. 100 Ton. Precisão de 1 Kg.

4. Execução dos Ensaios

Para verificar se a densidade do material atende a estimada de acordo com a composição do manual da ABRAPEX (2006), inicialmente os corpos-de-prova foram medidos, com auxílio de um paquímetro, para o cálculo do volume, e logo em seguida foram determinadas suas massas na balança digital. A tabela 02 mostra o valores de densidade calculados para os corpos-de-prova.

Tabela 02. - Densidade real dos corpos-de-prova

DENSIDADE DA MOLDAGEM (Kg/m ³)	MASSA (Kg)	VOLUME (m ³)	DENSIDADE REAL (Kg/m ³)
700	0,1513	0,000195368	774,44
1300	0,2438	0,000189477	1286,70

Após esse procedimento foi realizado o teste de compressão (figura 05) nos corpos-de-prova de densidade nominal 700 e 1300 Kg/m³ e na argamassa de referência, comparando-se seus valores de resistência. Este procedimento foi realizado nos 3, 7 e 14 dias de idade.



Fig.05 – Ensaio à compressão de um corpo-de-prova.

Após realização dos testes de compressão dos corpos-de-prova, as caixas foram submetidas a testes térmicos. As caixas foram colocadas com a abertura virada para baixo, apoiadas sobre uma placa de EPS com 50 mm de espessura para que a temperatura do piso não influenciasse nos testes. Foi inserida a haste do termômetro digital no orifício criado na base das caixas e então se iniciou a exposição à luz infravermelha, luz essa que se manteve afastada a uma distância de 30 cm de uma das laterais da caixa por um período de 2,5 horas. Nesse período, a cada 10 minutos, foram medidas temperatura ambiente externa e interna das caixas, além da temperatura na face externa da parede exposta a luz (Ver figura 06).



Fig.06 – Termômetro digital medindo temperatura durante o ensaio.

Os testes acústicos foram realizados na sala de gravação de um estúdio de áudio, a fim de evitar interferência dos ruídos externos. Inicialmente as caixas foram colocadas sobre as placas de EPS (50 mm), com a abertura virada para baixo foram medidos os níveis de ruídos externos a caixa, e em seguida colocado o microfone do Decibelímetro dentro da caixa. Foram realizados três tipos de medições, o primeiro para um som gerado internamente à caixa e medido internamente com o microfone do Decibelímetro dentro da caixa, outro para um som gerado externamente à caixa e medido internamente também e por fim para um som emitido interno à caixa e medido externamente. Foram também realizados testes acústicos percussivo com um pêndulo móvel submetendo as caixas a "choques" e medindo-se os níveis de ruído internos a caixa. A figura 07 mostra algumas etapas dos ensaios acústicos.



Fig. 07 – (a) Decibelímetro medindo som interno a caixa (b) Pêndulo para medida do ruído emitido através de percussão.

5. Resultados Obtidos

Mesmo utilizando os traços definidos pela própria ABRAPEX (2006), modificações no fator a/c, e rompimento em idades diferentes, contribuíram de maneira significativa para que os valores relativos à resistência à compressão dos concretos com densidades nominais e 700 e 1300 kg/m³, fossem superiores aos do gráfico apresentando da figura 08, extraídos do manual da ABRAPEX (2006).

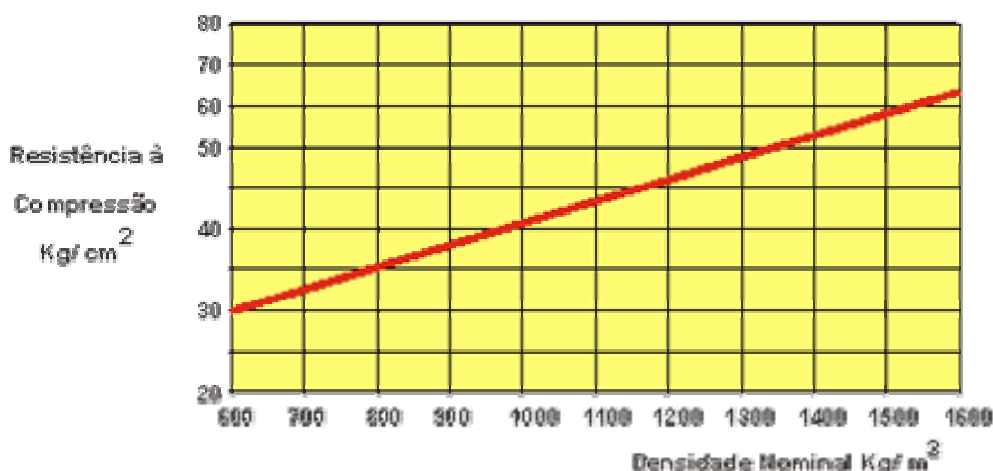


Fig.08 – Resistência a compressão em corpos-de-prova aos 28 dias (ABRAPEX,2006).

As tabelas 03, 04 e 05 mostram os resultados obtidos com as médias das resistências das idades de três, sete e quatorze dias. Vale salientar que para o cálculo dos valores médios de resistência à compressão não foram considerados aqueles (*) que divergiam em 10% dos valores obtidos.

Tab.03 - Resistência à compressão do concreto leve com densidade de 700 kg/m³.

N.º CORPO DE PROVA	DENSIDADE (Kg/M ³)	IDADE RUPTURA (Dias)	FORÇA (Kgf)	ÁREA (mm ²)	RESITÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)
CP-01	700	3	572	1963	2,9*
CP-02	700	3	716	1963	3,6
CP-03	700	3	709	1963	3,5
CP-04	700	3	777	1963	3,9
CP-05	700	7	640	1963	3,2
CP-06	700	7	724	1963	3,6
CP-07	700	7	785	1963	3,9
CP-08	700	7	770	1963	3,8
CP-09	700	14	777	1963	3,9
CP-10	700	14	755	1963	3,8
CP-11	700	14	884	1963	4,4*
CP-12	--	--	--	--	--
MÉDIA 3º DIA					3,67
MÉDIA 7º DIA					3,63
MÉDIA 14º DIA					4,03

Tab. 04 - Resistência à compressão do concreto leve com densidade de 1300 kg/m³.

N.º CORPO DE PROVA	DENSIDADE (Kg/M ³)	IDADE RUPTURA (Dias)	FORÇA (Kgf)	ÁREA (mm ²)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)
CP-01	1300	3	1501	1963	7,5
CP-02	1300	3	1479	1963	7,4
CP-03	1300	3	1509	1963	7,5
CP-04	1300	3	1578	1963	7,9
CP-05	1300	7	1402	1963	7,0
CP-06	1300	7	1143	1963	5,7*
CP-07	1300	7	1402	1963	7,0
CP-08	1300	7	1570	1963	7,8
CP-09	1300	14	1524	1963	7,6
CP-10	1300	14	1209	1963	7,5
CP-11	1300	14	1692	1963	8,5
CP-12	1300	14	1806	1963	9,0*
				MÉDIA 3º DIA	7,57
				MÉDIA 7º DIA	7,30
				MEDIA 14º DIA	8,15

Tab. 05 - Resistência a compressão da argamassa de referência traço 1:6.

N.º CORPO DE PROVA	DENSIDADE (Kg/M ³)	IDADE RUPTURA (Dias)	FORÇA (Kgf)	ÁREA (mm ²)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)
CP-01	Referência 1:6	3	1334	1963	6,7*
CP-02	Referência 1:6	3	1547	1963	7,7
CP-03	Referência 1:6	3	1486	1963	7,4
CP-04	Referência 1:6	3	1562	1963	7,8
CP-05	Referência 1:6	7	1715	1963	8,6
CP-06	Referência 1:6	7	1806	1963	9,0
CP-07	Referência 1:6	7	1860	1963	9,3
CP-08	Referência 1:6	7	1913	1963	9,6
CP-09	Referência 1:6	14	1905	1963	9,5
CP-10	Referência 1:6	14	2103	1963	10,5*
CP-11	Referência 1:6	14	1860	1963	9,3
CP-12	Referência 1:6	14	1585	1963	7,9
				MÉDIA 3º DIA	7,40
				MÉDIA 7º DIA	9,10
				MEDIA 14º DIA	9,30

No que diz respeito à temperatura, as caixas para ensaio foram submetidas a elevações gradativas de temperatura e foi medida a temperatura na parede externa e no interior das caixas. A caixa contendo maior quantidade de EPS, devido à dificuldade no adensamento, apresentou-se como uma estrutura cheia de vazios, conforme mostra a figura 09.

Permitindo que uma grande quantidade de calor passasse para o interior da caixa e não isolando conforme o esperado.



Fig. 09- Estrutura porosa da caixa de Concreto leve com densidade nominal de 700 Kg/m³.

Ao final da exposição por duas horas e meia da caixa a luz infravermelha, a face externa exposta a essa luz aqueceu de 26,8 a 44,2 °C, enquanto que a temperatura no interior da caixa elevou-se de 24,5 para 28,6°C, ou seja, uma variação de 4,10 °C (ver tabela 06). Esse aumento significativo da temperatura provavelmente se deu devido à alta porosidade relatada.

Tab. 06 – Temperaturas na caixa com densidade nominal de 700 kg/m³.

Tempo (minutos)	Temperatura Ambiente Externa (°C)	Temperatura no Interior da caixa De 700 Kg/m ³ (°C)
0 min	25,7	24,50
10 min	25,9	24,70
20 min	26,0	24,80
30 min	26,0	25,10
40 min	26,0	25,60
60 min	26,0	26,00
60 min	26,0	26,30
70 min	26,0	26,80
80 min	26,0	27,00
90 min	26,1	27,40
100 min	26,1	27,60
110 min	26,2	27,90
120 min	26,2	28,20
130 min	26,2	28,40
140 min	26,2	28,50
150 min	26,2	28,60

Já com o concreto leve com densidade nominal de 1300 Kg/m³, após exposição à luz infravermelha por duas horas e meia com um afastamento de 40 cm, houve uma variação de apenas 2,2 °C, quase metade do percebido na caixa de densidade 700 Kg/m³, essa menor variação possivelmente ocorreu devido à menor porosidade da caixa. O que é

consequência da melhor trabalhabilidade, resultante da menor quantidade de EPS e maior consumo do agregado miúdo (arenoso).

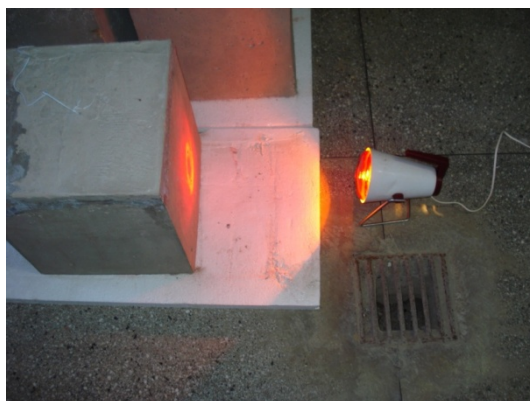


Fig. 10 - Exposição das caixas a luz infravermelha.

Os resultados podem ser observados na tabela 07.

Tab. 07 – Temperaturas na caixa com densidade nominal de 1300 kg/m³.

Tempo (minutos)	Temperatura Ambiente Externa (°c)	Temperatura no Interior da caixa De 1300 Kg/m ³ (°c)
0 min	26,0	25,80
10 min	26,0	25,80
20 min	26,0	26,00
30 min	26,0	26,20
40 min	26,0	26,40
60 min	26,0	26,60
60 min	26,0	26,80
70 min	26,0	27,00
80 min	26,0	27,20
90 min	26,0	27,30
100 min	26,0	27,40
110 min	26,0	27,60
120 min	26,0	27,60
130 min	26,0	27,80
140 min	26,0	27,90
150 min	26,0	28,00

A argamassa de referência apresentou uma variação de temperatura no interior da caixa de 3,4°C, que foi superior a variação da caixa com densidade nominal igual a 1300 Kg/m³.

Tab. 08 – Temperaturas na caixa com a argamassa de referência.

Tempo (minutos)	Temperatura Ambiente Externa (°C)	Temperatura no interior da caixa (°C) Argamassa de referência (Traço 1:6)
0 min	25,1	25,40
10 min	25,1	25,60
20 min	25,1	26,00
30 min	25,3	26,40
40 min	25,3	26,60
60 min	25,3	26,80
60 min	25,3	27,00
70 min	25,3	27,20
80 min	25,3	27,50
90 min	25,3	27,70
100 min	25,3	27,90
110 min	25,3	28,10
120 min	25,3	28,30
130 min	25,3	28,40
140 min	25,3	28,60
150 min	25,5	28,80

Nos testes de isolamento acústico percebe-se que, análogo ao comportamento dos ensaios térmicos, a caixa com densidade de 1300 Kg/m³ mostrou uma melhor eficiência. Exceto no teste acústico-percussivo. Os resultados desses ensaios são apresentados nas tabelas 09,10,11 e 12.

Tab. 09- Ruído gerado externamente e medido dentro da caixa.

	Densidades kg/m ³		
	700	1300	Traço 1:6
RUÍDO PRODUZIDO 80,4 dB.	78,20	55,10	59,40

Tab. 10- Ruído gerado e medido internamente.

RUÍDO PRODUZIDO 43,20 dB.	Densidades kg/m³		
	700	1300	Traço 1:6
	52,10	49,90	53,60

Tab. 11- Ruído gerado internamente e medido externamente.

RUÍDO PRODUZIDO 87,00 dB.	Densidades kg/m³		
	700	1300	traço 1:6
	73,60	58,10	60,70

O som projetado tinha como característica um ruído constante, com uma frequência de 200 Hz. O som que foi produzido dentro da caixa para ser medido internamente teve um nível sonoro de 43,2 dB, esse valor foi obtido quando se mediu o som externamente, com o microfone do Decibelímetro posicionado a uma distância de 40 cm do fone de ouvido (equipamento que projetou o som para obter maior precisão já que o volume de vazios internos da caixa é de aproximadamente 0,036864 m³, muito inferior ao padrão de uma edificação). A sala de uma residência de classe média com dimensões de 4 x 3 m e pé direito de 2.8 m, apresenta um volume interno de vazios igual a 33,6 m³, que é cerca de 911,45 vezes maior que o volume das caixas utilizadas para os testes.

No ensaio acústico-percussivo, realizado com o pêndulo induzido ao choque com as caixas, foi preciso obter dados em cinco lugares diferentes na caixa com densidade de 700 Kg/m³, devido à deformação provocada pelo primeiro impacto (tabela 12).

A caixa de concreto leve com densidade nominal de 700 Kg/m³ teve uma boa absorção de impacto, ocasionando uma diferença de 11,72 dB em relação à caixa de argamassa convencional, isso provavelmente ocorreu devido à descontinuidade das paredes porosas dessa caixa de concreto leve.

Tab.12- Ensaio Percussivo com pêndulo móvel.

CHOQUES C/ PÊNDULO	Densidades kg/m³		
	700	1300	traço 1:6
	RUÍDO (dB.)		
1º	82,4	95,2	97,6
2º	86,5	91,6	96,3
3º	84,6	88,5	96,2
4º	86,5	95,4	97,3
5º	82,7	89,6	93,9

MÉDIA	84,54	92,06	96.26
-------	-------	-------	-------

6.0 Considerações Finais

Verificou-se que o EPS é realmente um material isolante termo-acústico, e quando bem dosado no concreto leve os efeitos são bastante satisfatórios.

Os resultados obtidos mostraram que o concreto leve com densidade nominal de 1300 Kg/m³, apresentou resistência à compressão similar ao da argamassa de referência e manteve o melhor resultado de isolamento termo-acústico. No que toca à temperatura medida no ambiente interno, nesse concreto houve uma variação de apenas 2,2°C comparados a uma variação de 3,4°C na argamassa de referência e 4,1°C no concreto leve com densidade nominal de 700 kg/m³. Com relação aos testes acústicos esse concreto obteve melhor isolação em todos os testes, exceto no ensaio acústico-percussivo, realizado através do choque com o pêndulo móvel. Nesse ensaio o concreto com densidade nominal de 700 kg/m³ foi o que apresentou melhor desempenho. A do concreto com densidade nominal igual a 1300 kg/m³ também foi a melhor dentre os concretos observados.

Como continuidade desse estudo, recomenda-se analisar qual seria o traço de concreto que apresentaria uma maior resistência à passagem do calor, e analisar em conjunto com essa condutibilidade, a resistência de aderência e a trabalhabilidade, visto que se o concreto possuir muitas pérolas ou flocos de EPS dificulta-se a sua aplicação e afeta a aderência do concreto ao substrato. Essa última pode-se afirmar que corresponde ao fator que mais contribui para evitar o deslocamento do revestimento seja pelo seu peso próprio ou até pelo aquecimento diário do revestimento causando fadiga.

Outro fator bastante importante seria a verificação da contribuição do EPS na cura do concreto leve.

7.0 Bibliografia

ABRAPEX – **Associação brasileira de poliestireno expandido**, disponível em www.abrapex.com.br, acesso em: Setembro 2007.

ACEPE – **Associação industrial do poliestireno expandido**, disponível em www.acepe.pt, acesso em: Setembro 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR-12094, 1991, " **Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico** - Determinação da condutividade térmica", Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR-11752, 2007, " **Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial**", Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



**Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008**
Setembro / 2008
ISBN 978-85-98576-13-8
© 2008 - IBRACON



BASF – **The Chemical Company BASF S.A, Catálogo de produtos**, disponível em www.basf.com.br , acesso em : Outubro 2007

COSTA, Ennio cruz da, **Acústica Técnica**, 1 edição, São Paulo – SP, Editora Edgard Blucher LTDA, 2003.

EUMEPS - **European Manufacturers of Expanded Polystyrene**, disponível em www.eumeps.org, acesso em: Setembro 2007.

HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, 4.a edição, Rio de janeiro, Ed. LTC- livros técnicos e científicos editora S.A., 1993.

HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, KRANE, Kenneth S. **Física 2**, 4.a edição, Rio de janeiro, Ed. LTC- livros técnicos e científicos editora S.A., 1996.

ISAIA, Geraldo C., **Materiais de construção civil e princípios de Ciência e Engenharia de Materiais, Volume 2**, 1a Edição, São Paulo, IBRACON, 2007.

Manual de utilização do EPS na construção civil / ABRAPEX – Associação Brasileira do Poliestireno Expandido, São Paulo, Ed. PINI, 2006.

MARCO, Conrado Silva de, **Elementos de acústica arquitetônica**, 1 edição, São Paulo, Editora Nobel, 1982.