

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NO USO DO SUPERADOBE COMO ALTERNATIVA DE TÉCNICA CONSTRUTIVA: UM ENSAIO METODOLÓGICO EM GUARANTÃ DO NORTE - MT - BRASIL

Julia Martinaitis Gonçalves¹
Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparoni²

RESUMO

Considerando a deficiência dos materiais edificantes mais comumente utilizados, no que diz respeito à temperatura e umidade relativa do ar nos trópicos, aliada à problemática da questão habitacional que hoje enfrentamos, é que tentamos apresentar uma alternativa acessível que contribua para maior qualidade de vida na moradia. Fazemos isso através de um estudo de caso, a construção de uma sala de aula, em regime de mutirão, no município de Guarantã do Norte, Mato Grosso, usando a técnica *Superadobe (Earthbag)* de construção com terra. Os dados de temperatura e umidade relativas foram coletados em medições da temperatura radiante superficial média dos painéis de fechamento e medições de temperatura e umidade ambientes, comparando-se, desta forma, o desempenho térmico de paredes de tijolo cerâmico tradicional e de paredes de terra (*Superadobe*).

Palavras-chave: Conforto térmico. Terra crua. Superadobe.

ABSTRACT

Considering the most used building materials deficiencies, concerning temperature and air relative humidity in the tropics, allied to the question of housing problem that we face in this days, is that we try to present an accessible alternative that bring more life quality in the shelter. We do it through a case study, the build of a classroom with the members of the community

1 Arquiteta e Urbanista. Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso. Bolsista da CAPES.

2 Professora Doutora do Depto. de Geografia/ ICHS/ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

helping each other (*mutirão*), in the town of Guarantã do Norte, Mato Grosso, using *Earthbag* technique of building with earth. The data of temperature and relative humidity were collected in measures of average superficial radiant temperature of the walls and measures of ambient temperature and humidity, it was compared the thermal performance of traditional ceramic bricks walls and earth walls (*earthbag*).

Keywords: Thermal comfort. Raw earth. Earthbag.

Introdução

O ramo da construção civil tem sido um dos mais importantes da economia nacional, considerado propulsor de desenvolvimento, o que num país de desigualdades como o Brasil, não quer dizer que o direito à habitação esteja garantido. Ao contrário, o *déficit* habitacional atinge a maioria da população e a construção civil apresenta-se como faceta importante do sistema econômico capitalista, sendo ferramenta para produção, reprodução e acúmulo de capital. As pressões sociais por moradia, aliadas às barganhas eleitoreiras, geraram muitos sistemas e programas para a habitação que, infelizmente, sempre priorizaram as classes médias e altas ou, como no caso de conjuntos habitacionais populares de promoção pública, foram incipientes e tornaram-se, em grande maioria, foco de problemas urbanos, principalmente no que se refere à exclusão social.

Incentivos à construção civil estão inclusos nos programas de grande parte dos governos, estes antevêm os números que devem surgir quanto aos empregos gerados, quantidade de moradias produzidas, aquecimento do mercado da construção e imobiliário e atração de investimentos para a região em questão. No entanto, não se considera quantos dos empregos serão fixos ou temporários, a qual demanda as moradias necessárias e de que forma será distribuído o capital gerado. Desta forma a população mais pobre está sempre sendo colocada além dos perímetros físicos de expansão, esticando a cidade e englobando vazios urbanos, exigindo gastos públicos com infraestrutura a serviço da especulação imobiliária.

Esta população, para quem o mercado da habitação não se abriu, vive nas periferias, grande parte sem acesso aos direitos sociais e civis básicos. No que se refere às habitações, são elas geralmente fruto da autoconstrução, ou de conjuntos habitacionais de promoção pública que possuem, na maioria das vezes, níveis ruins ou péssimos de habitabilidade, seja quanto à qualidade do material utilizado, às dimensões da moradia, ou quanto ao conforto térmico e acústico. Esse tipo de autoconstrução não sai barato aos usuários/construtores, pois, devem se submeter aos elevados preços do mercado. É corrente observarmos nas periferias, principalmente em período de estabelecimento dos moradores, o rápido aparecimento das lojas que comercializam materiais

para a autoconstrução. Enfim, nesse contexto, as preocupações quanto à qualidade da habitação no que se refere ao conforto térmico, não existem. O abrigo deve simplesmente proteger das intempéries, gerando residências com características de local de passagem e não de estada prolongada. A valorização e a necessidade excessivas da economia na construção afeta diretamente, neste caso, os níveis de conforto térmico, pois geralmente refletidos em paredes finas e condutivas, deixando que o calor transite livremente pelos fechamentos verticais, o que resulta numa instabilidade de temperaturas ao longo do dia. Certamente, todos os elementos da moradia, telhado, aberturas, estratégias de ventilação são importantes na busca de um conforto térmico na habitação, no entanto, nos focaremos no desempenho das paredes.

Mato Grosso, estado onde está ambientado o ensaio em questão, fica localizado nas latitudes tropicais e, por isso, apresenta duas estações bem definidas no ano, uma seca (outono e inverno) e outra chuvosa (primavera e verão). Essas condições redundam em altas temperaturas e, na época seca, baixos valores de umidade relativa. Assim sendo, as construções devem trazer materiais que durante o dia não permitam a condução da radiação solar, em forma de calor, aos ambientes internos, e que também apresentem alta emissividade.

Com o desafio de apresentar uma alternativa que traga mais qualidade para a habitação e também maior autonomia aos que são moradores/construtores, é que o presente artigo mostra um ensaio metodológico, realizado no município de Guarantã do Norte, estado de Mato Grosso, onde foi construída uma sala de aula, em regime de mutirão, usando a técnica *Superadobe* (Earthbag) de construção com terra.

Referencial teórico

O quadro caótico e complexo da urbanização no Brasil, bem como o problema da habitação vêm se desenrolando desde a formação da sociedade brasileira.

Ermínia Maricato coloca os fatores que influenciaram fortemente este processo:

[...] a importância do trabalho escravo (inclusive para a construção e manutenção dos edifícios e das cidades), a pouca importância dada à reprodução da força de trabalho mesmo com a emergência

do trabalhador livre, e o poder político relacionado ao patrimônio pessoal. (MARICATO, 2001, p. 18).

Ou seja, “tem suas raízes muito firmes em cinco séculos de formação da sociedade brasileira, em especial a partir da privatização da terra (1850) e da emergência do trabalho livre (1888).” (MARICATO, op. cit., p. 23).

Vemos que a exclusão social sempre esteve presente no processo de urbanização brasileira, baseado em um sistema de valores muito bem consolidado, que ainda nos acompanha. As relações políticas e sociais se dão através de um jogo de poderes determinado por clientelismos e troca de favores, onde as leis são aplicadas, ou não, dependendo dos interesses envolvidos.

Nesse sentido é que se coloca de grande importância a formulação de alternativas para a população excluída do mercado formal e também da cidade legal, com o objetivo de conquistar ferramentas de autovvalorização e afirmação nas relações sociais, diminuindo a recorrência aos apelos paternalistas e clientelistas, já que nunca estiveram, de fato, a favor desta população.

Assim, o uso da terra crua como material de construção, coloca-se de forma positiva, já que busca, em conhecimentos empíricos trazidos de um passado recente, a adaptação e aprimoramento das necessidades e realidades atuais, redescobrimo um material que está ao alcance de todos e que remete a uma escala, onde cada família, ou grupo de famílias terá condições de construir sua própria moradia, além de ser pouco impactante, pois o que se extrai da natureza é apenas o necessário numa escala micro, ao invés da extração intensiva, que origina os materiais manufaturados convencionais. O bom desempenho térmico-acústico da terra crua é conhecido pelos que já tiveram a chance de estar em uma construção colonial, também relatado em experiências atuais.

É sabido também que, quando o cidadão se apropria de seu meio e o tem como seu também, o tem como de sua responsabilidade, o que é importantíssimo para a estruturação de uma sociedade consciente e inclusiva. E, uma forma de fazer o cidadão se apropriar de seu meio, é permitir que ele faça parte da construção do que lhe diz respeito.

Existem várias técnicas de construção com terra como a taipa de pilão, a taipa de mão e os tijolos de adobe, entre outras. Porém, este

estudo se deterá na técnica do *Superadobe*, que trás a possibilidade de utilização da terra disponível, como material básico de construção, através de um sistema de mutirão, por ser mais barata e oferecer bons resultados quanto ao conforto térmico e acústico do abrigo, apresentando fechamentos espessos, bastante densos e compactos, trazendo estabilidade de temperaturas ao ambiente interno:

A técnica de construção com os “sacos de terra” (*earthbag*) exige poucas qualificações e ferramentas como uma pá, e pode ser usada em quase todos os terrenos e em qualquer local. Quando construídas adequadamente, as paredes feitas de “sacos de terra” (*earthbag*) são extremamente fortes. [...] A construção de edifícios com “sacos de terra” (*earthbag*) apresentam baixos custos em matérias-primas [...] pode ser usado em áreas limitadas ao uso de tecnologia e baixo poder aquisitivo, mas onde as pessoas estão dispostas a trabalhar na construção de edificações para si próprias (WOJCIECHOWSKA, 2001, p. 13).

Em artigo do *site* da entidade Aga Khan Development Network, vemos referências à técnica do *Superadobe* e suas características no trabalho do próprio arquiteto que desenvolveu esta técnica, Nader Khalili: “[...] meio extremamente barato de fornecer abrigos seguros, que podem ser construídos rapidamente e tem os altos valores de isolamento necessários em climas áridos.”

Aborda seu ótimo desempenho térmico em climas áridos, devido à estabilidade que o isolamento com terra concede, anunciando o proveito que podemos ter deste material, também aqui em nosso país. Um bom isolamento é uma característica importante na busca de conforto térmico, especialmente na região Centro-Oeste, localizada numa área tropical, com índices elevados de radiação solar durante todo ano.

Em Mato Grosso, isso faz com que as temperaturas médias durante o ano sejam em geral altas. Segundo Duarte (apud SANCHES, 2005, p. 34), pode-se definir, de acordo com a variação de temperatura, três momentos diferentes no ano: estação seca e mais fresca, no inverno; estação seca e mais quente, um pouco antes das chuvas; e estação úmida e quente, durante as chuvas de verão. A predominância de altas temperaturas traz a necessidade de que as construções sejam adequadas ao clima, buscando soluções arquitetônicas e materiais que previnam a entrada do calor nos ambientes internos, de longa ou curta estada.

Algumas experiências já foram feitas no Brasil com o *Superadobe*, ressaltando a do IPEP (Instituto de Permacultura e Ecovilas da Pampa), como mostra o trecho de uma reportagem publicada na Revista Permacultura Brasil, edição 14 de março de 2004:

[...] instituição promotora da permacultura na América Latina, incitou o IPEP a construir uma boa casa popular que tivesse eficiência energética, boa adequação climática e correção ambiental. [...] Um dos grandes desafios foi garantir o conforto térmico da casa [...] A saída encontrada contou com paredes externas de *Superadobe* e paredes internas de tijolos de solocimento, que são feitos em prensa, com terra crua e um pouco de cimento.

Desta forma, sentimo-nos com potencial para pesquisar tal técnica, buscando sua relação com as condições e características do clima local.

Localização da área

Segundo o Perfil Socioeconômico de Guarantã do Norte (2003, p. 11-12), o município de Guarantã do Norte teve início a partir de dois projetos de colonização do INCRA (Instituto Nacional de Reforma Agrária), o Projeto de Assentamento Conjunto (PAC) Peixoto de Azevedo e o Projeto Braço Sul. Ambos com intuito de resolver problemas de desapropriações de terra ocorridos em outras regiões. O primeiro, PAC Peixoto de Azevedo assentou agricultores desapropriados do Rio Grande do Sul, em razão da construção da Barragem do Rio Jacuí. Essa ação se deu pelo INCRA em parceria com a COTREL (Cooperativa Triticola de Erechim), no ano de 1975. O segundo, o Projeto Braço Sul, ocorreu em 1980, para resolver o problema de famílias brasileiras arrendatárias de terras no Paraguai (brasiguaios) e cujo tempo de arrendamento havia se extinguido. Ainda, inúmeras pessoas se deslocaram para região durante as décadas de setenta e oitenta atraídas pela atividade do garimpo. Dessa forma, Guarantã do Norte se constituiu distrito em 1981, tornando-se município em 1986.

O município se desenvolveu em torno da BR-163, e se localiza na divisa do estado do Mato Grosso com o Pará, a 725 km da capital Cuiabá (Figura 01). Possui relevo suavemente ondulado em sua parte sul, tornando-se montanhosa à medida que se encaminha para o norte, onde se encontra a Serra do Cachimbo. Seu clima quente úmido

alcança a média anual em torno de 26°C (GUARANTÃ DO NORTE, 2003, p. 10). O período chuvoso, em geral, se estende por oito meses, setembro-abril e o de seca por, aproximadamente, quatro meses. A área é coberta por uma vegetação primária, virgem, com predominância de espécies arbóreas de alto porte. Os solos são amazônicos, caracterizando-se por grande heterogeneidade.

Na figura 01 está localizada a Escola Municipal Sol Nascente, local onde se desenvolveu a pesquisa. A escola situa-se na Linha 38, Comunidade Rural Sol Nascente.

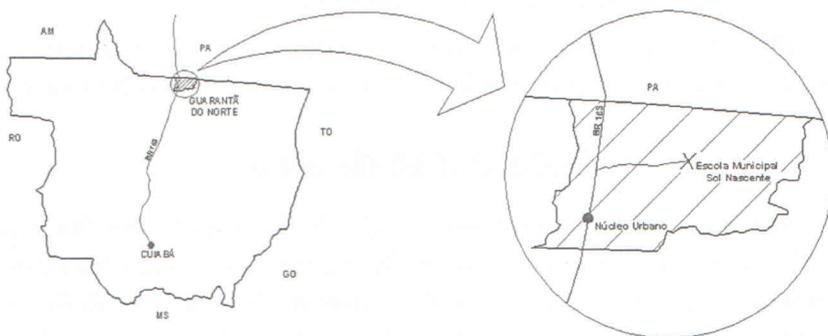


Figura 01 – Localização da Escola Municipal Sol Nascente, Município de Guarantã do Norte, estado do Mato Grosso.

Elaboração: Julia Martinaitis Gonçalves

A experiência em Guarantã do Norte

A experiência deste ensaio foi a construção de uma sala de aula na Escola Municipal Sol Nascente, Comunidade Rural Sol Nascente, município de Guarantã do Norte-MT, de 33,00 m² utilizando-se a terra como material de construção. As figuras 02 e 03 mostram a planta baixa e um corte desta sala de aula.

Suas paredes foram construídas com a técnica *Superadobe* e na cobertura foram utilizadas telhas cerâmicas. A construção foi feita com financiamento do município e em sistema de mutirão, com pais de alunos e professores, no período de 23 de novembro a 15 de dezembro de 2004. Quinze dias foram gastos com a execução das paredes e o restante com o telhado. O número de pessoas envolvidas diariamente variou entre 06 (seis) e 04 (quatro), tendo uma média então de 05

(cinco) pessoas trabalhando. Produziram, aproximadamente, 87,00 m² de parede de *Superadobe*, dando uma média de produção de 1,16 m² de parede dia, por pessoa.

O trabalho foi interrompido pelas chuvas que se iniciavam, já atrasadas em relação aos anos anteriores, e o reboco foi feito no início da época seca, por volta do mês de maio de 2005, ficando as paredes, durante o período de espera, cobertas com lona.

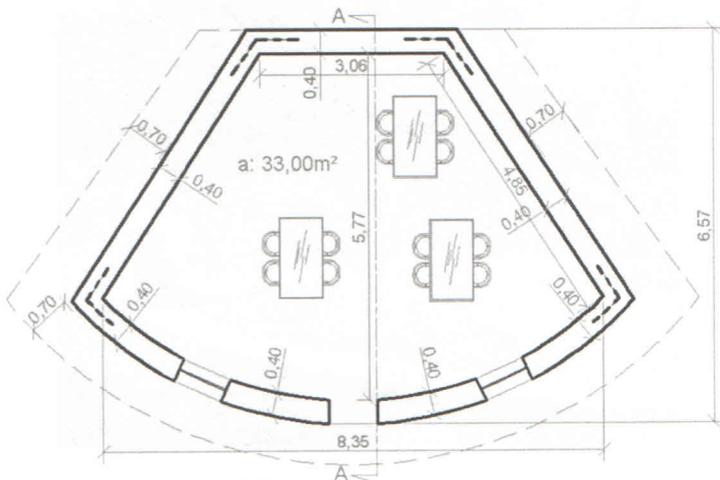


Figura 02 – Planta Baixa – sala de Superadobe

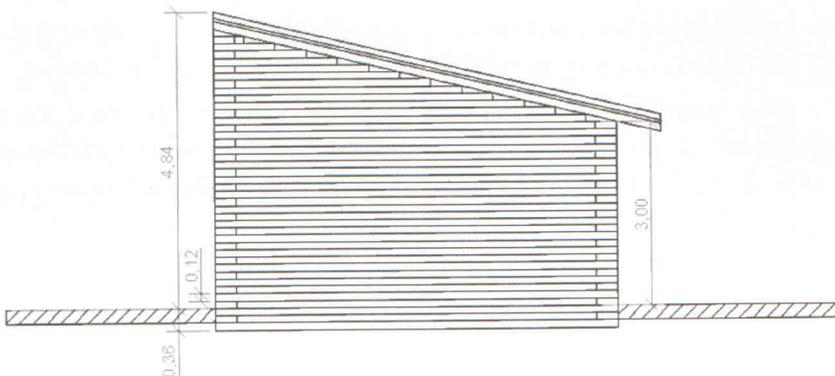


Figura 03- Corte AA – sala de Superadobe.

Elaboração: Julia Martinaitis Gonçalves

A realização do *superadobe*

Para a execução das paredes de *Superadobe* foram necessários como material a terra local (terra de aterro), saco de polipropileno em bobina para enchimento com a terra, arame farpado utilizado entre as fiadas para estabilidade estrutural e instrumentos para compactar a terra como marretas e socadores, conforme figura 04.



Figura 04 – Início da construção com Superadobe.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

Abaixo do nível do solo, foi feito o embasamento da construção também com *Superadobe*, no entanto, os sacos foram cheios com cimento e areia umedecidos no traço 1:9, totalizando 0,40 m de profundidade. O tratamento que a terra recebeu foi apenas de leve umidificação.

Nos encontros entre paredes para o travamento, fez-se o intercalamento das finalizações das fiadas. Nesses encontros também se colocou arame farpado entre todas as fiadas para estabilidade estrutural (Figura 05).



Figura 05 – Travamento das paredes.

Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

A técnica consistiu, então, em cortar os sacos no tamanho desejado e posicioná-los no local onde seria a parede, enchê-los de terra levemente umedecida e compactá-la firmemente, por cima e nos lados, posicionando os arames farpados nas junções de paredes e começando uma nova fiada. Assim foi feito, como mostram as figuras de 06 a 15.



Figura 06 – Construção da sala com superadobe.

Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

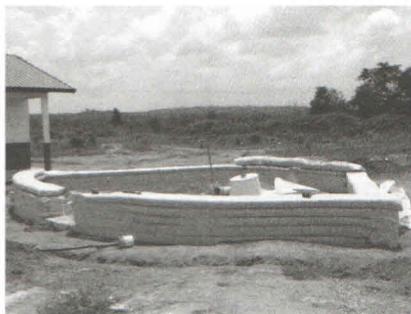


Figura 07 – Evolução da obra.

Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 08 – Evolução da obra.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 09 – Evolução da obra.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 10 – Evolução da obra.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 11 – Evolução da obra.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

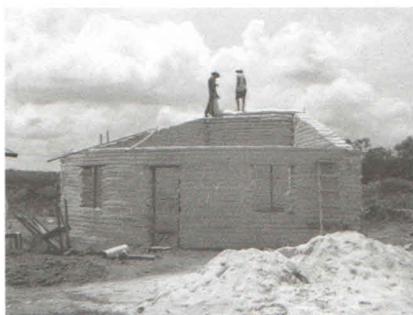


Figura 12 – Últimas fiadas das paredes.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 13 – Últimas fiadas das paredes.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 14 – jan. de 2005, paredes sem reboco.



Fig.15–jun. de 2006, após chuvas, com reboco protegidas das chuvas com lona e cobertura.

Procedimentos metodológicos – coleta de dados

Tendo sido a obra finalizada em maio de 2005, um ano depois, junho de 2006, realizamos um levantamento objetivando analisar o desempenho térmico da técnica construtiva empregada (*Superadobe*), em comparação à técnica convencional das edificações adjacentes, bem como sua aceitação por parte dos usuários e construtores. Para tanto, foi realizada uma coleta de dados de temperatura do ar e radiante dos painéis de fechamento e de umidade do ar, além de entrevistas com os atores locais.

Os dados de temperatura do ar e radiante dos painéis e de umidade do ar foram coletados às 14h00 e às 20h00 do dia 16/06/2006 e às 08h00 do dia 17/06/2006, tanto na sala de aula de *Superadobe* como em uma sala de aula edificada com tijolo cerâmico convencional, ambas com orientação solar semelhante. O objetivo da coleta de dados foi comparar, ao longo de um dia, o desempenho térmico entre os dois diferentes materiais, terra e tijolo cerâmico, verificando qual possuía melhor resultado quanto ao comportamento térmico.

Para medição, utilizou-se um radiômetro e um termo-higrômetro, sendo o radiômetro um aparelho que mede a radiação emitida por determinado material transformando-a em valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$); e o termo-higrômetro um aparelho que mede a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar (%). O radiômetro nos deu as temperaturas máxima, mínima e média dos painéis de fechamento (paredes) em

cada medição e, o termo-higrômetro, os valores máximo e mínimo de umidade nos ambientes internos das salas, além da temperatura do bulbo seco no momento da medição.

As entrevistas foram realizadas por meio de conversas informais com os indivíduos que estiveram envolvidos com a edificação, seja na fase de construção, seja apenas enquanto usuários, durante os dias 16 e 17 de junho de 2006.

Resultados e discussão

Nos estudos realizados com os construtores e usuários da obra, apurou-se que durante sua execução houve reclamações quanto ao trabalho ser muito pesado, comparando sempre com a feitura da alvenaria de tijolos cerâmicos convencionais, que já era conhecida por todos. A maioria preocupava-se principalmente sobre como a parede de terra iria se comportar em contato com as águas da chuva. Também aventavam quanto à resistência do material. Porém, já na execução, ficaram mais confiantes com os resultados que vínhamos obtendo no progresso da obra, pela observação de como o material estava se estabilizando.

Depois de pronta, o que desagradou foi o fato de que as paredes não terem ficado completamente planas, apresentando ondulações e as fissuras que apareceram. Em geral acham que a sala é mais fresca, agradável e bem isolada acusticamente. Colocam como aspecto interessante a sala ter uma forma diferente, fora do usual. Gostam de mostrá-la aos visitantes, como algo interessante, diferente e eficiente.

Passaram pela possibilidade da construção ser derrubada, por questões políticas envolvidas na nova administração municipal, e se colocaram na posição de defesa, alegando o motivo de terem sido eles, pais e professores, os construtores, não permitindo a derrubada e se propondo a realizar por conta própria a fase de acabamento.

A frase que melhor caracterizou a opinião geral foi: “Se não caiu até agora, não cai mais!” Ou seja, um confiar que ainda está sendo construído pela observação e acompanhamento. O sentido de apropriação do espaço foi claramente desenvolvido por todos, porém, o desconhecimento da técnica, lhes dava a devida prudência.

Dadas estas impressões e os resultados observados, avaliamos que o esquema de mutirão é, de fato, o mais recomendável para que haja

um revezamento adequado, não exigindo demasiado esforço de cada membro. Por não haver um número fixo de trabalhadores, variando entre quatro e seis, sendo que apenas três ou quatro estavam presentes todo o tempo, sobre estes incidiu alguma sobrecarga. Também se recomenda um aprendizado anterior ao começo da obra, onde todos os trabalhadores tenham a oportunidade de conhecer a técnica e a pratiquem, podendo estabelecer em que função se adaptaria melhor e decidir com o grupo a melhor forma do bom andamento dos trabalhos, para se obter o melhor resultado. Esse procedimento evitaria falhas e as ondulações acima citadas, que acreditamos ter sido fruto de uma variedade grande de pessoas trabalhando, que não estavam desde o início da obra, havendo sempre alguém ainda por se ambientar com o trabalho e aprender.

No período de um ano, tendo passado já por chuvas, a construção não apresentou nenhum sinal de infiltração, porém, apresentou algumas fissuras no reboco, em alguns casos devido ao acomodamento das paredes e, em outros, devido à má sustentação dada nos vãos. O material disponível para seu vergamento não foi adequado à espessura das paredes, cedendo aos esforços, sobrecarregando as esquadrias e resultando nas fissuras. Adiciona-se a estes fatores, o posicionamento das esquadrias que também teria sido mais bem sucedido se fosse centralizado no vão, já que as fissuras apareceram apenas no lado interno da construção, onde faceavam as esquadrias, conforme mostram as figuras 16 a 19.



Figura 16 – Fissura acima da janela.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

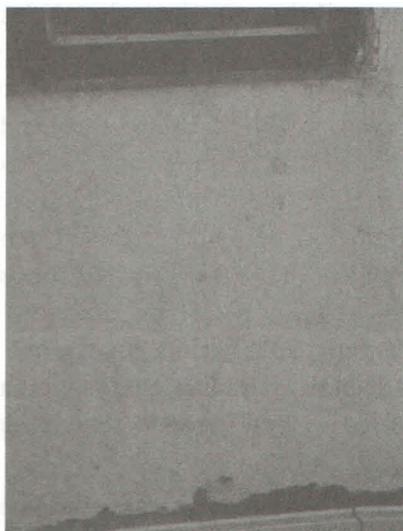


Figura 17 – Fissura abaixo da janela.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves



Figura 16 – Fissura acima da janela.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

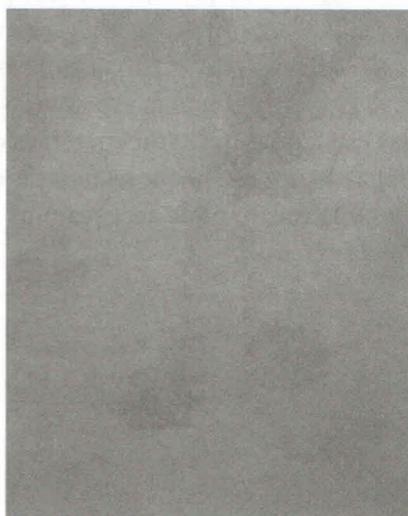


Fig. 19 – Fissuras no reboco exterior da
parede mais alta.
Foto: Julia Martinaitis Gonçalves

No tocante ao comportamento das variáveis climatológicas, temperatura radiante superficial, temperatura do ar e umidade do ar, as medições foram realizadas às 14h00 do dia 16/06/2006, às 20h00 do dia 16/06/2006 e às 08h00 do dia 17/06/2006, na sala de aula de

Superadobe e em uma sala de aula edificada com tijolo cerâmico convencional. O critério para escolha das paredes, onde foram realizadas tais medições, foi o de maior semelhança quanto à orientação e exposição solar, conforme a figura 20.

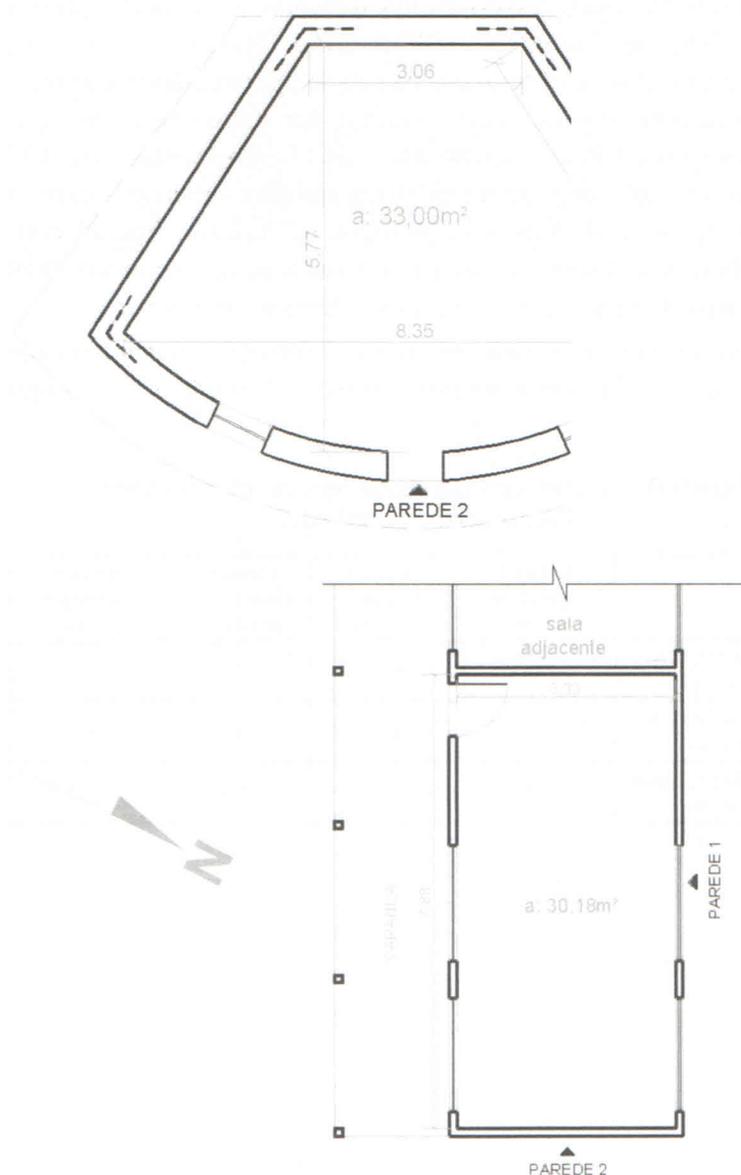


Figura 20 – Localização das salas em relação ao norte.

A situação do tempo em Mato Grosso, na época das coletas dos dados climatológicos, era boa, com céu limpo, sem nuvens.

Avaliamos, segundo os dados coletados nas medições, que as paredes de *Superadobe* obtiveram um resultado melhor no que diz respeito a um bom desempenho térmico, trazendo ao ambiente interno maior estabilidade de temperatura (variação ao longo do dia de 5,7°C, conforme tabela 04), enquanto que na sala de tijolos cerâmicos as temperaturas internas do ambiente tiveram maior amplitude de variação (8,1°C conforme tabela 04), obtendo uma diferença então de 2,4°C entre elas. Já a diferença de temperatura radiante superficial entre o painel de tijolo e o de *Superadobe* alcançou 6,7°C internamente, conforme tabela 02 às 14h00, sendo que os painéis de tijolo convencional apresentaram as maiores temperaturas riantes superficiais.

As tabelas que se seguem mostram as medições feitas em cada momento e em cada parede, apresentando os valores médios ao longo do dia.

Tabela 01 – Dados comparativos, leituras obtidas com Radiômetro - parede 01.

	Parede 01 Superadobe por dentro	Parede 01 Superadobe por fora	Parede 01 Convencional por dentro	Parede 01 Convencional por fora
Temp. Média (°C) 14h00 16/06/06	27,6	36,1	33,2	35,6
Temp. Média (°C) 20h00 16/06/06	24,7	23,2	28,1	26,6
Temp. Média (°C) 08h00 17/06/06	24,5	22,1	23,4	24,3

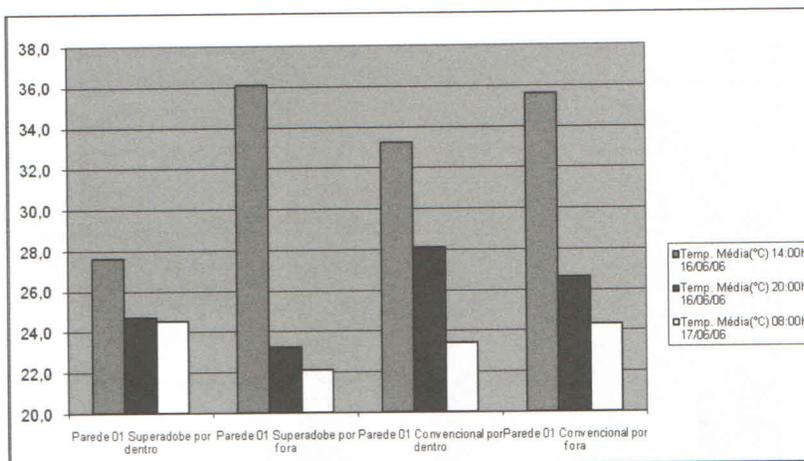


Figura 21 – Gráfico referente à tabela 01.

Tabela 02 – Dados comparativos, leituras obtidas com Radiômetro – parede 02

	Parede 02 Superadobe por dentro	Parede 02 Superadobe por fora	Parede 02 Convencional por dentro	Parede 02 Convencional por fora
Temp. Média (°C) 14h00 16/06/06	27,3	35,0	34,0	43,1
Temp. Média (°C) 20h00 16/06/06	25,0	23,6	26,8	25,0
Temp. Média (°C) 08h00 17/06/06	24,6	30,3	24,6	41,7

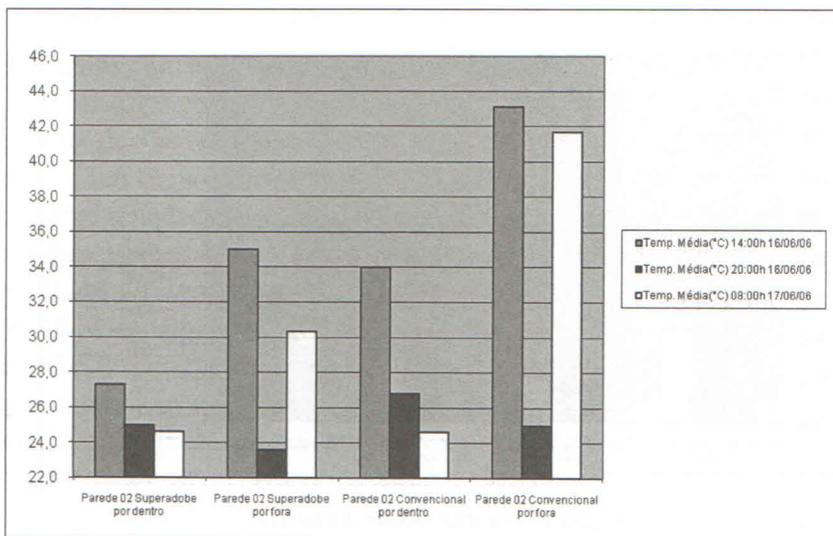


Figura 22 – Gráfico referente à tabela 02.

Comparando-se as tabelas 03 e 04, observamos que maiores valores de umidade relativa do ar estão diretamente ligados a menores valores de temperatura do ar (°C), tanto na construção com terra como na com tijolos cerâmicos. Ao longo do dia a umidade relativa se apresenta maior pela manhã, diminuindo até às quatorze horas e aumentando novamente à noite. Já a temperatura do ar (°C) é menor pela manhã, aumenta até às quatorze horas e diminui à noite.

Tabela 03 – Dados comparativos quanto à umidade relativa do ar obtido com Termo-Higrômetro.

	Umidade do Ar Sala Superadobe	Umidade do Ar Sala Convencional
Média (%) 14h00 16/06/06	48,8	47,6
Média (%) 20h00 16/06/06	70,2	71,2
Média (%) 08h00 17/06/06	61,5	61,0

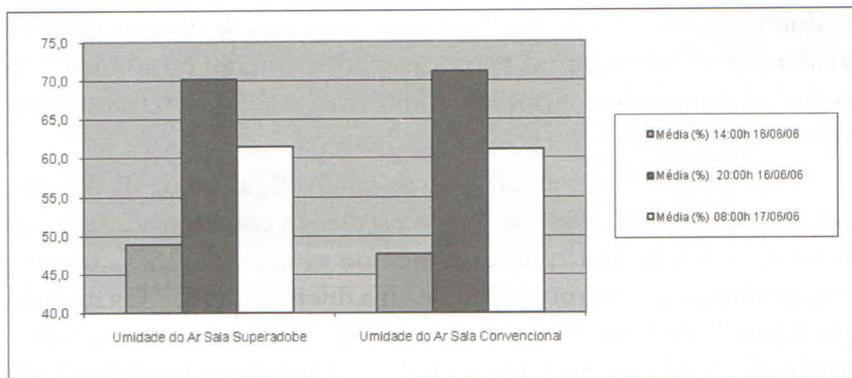


Figura 23 – Gráfico referente à tabela 03.

Tabela 04 – Dados comparativos quanto à temperatura ambiente obtido com Termo-Higrômetro.

	Temperatura do Ar Sala Superadobe	Temperatura do Ar Sala Convencional
Média (°C) 14h00 16/06/06	32,1	34,1
Média (°C) 20h00 16/06/06	26,4	26,0
Média (°C) 08h00 17/06/06	29,4	29,7

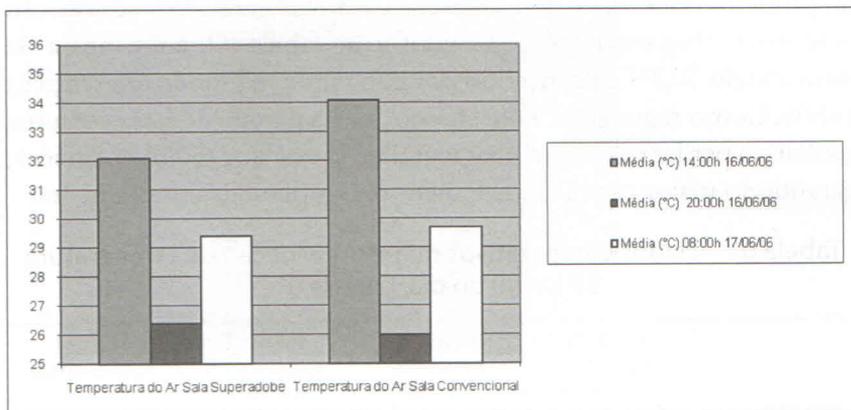


Figura 24 – Gráfico referente à tabela 04.

Analisando os dados, vemos que as paredes de *Superadobe* se caracterizaram como uma boa barreira a transmissão de calor. Considerando-se a variação de temperatura superficial ao longo do dia para cada lado das paredes, ou seja, dentro e fora, há uma diferença acentuada entre

os dois materiais em questão. Notamos que a parede de terra absorve o calor em seu lado externo, não alcançando o interior do ambiente. Já as de tijolos cerâmicos absorvem todo o calor de fora e o transmitem para o lado interno.

Conforme pode ser visualizado na tabela 05, a parede 01 de terra variou internamente $3,1^{\circ}\text{C}$ ao longo do dia em contraposição à parede 01 de tijolos cerâmicos que apresentou variação de $9,8^{\circ}\text{C}$, ou seja, transmitiu ao lado interno da parede uma diferença de $6,7^{\circ}\text{C}$ a mais do que a parede de terra. Já por fora, a parede 01 de terra obteve maior amplitude, tendo uma diferença de $2,7^{\circ}\text{C}$ em relação à amplitude da parede 01 de tijolos cerâmicos, face externa, ou seja, a parede de terra absorveu e manteve mais calor externamente, enquanto a parede de tijolos cerâmicos absorveu e transmitiu calor para o lado interno.

Na parede 02, conforme tabela 06, observou-se o mesmo comportamento, obtendo inclusive a mesma diferença entre as amplitudes, $6,7^{\circ}\text{C}$ internamente. Nesta parede há, no entanto, uma inversão em relação à parede 01 nas temperaturas obtidas por fora, com maior variação na de tijolos cerâmicos. Para melhor entendimento, observa-se nas tabelas 01 e 02, o que ocorreu durante o dia. Na figura 20, vemos que as paredes 02 receberam maior radiação solar pela manhã e que já no primeiro horário, 08:00h, a parede de tijolos cerâmicos se aqueceu bem mais, chegando a $41,7^{\circ}\text{C}$, conforme tabela 02, enquanto a de terra atingiu $30,3^{\circ}\text{C}$, alcançando por isso também grande diferença às 14h00. Como regra geral, constatamos que a parede de terra costuma ganhar ou perder calor com mais lentidão do que a de tijolos cerâmicos, garantindo maior estabilidade e menores amplitudes internamente.

Tabela 05 – Dados comparativos quanto à variação de temperatura ao longo do dia, parede 01.

	Parede 01 Superadobe por dentro	Parede 01 Superadobe por fora	Parede 01 Convencional por dentro	Parede 01 Convencional por fora
Varição ao longo do dia ($^{\circ}\text{C}$)	3,1	14,0	9,8	11,3

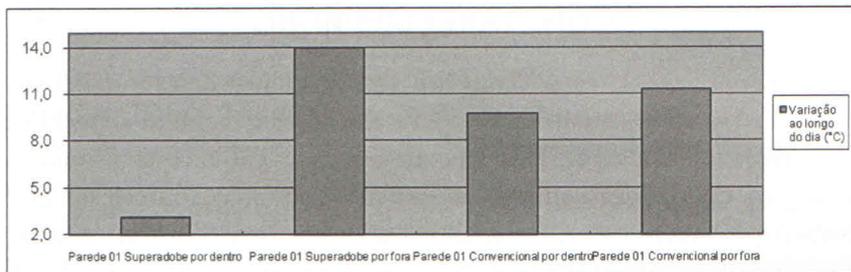


Figura 25 – Gráfico referente à tabela 05.

Tabela 06 – Dados comparativos quanto à variação de temperatura ao longo do dia, parede 02.

Dados comparativos entre construções com superadobe e tijolo convencional cerâmico em paredes de mesma orientação solar leituras obtidas com radiômetro

	Parede 02 Superadobe por dentro	Parede 02 Superadobe por fora	Parede 02 Convencional por dentro	Parede 02 Convencional por fora
Variação ao longo do dia (°C)	2,7	11,4	9,4	18,1

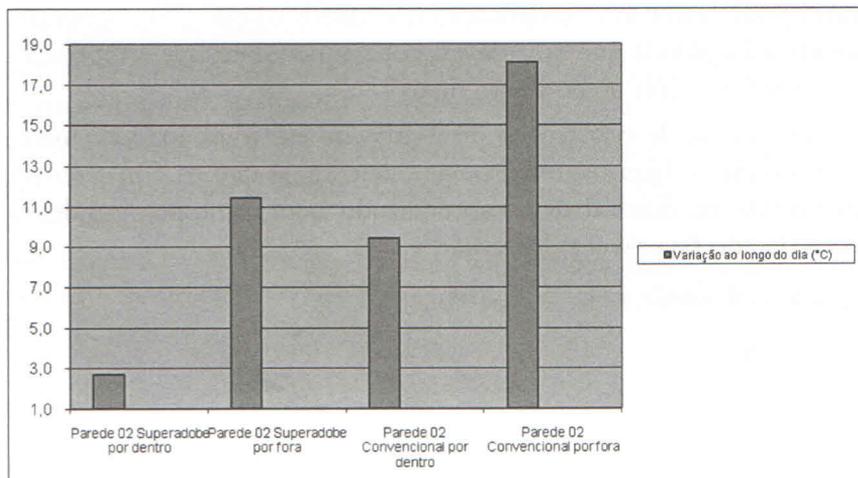


Figura 26 – Gráfico referente à tabela 06.

Considerações finais

Neste estudo de caso, observou-se um melhor desempenho térmico do *Superadobe* quanto à temperatura do ar e radiante superficial e umidade relativa do ar, mesmo com a constatação de que a situação ideal para comparação entre os materiais de construção deva ser a de construções idênticas, diferenciando apenas o material das paredes. Esta constatação não tira o mérito dos resultados obtidos, principalmente pelo fato de a construção de tijolos cerâmicos estar, em princípio, em situação privilegiada, com menos paredes expostas ao sol. E também porque apenas os dados de temperatura ambiente e umidade estão relacionados a outros aspectos da edificação. Os dados quanto às paredes estudadas dizem respeito exclusivamente ao próprio painel e sua temperatura radiante superficial média.

São resultados efetivos iniciais, onde se deve levar em conta todas as possíveis variáveis que podem ter influenciado na interpretação final, servindo de base e incitando novos estudos mais aprofundados e em situações mais controladas.

É importante que nas próximas pesquisas se investigue em que nível pode haver uma certificação dos dados obtidos, encontrando, assim, a amplitude que as variáveis coberturas, aberturas e exposição ao sol influenciam no conforto final.

O sistema de construção do *Superadobe* em mutirão, com materiais simples e baratos, mostrou-se eficiente, já que os construtores não revelaram dificuldade no aprendizado, bem como pelo resultado considerado favorável pelos usuários.

Referências

- Aga Khan Development Network. **The Aga Khan Award for Architecture 2004 The Ninth Award Cycle, 2002-2004**: Sandbag Shelter Prototypes, various locations. Disponível em <http://akdn.org/agency/akaa/ninthcycle/page_03txt.htm>. Acessado em 30 set. 2006.
- ARAÚJO, Robinson de C. **Estudo comparativo entre painéis verticais compostos por EPS e tijolo cerâmico de oito furos como isolantes térmicos para a região de Cuiabá-MT**. Cuiabá: UFMT, 2004. 83 p. (Dissertação de Mestrado).
- BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.
- GUARANTÃ DO NORTE, Prefeitura Municipal. GET - Grupo Especial de Trabalho. **Perfil Socioeconômico de Guarantã do Norte**. Guarantã do Norte: Prefeitura Municipal, 2003.
- JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- KHALILI, Nader. **Ceramic houses & Earth Architecture: how to build your own**. Hesperia: Cal-Earth Press, 2003.
- MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.
- ROCKETT, João; RAMOS, Vera M. F. Casa ecológica para o povo. **Revista Permacultura Brasil**. Brasília, edição 14 - Março 2004.
- SANCHES, João Carlos M. **O estudo de microclimas como ferramenta para o planejamento urbano**. Cuiabá: UFMT, 2005, 153 p. (Dissertação de Mestrado).
- WOJCIECHOWSKA, Paulina. **Building with earth: a guide to flexible-form earthbag construction**. White River Junction: Chelsea Green Publishing, 2001.