

INOVAÇÕES E SOLUÇÕES DE CONCRETO LEVE QUE VISSEM CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES INFORMAIS: ESTUDOS DE CASO NA CIDADE DE NITERÓI/RJ¹

LEONARDO, Carolina (1); CAETANO, Diego (2); LOMARDO, Louise (3); BRASIL, Paula (4)

(1) UFF, e-mail: carolinaleonardo@id.uff.br; (2) UFF, e-mail: louiselbl@gmail.com; (3) UFF, e-mail: diego.caetano@gmail.com; (4) UNILASALLE e ESTÁCIO, e-mail: paulabrasill@gmail.com

RESUMO

As habitações informais no Brasil, em geral, não estão adaptadas ao clima local, provocando más condições de conforto térmico, o que gera desnecessariamente o uso excessivo de energia configurando um déficit qualitativo nos ambientes. O objetivo da pesquisa foi desenvolver e analisar uma argamassa multifuncional e um bloco de concreto leve, por meio da associação do cimento com o Poliestireno Expandido, a fim de obter melhor qualidade térmica em edificações de baixa renda. Para isso, os materiais desenvolvidos foram aplicados em duas habitações do morro do Vital Brazil, localizado na cidade de Niterói - Rio de Janeiro. As referidas edificações foram selecionadas através do Diagnóstico de Riscos para a realização de medições: controle de Temperatura de Bulbo Seco (TBS, °C), antes e depois da aplicação dos materiais. Os resultados obtidos demonstraram uma significativa redução na temperatura do interior das casas, promovendo maior conforto térmico para seus habitantes e tornando o ambiente mais saudável. Entende-se que as soluções desenvolvidas neste projeto possam contribuir para o desenvolvimento e replicabilidade de tecnologias construtivas que utilizem materiais reciclados, melhorando a qualidade ambiental de habitações informais.

Palavras-chave: Habitação Informal. Tecnologia Social. Conforto Térmico.

ABSTRACT

Informal housing in Brazil, in general, are not adapted to the local climate, causing poor conditions of thermal comfort, which unnecessarily generates excessive use of power by setting a qualitative deficit in the environments. The objective of the research was to develop and analyze a multi-purpose mortar and lightweight concrete block through the cement association with Expanded Polystyrene, in order to get better thermal quality in low-income buildings. For this, the materials developed were applied in two rooms of the Vital Brazil hill, located in the city of Niterói - Rio de Janeiro. These buildings were selected through the Risk Diagnostics in informal dwellings for performing measurements: Dry bulb temperature control (TBS, °C) before and after the application of the materials. The results showed a significant reduction in temperature inside the house, providing greater thermal comfort for its inhabitants and making the environment healthier. It is understood that the solutions developed in this project can contribute to the development and replicability of building

¹ LEONARDO, Carolina et al.. Inovações e soluções de concreto leve que visem conforto térmico em habitações informais: estudos de caso na cidade de Niterói/RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

technologies using recycled materials, improving the environmental quality of informal housing.

Keywords: *Informal housing. Thermal comfort. Social technology.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro e Geografia e Estatística (IBGE), 6% da população brasileira (11,42 milhões) vive em favelas, palafitas ou outros assentamentos irregulares, com maior concentração de domicílios na região Sudeste dados do IBGE (IBGE, 2010). Segundo o Censo 2010, foram identificados 6.329 aglomerados subnormais em 323 municípios do País, ou seja, domicílios particulares ocupados por 11.425.644 pessoas. As moradias, em geral, apresentam situações de riscos à saúde e segurança dos moradores, configurando um déficit qualitativo no ambiente.

As políticas públicas voltadas à urbanização de favelas estão restritas à intervenção em áreas de uso comum, atendendo à necessidade de implantação de infraestrutura, mas não respondendo à urgência de melhoria das condições de habitabilidade das moradias. Os investimentos direcionados à habitação, geralmente, limitam-se à redução do déficit habitacional pela construção de novas moradias, desconsiderando o déficit qualitativo, ou seja, as precariedades das edificações.

Sabe-se que a qualidade das habitações de interesse social (HIS) ainda é precária no Brasil. Entre a urbanização de favelas e a Regularização Fundiária existe uma lacuna que deve ser preenchida por ações de melhoria habitacional, para que de fato seja garantido o Direito à Cidade e à Moradia Digna, conforme a Lei Federal 11.888 (BRASIL, 2008).

Dentre as edificações para a população de baixa renda, casas unifamiliares ainda representam a grande maioria, e elas são mais expostas ao clima externo e, portanto, com grande influência no ambiente térmico de seus componentes (SANTOS, 2008).

O conforto térmico é o estado de espírito que expressa a satisfação com o ambiente térmico. Essa sensação de bem estar térmico do corpo humano dependerá da atuação do sistema termorregulador para a manutenção do equilíbrio térmico, pois quanto maior for o trabalho desse sistema, maior a sensação de desconforto (ASHRAE, 2010, tradução).

Segundo a NBR 16401, as temperaturas ideais para verão em residências estão entre 23 a 26,5 °C e 65% Umidade Relativa e segundo a NBR15.220-3, Niterói é classificada como zona bioclimática 5, com desconforto por calor. Com isso, a pesquisa buscou novas soluções para a melhoria da qualidade do ambiente construído em HIS, privilegiando materiais de fácil acesso no país.

O objetivo da pesquisa foi desenvolver e analisar um concreto multifuncional/argamassa e um bloco de concreto leve, por meio da associação do cimento com o Poliestireno Expandido (EPS), a fim de obter melhor qualidade térmica em edificações de baixa renda, materiais de fácil

aplicação e que sejam acessíveis aos moradores.

O Poliestireno Expandido é conhecido pela sigla internacional EPS, de acordo com a Norma DIN SO-1043/78. No Brasil, é mais conhecido como "Isopor", marca registrada da Knauf Isopor Ltda. Trata-se de um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água, descoberto em 1949 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz nos laboratórios da Basf, na Alemanha (SANTOS, 2008). Ainda segundo o autor, apenas 10% do produto é reciclado no Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 A proposta metodológica

A metodologia dividiu-se em três etapas descritas a seguir:

- 1^a etapa: seleção de duas habitações, para aplicação da proposta, através do Diagnóstico de Riscos Ambientais realizado pela ONG Soluções Urbanas, localizadas no Morro Vital Brasil, na cidade de Niterói – Rio de Janeiro.
- 2^a etapa: desenvolvimento de um modelo de argamassa multifuncional, com um traço preparado para a realização de atividades como rebocos, emboços, e isolamento térmico em função do EPS triturado na sua composição, e um bloco de concreto leve.
- 3^a etapa: foram realizadas medições com sensores eletrônicos do tipo *Data Logger "HOBO" Temperature*, coletando dados horários de Temperatura de Bulbo Seco (TBS, °C) das casas selecionadas durante um mês. Após as medições, ocorreram as intervenções nos imóveis e, em seguida, novas medições foram realizadas para a avaliação dos resultados.

2.2 Proposta de materiais

A busca por soluções arquitetônicas energeticamente eficientes e climaticamente adequadas tem sido ponto de discussão no Brasil e no mundo (HENSEN e LAMBERTS, 2011). Dessa forma, a produção do material visou analisar os benefícios do EPS na composição do material.

As principais características do EPS, e que lhe concedem uma grande versatilidade de utilização, são baixa condutibilidade térmica $K=0,030\text{W/m}^{\circ}\text{C}$; leveza 10-30 kg/m³; resistência mecânica à compressão - 7000 kgf/m² até 14000 kgf/m²; baixa absorção de água; fácil de manusear e econômico (SOUZA et al, 2006).

Foi estabelecida uma parceria entre o laboratório de pesquisa e a empresa de concreto LafageHolcim para preparação dos materiais e análise das propriedades dos mesmos, associados ao EPS: argamassa multifuncional (Figura 01) e bloco de concreto leve (Figura 02).

Figura 01- Argamassa multifuncional



Figura 02 - blocos de concreto leve



Fonte: Os autores

O concreto foi desenvolvido com uma betoneira e moldado em uma forma de madeira, do tamanho do bloco 50x20x10 - desforma 24h depois da concretagem, já o concreto para revestimento superior da laje foi produzido *in loco*, com uma betoneira.

Após os ensaios, foi definida a composição dos materiais que apresentam condutividade térmica para $800 \text{ kg} / \text{m}^3 = 0,32 \pm 0,05 \text{ W} / \text{m.K}$, tendo 49% de EPS na sua composição (Quadro 01).

Quadro 1- Composição dos materiais - Hot Plate C177 método ASTM, a 40 ° C.

PRODUTOS	% VOLUME
Cimento CP II	8,6
Calcário Filler – granulometria 100%	3
EPS / Isopor Reciclado	49
Areia 0/4 mm	9,3
Água	18
Aditivo – Sika	0,1
Ar	12
Total	100

Fonte: Os autores

A significativa porcentagem de EPS teve como objetivo proporcionar leveza para o bloco de concreto, além de testar os benefícios do produto, com relação ao desempenho térmico.

Destaca-se ainda que a partir do ensaio do tipo *slump* foi constatada a consistência do bloco de concreto leve, mesmo tendo 49% de EPS na sua composição. Ressalta-se que o bloco apresentou: facilidade de redução de

vazios e de adensamento do concreto; facilidade de moldagem, relacionada com o preenchimento da fôrma.

3 ESTUDO DE CASO 01 – APLICAÇÃO DE ARGAMASSA MULTIFUNCIONAL EM COBERTURA

O caso 01 consiste numa residência unifamiliar de 1 pavimento com 53 m² de área de cobertura com sala, 3 quartos, cozinha e banheiro com lajes de concreto de 12 cm (local de aplicação). A intervenção ocorreu na parte da cobertura que não possui telha cerâmica, que corresponde a 32.57m². (Figuras 03 e 04).

Figura 03- Croqui da Cobertura

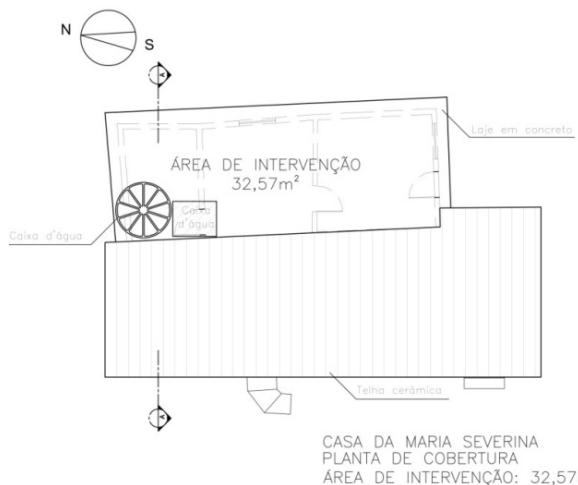


Figura 04 – Foto da residência 01



Fonte: dos Autores

3.1 Controle de temperatura - casa 01: análise dos resultados

Foi aplicada na cobertura uma camada da argamassa multifuncional, preparada in loco, na espessura de 8 cm (Figura 5).

Figura 05 – Cobertura da residência 01 (após aplicação do material)

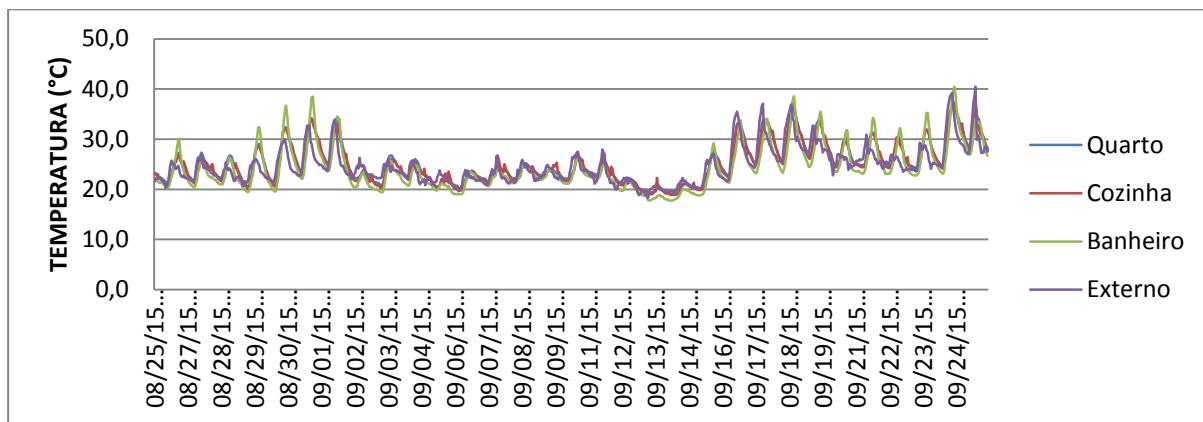


Fonte: Os Autores

Após a medição de temperatura durante 30 dias, foi possível observar que antes da aplicação do material na laje (Figura 6), a temperatura interna dos ambientes era praticamente igual e, as vezes superior, a temperatura do lado externo da casa, principalmente no banheiro, em função da

orientação solar.

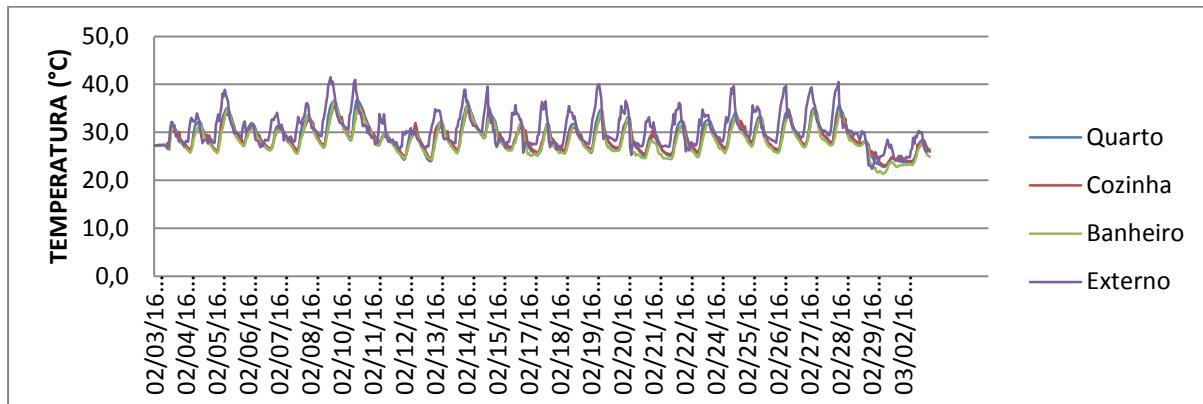
Figura 6 – Temperatura da casa 01(interna e externa) – antes da aplicação do material



Fonte: Os autores

Depois da aplicação da argamassa, observou-se pela Figura 7, que a temperatura externa é superior na maior parte do tempo em todos os ambientes.

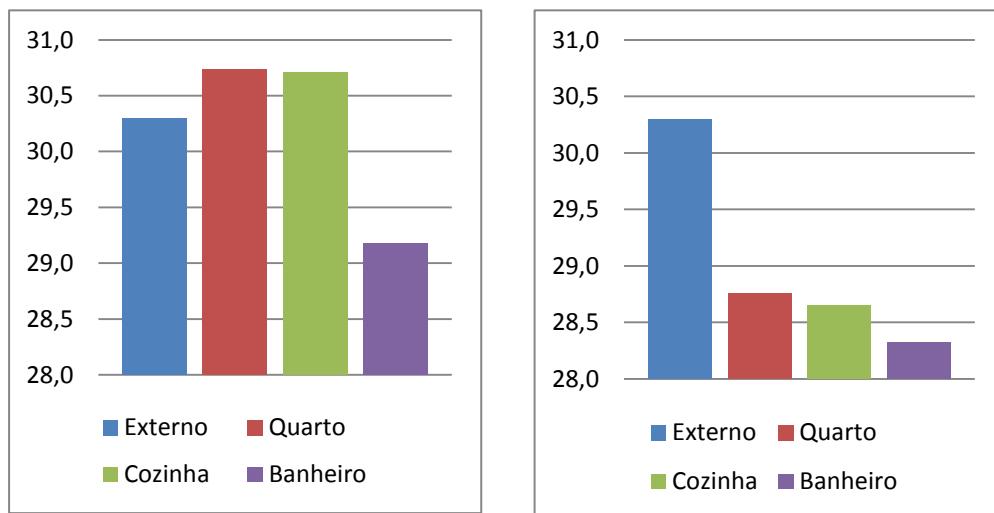
Figura 7 - Temperatura da casa 01 (interna e externa)– após aplicação do material



Fonte: Os autores

Em função da diferença de temperatura entre os meses em que foram realizadas as medições, foram selecionados dois dias (antes e depois da aplicação do material), de mesma temperatura, a fim de obter uma análise térmica do espaço interno (Figura 8 e 9).

Figura 8 - Medições de temperatura realizadas nos dias 18/09/2015 (antes) Figura 9 - 07/02/2016 (depois) - temperatura externa de 30,3°C.



Fonte: Os autores

A partir dos resultados parciais da pesquisa, já foi possível perceber que houve, para dias com temperatura do ar externo iguais, uma redução de temperatura no quarto de 30,7°C para 28,8°C, banheiro de 29,2°C para 28,3°C, e cozinha de 30°C para 28,7°C. O que demonstrou a contribuição do material para o conforto térmico na residência.

4 ESTUDO DE CASO 02 – APLICAÇÃO DO BLOCO DE CONCRETO LEVE EM FACHADA

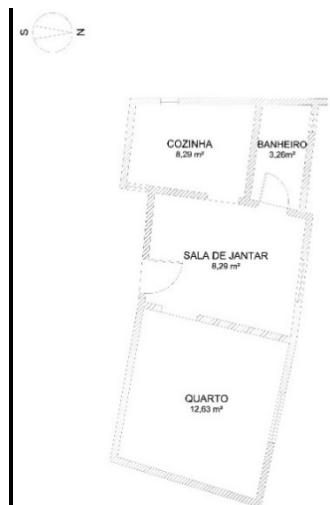
O caso 02 consiste numa residência unifamiliar composta por sala, quarto, cozinha e banheiro totalizando 36,17m² de área útil (Figura 10) com paredes de alvenaria - tijolo cerâmico e reboco – totalizando 11 cm de espessura. A edificação é coberta apenas por telhas de fibrocimento (Figura 11 e 12). Os blocos pré-fabricados de concreto leve, dimensões 50x20x10 foram aplicados sobre a parede existente, formando uma camada extra, não tendo função estrutural.

Figura 10- Foto - antes da aplicação do material.



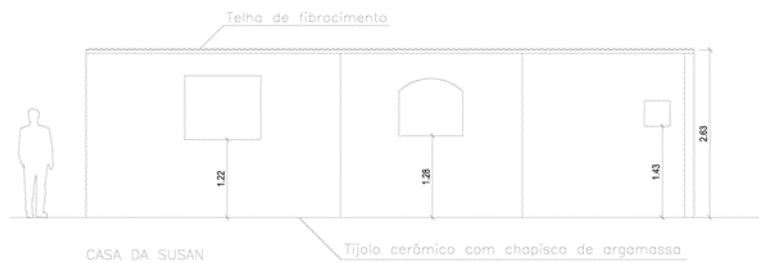
Fonte: Os autores

Figura 11 - Planta Baixa



Fonte: Os autores

Figura 12 - Fachada Norte



Fonte: Os autores

4.1 Controle de temperatura – casa 02: análise dos resultados

As medições foram realizadas apenas nos cômodos que faceiam a fachada norte (Figura 13). Os blocos foram aplicados com juntas de 1cm.

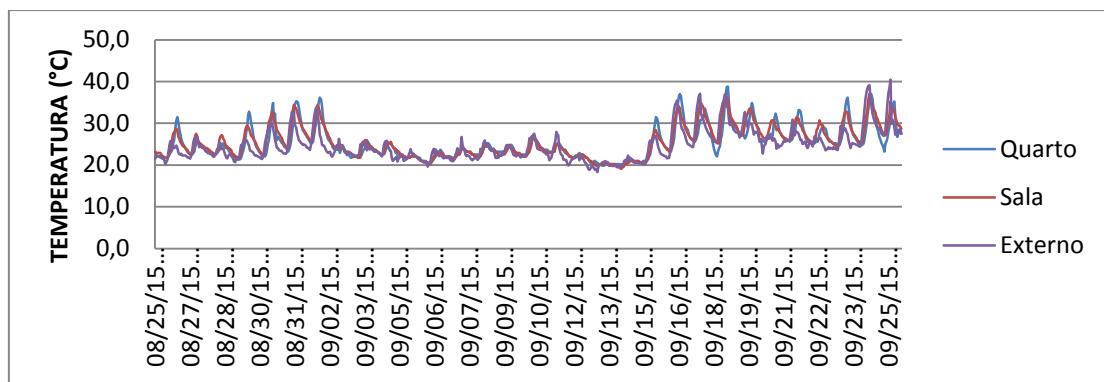
Figura 13 – Foto da casa 2 após a aplicação do bloco de concreto leve



Fonte: Os autores

A Figura 14 mostra que antes da obra da fachada norte as temperaturas dos ambientes internos eram iguais ou superiores a temperatura externa da casa.

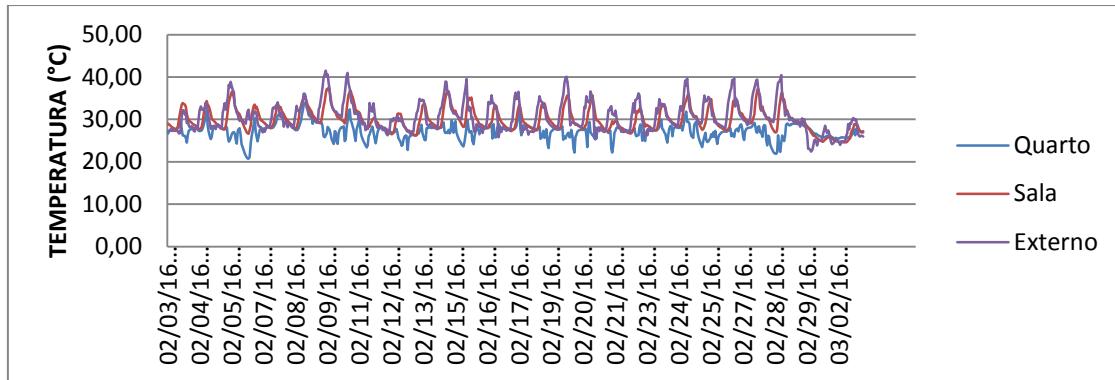
Figura 14 - Temperatura da casa 02 (interna e externa) – antes da aplicação do material



Fonte: Os autores

Depois da obra, percebe-se que a temperatura externa da casa é superior a temperatura dos ambientes internos (Figura 15).

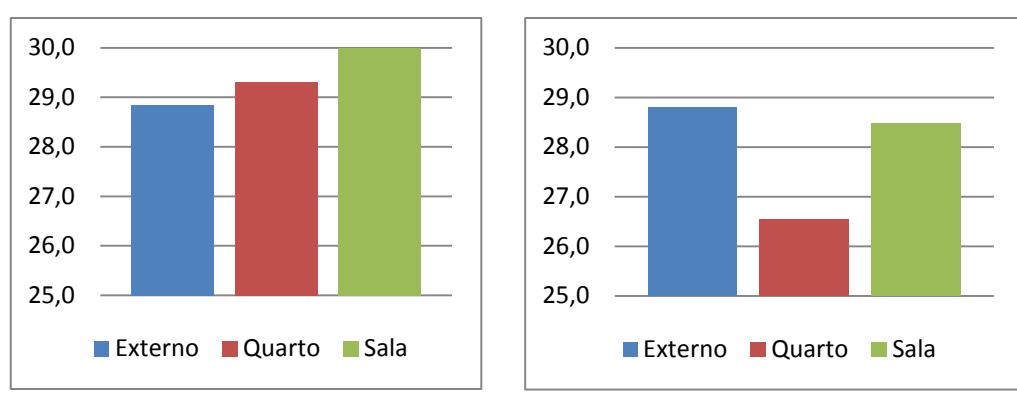
Figura 15 - Temperatura da casa 02 – depois da aplicação do material



Fonte: Os autores

Assim, a temperatura interna também foi comparada nos dias 19/09/2015 e 12/02/2016, que apresentaram a mesma temperatura externa, na forma de gráficos (Figuras 16 e 17).

Figuras 15 e 16 - Medições de temperatura realizadas nos dias 19/09/2015 (antes) e 12/02/2016 (depois) - temperatura externa de 28,8 °C.



Fonte: Os autores

Destaca-se que os resultados apresentados são preliminares, e que ainda pretende-se realizar uma avaliação de graus hora de desconforto por calor. Entretanto, a partir da análise da casa 02 também foi possível perceber que houve uma redução de temperatura, sendo no quarto de 29,2°C para 26,5°C, e na sala de 30°C para 28,4°C, o que demonstrou a contribuição do material para o conforto térmico na residência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa foi possível desenvolver e aplicar técnicas construtivas utilizando EPS, a fim de verificar as propriedades térmicas do produto. Sabe-se que na maior parte dos casos o referido material, é proveniente de embalagens de eletrodomésticos, máquinas, equipamentos, e é tratado como resíduo sólido e descartados. Após os experimentos, foi possível constatar a possibilidade de aproveitamento do material, principalmente para HIS.

Verificou-se que o uso da argamassa multifuncional e do bloco de concreto geraram contribuições para as edificações habitacionais informais no Morro do Vital Brasil no que tange ao conforto térmico.

Destaca-se ainda a leveza do material fator que influencia o transporte, principalmente, nas comunidades que são consideradas áreas de ricos, e que o material é, geralmente, transportado manualmente por moradores da comunidade até o canteiro de obras.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ, a ONG Soluções Urbanas e a LafargeHolcim pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASHRAE STANDARD 55 – 2010. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003.

_____. NBR 16401-2 Instalações centrais de ar condicionado para conforto – Sistemas centrais e unitários.

_____. 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

_____. NBR 15575-4: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

_____. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.

BRASIL. Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura as famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

HENSEN, J. L. M.; LAMBERTS, R. Building Performance Simulation for Design and Operation. Routledge, 2011.

SANTOS, R. Estudo Térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e EPS para construção de casas populares. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Porto Alegre, 2008.

SOUZA, L.G.M., et al. Compósito a base de gesso e EPS para fabricação de casas populares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17. Foz do Iguaçu, PR, 2006.