

CONTRUÇÃO DE PROTÓTIPOS PARA ESTUDO DE CONFORTO TÉRMICO

Lana Dandara Rodrigues Melo do Rêgo¹, Núbia Gomes Barbosa¹, Wesley Lima Rego¹, João Vitor Silva Pacheco² Maria Luiza de Freitas², Mariana Brito de Lima²

¹Estudantes de Engenharia Civil, Bolsistas modalidade PIBIC – IFTO/Campus Palmas. E-mail: lana_dandara@hotmail.com

²Estudantes do Curso Técnico em Agrimensura Integrado ao Ensino Médio, Bolsistas Iniciação Científica modalidade ICJ – IFTO/Campus Palmas. E-mail: jvpacheco555666@gmail.com

³Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia Urbana, Professora da área de Construção civil, Orientadora da Iniciação Científica, Vice-líder do Grupo TEMAS – IFTO/Campus Palmas. E-mail: mariana@ifto.edu.br

Resumo: O desenvolvimento tecnológico permitiu ao homem construir edifícios inovadores tanto na forma quanto nos materiais, e que tenham como principal preocupação a questão ambiental. O urbanismo e a arquitetura bioclimática proporcionam ao homem as melhores condições físicas e mentais de habitabilidade nas cidades e, conseqüentemente, nos edifícios, com um mínimo de dispêndio energético associado a um mínimo impacto do meio ambiente. As pesquisas realizadas atualmente pelo grupo TEMAS visam a caracterização de um tijolo estrutural em solo-cimento em seus diversos aspectos, e acredita-se que sua utilização como material de construção pode proporcionar além de praticidade no processo construtivo acarretando diminuição de custos diretos, também residências com uma maior inércia térmica, que se traduz em ambientes mais agradáveis termicamente. Com isso, realizar estudos que possam comprovar e estimar a eficácia desse produto em proporcionar um maior conforto térmico é altamente desejável. Este artigo apresenta os objetivos atingidos na pesquisa que pretende caracterizar a influência da utilização deste tijolo como alvenaria de fechamento na cidade de Palmas - TO, sobre as condições térmicas de ambientes internos, tendo como referência o estudo da Carta Bioclimática disposta na NBR 15220 (2005), em estudo de caso – protótipos, a ser realizado em modelos de alvenaria, localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas. Nesta etapa foram realizadas as atividades de fabricação de tijolos de adobe, estudo do clima e definição do período de levantamento de dados, construção dos protótipos e instalação dos equipamentos de medição.

Palavras-chave: adequação ambiental, grupo de pesquisa, materiais de construção, sustentabilidade, reutilização de resíduos

1. INTRODUÇÃO

As atividades realizadas atualmente pelo grupo de pesquisa TEMAS- Tecnologia e Materiais Sustentáveis, estão focadas no desenvolvimento e validação de tecnologia relacionada a um tijolo estrutural de solo-cimento, confeccionado a partir da incorporação de resíduo inorgânico proveniente das estações de tratamento de água. Acredita-se que sua utilização como material de construção pode proporcionar, além de praticidade no processo construtivo, diminuição de custos diretos e residências com uma maior inércia térmica, o que se traduz em ambientes mais agradáveis termicamente. O tijolo em questão é um produto inovador e propõe-se com a sua utilização, dentre outras vantagens, a melhoria do conforto térmico das edificações. Com esta motivação a pesquisa tem como objetivo geral o estudo das características climáticas de alvenarias construídas com este tijolo, utilizando como parâmetro a temperatura obtida através de estações climatológicas dispostas em protótipos.

Dentre os objetivos específicos da pesquisa está a comparação do desempenho térmico entre diversas tecnologias construtivas, as quais estão os tijolos de adobe, o chamado *ecológico* e os

tradicionais de concreto e cerâmico. Além disso, será comparado o desempenho obtido pelo protótipo do tijolo em desenvolvimento em diferentes estações do ano (seca e chuvosa) para assim obter todos os registros necessários para a análise das propriedades térmicas do material. Desta forma pretende-se caracterizar a influência da utilização do tijolo como alvenaria de fechamento na cidade de Palmas - TO, sobre as condições térmicas de ambientes internos, tendo como referência o estudo da Carta Bioclimática disposta na NBR 15220 (2005). Para isso foram confeccionados protótipos em modelos de alvenaria utilizando-se de diversas técnicas construtivas, sendo esta etapa relatada neste artigo como resultado de Pesquisa de Iniciação Científica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo geral desta pesquisa é realização de estudo do desempenho térmico do tijolo em desenvolvimento pelo grupo de pesquisa, material sustentável que busca empregar resíduos (passivo ambiental), ocasionando a diminuição do uso de matéria prima extraída da natureza e de energia incorporada. Devido ao caráter formativo da Iniciação Científica os trabalhos começaram com a revisão de literatura com a realização de fichamentos e estudos dirigidos individuais e em grupo (com os demais estudantes envolvidos na pesquisa) de livros e artigos relacionados à temática do conforto térmico, sustentabilidade, materiais construtivos, e por estudo de casos a fim de organizar referencial teórico de pesquisas já realizadas na área de conforto térmico utilizando protótipos e especificamente novas tecnologias construtivas.

Após as etapas iniciais foi realizada a caracterização do clima de Palmas - TO para identificar os períodos climáticos críticos (*quente-seco* e *quente-chuvoso*) estabelecendo assim a época de medição dos dados nos protótipos. Os materiais de construção utilizados nos protótipos foram caracterizados para o detalhamento e planejamento de sua construção e por fim foram realizadas atividades práticas para a construção dos protótipos.

2.1 Construção dos protótipos

Buscando-se mensurar a efetividade tijolo em desenvolvimento pelo grupo de pesquisa, foram construídos cinco protótipos, sendo um do tijolo de solo-cimento desenvolvido pelo grupo, outro de solo-cimento/ecológico já comercializado, o terceiro de tijolo cerâmico de vedação, o quarto de alvenaria estrutural de concreto e o quinto de tijolo adobe, constituídos cada um por quatro painéis de alvenaria com 1,50m de largura x 1,50m de comprimento x 1,50m de altura, dispondo de duas aberturas para circulação da massa de ar nas laterais, janela fixa em vidro de 0,30m x 0,50m na face oeste e cobertura de telha de fibrocimento com inclinação de 12%. As figuras de 1 a 4 ilustram os protótipos propostos.

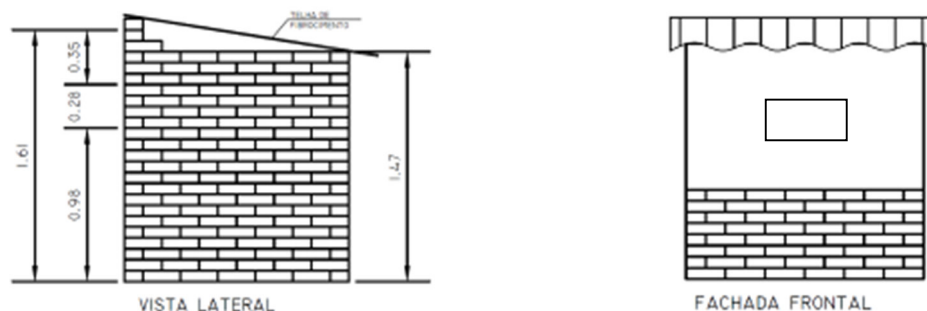


Figura 1 e 2: Vista lateral e frontal dos protótipos propostos.
Fonte: Lana Rêgo, 2015.

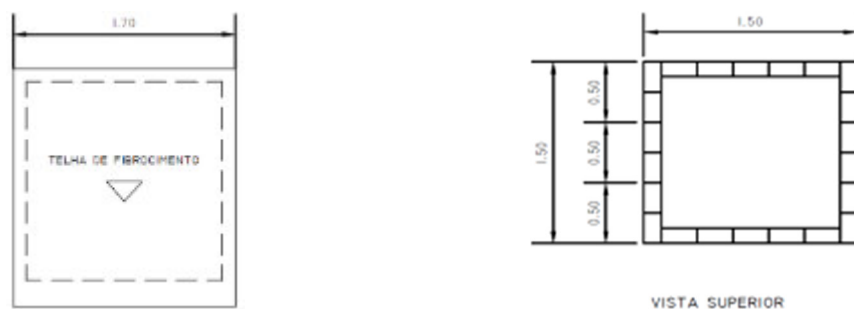


Figura 3 e 4: Vista superior e planta baixa dos protótipos.
Fonte: Lana Rêgo, 2015.

3. CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

O conforto térmico pode ser definido como a relação de bem-estar que um determinado ambiente proporciona às pessoas que frequentam este local e está diretamente ligado à saúde e produtividade das mesmas. O grupo de pesquisa busca com o desenvolvimento do tijolo oferecer mais uma alternativa as construções sustentáveis, adotando a hipótese de que este produto possui um desempenho térmico adaptado ao clima.

Esse projetar voltado a bioclimatologia implica na adoção de soluções urbanísticas e arquitetônicas, a partir do conjunto de técnicas e materiais disponíveis, para conseguir um resultado térmico desejável, conforme as exigências dos usuários. Essas soluções terão que levar em consideração o conhecimento das exigências de conforto térmico humano, do comportamento térmico das estruturas e dos materiais, diante das variações dos fatores climáticos (LIMA, 2015).

Para estudar o comportamento térmico dos materiais foi necessário uma análise das condições climáticas da cidade de Palmas – Tocantins, utilizando-se uma série de 08 anos de dados de precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, no período de 2002 a 2009, coletados pelo Laboratório de Meteorologia e Climatologia do CUP/UFT, resultantes de uma pesquisa realizada anteriormente no grupo (BARBOSA, 2010) e por dados mais recentes (cinco anos anteriores ao início da pesquisa: de 2010 a 2014) coletados na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) denominada BDMET - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Este banco, conforme sua própria descrição,

abriga dados meteorológicos diários em forma digital, de séries históricas das várias estações meteorológicas convencionais da rede de estações do INMET com milhões de informações, referentes às medições diárias, de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial (INMET, 2016).

Os dados coletados do BDMET foram umidade relativa, temperatura, insolação e velocidade dos ventos, dos anos de 2010 a 2014. O clima do Tocantins e especificamente de sua capital Palmas é do tipo AW:

O clima de Tocantins, de acordo com Köppen, é do tipo AW – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno, sendo o mês mais chuvoso janeiro e o

mais seco agosto, onde a precipitação média anual apresenta variação em torno de 1.500 a 2.100 mm. A classificação climática de Palmas é do tipo clima úmido com moderada deficiência hídrica no inverno C2WA'a', sendo caracterizada por duas estações bem definidas, uma seca e a outra chuvosa (TOCANTINS, 1997, *Apud* SILVA JÚNIOR, 2016).

A partir dos dados do BDMET observa-se que a cidade apresenta temperaturas máximas no mês de setembro (38,16 °C) e mínimas no mês de janeiro (21,99 °C) a temperatura média da série de dados analisados apresentou 27,39°C, em relação a temperatura destaca-se também a alta amplitude térmica: no mês de setembro: a diferença entre a temperatura máxima e mínima ultrapassou os 13°C (Figura 5).

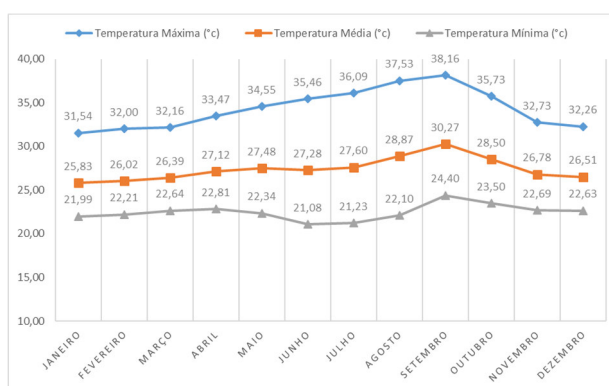


Figura 05: Gráfico de temperaturas máximas, médias e mínimas de 2010 a 2014.
Fonte: INMET, 2015.

A velocidade do vento tende a acompanhar a temperatura: nos períodos mais quentes do ano temos ventos mais fortes com média de até 2,5 m/s (setembro, agosto) e nos períodos menos quentes, velocidade abaixo de 1 m/s, atingindo a velocidade mínima em fevereiro com 0,56 m/s (Figura 6). O regime pluviométrico é caracterizado por um período mais chuvoso, que está compreendido entre os meses de outubro a abril, com precipitações superiores a 160 mm. O período mais seco foi constatado entre os meses de maio e setembro, com precipitações inferiores a 28 mm, sendo o mês de julho mais seco, com a menor média (0,23 mm) e janeiro o mais chuvoso com média de 200,73 mm. Os meses de abril e maio e agosto e setembro são os meses de transição entre um regime e outro (Figura 7).

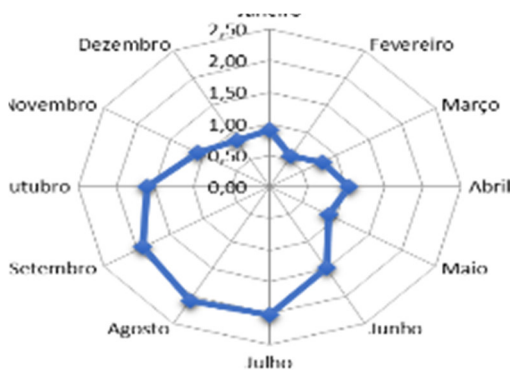


Figura 06: Gráfico de velocidade do vento em m/s de 2010 a 2014.
Fonte: INMET, 2015.

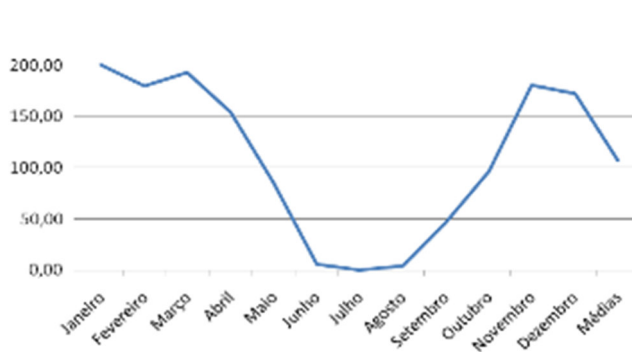


Figura 07: Índice pluviométrico em Palmas de 2002 a 2009.
Fonte: BARBOSA, 2010.

Em relação a insolação média, dados apontam que julho possui os maiores índices (9,6 W/m²), já o menor seria o mês de janeiro (4,15 W/m²). A umidade é alta nos meses chuvosos (novembro a março, média de 80%) e baixa nos meses de estiagem, principalmente em agosto, onde apresenta a média de 40,15%. O gráfico abaixo apresenta a compilação dos dados analisados entre 2010 e 2014 (Figura 8).

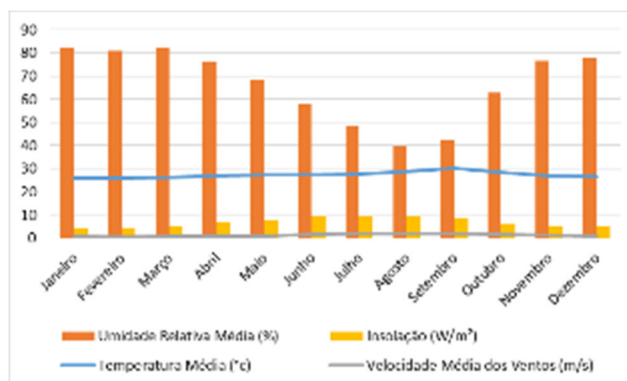


Figura 08: Dados Climáticos em Palmas/TO no período 2010 – 2014.
Fonte: INMET, 2015.

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*. A figura 9 demonstra os períodos escolhidos:

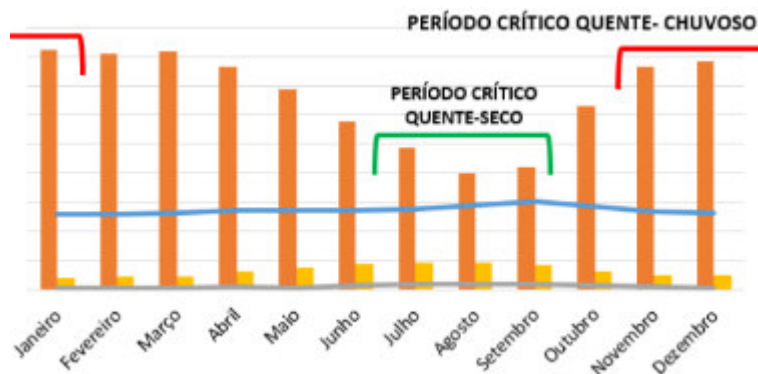


Figura 09: Período para levantamento de dados climáticos em Palmas/TO.
Fonte: adaptado de INMET, 2015.

4. FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS DE ADOBE

Dentre os materiais construtivos a serem utilizados nos protótipos o único não encontrado no mercado, além do tijolo em desenvolvimento pelo grupo de pesquisa, é o tijolo de adobe. Para a construção do protótipo foi necessária a fabricação dos tijolos de adobe pelos membros do grupo de pesquisa com o auxílio de estudantes do curso de engenharia civil, contando com uma equipe de 25 pessoas no total, em dois dias e meio de oficina.

Os participantes foram divididos em cinco equipes sendo que cada grupo estava responsável por uma atividade. O primeiro grupo a iniciar os trabalhos ficou responsável pela quebra da argila,

o segundo pela separação da argila com o auxílio de uma peneira, o terceiro pela mistura dos materiais, o quarto pelo molde dos tijolos nas fôrmas, e o quinto atendendo como suporte às necessidades das demais equipes.

A massa de adobe foi produzida com a mistura de argila, palha de arroz e água em uma proporção de 8:1:1. Inicialmente a massa foi misturada de forma tradicional com o uso dos pés e depois com o auxílio de uma betoneira. O tempo de produção da massa caiu de 30 minutos para 10 minutos com o auxílio da máquina, agilizando o processo de fabricação.

No primeiro dia de trabalho foram aproveitados somente 115 tijolos de cerca de 300 produzidos, pois muitos apresentaram trincas e fissuras e foram descartados, no segundo dia a produção já contava com 465 tijolos e ao final da oficina aproximadamente 800 tijolos de adobe foram produzidos.

A forma de madeira utilizada na fabricação reproduziu as medidas do tijolo de solo-cimento desenvolvido pelo grupo. As figuras de 10 a 15 apresentam o desenvolvimento desta atividade.



Figura 10: Peneiramento da argila.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.



Figura 11: Mistura manual da massa de adobe.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.



Figura 12: preparando a massa com os pés.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.



Figura 13: colocação da massa nas formas.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.



Figura 14: desenformando os tijolos.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.



Figura 15: tijolos prontos para secagem e vista para o canteiro de fabricação.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.

5. CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Com os diversos materiais construtivos disponibilizados a etapa seguinte foi a construção dos protótipos em uma área no campus Palmas. Em relação a sua locação esta tinha que garantir que os mesmos não tivessem sombreamento de outros elementos (árvores, edifícios) e o afastamento garantisse que eles não gerassem sombra entre eles. Apesar de ser muito difícil a ausência de sombreamento durante todo o dia, a localização garantiu um sombreamento mínimo entre as 8h e as 16h, horário de maior insolação, sendo permitido sombreamento parcial nos demais horários. A localização também tinha que estar próxima de uma edificação de apoio para locação de alguns equipamentos que funcionam por wireless, neste caso um bloco administrativo do campus.

Através da carta solar para a latitude de Palmas e posicionando os protótipos de acordo com as edificações locais, com a inclinação do telhado do protótipo voltada para o leste, a sombra foi projetada em dois períodos de maior inclinação solar do ano, e foi definida uma área entre o estacionamento e o bloco administrativo 01 do campus (Figura 16 e 17).

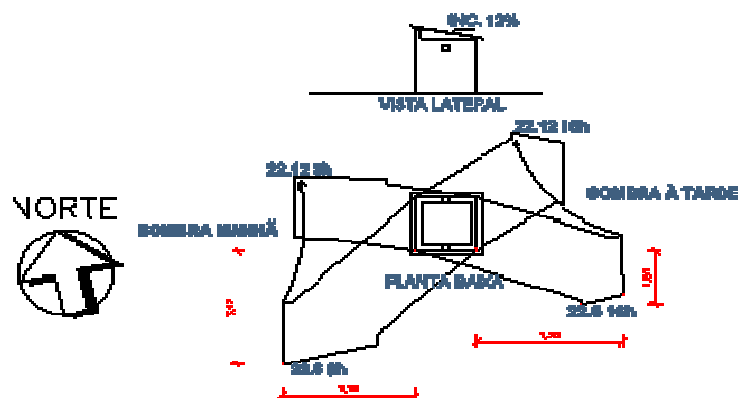


Figura 16: estudo de sombreamento do protótipo para definição de locação.
Fonte: grupo TEMAS, 2015.



Figura 17: área de locação no Campus Palmas.
Fonte: Google Earth, 2015.

Os protótipos foram construídos em forma de mutirão/oficina ministrada pelos pesquisadores do grupo, com o auxílio de três pedreiros, de um especialista em construção em tijolos ecológicos e com a participação dos bolsistas de iniciação científica e estudantes do curso de engenharia civil. As técnicas empregadas para sua construção obedeceram às normas vigentes e no caso do adobe a experiência dos pesquisadores e de um pedreiro participante da oficina. Dois dias foram utilizados para a construção e posteriormente mais um dia para a finalização do protótipo de

adobe. Um quarto dia foi gasto com a cobertura e instalação das janelas. Os tijolos cerâmicos, de concreto e ecológico foram doados por fábricas especializadas, o tijolo desenvolvido pelo grupo foi produzido por estudantes de iniciação científica sob a orientação de outro professor/pesquisador e os tijolos de adobe foram produzidos na oficina já relatada.

5.1 Bloco cerâmico de vedação

A cerâmica é um material resistente que acompanha a história do homem desde o período neolítico (idade da pedra polida). O bloco cerâmico é composto por argila, moldada e queimada a cerca de 900°C. Este material é amplamente utilizado no contexto da construção civil, sendo considerado o sistema construtivo mais utilizado no Brasil. Os blocos cerâmicos de vedação possuem a NBR 15270-1 (2005) e a NBR 15270-2 (2005) para fixar as suas características. As figuras 18 e 19 mostram a construção do protótipo.



Figura 18: elevação do protótipo de tijolo cerâmico.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 19: elevação do protótipo de tijolo cerâmico.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

5.2 Alvenaria estrutural de concreto

O sistema construtivo que utiliza a alvenaria estrutural faz com que o elemento que desempenha função estrutural seja a própria alvenaria de blocos de concreto. Neste, pilares e vigas tornam-se dispensáveis, pois as paredes distribuem a carga uniformemente ao longo da fundação. A norma que rege este tipo de material é a NBR 6136 (2006). As figuras 20 a 23 mostram a construção do protótipo.



Figura 20: primeira fiada do protótipo de alvenaria de concreto.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 21: protótipo de alvenaria de concreto em construção.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 22: protótipo de alvenaria de concreto finalizado.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

Figura 23: vista dos protótipos de tijolo de concreto e cerâmico finalizados.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

5.3 Tijolos de adobe

Os tijolos de adobe são fabricados a partir da mistura de argila, areia e água e geralmente são utilizados como alvenaria de vedação. Com isso, este tipo de tijolo torna-se uma alternativa para construir com qualidade e consciência ecológica. Adobes são tijolos de barro cru, secos ao sol ou à sombra, em locais arejados, que não tem necessidade de queima. Os materiais constituintes mais comuns são: areia, argila, palha e água. Para a fabricação das formas é utilizada a madeira, ou ferro. Podem apresentar dimensões, formas variadas e podem ser executados com tecnologia rústica ou mais elaborado, com o auxílio de materiais mecânicos ou até mesmo em escala industrial.

A composição ideal para a constituição do adobe varia de acordo com alguns autores. Segundo Martinez (1979 *Apud* RUFFO, 2010), sua composição mais apropriada é de 20% de argila e 40 a 55% de areia. Para uma dosagem com maior precisão, é necessário que o solo utilizado passe por testes de campo e de laboratório. Além da argila e areia, como já mencionado, o adobe pode conter palha ou outro tipo de fibra que serve para deixar a massa mais estável e densa. As figuras 24 e 25 mostram a construção do protótipo.



Figura 24: protótipo de alvenaria de concreto finalizado.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 25: protótipo de alvenaria de concreto finalizado.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

5.4 Tijolo ecológico

O tijolo ecológico ou de solo-cimento é feito de uma mistura prensada de solo e cimento. Seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial.

O solo-cimento é obtido com uma mistura homogênea de solo, cimento e água, em proporções adequada. Este material, após compactação e cura hídrica resulta num produto com característica de durabilidade e resistência. Para a composição, o solo mais indicado devido ao custo benefício é o solo arenoso. Utiliza-se ainda, cimento e água de forma gradativa para proporcionar a melhor compactação do material sem que o tijolo grude nas paredes da forma.

A ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland (1985, 1986), e a ABNT (1984a., 1984b, 1984c, 1984d, 1984e, 1986, 1990, 1992a, 1992b), possuem normas de dosagem das misturas, utilização de prensas, composição resistência e demais características deste material. As figuras 26 e 27 mostram a construção do protótipo.



Figura 26: protótipo de tijolo ecológico – primeira fiada.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 27: protótipo de tijolo ecológico.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

5.5 Tijolo estrutural de solo-cimento desenvolvido pelo grupo de pesquisa

O tijolo desenvolvido pelo grupo é produzido a partir de uma mistura de cimento, areia, resíduo inorgânico de estação de tratamento de água e água. Em proporções adequadas geram uma mistura que contém liga necessária, cuja fluidez e resistência mecânica para serem prensados hidráulicamente a uma pressão nominal de 6 toneladas por cm². Como resultado forma-se um bloco, que cura e adquire resistência mecânica ao longo de 28 dias, obedecendo o ciclo de cura dos materiais cimentícios.

Diferentemente dos materiais cerâmicos produzidos para esse mesmo fim, o novo produto não emprega a queima em fornos para sua produção, oferece ainda uma alternativa para a introdução desse resíduo industrial (da estação de tratamento) na formulação desse bloco de alvenaria. Com isso, busca-se através do desenvolvimento tecnológico compatibilizar a geração de resíduo e o seu reaproveitamento. Propiciando a reutilização do resíduo estocado e implementando ações que vão de encontro às demandas por produtos ecologicamente amigáveis e ambientalmente sustentáveis para a construção civil.

As normas técnicas empregadas na fabricação, estudo e construção deste tijolo são as mesmas do tijolo ecológico de solo-cimento. O produto em sua forma é similar ao ecológico, as figuras 28 e 29 mostram a construção do protótipo.



Figura 28: protótipo de tijolo de solo cimento desenvolvido pelo grupo.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 29: protótipo de tijolo de solo cimento desenvolvido pelo grupo.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

Os protótipos de adobe, estrutural e cerâmico foram finalizados recebendo reboco externo e o tijolo ecológico e tijolo de solo-cimento com rejunte, conforme as características tradicionais de seu uso/acabamento. Foi instalado em suas fachadas oeste janelas de vidro fixas de 0,30x0,50m e colocadas telhas de fibrocimento parafusadas de forma que o acesso interno aos mesmos sejam a partir do telhado. Concluída esta etapa os equipamentos de medição foram instalados para teste e calibração (figuras 30 e 31).



Figura 30: fachada oeste do protótipo de solo-cimento.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 31: visão geral dos protótipos.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

6. INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

A última etapa desta fase da pesquisa instalar os equipamentos de medição para realização de testes com os equipamentos antes do início da coleta de dados nos períodos estabelecidos. O intervalo de coleta de dados de temperatura foi definido para 15 minutos através de termômetros, instalados no centro do protótipo (Figura 32). Tal localização foi escolhida devido ao fato de estar o mais distante possível de superfícies (paredes e cobertura) que podem causar interferência nas medições por radiação térmica, em conformidade assim com a ISO 7726 (1998). As variáveis ambientais apreciadas na pesquisa serão Temperatura do ar externa e interna (C°);

O equipamento que será utilizado para verificar a temperatura interna dos protótipos é constituído por um Data Logger e seis termômetros/transmissores (figura 33 e 34). Um software elaborado para coletar os dados armazenados na memória do Data Logger, denominado KlimaLogg Pro pode ser usado para uma melhor visualização das informações obtidas.

O transmissor funciona medindo a temperatura e enviando os dados para armazenamento no Data Logger de acordo com o intervalo pré selecionado. Os dados contidos na memória do Data Logger podem ser acessados e visualizados a qualquer momento a partir do aplicativo KlimaLogg Pro, por um computador que tenha o transceptor plugado em sua porta USB e que esteja num raio de 10 metros do Data Logger.

A temperatura externa aos protótipos será medida por uma miniestação, que servirá para coletar os dados do microclima do entorno (figura 35). Outra miniestação será locada no campus em uma área com menos construções, ou seja, mais próximo do clima sem a interferência do homem. Estas duas, juntamente com os dados climáticos disponibilizados pelo banco de dados do BDMEP servirão como parâmetro para a análise do desempenho térmico dos protótipos.



Figura 32: instalação do termômetro no centro do protótipo.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 33 e 34: datalogger e termômetro/transmissor.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.



Figura 35: estação climatológica.
Fonte: grupo TEMAS, 2016.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu para estruturação e capacitação dos pesquisadores do Grupo de Pesquisa TEMAS – Tecnologia e Materiais Sustentáveis em relação os métodos e processos construtivos, em especial aos que possuem um viés sustentável, o que vai a conformidade aos esforços do grupo em relação à concepção de um tijolo de solo-cimento utilizando o resíduo inorgânico das estações de tratamento de água. É uma etapa parcial da pesquisa, porém de suma importância para a fase seguinte de medições e análise de desempenho térmico do material em desenvolvimento e cuja linha de pesquisa que continuará com trabalhos nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

- ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Dosagem das misturas de solo-cimento – normas de dosagem.** São Paulo: ABCP, Estudo Técnico ET-35, 1986.
- ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento com utilização de prensas manuais.** São Paulo: ABCP, Boletim Técnico BT- 111, 1985.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12023: Solo-cimento – Ensaio de compactação.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992a.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12024: Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992b. 5p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12025: Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro: ABNT, 1990.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro. ABNT: 7 p. 2005
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-1: componentes cerâmicos. Parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-2: componentes cerâmicos. Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984a.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984b.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181: Solo – Análise granulométrica.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984c.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984d.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984d.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência a compressão e da absorção d’ água.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984e.

BARBOSA, Djean da Costa, LIMA, Mariana Brito de. **Arquitetura Bioclimática: Recomendações Apropriadas para Palmas/TO.** Jornada de Iniciação Científica e de Extensão do IFTO. v.1, p.1 - 143, 2010.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa** DISPONÍVEL EM: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>

ISO/TC 159 Ergonomics. ISO 7726/1998-**Ergonomics of the thermal environment -- Instruments for measuring physical quantities.**1998.

LIMA, Mariana Brito de. **Estudo do Clima Urbano no Semiárido do Brasil. Recomendações Urbanísticas e Construtivas.** Saarbrucken: Novas edições acadêmicas,2015.

OLGYAY, V. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism.** Princeton, N.J.: Princeton University Press. 1963.

RUFO, R. J. G. **Ensaio de Caracterização Mecânica das Alvenarias de Adobe: Flat-Jack Testing.** Aveiro, 2010.

SILVA JÚNIOR, José Luiz Cabral da. **Avaliação parcial das condições pluviométricas no Estado do Tocantins, durante o período chuvoso 2015/2016.** Relato técnico-científico. Núcleo estadual de meteorologia e recursos hídricos. PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO TOCANTINS. UNITINS: Palmas, fevereiro de 2016.