



COMPARAÇÃO *IN LOCO* DO DESEMPENHO TÉRMICO ENTRE BLOCO DE ALVENARIA DE SOLO-CIMENTO COM LODO INCORPORADO E MATERIAIS CONVENCIONAIS

**Mariana Brito de Lima (1); Leandro Pereira Pinheiro (2); Kaio Henrique de Jesus Santos (3);
Liliane Flávia Guimarães da Silva (4); Paulo dos Santos Batista (5);
Adriano dos Guimarães de Carvalho (6)**

- (1) Mestra em Engenharia Urbana, docente de engenharia civil, mariana@ifto.edu.br, IFTO – Campus Palmas, 310 SUL, Avenida LO 05, s/n Plano Diretor Sul, Palmas - TO, (63) 3236-4036
(2) Téc. em informática, discente de engenharia civil, leandropereiraifto@gmail.com, IFTO – Campus Palmas, 310 SUL, Avenida LO 05, s/n Plano Diretor Sul, Palmas - TO, (63) 98453-3929
(3) Téc. em rede de computadores, discente de engenharia civil, eng.kaio17@gmail.com, IFTO – Campus Palmas, 310 SUL, Avenida LO 05, s/n Plano Diretor Sul, Palmas - TO, (63) 98110-7285
(4) Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente, docente de engenharia civil, lilianeg@ifto.edu.br, IFTO – Campus Palmas, 310 SUL, Avenida LO 05, s/n Plano Diretor Sul, Palmas - TO, (63) 3236-4036
(5) Doutor em Química, docente de engenharia civil, pbatista@ifto.edu.br, IFTO – Campus Palmas, 310 SUL, Avenida LO 05, s/n Plano Diretor Sul, Palmas - TO, (63) 3236-4036
(6) Mestre em Engenharia Civil, docente de engenharia civil, agcarvalho@ifto.edu.br, IFTO – Campus Palmas, 310 SUL, Avenida LO 05, s/n Plano Diretor Sul, Palmas - TO, (63) 3236-4036

RESUMO

As pesquisas realizadas atualmente pelo grupo de pesquisa Tecnologia e Materiais Sustentáveis (TEMAS) visam a caracterização de um bloco de solo-cimento obtido a partir da incorporação do lodo residual proveniente das Estações de Tratamento de Água (ETA) em uma proporção de até 20% em substituição ao solo saibroso. Acredita-se que a utilização de tal bloco como material de construção pode proporcionar não só economia no processo construtivo, acarretando diminuição de custos diretos, como também, redução de resíduos poluentes ao meio ambiente. O presente artigo representa uma etapa de avaliação do material proposto, cujo objetivo é avaliar o desempenho térmico do bloco de alvenaria com lodo incorporado, com estudo de caso a partir de células-teste, na cidade de Palmas, TO. A metodologia utilizada é a medição *in loco*, descrita na NBR 15575 (ABNT, 2013), para uma comparação do desempenho térmico com células-teste de bloco de adobe e o bloco de solo-cimento convencional, comumente encontrado no município. O estudo apontou que o bloco de solo-cimento com lodo incorporado apresenta um desempenho térmico similar ao bloco de solo-cimento tradicional e ao bloco de adobe.

Palavras-chave: Desempenho térmico, lodo de ETA, materiais de construção, NBR 15575/2013.

ABSTRACT

The researches carried out currently by the research group Tecnologia e Materiais Sustentáveis (TEMAS) aim at the characterization of a brick of soil-cement obtained from the incorporation of residual sludge from the Water Treatment Stations in a proportion of up to 20% in substitution to the clay soil. It is believed that the use of such brick as a construction material can provide economy in the construction process, for to a decrease in direct costs, but also a reduction of polluting waste to the environment. This paper represents a stage of evaluation of the proposed material, whose objective is to evaluate the thermal performance of the masonry brick with embedded sludge, with a case study from test cells, in the city of Palmas, TO. The methodology used is the *in loco* measurement, described in NBR 15575 (ABNT, 2013), plus a comparison of the thermal

performance with test cells of adobe brick and another of conventional soil-cement brick, commonly found in this town. This study indicates that the brick of soil-cement with incorporated sludge presents a similar thermal performance to the traditional brick of soil-cement and the brick of adobe.

Keywords: Thermal performance, sludge, construction materials, NBR 15575/2013

1. INTRODUÇÃO

Olgay (1963) estabelece que para a concepção de uma arquitetura bioclimática é necessário um estudo detalhado dos elementos climáticos do local e seus efeitos no ser humano. A partir disso, o autor afirma que se deve buscar condições de conforto térmico para qualquer época do ano, a partir de soluções tecnológicas e projetuais.

Na arquitetura bioclimática é o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do meio através de sua envoltura (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra) e, ainda, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para melhor controle do vento e do sol (ROMERO, 2000, p. 48).

O desempenho térmico de uma edificação pode ser avaliado em função da resposta do edifício quando submetido às condições normais de exposição e se esse comportamento satisfaz às exigências dos usuários ou não. Ele é determinado pelo balanço das trocas térmicas entre o meio ambiente e o edifício, ou seja, da quantidade de calor recebida e perdida pela edificação. Essas trocas ocorrem em função da radiação solar incidente, do potencial de ventilação natural, da orientação solar e aos ventos, da forma da edificação, dos materiais de revestimento das paredes e cobertura, entre outras variáveis.

O edifício controla as trocas entre o meio externo e o interno e suas características determinam as condições ambientais dos espaços internos. Os materiais que constituem o edifício são determinantes das trocas térmicas entre o meio externo, em função das temperaturas externas e da radiação solar, e o meio interno, nos edifícios condicionados naturalmente (SILVEIRA, 2006, p. 864).

A arquitetura bioclimática possui diversas estratégias para que um ambiente confortável seja obtido. Segundo Dornelles (2003, p. 153), “uma dessas estratégias é a utilização da inércia térmica, característica importante dos sistemas construtivos que depende da difusividade térmica e difusividade dos materiais utilizados nestes sistemas”. O autor explica ainda que: “a inércia térmica provoca dois efeitos importantes sobre o fluxo de calor entre o ambiente interior e exterior: redução da amplitude das temperaturas interiores e intervalo de tempo dos mesmos em relação às temperaturas exteriores” (DORNELLES, 2003, p. 153).

Este trabalho apresenta a comparação do desempenho térmico do bloco de solo-cimento desenvolvido pelo grupo de pesquisa Tecnologia e Materiais Sustentáveis -TEMAS em relação ao bloco de solo-cimento convencional e ao bloco de adobe. O bloco desenvolvido pelo grupo diferencia-se do bloco de solo-cimento tradicional por incorporar em sua composição o lodo proveniente de estações de tratamento de água em até 20%, em substituição a solo saibroso. Acredita-se que sua utilização como material de construção pode proporcionar economia no processo construtivo, acarretando diminuição de custos diretos, como também, redução de resíduos poluentes ao meio ambiente. Com isso, realizar estudos que possam comprovar e estimar a eficácia desse produto em proporcionar um maior conforto térmico é altamente desejável.

1.1 O lodo das estações de tratamento de água

O lodo é o resultado de uma etapa de tratamento em uma Estação de Tratamento de Água (ETA). Essa etapa consiste em adicionar sulfato de alumínio à água, que normalmente é turva devido à presença de sedimentos em suspensão. Como resultado, ocorre a formação de flocos, que são responsáveis por arrastar os sedimentos para o fundo, resultando no lodo de ETA. Como consequência, ao final do processo de tratamento da água, eles são removidos por meio de um sistema de filtração para serem estocados em bag's de geotêxtil, e após secagem, geram o acúmulo de uma grande quantidade de resíduos.

Segundo Richter (2001, apud JARDER, 2016), o destino final para o lodo de ETA é uma das tarefas mais difíceis no tratamento de água, pois envolve transporte e restrições ambientais.

Atualmente, a busca por alternativas econômicas e tecnicamente viáveis, além de ambientalmente vantajosas para a destinação final do lodo de ETA, é um grande desafio. A reciclagem do lodo, pode ser considerada uma oportunidade de redução de custos operacionais. Contudo, o reaproveitamento apresenta-se tecnologicamente mais viável, pois também pode reduzir o consumo de matéria-prima *in natura* (JARDER, 2016).

1.2 Bloco de solo-cimento com lodo incorporado

O material produzido pelo grupo de pesquisa (Figura 1) é obtido a partir da incorporação do lodo residual proveniente das ETA na composição de blocos de solo-cimento em uma proporção de até 20% em substituição ao solo saibroso. Estudos do grupo de pesquisa em relação à resistência mecânica e absorção de água já demonstraram um desempenho adequado para a utilização na construção civil (MARTINS, 2016).

A incorporação de um resíduo que seria descartado na natureza agrega características sustentáveis ao produto, destacando-se de forma positiva em relação ao bloco de solo-cimento convencional. Desta forma, o estudo do desempenho térmico do bloco visa auxiliar na validação da nova tecnologia desenvolvida pelo grupo de pesquisa, a fim de agregar mais esta caracterização ao material. Outras vantagens são apontadas:

A diminuição da energia associada ao processo de produção, a incorporação de resíduo e o atendimento a parâmetros normativos possibilitam o desenvolvimento sustentável. Além disso, a significativa vantagem de possibilitar a diminuição do consumo de agregados naturais e de cimento, uma vez que, de acordo com John (2000), citado por Hoppen *et al.* (2006), o setor consome entre 14 e 50% de todos os recursos naturais extraídos do planeta e só no Brasil, em 2000, foi estimado um consumo anual da ordem de 210 milhões de toneladas de agregados (JARDER, 2016).



Figura 1 – Construção da célula-teste com bloco de solo-cimento com lodo incorporado desenvolvido pelo grupo TEMAS.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo geral a comparação e avaliação do desempenho térmico entre células-teste construídas com bloco de adobe e bloco de solo-cimento convencional com o bloco de solo-cimento com lodo incorporado desenvolvido pelo grupo TEMAS.

3. MÉTODO

Para análise do desempenho térmico do bloco de solo-cimento com lodo incorporado desenvolvido pelo grupo, em relação a alvenarias tradicionalmente utilizadas no país, foi utilizado o método da medição *in loco*, descrito na NBR 15575 (ABNT, 2013), aplicado a células-teste construídas no município de Palmas, TO. O levantamento de dados teve início em julho de 2016 e será realizado por 12 meses. São apresentados, neste artigo, os dados coletados por um período de 10 dias (entre 13 e 22 de agosto), superior ao mínimo recomendado pela norma citada que é de três dias, sendo estes os dias com as temperaturas mais altas do primeiro período de levantamento de dados. Foi considerado para avaliação de desempenho o último dos três primeiros dias, como preconizado na norma. Este artigo analisa especificamente o bloco de solo-cimento com lodo incorporado (denominado Bloco SC LODO) com os construídos com bloco de adobe (denominado Bloco ADOBE) e bloco de solo-cimento convencional (denominado Bloco SC CONVENCIONAL). O levantamento de dados e a construção das células-teste teve como referência as recomendações da NBR 15575 (ABNT,

2013) em relação aos procedimentos de locação dos células-teste e medição *in loco*, com estudo de insolação para maior exposição ao sol.

3.1 Caracterização do clima da cidade

Palmas possui clima do tipo AW, com duas estações bem distintas, uma seca outra chuvosa, segundo classificação de Köppen. A partir de análise dos dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015) entre os anos 2010 a 2015, Palmas, TO, a maior média das temperaturas máximas ocorre nos meses de agosto e setembro (38,16 °C), a menor média das temperaturas mínimas no mês de janeiro (21,99 °C), e amplitude anual entre 9°C e 15 °C (Figura 2). Pela Carta Bioclimática disposta na NBR 15220 (ABNT, 2003) o município está localizado na zona bioclimática 7.

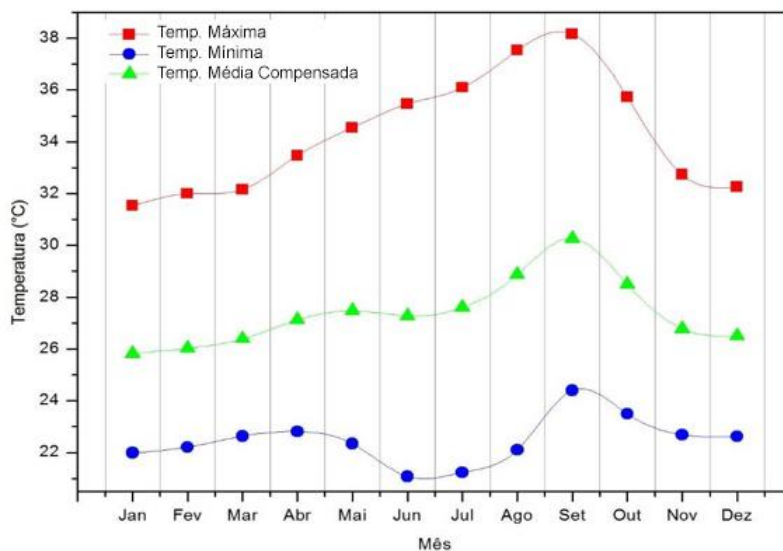


Figura 2 – Temperaturas Médias Mensais Máximas, Médias Compensadas e Mínimas, de 2010 a 2015, Palmas, TO. Fonte: Elaborado a partir de dados do INMET (2016).

3.2 Células-teste

Todas as células-teste foram construídas com as mesmas dimensões, 1,50m de largura x 1,50m de comprimento x 1,50m de altura, dispondo de duas aberturas para circulação de ar nas laterais (leste e oeste), com vedação (janela) fixa em vidro de 0,30m x 0,50m na face oeste, cujas dimensões seguem recomendação da NBR 15575 (ABNT, 2013), e cobertura de telha de fibrocimento com inclinação de 12%. A Figura 3 ilustra as células-teste propostas.

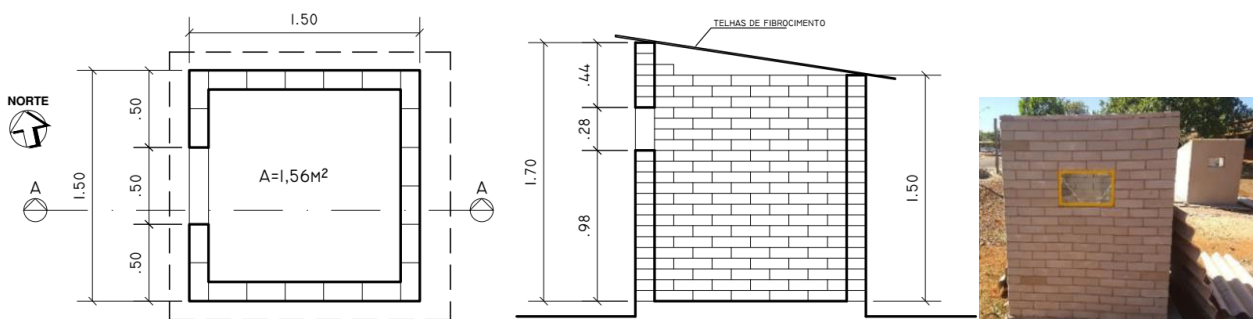


Figura 3 – Planta Baixa e Corte células-teste. Escala 1/50. Foto Fachada Oeste, sem telhado.

Além das características construtivas destacadas, as células-teste foram construídas com afastamento tal que garantisse insolação direta sobre as mesmas, sem sombreamento entre elas e por outras construções próximas, priorizando os horários de maior insolação, entre as 8 e 16 horas, por meio de estudo da carta solar (Figura 4), conforme indica a NBR 15575 (ABNT, 2013) em relação a locação, “obstrução no entorno: considerar que as paredes expostas e as janelas estão desobstruídas, ou seja, sem a presença de edificações ou vegetação nas proximidades que modifiquem a incidência de sol e/ou vento” (ABNT, 2013).

Assim as células-teste foram locadas de forma a reunir as piores condições de conforto (Figura 4), ou, conforme estabelece a NBR 15575 (ABNT, 2013): “caso esta orientação da edificação não esteja definida, esta deve ser posicionada de tal forma que a unidade a ser avaliada tenha a condição mais crítica do ponto de vista térmico”.

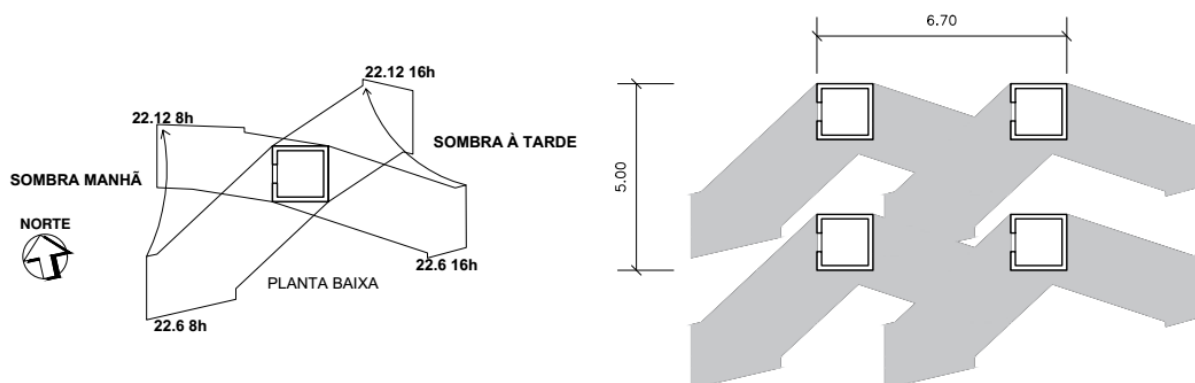


Figura 4 – Estudo de insolação das células-teste, entre 8h e 16h, no inverno (22/06) e verão (22/12). Escala 1/200.

3.3 Levantamento da temperatura do ar interna e externa

A caracterização do clima em Palmas e a definição dos períodos críticos para levantamento e análise de dados foram definidos pelo grupo em etapa anterior da pesquisa:

A partir da análise dos dados climáticos de Palmas constatou-se o indicado pela classificação de Köppen: a existência de um período quente-chuvoso e um período quente-seco. Estabeleceu-se então para levantamento de dados nos protótipos dois períodos críticos: de julho a setembro, sendo este considerado o período quente-seco e de novembro a janeiro o período quente-chuvoso (RÊGO, 2016).

Para a realização desta análise foram coletados a temperatura do ar (°C) a cada 1 (um) minuto, por meio de sensores de temperatura instalados no centro geométrico da célula-teste, e um externo, todos ligados a um mesmo *datalogger wireless*, da marca KlimaLogg Pro. Os equipamentos foram adquiridos já aferidos de fábrica, mas foram também aferidos nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO). O posicionamento dos sensores de temperatura internamente foi determinado de forma a ficar o mais distante possível dos fechamentos (paredes e cobertura) para diminuir as interferências por radiação térmica nas medições, em conformidade com a ISO 7726 (1998) apud Lamberts (2016) e a NBR 15575 (ABNT, 2013). Diferente das células-teste, que foram locadas para receber a maior número de horas de insolação, a temperatura do ar externa foi tomada à sombra, seguindo também as normativas da NBR 15575 (ABNT, 2013). Desta forma, foi possível relacionar o comportamento da temperatura interna do ar das células-teste em relação à temperatura do ar externa e comparar desempenho térmico dos materiais com a finalidade de indicar qual material apresenta menores temperaturas internas e maior inércia térmica. Ademais, uma estação meteorológica *wireless* da marca INSTRUTEMP foi posicionada para levantamento de dados do microclima do entorno.

4. RESULTADOS

4.1 Medição *in loco* 13 a 22 de agosto

A partir da medição da temperatura do ar, pode-se observar que o protótipo construído com Bloco SC LODO INCORPORADO, acompanha o comportamento dos demais durante todo o período avaliado, apresentando temperatura máxima interna inferior aos demais materiais nos dias 14, 21 e 22 de agosto, e mais elevado nos dias 15 e 19 de agosto, sendo este último o dia em que ocorreu a temperatura máxima do ar externa no período estudado (Figura 5).

Em relação ao atraso térmico (Tabela 1), a célula-teste construída com o Bloco SC LODO também apresentou desempenho semelhante aos demais blocos estudados. Enquanto a temperatura do ar externa atingiu sua máxima às 12h30min, no dia 19 de agosto, as temperaturas internas só alcançaram suas máximas após

3h21min no caso do Bloco SC LODO, 3h18min no Bloco SC CONVENCIONAL, e 3h43min para o Bloco ADOBE.

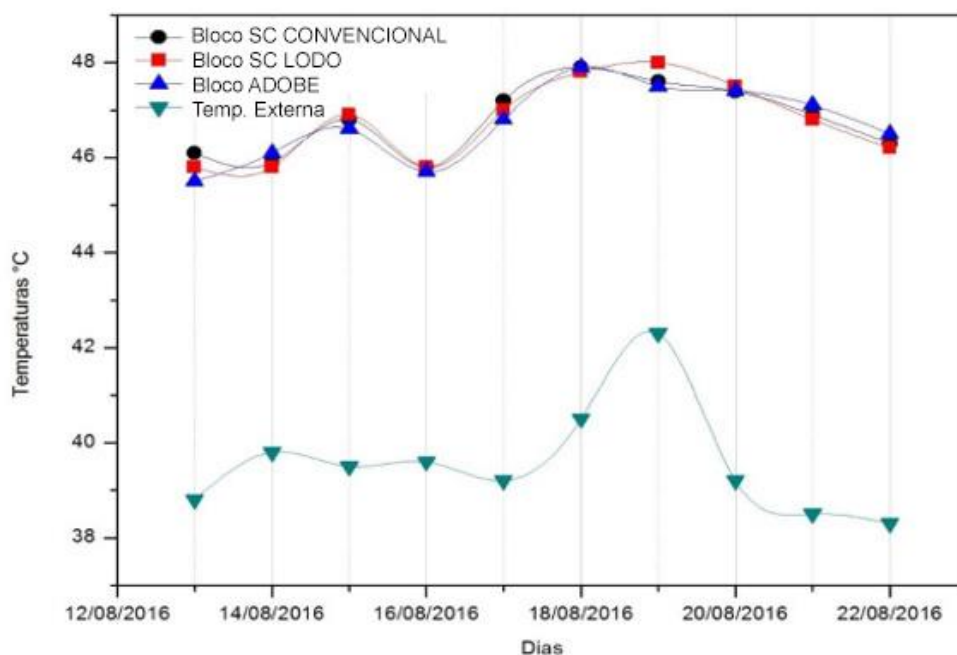


Figura 5 – Evolução temperaturas máximas (°C) externas e no interior das células-teste.

Tabela 1: Atraso térmico dos materiais em estudo, em relação à Temperatura do ar máxima externa, dia 19/08/2016.

	Temperatura (°C)	Horário	Atraso Térmico
Ar externo	42,3	12h30min	-
Bloco SC LODO	48,0	15h51min	03h21min
Bloco SC CONVENCIONAL	47,6	15h48min	03h18min
Bloco ADOBE	47,5	16h13min	03h43min

4.2 Medição *in loco* 24 horas 3º dia

Durante o dia avaliado, dia 15 de agosto de 2016, conforme pode ser visto na Figura 6, a estação meteorológica registrou altas temperaturas, e baixa umidade relativa do ar, com níveis baixos críticos, chegando a pouco mais de 10% às 15 e 16h, com temperatura de quase 40°C nesse mesmo horário, e umidade relativa não ultrapassando os 70% às 7h da manhã, com temperatura acima dos 22°C. De forma resumida, o dia caracterizou-se como muito quente e muito seco, característica do clima da região para essa época do ano.

Na Figura 7 é possível observar o comportamento dos três materiais no estudo comparativo, registrado minuto a minuto, no dia 15 de agosto de 2016. Pode-se confirmar o observado para o período de 10 dias, ou seja, comportamento similar para todos os materiais e atraso térmico de cerca de 3 horas em relação à temperatura do ar externa e interna nas células-teste.

Foi possível observar que a célula-teste construída com o Bloco SC LODO, desenvolvido pelo grupo TEMAS, sofreu variações de temperatura ao longo do dia, com a temperatura mais elevada de 46,9 °C, durante o dia, e a mais baixa de 26,6 °C, durante a noite, resultando em uma amplitude de 20,3 °C. A célula-teste de Bloco ADOBE apresentou uma amplitude de 19,4 °C, menor que a dos demais materiais, mas com diferença de menos de 1°C em relação ao Bloco SC LODO proposto.

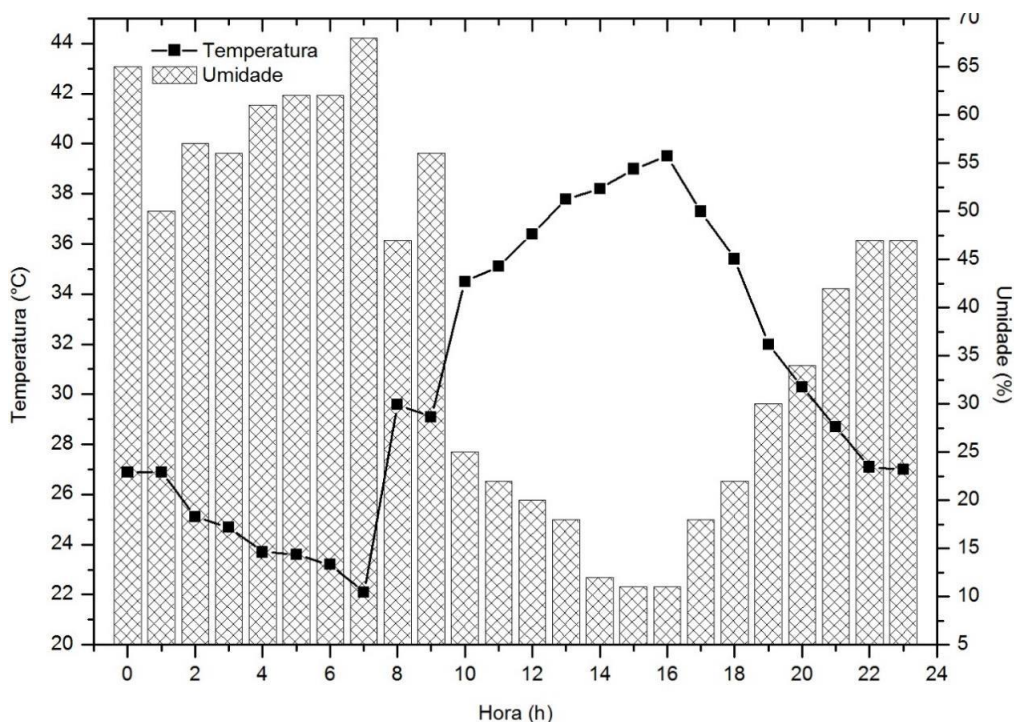


Figura 6 – Temperatura e Umidade Relativa do ar registradas na estação meteorológica *in loco*, por hora, dia 15 de agosto de 2016.

A partir dos dados expostos na Figura 7, elaborado com as temperaturas coletadas de minuto a minuto, pode-se reforçar o caráter térmico semelhante entre as células-teste estudadas, chegando a convergir para valores idênticos em alguns momentos.

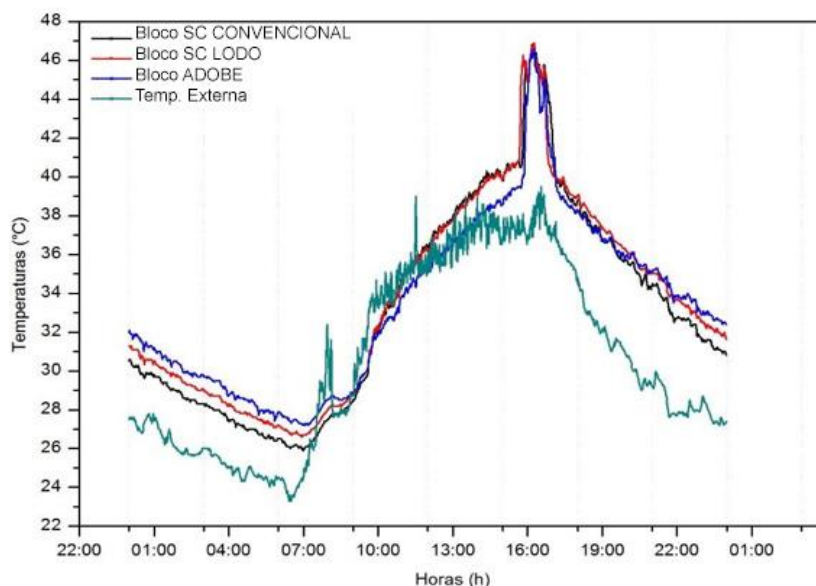


Figura 7 – Temperatura ar interna e externa registrada a cada 1 (um) minuto, 15 de agosto de 2016.

2. CONCLUSÕES

Acredita-se que, além de possibilitar uma contrapartida ambiental o lodo pode passar de resíduo a matéria-prima, como no exemplo desse artigo, na produção de blocos de alvenaria de baixa energia incorporada, especificamente em materiais de alvenaria de solo-cimento com lodo incorporado, na forma de blocos com saliências para encaixe. Esses blocos, notadamente mais amigáveis ambientalmente, em função do seu processo de produção, e por meio da utilização de resíduos, estão proporcionando ao grupo de pesquisa a criação um novo produto: Bloco de solo-cimento com incorporação de lodo de ETA.

O estudo comparativo do desempenho térmico entre os diferentes materiais de construção aponta para a validação construtiva da tecnologia em estudo, pois o bloco de alvenaria de solo-cimento desenvolvido pelo grupo TEMAS apresentou comportamento semelhante aos materiais sustentáveis que serviram de parâmetro,

no caso o bloco de solo-cimento convencional e o bloco de adobe, demonstrando assim resultados satisfatórios e a viabilidade para o emprego do mesmo na construção civil.

Destaca-se, por fim, a necessidade de estudos futuros comparando o desempenho do bloco com lodo e outros materiais de construção convencionais, tais como tijolo cerâmico, alvenaria estrutural em concreto. Esta pesquisa serve como referência para cidades localizadas na zona bioclimática 7 e para células-teste com as mesmas características apresentadas neste estudo. Novos estudos em zonas bioclimáticas distintas e o estudo do desempenho térmico em unidades habitacionais em escala de 1:1 são indicações para a validação desta etapa da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- DORNELLES, K. A.; RORIZ, Maurício. Thermal inertia, comfort and energy consumption in buildings: a case study in Sao Paulo State - Brazil. **International Journal for Housing Science and Its Applications**, v. 28, p. 153-162, 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 3 set. 2016.
- JARDER, Jessievane; GONTIJO, Trajano; RIBEIRO, Abimael; GUIMARÃES, Adriano; BATISTA, Paulo dos Santos. Estudo do tratamento térmico do lodo residual proveniente do tratamento de água de uma estação com fins de abastecimento. In: Jornada de Iniciação Científica e Extensão do IFTO. JICE, 7, 2016, Araguatins, TO. **Anais eletrônicos...** Tocantins, IFTO, 2016. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/7jice/paper/viewFile/7831/3610>>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- LAMBERTS, R. **Apostila da disciplina de Conforto Térmico**. versão 2016. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.
- LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Florianópolis: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/publicacoes/livros>>. Acesso em: 28 set. 2016.
- MARTINS, Abimael Ribeiro; GONTIJO NETO, Trajano Machado; JARDER, Jessievane; GUIMARÃES, Adriano; BATISTA, Paulo dos Santos; LIMA, Mariana Brito de. Estudo da resistência mecânica em blocos de solo cimento, com resíduos inorgânicos na sua composição: O caso do lodo calcinado a 900° e o lodo seco da estação de tratamento de água. In: jornada de Iniciação Científica e Extensão do IFTO. JICE, 7, 2016, Araguatins, TO. **Anais eletrônicos...** Tocantins, IFTO, 2016. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/7jice/paper/viewFile/7821/3609>>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- OLGYAY, V. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1963.
- RÊGO, Lana Dandara Rodrigues Melo do; BARBOSA, Núbia Gomes; REGO, Wesley Lima; PACHECO, João Vitor Silva; FREITAS, Maria Luiza de; LIMA, Mariana Brito de. Construção de protótipos para estudo de conforto térmico. In: jornada de Iniciação Científica e Extensão do IFTO. JICE, 7, 2016, Araguatins, TO. **Anais eletrônicos...** Tocantins, IFTO, 2016. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/7jice/paper/viewFile/7676/3677>>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- ROMERO, Marta. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000.
- SILVEIRA, Ana Lucia R. C. da; ROMERO, Marta. A. B. Avaliação do desempenho térmico de edifício habitacional em Teresina / Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2006 – Construção Sustentável, 10, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2006. CDROM.