



## A “NOVATERRA” DOS XUCURU-KARIRI: ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO HABITACIONAL

Rosana S.B. Parisi (1); Ricardo V.R. Barbosa (2); Francisco A.S. Vecchia (3)

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental

Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA)

Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – Universidade de São Paulo (USP)

(1) e-mail: rparisi@pucpcaldas.br (2) e-mail: rvictor@sc.usp.br (3) e-mail: fvecchia@sc.usp.br

### RESUMO

Uma das maneiras de entender a habitação dentro da Arquitetura parte das expressões construtivas de forte caráter regional e estreita relação com sua adequação ao lugar. Porém, o panorama mais comum que hoje pode ser observado para a construção de moradias descarta o uso de materiais naturais, dos elementos construtivos originais e das tradições locais próprias, desprezando-se a experiência acumulada durante séculos. O presente trabalho buscou a retomada do uso de um material local na edificação de construções com vista à adequação climática. Nesse sentido, a pesquisa objetivou a avaliação do desempenho térmico de habitação edificada com “novaterra”, na Reserva Indígena Xucuru-Kariri, localizada na Fazenda Boa Vista, no município de Caldas-MG. Para tanto, foi feito o recorte de um episódio representativo do fato climático, baseado na abordagem dinâmica do clima, que permitiu a análise satisfatória em curto período de tempo cronológico. A avaliação de desempenho térmico partiu da análise correlativa das condições internas de temperatura (do ar e superficial) de uma habitação em “novaterra” e de uma habitação de bloco de concreto, tomada como testemunho de uma tecnologia construtiva convencional. Os resultados obtidos evidenciaram que a habitação em “novaterra” apresentou melhor desempenho térmico, demonstrando que essa tecnologia construtiva oferece condições mais favoráveis ao conforto e à habitabilidade para o clima local.

Palavras-chave: “novaterra”; desempenho térmico de habitações.

### ABSTRACT

The expressions of strong regional character and the narrow relation with its adequacy to the place are one of the forms to understand the concept of habitation in the Architecture. However, currently the construction of habitations discards the use of natural materials, the original constructive elements and the proper local traditions, disdaining the know how acquired per centuries. This work retakes the use of local material in the construction aiming at the climatic adequacy. Thus, it objectified the evaluation of the thermal performance of habitation constructed with “novaterra”, in the Reserve Xucuru-Kariri, located in the Boa Vista Farm, in the Caldas city, State of Minas Gerais, Brazil. For this, it was delimited a representative episode of the climatic fact, based in the dynamic boarding of the climate, that allowed the satisfactory analysis in short period of chronological time. The study of thermal performance was made through the correlation of the internal conditions (air temperature and surface temperature) of a habitation in “novaterra” and of a habitation of concrete block (certification of a conventional constructive technology). The results had evidenced that the habitation in “novaterra” presented thermal performance better, evidencing that this constructive technology offers conditions more favorable to the comfort and the habitability for the local climate.

Keywords: “novaterra”; thermal performance of habitations.

## **1 INTRODUÇÃO**

A concepção de habitação parte, naturalmente, da forma de abrigo. A evolução das habitações ao longo da história da humanidade, segue o processo de adaptação dos povos ao ambiente natural. De acordo com Olgay (1963), foi essa relação que determinou a forma de construir, as tipologias de construção e o uso dos materiais construtivos. Uma das maneiras de entender a habitação dentro da Arquitetura surge, então, das expressões construtivas de forte caráter regional e estreita relação com sua adequação ao lugar. A concepção de moradias ou unidades de habitação que guardam a relação com o lugar, entre outros aspectos, pode ser exemplificada através dos abrigos dos *Pueblos* localizado no Novo México, EUA, os da província de Honnan, no norte da China, os islâmicos, os egípcios, dentre outros, que se beneficiaram do emprego adequado dos materiais locais para a construção de habitações confortáveis. Na concepção desses abrigos já estavam presentes a busca pelo equilíbrio térmico entre o homem e o ambiente, ainda que de forma empírica.

Reforçando os exemplos anteriores, pode-se mencionar no século I d.C., Vitrúvio (Marcus Vitruvius Pollio), importante tratadista da Arquitetura Ocidental, que concebia o abrigo de forma indissociável da relação deste com os elementos do clima.

O abrigo evoluiu e novas tecnologias foram descobertas para produzi-lo ao longo de toda a história. O panorama mais comum que hoje pode ser observado para a construção de moradias descarta o uso de materiais naturais, dos elementos construtivos originais e das tradições locais próprias, desprezando-se a experiência acumulada durante séculos. Quase todo o mundo ‘moderno’ e contemporâneo se rendeu à industrialização de materiais de construção.

No Brasil, a maioria das construções implantadas por programas habitacionais parte de um modelo preestabelecido para todo território nacional. A mesma tipologia de projeto e sistema construtivo é adotada para diferentes regiões, desconsiderando aspectos culturais, sócio-econômicos, tecnológicos e climáticos. Essa prática tem comprometido a qualidade de habitabilidade, sobretudo no que tange ao canal de percepção do conforto térmico nas habitações.

### **1.1 O legado esquecido do uso da terra em habitações de interesse social**

Quando se pensa em habitações de interesse social, se por um lado, a industrialização “facilitou” a produção de componentes para a construção de moradias, pelo outro este processo, dia-a-dia, vem gerando habitações com o mínimo de qualidade e conforto. A produção dos materiais industrializados de baixa qualidade, além de intensificarem a precariedade dessas habitações, contribui para a degradação do meio ambiente, uma vez que a queima de tijolos, a alta produção e consumo de cimento e ferro gera índices elevados de emissão de CO<sub>2</sub>, entre outros aspectos.

Pode-se agrupar às habitações de interesse social as habitações rurais e as especificamente indígenas: ainda que a história brasileira destaque a produção de habitações com o emprego da terra desde os primeiros anos do período colonial, na atualidade, pouco se tem feito para resgatar as tradições construtivas brasileiras e para reforçar a constituição de uma identidade construtiva que perpetue a memória e a história local.

A Casa Bandeirista do Sítio do Padre Inácio em Cotia-SP ou as sedes das Fazendas Santo Antônio e Sapucaia, no município de Santa Leopoldina-ES são exemplos das diversas habitações rurais espalhadas por todo o território nacional em que o emprego da terra crua se deu através de técnicas construtivas como a taipa de pilão, taipa-de-mão ou pau-a-pique e adobe, para mencionar aquelas corriqueiramente encontradas.

Entre as moradias indígenas, podem-se destacar antigos agrupamentos de índios Pataxós, encontrados próximos da costa brasileira, que empregaram a terra como material construtivo predominante em suas habitações. Também os índios Xucuru-Kariri, originários de Palmeira dos Índios- AL, empregaram a terra em suas habitações. As primeiras fotos encontradas dos agrupamentos Xucuru destacam o emprego da taipa-de-mão ou pau-a-pique nas construções, assim como relatos colhidos junto do agrupamento da Fazenda Canto, em Alagoas e algumas casas encontradas neste local reforçam as imagens mais antigas.

## **1.2 A etnia Xucuru-Kariri**

Um grupo remanescente da etnia Xucuru-Kariri foi assentado pela FUNAI em Caldas-MG, desde o final de maio de 2001. Constituído de cerca de 57 índios distribuídos em 11 famílias, sob a liderança do Cacique Warkanã de Aruanã (José Sátiro), tal grupo ocupou as casas de alvenaria da Fazenda Boa Vista, além de adaptar um barracão encontrado no local como moradia provisória para mais três famílias. Algum tempo depois, construíram duas casas em pau-a-pique, resgatando a antiga técnica que lhes era familiar.

O pároco da Igreja de São Pedro de Caldas, cidade vizinha ao local onde os Xucuru foram assentados, construiu, a partir de 2002, uma habitação através de um sistema convencional que empregava blocos de concreto e com de cerca de 60 m<sup>2</sup>. Tal moradia foi erguida com a ajuda de uma instituição católica holandesa. Ao todo, na Reserva de Caldas, o conjunto de edificações atingiu 11 moradias. Porém, menos de um ano depois, mais seis famílias chegaram ao local e o cacique passou a reivindicar, junto a entidades da região, auxílio para a construção de novas habitações. Foi quando em 2003, a PUC – Minas, *campus* de Poços de Caldas estabeleceu contato com os Xucuru e procurou ajudá-los atingir seus propósitos.

No ano seguinte, com verba remanescente da Campanha da Fraternidade cujo tema havia sido os índios, foram iniciadas três novas unidades de habitação utilizando a terra crua como material predominante.

A escolha de terra se deveu justamente ao fato de os Xucuru-Kariri já conhecerem e construírem com este material, pretendendo-se remeter, através das novas habitações, à identidade construtiva dos índios de forma adaptada ao contexto e aos materiais locais. Assim, a “novaterra” é uma adaptação da taipa-de-mão ou pau-a-pique. O melhoramento da tecnologia se deu a partir de estudos de variações da mesma taipa de mão encontrados na Colômbia (*Bahareque*); no Peru (*quincha peruana*) e no Sul do México (*Bajareque*). A diferença é que a “novaterra”, assim batizada pelo cacique do grupo remanejado porque Caldas representaria para esses índios a “terra prometida”, emprega um embasamento de tijolos cozidos, a fim de reduzir os problemas de comprometimento das paredes por umidade, e depois os painéis (entramoto) de bambu, encontrado junto à própria reserva, impermeabilizado de forma artesanal, sobre o qual se aplica o emassamento de terra e palha de milho triturada, também abundante no local.

## **2 OBJETIVO**

A partir do exposto, o presente trabalho objetivou a avaliação do desempenho térmico de habitação edificada com “novaterra”, na Reserva Indígena Xucuru-Kariri, localizada na Fazenda Boa Vista, no município de Caldas-MG. A pesquisa pautou-se na análise correlativa das condições internas de temperatura (do ar e superficial) de uma habitação em “novaterra” e de uma habitação de bloco de concreto, tomada como testemunho de uma tecnologia construtiva convencional.

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 A Reserva Indígena Xucuru-Kariri de Caldas**

O grupo liderado pelo Cacique Warkanã de Aruanã foi assentado definitivamente na Fazenda Boa Vista, em Caldas, na região Sul do Estado de Minas Gerais desde maio de 2001. Através de ações da FUNAI – Fundação Nacional do Índio, a Fazenda Boa Vista, que pertencia ao patrimônio da União, teve sua posse definitiva concedida a este grupo remanescente da etnia alagoana Xucuru-Kariri.

Devido aos violentos conflitos ocorridos dentro do próprio grupo étnico, o grupo remanescente abandonou a Fazenda Canto, em Palmeira dos Índios-AL, dirigindo-se provisoriamente para Ibotirama, na Bahia e daí, em seguida, para Nova Glória, no mesmo estado, onde ganhou em 1986 a posse de terra da Fazenda Pedrosa, distrito de Quixaba. Por causa das secas prolongadas, do temor das cheias e enchentes do Rio São Francisco e ainda por conflitos com fazendeiros e posseiros da região este grupo liderado pelo Cacique Warkanã de Aruanã (José Sátiro do Nascimento) acabou deixando a

Fazenda Pedrosa, cerca de 15 anos depois,. Novamente pressionando a FUNAI, foram assentados provisoriamente no Distrito da Guarda, em São Gotardo, no Norte do Estado de Minas Gerais de onde saíram em maio de 2001 para, finalmente, serem assentados na Fazenda Boa Vista, a 6 km do centro urbano de Caldas, na região Sul do Estado de Minas Gerais. A propriedade possui 102 hectares e guarda semelhanças com o relevo da Fazenda Canto em Alagoas, de onde os Xucuru partiram há alguns anos.

Quanto ao clima da região, de acordo com a classificação de W. Koeppen, Caldas se localiza em uma zona subtropical com invernos secos e verões brandos, com tipo climático Cwb-mesotérmico. O ritmo climático é caracterizado por avanços da massa Polar Atlântica.

### **3.2   Tecnologias e tipologias construtivas**

A Fazenda Boa Vista, ora Reserva Indígena Xucuru-Kariri, já possuía 10 habitações e um barracão quando lá chegaram os índios em maio de 2001. As moradias existentes foram construídas em tijolos queimados, rebocadas e pintadas com tinta à base de cal. Todas as habitações foram construídas com telhados em duas águas, cobertas com telhas do tipo capa-e-canal. As três habitações maiores possuem terraços avarandados com cobertura separada do corpo principal da moradia. Com exceção do barracão, as demais também possuem pequenos terraços. Não há informações sobre a data que tais construções foram edificadas, provavelmente no final da década de 60 do século XX, em decorrência de alguns dos materiais empregados nos pisos e revestimentos. Porém, todas se encontram em estado precário de conservação, carecendo de manutenção (reconstituição de reboco e pintura, substituição de vidros quebrados, reforma de aberturas, etc.).

#### *3.2.1   A edificação testemunho*

A moradia denominada como ‘testemunho’ foi construída em sistema convencional empregando blocos de concreto em sua alvenaria, com revestimento em reboco, piso executado com cimento queimado, sarrafeado e desempenado, esquadrias de ferro industrializadas e cobertura onde foram empregados engradamento de madeira e telhas cerâmicas do tipo romanas, sem laje ou forro. Esta habitação, construída em 2004 com recursos fornecidos por um grupo católico holandês possui uma área construída de 55,55 m<sup>2</sup>, incluindo a varanda, e é composta de dois dormitórios, copa/cozinha, sala de estar e banheiro, executada aos moldes de habitações urbanas de interesse social. Uma curiosidade diz respeito aos fechamentos para as esquadrias desta moradia: os índios, literalmente, lacraram as aberturas com pedaços de *madeirit* ou folhas de eucatex, a fim de se protegerem contra o frio e as intempéries. Até o momento a habitação não recebeu externamente qualquer tipo de pintura que realizasse proteção ao revestimento externo. A queixa dos moradores desta edificação diz respeito ao frio intenso durante os meses de maio a agosto e o calor excessivo durante os meses de novembro a fevereiro.

#### *3.2.2   A edificação em “novaterra”*

A habitação de “novaterra” foi construída entre 2004 e 2005 com recursos fornecidos por uma parceria entre a Associação Cáritas Brasileira e a PUC – Minas, *campus* de Poços de Caldas e corresponde a uma habitação com 93,55 m<sup>2</sup>, incluindo-se uma varanda de 12,85 m<sup>2</sup>.

Nesta habitação procurou-se resgatar o conhecimento da tecnologia em terra, especificamente o pau-a-pique, pelos índios, melhorando e adaptando tal sistema construtivo às especificidades do lugar. Foi utilizada uma estrutura de canaletas de concreto nas fundações com arranques de barras de ferro a cada 1,20 m, barras que foram conectadas às colunas de madeira. Nos entrecolúnios, foi erguido um embasamento de tijolos cozidos (cinco fiadas) sobre o qual foi montado o entramado de bambu. Para o preenchimento da estrutura composta por eucalipto e bambu foi empregada a terra local peneirada, misturada à palha de milho triturada, abundante no local. Tanto a estrutura de eucalipto quanto de bambu recebeu proteção através de tratamento caseiro com a aplicação de óleo queimado (eucalipto) e borato de cobre cromatado (Borax). A cobertura foi executada com estrutura de madeira de eucalipto e coberta com telhas de barro do tipo romanas. O forro da habitação em novaterra somente foi colocado nos quartos recentemente, executado com esteira de palha sobre a qual foi ligada uma subcobertura confecionada com caixas de leite *tetrapak* recicladas. Salienta-se, entretanto, que a análise térmica do presente trabalho contempla o período anterior à colocação do referido forro.



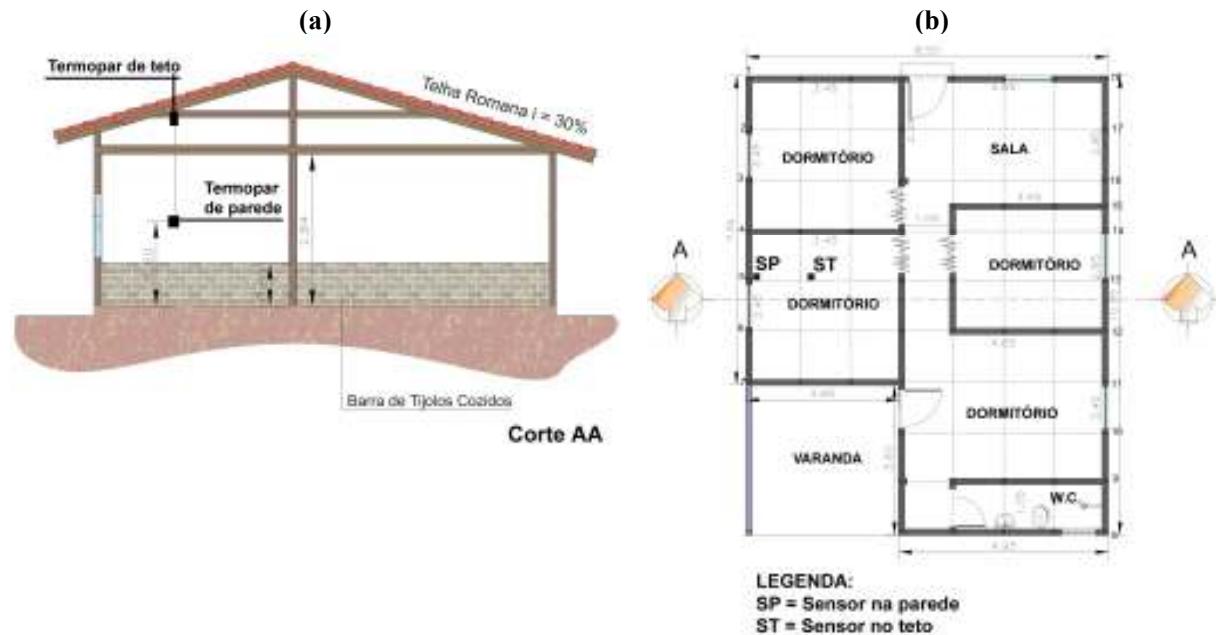
**Figura 1** – Habitações monitoradas: (a) em bloco de concreto e (b) em “novaterra”.

### 3.3 Registro dos dados de temperatura

Foram monitorados os valores de temperatura do ar em um dos ambientes de cada habitação, além de valores de temperatura superficial de uma das paredes (parede Norte). Para tanto, foi usada a metodologia de análise pautada na abordagem dinâmica do clima, proposta por Monteiro (1969) e utilizada por Vecchia (1997), que permitiu a avaliação de desempenho térmico em curto período de tempo, com maior representatividade do fato climático.

O registro dos valores de temperatura do ar interno de cada habitação foi tomado a partir de dois *dataloggers* HOBO, modelo H8 Pro, instalados no centro geométrico de um dos cômodos localizados a Noroeste. O registro dos valores de temperatura superficial foram tomados por meio de cabos termopares HOBO, modelo TMCx-HA, conectados ao canal externo dos *dataloggers*. Foi monitorada a parede Norte das habitações.

Os *dataloggers* foram programados para tomar leituras automáticas a cada 20 segundos, as quais foram contabilizadas em média a cada 30 minutos, correspondendo a 180 leituras por hora<sup>1</sup>.



**Figura 2** – (a) planta baixa e (b) detalhe de colocação de sensores na habitação em “novaterra”.

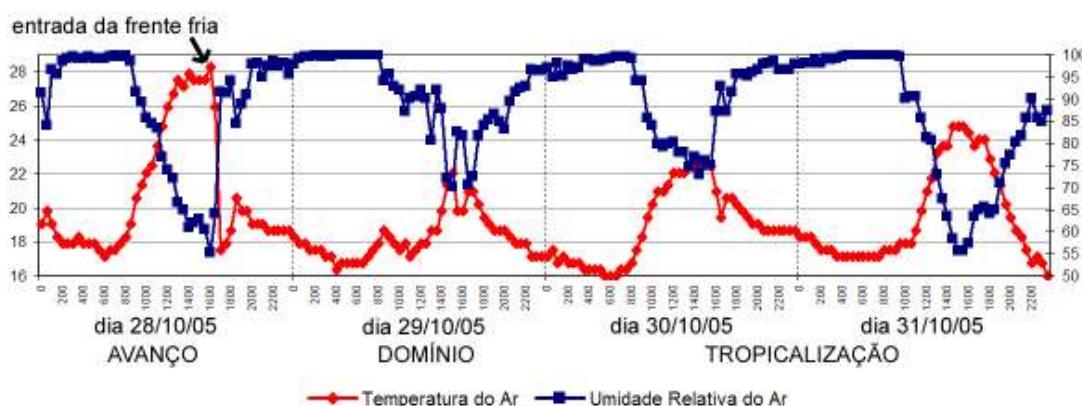
<sup>1</sup>Estas leituras significam o dobro daquilo que propõe a norma da Organização Mundial de Meteorologia – OMM, ainda que a preocupação no presente trabalho fosse responder às perguntas da pesquisa proposta com o máximo de precisão dos dados registrados de maneira automática.

### 3.4 Período de análise

O recorte do período de análise foi realizado a partir de dados meteorológicos coletados em superfície por meio de medições da temperatura do ar exterior com dataloggers HOBO, modelo H8 Pro, com a mesma programação usada para registro dos valores da temperatura do ar interna e superficial das paredes. As informações registradas foram armazenadas mediante a utilização do equipamento *HOBO Shuttle* e processada mediante programa computacional específico (*Boxcar Pro 4.3*).

A partir dos dados obtidos, foi feito o delineamento de um episódio representativo do fato climático por meio do comportamento habitual de cada tipo de tempo, conforme Monteiro (1969).

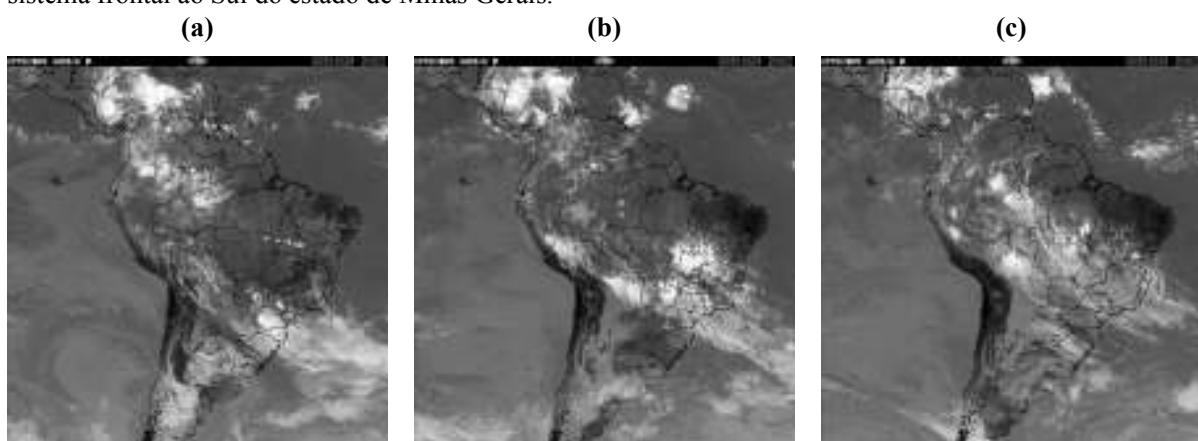
A partir do gráfico de temperatura e umidade relativa do ar, pode-se observar a penetração de uma frente fria sobre a região no dia 28, aproximadamente às 16h30. A entrada da frente foi notada por um pico seguido de queda brusca dos valores de temperatura do ar e aumento significativo nos valores de umidade relativa do ar.



**Figura 3** - Valores de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) registrados sobre a área de análise entre os dias 28/10/05 e 31/10/05, identificado como episódio representativo do fato climático, com entrada de frente fria no dia 28, aproximadamente às 16h30.

O Climanálise (2005) confirmou a penetração da frente fria sobre a região Sul do estado de Minas Gerais no dia 28/10/05, indicando-a como a oitava frente fria a entrar no Brasil no mês de outubro. Ainda de acordo com o boletim, as massas de ar frio atuantes sobre o Brasil nesse mês foram de fraca intensidade, o que justifica o curto período de domínio (apenas um dia) apresentado no gráfico acima.

A entrada da frente pode ser observada, também, por meio de análise de imagens da América do Sul captadas pelo satélite GOES entre os dias 28 e 31 de outubro de 2005, onde se observa o avanço do sistema frontal ao Sul do estado de Minas Gerais.



**Figura 4** – Imagens da América do Sul captadas pelo satélite GOES nos dias (a) 28/10/05; (b) 29/10/05; e (c) 30/10/05, às 13h00 UTC.

**Fonte:** INPE

A partir dessas análises, os dias 28, 29, 30 e 31 de outubro de 2005 foram delimitados como um episódio representativo do fato climático de primavera.

Com relação aos valores de temperatura do ar, o dia 28 apresentou o valor mais elevado no episódio analisado, com máxima absoluta de 28,3°C, às 16h00 (pico que antecede a penetração da frente fria sobre a região), além de grande amplitude térmica diária (11,2°C).

O dia 29 apresentou valores moderados de temperatura do ar com reduzida amplitude diária (mínima absoluta de 16,4°C e máxima absoluta de 22,1°C), indicativo do domínio da massa Polar Atlântica sobre a região.

Vale registrar que os dias seguintes acompanharam a tendência de valores moderados de temperatura do ar, com máximas absolutas de 22,5°C e 24,8°C, respectivamente; porém, observou-se consecutivo aumento da amplitude térmica diária (6,5°C, no dia 30; e 8,8°C, no dia 31). Este fator é indicativo da fase de tropicalização (VECCHIA, 1997).

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Temperatura do ar interior

A partir da correção dos valores de temperatura do ar no interior das duas edificações, mostrou melhor desempenho térmico da edificação de “novaterra”, nos quatro dias analisados. As maiores diferenças de temperatura do ar interior nas duas edificações foram registrados nos dias 28/10/05 (fase de avanço) e no dia 31/10/05 (fase de tropicalização).

A tabela 1 sintetiza os valores de temperatura do ar registrados no período analisado.

**Tabela 1** – Valores de temperatura do ar no interior das duas habitações monitoradas e do ar exterior no horário de maior diferença térmica entre as duas habitações no período analisado.

dia	Novaterra	Bloco	Ar ext.	Ar - NT	Bl - NT	Ar - Bl	hora
28	24,8	28,3	28,3	3,5	3,5	0	16h00
29	19,4	21,3	19,8	0,4	1,9	-1,5	16h00
30	20,6	24,0	22,5	1,9	3,4	-1,5	15h00
31	22,1	25,9	24,4	2,3	3,9	-1,6	16h00

A análise diária dos resultados mostrou que na fase de avanço, dia 28/10/05, a diferença de temperatura do ar entre as duas edificações foi de 3,5°C, ocorrendo às 16h00, coincidindo com o horário de maior aquecimento do ar exterior. Nesse horário, a diferença de temperatura entre o ar exterior e a habitação de “novaterra” foi de 2,7°C, enquanto na habitação testemunho encontrava-se 0,3°C mais aquecida que o ar exterior. Esse resultado evidencia o bom desempenho térmico da habitação em “novaterra” frente ao calor.

Na fase de domínio da massa Polar Atlântica, dia 29/10/05, a maior diferença de temperatura entre as duas habitações foi de 1,9°C, às 16h00. Nesse horário, a diferença de temperatura do ar exterior e da habitação em “novaterra” foi de apenas 0,4°C, valor insignificante quanto à sensação térmica.

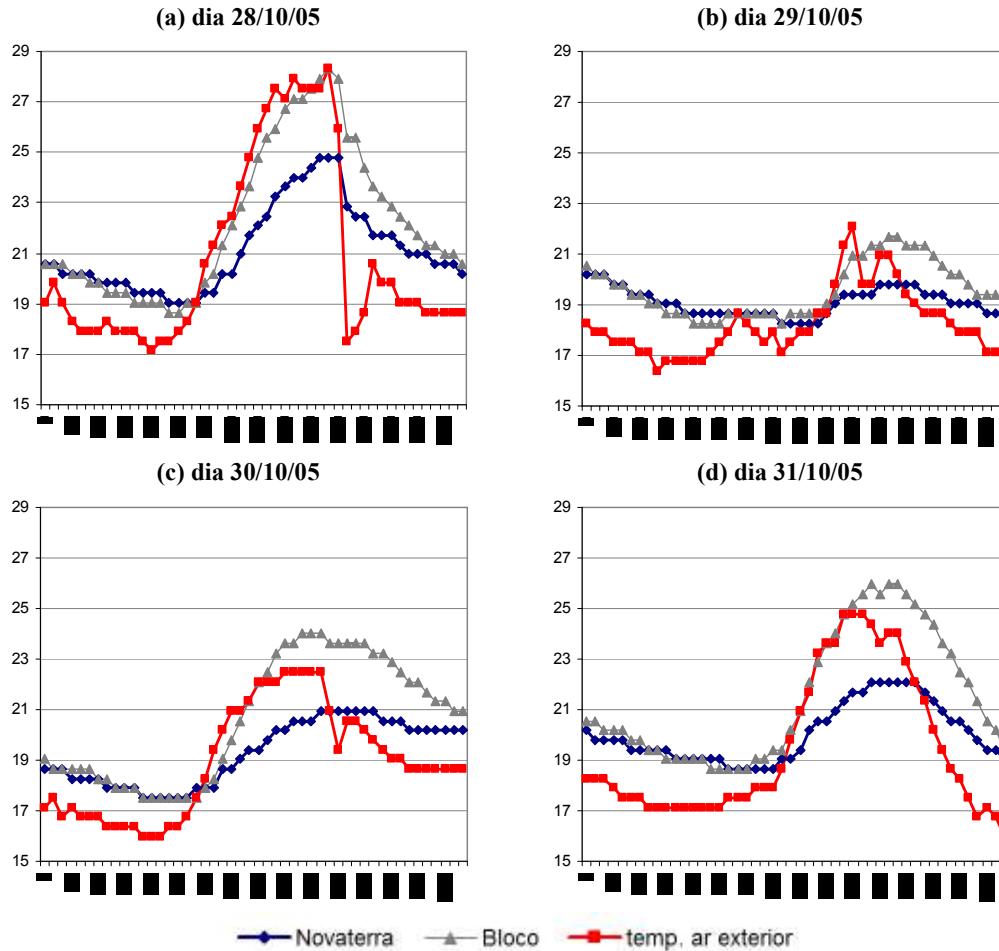
Na fase de tropicalização a diferença de temperatura do ar voltou a ser significativa entre as duas habitações. No dia 30/10/05 a diferença foi de 3,4°C, às 15h00. Nesse horário, a diferença entre a temperatura do ar exterior e a temperatura do ar na habitação em “novaterra” foi de 1,9°C, evidenciando bom desempenho térmico da habitação. A habitação em bloco registrou valor de temperatura do ar interna superior à temperatura do ar externa, para este mesmo horário. Esse fato, mostra a inadequação desse tipo de habitação para o local da Reserva Indígena Xucuru-Kariri.

As diferenças de temperatura do ar encontradas no dia 31/10/05 foram ainda maiores. A diferença de temperatura do ar no interior das duas edificações foi de 3,9°C, às 16h00, posterior ao horário de maior aquecimento do ar exterior, que ocorreu às 14h30. Esse fato pode ser explicado pela maior intensidade

de radiação solar na fase de tropicalização, visto que esta fase apresenta céu claro até a aproximação de uma nova frente. Assim, o melhor desempenho da habitação em “novaterra” deve-se à inércia térmica proporcionada pela técnica com barro.

No horário de maior aquecimento do ar exterior, a diferença de temperatura do ar no interior da edificação de “novaterra” foi de 3,5°C, enquanto na edificação testemunho esta diferença foi nula.

O gráfico 1 mostra o desempenho térmico das duas habitações com registro horário dos valores de temperatura do ar.



**Gráfico 1** - Comportamento térmico da temperatura do ar interna nas duas edificações monitoradas e da temperatura do ar exterior nos dias (a) 28/10/05, (b) 29/10/05, (c) 30/10/05 e (d) 31/10/05, tomados por leitura automática a cada 20 segundos, contabilizados em média a cada 30 minutos.

#### 4.2 Temperatura superficial da parede

A tabela 2 sintetiza os valores de temperatura do ar registrados no período analisado.

**Tabela 2** – Valores de temperatura superficial da parede Norte das duas habitações monitoradas no horário de maior diferença térmica entre as duas habitações no período analisado.

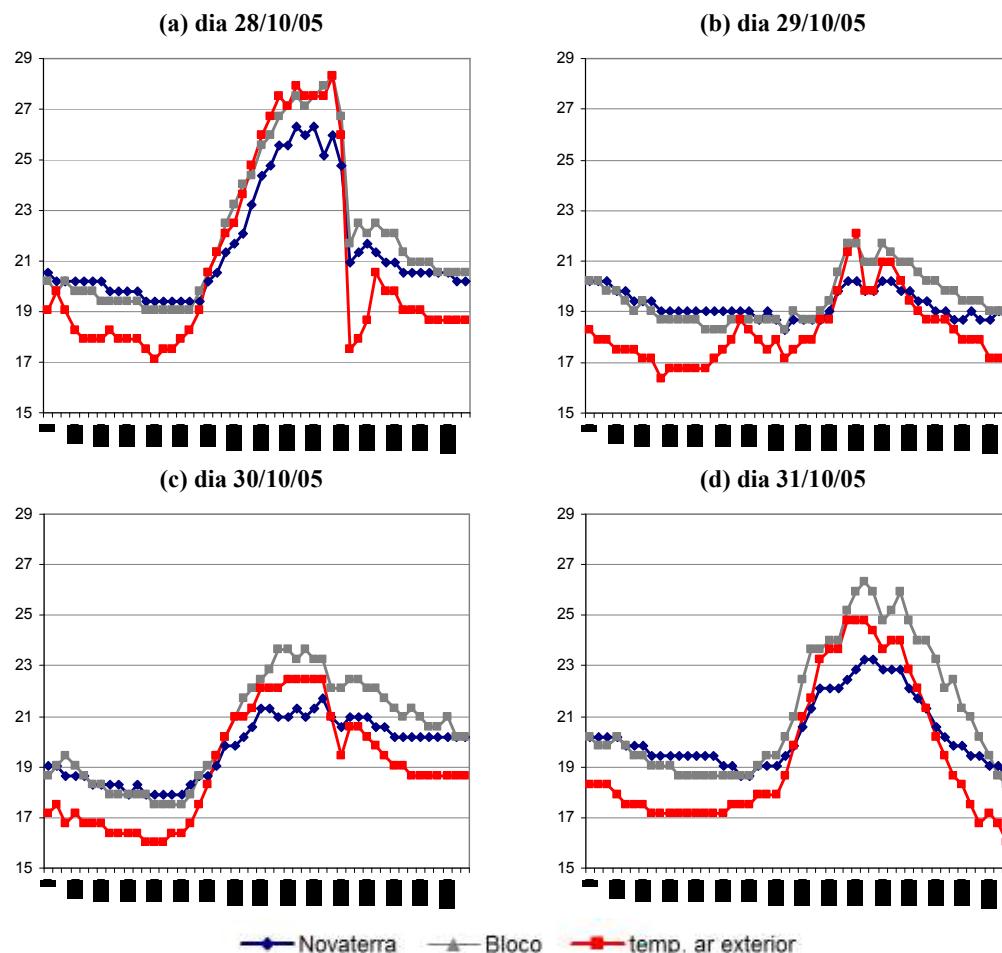
dia	Novaterra	Bloco	Bl - NT	hora
<b>28</b>	25,9	28,3	<b>2,4</b>	16h00
<b>29</b>	20,2	21,7	<b>1,5</b>	15h00
<b>30</b>	20,9	23,6	<b>2,7</b>	14h30
<b>31</b>	23,2	26,3	<b>3,1</b>	15h30

Na fase de avanço, dia 28/10/05, observou-se diferença significativa na temperatura superficial das duas habitações, na ordem de 2,4°C. Esse resultado evidencia melhor comportamento térmico da “novaterra” quanto à troca térmica por radiação entre a parede envolvente e o usuário. Esse resultado já era esperado devido à propriedade física do barro (bom isolante térmico).

Na fase de domínio da massa Polar Atlântica, a diferença de temperatura superficial diminuiu para ordem de 1,5°C. Esse comportamento está ligado à redução da radiação solar direta, característica da fase de avanço, com tempo instável e encoberto.

Nos dias seguintes, na fase de tropicalização, a diferença de temperatura superficial da parede voltou a aumentar. No dia 30/10/05 a diferença foi de 2,7°C, chegando à 3,1°C no dia seguinte. Esse aumento deve-se à maior incidência de radiação solar direta nessa fase, caracterizada por céu claro. Observa-se, assim, o melhor desempenho da habitação em “novaterra” para o período analisado.

O gráfico 2 mostra o desempenho térmico das duas habitações com registro horário dos valores de temperatura superficial da parede.



**Gráfico 2 –** Comportamento térmico da temperatura superficial da parede Norte nas duas edificações monitoradas e da temperatura do ar exterior nos dias (a) 28/10/05, (b) 29/10/05, (c) 30/10/05 e (d) 31/10/05, tomados por leitura automática a cada 20 segundos, contabilizados em média a cada 30 minutos.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A abordagem dinâmica do clima, a partir do recorte de um período representativo do fato climático, permitiu a análise satisfatória de desempenho térmico de duas habitações em curto período de tempo cronológico.

A avaliação do comportamento térmico das duas habitações, expressos através da reposta térmica frente ao calor, evidenciou que a habitação em “novaterra” apresenta melhor desempenho térmico, demonstrando que essa tecnologia construtiva oferece condições mais favoráveis ao conforto e à habitabilidade para o clima local.

A habitação em “novaterra” apresentou, também, melhor desempenho quanto à análise da temperatura superficial da envolvente. Esse fato sugere que o material “novaterra” propicia menor troca térmica por radiação entre a envolvente e o usuário – fator de suma importância para análise de conforto térmico, embora pouco considerado nas análises de desempenho térmico de habitações.

Assim, os resultados sugerem que o sistema construtivo “novaterra” oferece vantagens em relação ao sistema convencional, abrindo espaço para novas pesquisas no que diz respeito à utilização da terra crua em habitações rurais e habitações indígenas, sempre que o emprego de tal tecnologia adaptada e melhorada seja adequado ao contexto local e em alguma medida sirva para estabelecer um elo com as tecnologias construtivas coloniais, resgatando assim a memória e a identidade construtiva brasileiras.

## **6 REFERÊNCIAS**

- CYTED/HABYTED PROTERRA. Proyecto XIV.6, Julio del 2003, Primera Parte. Capítulo 2. 9. Bahareque y Pau-a-pique, pp.257-283.
- CLIMANÁLISE – Boletim de Monitoramento e Análise Climática. São José dos Campos, V.20, n.10, out./2005. disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/1005/index.html>> acesso em: 14/jan./2008.
- GIVONI, B. Climate Considerations in Building and Urban Design. New York:Van Nostrand Reinhold Co., 1998.
- GIVONI, B. & VECCHIA, F.A.S. (2001). Predicting thermal performance of occupied houses. Florianópolis-SC: Proceedings do 18<sup>th</sup> International Conference on Passive and Low Energy Architecture- PLEA.
- MONTEIRO, C.A.F. (1969). Análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade climática e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Instituto de Geografia-IGEOG-USP, Série Teses e Monografias nº 1.
- OLGYAY, V. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. New Jersey: Princeton University Press, 1963.
- PARISI,R.S.B , CASTAÑEDA,G.N. & VECCHIA, F.A.S. (2006). “O *bajareque* de Chiapas, México e a “Novaterra” de Minas Gerais, Brasil: um experimento integrado para a avaliação comparativa do comportamento térmico de duas moradias em terra crua”. In Terra em Seminário 2007: V Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. Lisboa: Argumentum, 2007.
- VECCHIA, F. (2005). “Climatologia aplicada ao Ambiente Construído: análise climática, avaliação e previsão do comportamento térmico de edificações ocupadas”. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC USP). Textos sistematizados apresentados para o Concurso de Livre-Docência.
- VECCHIA, F. (1997). Clima e Ambiente construído. A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (FFLCH USP). Tese de doutoramento.
- ZAVATTINI, J. A. (2004). Estudos de Clima no Brasil. Campinas: Alínea, 2004.