

CLIMA E DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÕES EM SAN ANTONIO DE LOS BAÑOS, CUBA

Adeildo Cabral da Silva (1); Francisco Vecchia (2)

(1) Geógrafo, Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental – USP / CEFET – CE, R. 13 de Maio, 2081 – Benfica, cep: 60040-531- e-mail: adeildo@sc.usp.br

(2) Professor Doutor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – SP, Universidade de São Paulo. e-mail: fvecchia@sc.usp.br

RESUMO

A presente investigação tem por objetivo a aplicação da Climatologia Dinâmica e sua influência na avaliação de desempenho térmico de habitações na comunidade de Las Mercedes, município de San Antonio de Los Baños, província de La Habana, Cuba. As moradias foram construídas dentro do Programa de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED), sendo a primeira experiência do Sub-Programa HABYTAD, Projeto XIV.5 “Con Techos”. Considerando o clima da região tropical, de características quente e úmido, particularidades da circulação atmosférica sobre o território, foram definidos os pontos de monitoramento interno das habitações, temperatura de bulbo seco (tbs) e temperatura superficial (tsi), adotando-se para esse estudo a formação de três blocos de moradias: 1º (habitações de dois andares), 2º (dois andares e térreas) e 3º (térreas). Pode-se, portanto, depreender que os três blocos apresentaram, durante a maior parte do episódio representativo de 02 a 06 de janeiro de 2002 (inverno no Hemisfério Norte) analisado, temperaturas interiores do ar superior aos valores de temperatura do ar externa.

ABSTRACT

This research intends to apply Dynamic Climatology and its interference on evaluation of house's thermal performance, at Las Mercedes Community, San Antonio de Los Baños municipality, La Habana. These houses were built by CYTED (Science and Technology Program for Development). This is the very first experience of Sub-Program HABYTAD, Project XIV.5 “Con Techos”. Considering tropical region climate, with warm and humid characters, and also atmospheric flow particularities over Cuban territory, indoor monitoring points were defined (dry bulb temperature (tbs) and superficial temperature (tsi)), adopting three sets of houses: 1º two floors houses; 2º two floors and on shore houses; 3º on shore houses. So, it could be inferred all of three sets presented, during majority of time, i.e., representative episode from January 02 to 06 (winter at North Hemisphere), indoor air temperatures higher than outdoor air temperature's values.

1. INTRODUÇÃO

A função da moradia é proteger os indivíduos das intempéries a que estão sujeitos, mantendo em seu interior uma proteção contra os rigores do clima. Uma vez que a moradia não atenda a esse princípio de conforto, os indivíduos ficam expostos ao surgimento de patologias físicas ou psíquicas. O interior das habitações apresenta condições ambientais particulares, diferentes das do ambiente externo e, teoricamente, mais adequadas à ocupação humana.

A investigação busca comprovar o padrão de comportamento climático da região por meio dos princípios da Climatologia Dinâmica, metodologia que permite acompanhar o caráter sucessivo e encadeado do tempo meteorológico, pelos sistemas atmosféricos, no território de Cuba, desde as escalas mais amplas até as menores. O mesmo estudo tenta relacionar adequadamente as reações dos edifícios construídos em San Antonio de Los Baños, Cuba, com relação ao clima local (escala micro climática), correlacionando as condições do clima externo e as repercussões interiores nas moradias monitoradas. Finalmente, procura-se evidenciar o anteriormente mencionado, por meio de episódios climáticos adequados, de maneira a possibilitar entender e avaliação da resposta térmica das moradias, a partir das condições do clima, sendo avaliadas as condições de Conforto Térmico e o padrão de comportamento térmico dos espaços interiores.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O arquipélago cubano está localizado na porção ocidental do Mar do Caribe, entre a América do Norte e América Central. Apresenta uma área total de 110 860 km². A população de Cuba, em 1999, segundo dados da Oficina Nacional de Estatística, era de 11.180.000 milhões de habitantes, com densidade demográfica de 100,9 hab/km². A Província de La Habana conta com 2.192.300 habitantes (CUBA, 2001). Quanto aos aspectos físicos, observa-se que, aproximadamente, uma quarta parte da superfície de Cuba é formada por montanhas e colinas, e o resto por terras planas. As áreas montanhosas estão distribuídas pela Ilha. A comunidade agrícola de Las Mercedes, Município de San Antonio de los Baños, na província de Havana, onde as habitações foram construídas, está situada na porção ocidental do arquipélago, entre as coordenadas: 22° 50' 49" N (latitude) e 82° 33' 47" W (longitude), distante da capital cubana cerca de 35 km. Quanto à orientação dos três blocos, foram observados critérios preestabelecidos pelo CTDMC: bloco 1 com seis moradias (casas n° 1,2,3,4,5 e 6 de 2° andar) com construção Norte-Sul, do 2° bloco (casas n° 7 térrea, 8 e 9 2° andar, 10 e 11 térreas) construção leste-Oeste, o último, 3° bloco (casas 12,13 e 14 térreas) construção Norte-Sul.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS HABITAÇÕES

A comunidade agrícola de Las Mercedes conta atualmente com 139 habitações com aproximadamente 646 habitantes. As 14 habitações foram construídas no sistema de *microbrigadas*, sistema de mutirão que envolve toda comunidade no processo. Os projetos das moradias foram desenvolvidos com aproximadamente 60 m² de área útil. São 8 áreas com as seguintes dimensões: 3 áreas de 9,50 m de frente e 18,00 m de fundo e 5 áreas de 9,00m x 18,00m, sendo o taxa de ocupação do solo em média de 45% (índice permitido, ao proprietário, de área construída em relação à área total do terreno).

Tabela 1: sistemas construtivos e tipologias utilizadas em Cuba.

Nº	tipo	Tecnologia	Tecnologia	Tecnologia	Tecnologia País responsável
		Cobertura	Piso	Paredes	
1 – 2 BL 1	Dois andares	Laje tipo canal - concreto armado	Laje tipo canal concretoarmado	Bloco de painéis	CTDMC Cuba
7 BL 2	Térrea	Bandeja de Cerâmica armada		Bloco de solo estabilizado	CEVE Argentina
5- 6 BL 1	Dois andares	Cúpula de concreto armado	Cúpula de concretoarmado	Bloco de solo estabilizado	UNAM México
12 BL 3	Térrea	<i>San cocho 1</i>		<i>sandino</i>	Venezuela
11 BL 2	Térrea	Telha sobre estru. de madeira		<i>Canto</i>	SOFONIA-CECATCuba
8 - 9 BL 2	Dois andares	prancha de bagaço e cimento	Viga e laje LAM	Bloco de concreto	MINAZ-MICONSCuba
10 BL 2	Térrea	Abóbada de tijolo soloestabilizado		Bloco de solo estabilizado	MICONS Cuba
13-14 BL 3	Térrea	Viga mais placas de concreto		Bloco de solo estabilizado	CTDMC Cuba

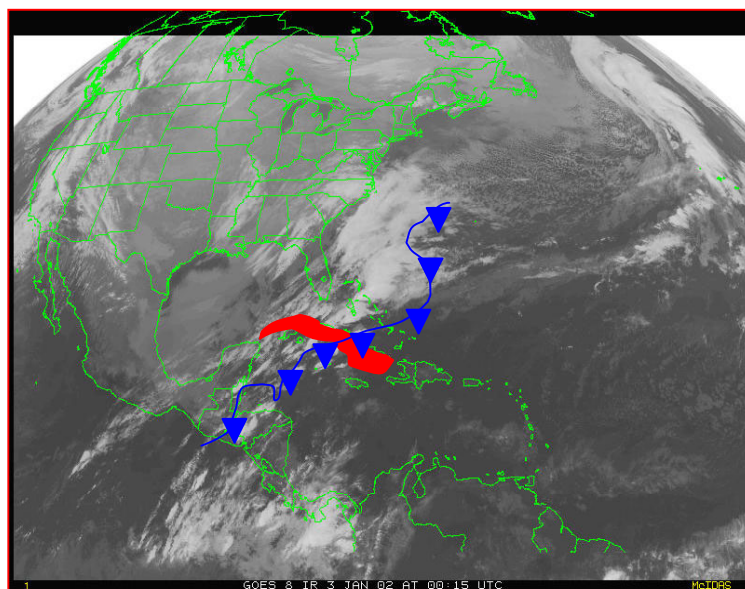
Fonte: Centro Técnico para o Desenvolvimento de Materiais para Construção (CTDMC, 2001)
Tradução: Adeildo Cabral

4. MONITORAMENTO

Foi implantada uma estação automática de aquisição de dados na localidade de San Antonio de los Baños, durante o período de 15 a 22 de dezembro de 2001, com o intuito de adquirir dados climáticos dos seguintes elementos: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos e radiação solar. Esta estação, por meio de equipamento de aquisição e armazenamento de dados possibilita, também, o monitoramento da temperatura do ar (**tbs**), com sensor termoeletrico, do tipo T. Outra variável adotada foi a temperatura superficial interior (**tsi**). Esse parâmetro expressa o comportamento térmico de cada material que compõem as diferentes propriedades termofísicas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa é a primeira análise da avaliação térmica de 14 moradias do Programa 10X10 CYTED, tomando-se o episódio representativo de 2 a 6 de janeiro de 2002 no Hemisfério Norte (inverno) e suas repercussões no comportamento térmico das 14 casas (dividas em três blocos: 1º, 2º e 3º) em Las Mercedes. Pode-se verificar a possível atuação do sistema atmosférico (massa de ar frio), no território cubano, que reduziu as temperaturas do ar de 28,1°C (dia 02/01) a 9,3°C (dia 05/01). Estes dados são da estação climática instalada no município de San Antonio de los Baños, província de Havana, respaldadas pelas informações do resumo sinóptico do mês de janeiro de 2002, divulgado pelo Instituto de Meteorologia de Cuba. Segundo o ISNMET (ISNMET, 2002), a média de passagem de frentes frias em território cubano durante o mês de janeiro é de 3,5 (GONZÁLEZ, 1999). No entanto, no mês de janeiro/2002, somente duas frentes frias se deslocaram sobre o território cubano. Estas duas frentes foram denominadas fracas por suas intensidades, com velocidades máximas dos ventos não ultrapassando 35 km/h. No território cubano predomina os ventos do componente Leste. De novembro a abril, as direções predominantes são do primeiro quadrante, em razão da influência dos sistemas meteorológicos da estação de inverno, enquanto no verão os ventos predominantes são de Sudeste.



Fonte: NOAA – USA (2002) <http://lwf.ncdc.noaa.gov/servlets/GoesBrowser>

Legenda: ▲ ilustração esquemática da posição da frente fria (adaptação de Adeildo Cabral)

Figura 1: – Imagem de satélite GOES 8 de 03/01/2002.

A primeira delas chegou à costa Ocidental do território cubano ao término da noite do dia 2 de janeiro, conforme figura 9, que mostra a imagem do satélite GOES – 8 (NOAA,2003) do dia 03/01 (00:15 UTC), observando - se o avanço da frente fria sobre o território cubano. A segunda, durante à tarde do

dia 6, ambas afetando toda a ilha de Cuba, ao se mover dos municípios Ocidentais até os Orientais, causando, ao longo de suas passagens, mudanças nas diferentes variáveis meteorológicas.

A Tabela 2, a seguir, mostra os valores de temperaturas mínimas registradas nos dias 5, 9, 10 e 11 de janeiro de 2002, em Cuba, segundo o resumo sinóptico do ISNMET, principalmente nas regiões Ocidental (onde está localizado o município de San Antonio) e Central.

Tabela 2: Temperaturas mínimas nos dias 5, 9, 10 e 11 de janeiro de 2002.

Estação Meteorológica	Temperaturas Mínimas (° C)			
	Dias			
	5	9	10	11
Bainoa	5.7	10.1	4.3	6.5
Jagüey Grande	6.0	7.0	5.0	7.0
Jovellanos	8.2	9.8	7.4	9.4
Bauta	6.5	10.4	4.0	8.4
Indio Hatuey	6.9	10.0	5.6	9.1
Batabanó	7.1	10.1	7.2	11.5
Güines	7.2	9.2	6.7	11.0
Playa Girón	7.2	10.2	7.2	14.0
Tapaste	7.4	8.7	5.0	10.3
Unión de Reyes	8.0	9.0	6.5	13.0
Esmeralda	12.7	9.0	11.1	10.8
Güira de Melena	8.0	10.9	6.6	
Santiago de las Vegas	8.7	11.0	7.0	12.7
Casa Blanca	12.4	9.8	12.6	9.4
Jovellanos	8.2		7.4	
Aguada de Pasajeros	6.4	9.0	7.0	9.0
Melena del Sur	5.5	7.5	6.6	12.1
Colón	7.5	9.5	6.5	12.1

Fonte: ISNMET (2002)

A amplitude térmica (diferença do dia mais quente e do mais frio) do episódio (período analisado) foi de 18,8°C. O processo gerador das trocas térmicas foi à presença da massa fria em substituição a outra de propriedades mais quentes.

O presente episódio descreve a presença de uma massa de ar Continental Polar (cP) que avançou sobre o território cubano, tendo como fase de avanço os dias 01/01 e 02/02, fase de domínio os dias 02 e 03/01 e fase de transição o dia 05/09/2002. A partir deste dia outra frente fria passou a atuar na região.

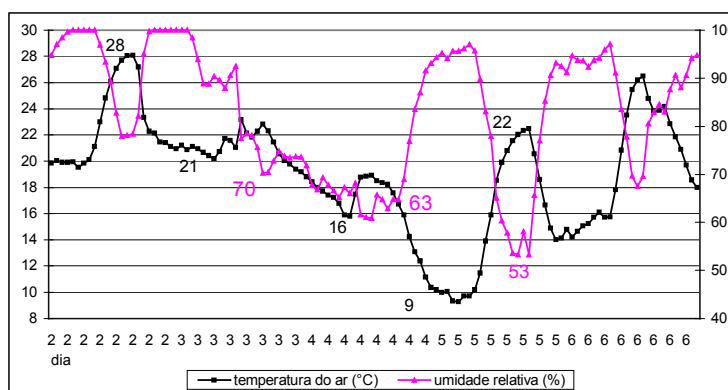


Figura 2: Temperatura e umidade relativa do ar, no período de 01 a 06/01/2002.

O gráfico da figura 2 mostra o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar, cujos valores registrados na fase de avanço, denunciam a entrada da frente fria, que pode ser observada pela ruptura dos valores da temperatura e umidade relativa do ar, na fase de domínio, dias 02 e 03/01. Observa-se que há uma retomada da tendência habitual da senóide, a partir do final do dia 05/01/2002.

Em 02/01, dia em que a frente fria avançou sobre o território cubano, ocorreu inversão dos valores de temperatura e umidade relativa do ar. As habituais senóides desapareceram e, no momento da entrada, as curvas tenderam a se inverter. Nos dias 03 e 04/01, fase de domínio, os valores máximos da temperatura do ar se mantiveram abaixo de 22°C, sendo que as temperaturas, no dia 04/01, aproximaram-se dos 9°C, portanto, dias frios e úmidos.

A seqüência dos gráficos a seguir, figuras 3, 4 e 5, mostram as variações dos registros da temperatura do ar externa e da temperatura superficial (tsi) durante o episódio de inverno de 02 a 06 de janeiro de 2002, para os blocos 1, 2 e 3.

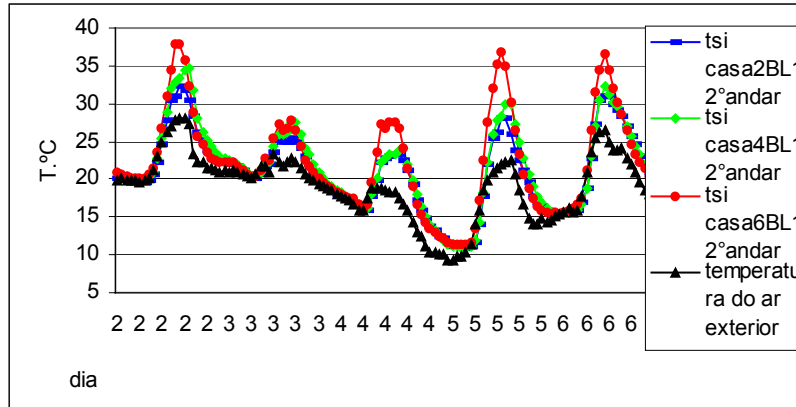


Figura 3: Temperatura do ar externa e temperatura superficial do bloco 1.

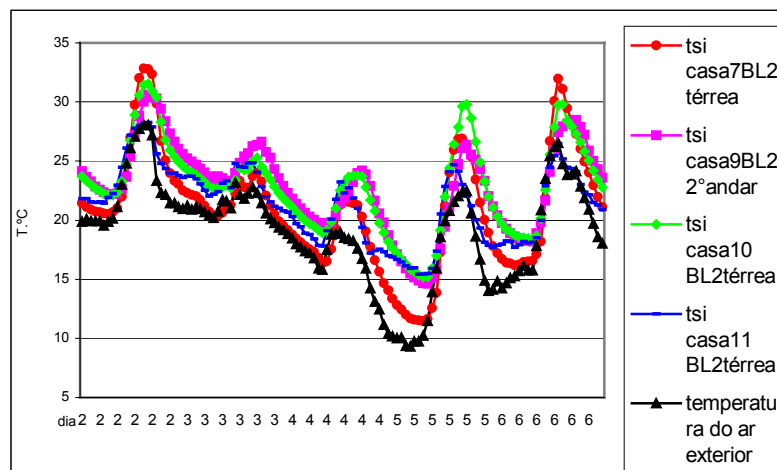


Figura 4 - Temperatura do ar externa e temperatura superficial das moradias do bloco 2

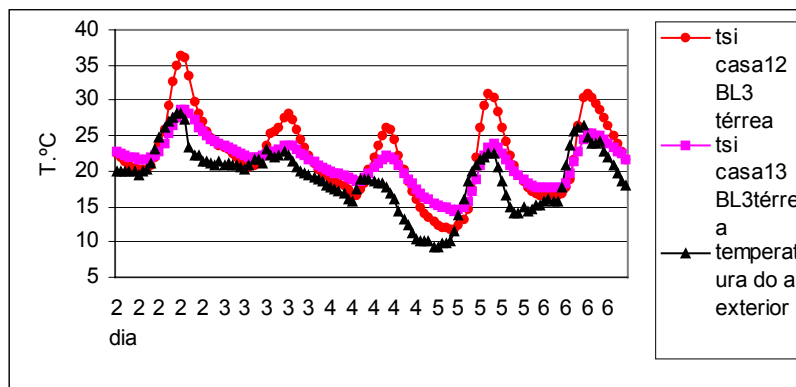


Figura 5: Temperatura do ar externa e temperatura superficial das moradias do bloco 3

Conforme os gráficos analisados, na página anterior, pode-se perceber que as diferenças das temperaturas externas e internas (**tsi**) mantiveram seus valores praticamente constantes para os três blocos. As temperaturas superiores internas estiveram sempre acima das temperaturas externas; excetuando-se um momento em que todas as casas do bloco 1 apresentaram valores iguais as temperaturas externas, no final do dia 03/01 para o dia 04/01. No dia 05/01/2002, fase de transição, após o domínio da massa continental Polar sobre a Ilha de Cuba, etapa final do episódio, a menor temperatura exterior registrada foi de 9,26°C, e o maior valor com registro de, aproximadamente, 22°C. A partir desse momento uma nova frente fria avançava sobre o território cubano. Para (VECCHIA et al., 2002), o projeto, a construção e os elementos de construção determinaram as diferentes temperaturas interiores das moradias do P10x10. Propriedades individuais das moradias, em San Antonio, determinaram os valores das temperaturas interiores em resposta as condições do clima externo. O conforto térmico avaliado por meio das temperaturas do ar interior (tbs) das moradias, durante o episódio representativo de inverno de 02 a 06 de janeiro de 2002, indicou que as habitações de dois andares impõem melhores condições do conforto no pavimento térreo, e piores condições no segundo andar (com pequenas variações de acordo com os tipos de elementos construtivos).

O segundo andar recebe a maior parte da radiação solar direta incidente que faz absorção maior de energia solar que, por sua vez, é (re) transmitida para os espaços interiores como calor. As moradias do pavimento térreo estão protegidas da radiação solar direta e suas temperaturas interiores ficam restritas à atuação das paredes e janelas. Dependem, por sua vez, da orientação, dimensões, materiais (opacos ou transparentes), cor e, sobretudo, do caminho aparente do Sol, na esfera celestial. Comportamento semelhante apresentam as habitações térreas, onde a ação do Sol é a mesma do segundo andar, das moradias com pavimento superior.

A investigação trata do comportamento térmico das moradias que compõe o bloco 1, com seis moradias de dois andares, com construção Norte- Sul, que apresentou nessa primeira avaliação, o melhor desempenho: com menores temperaturas do ar interior, no momento de maior elevação da temperatura do ar externa de 28,08°C, no dia 02/01. Algumas moradias pertencentes ao bloco nº1 registraram valores de aproximadamente 2°C abaixo em relação à temperatura do ar externa.

As moradias que fazem parte dos blocos nº2 e 3 apresentaram, nessa avaliação, o pior desempenho, ou seja, maiores temperaturas durante quase todo episódio.

A seqüência dos gráficos, a seguir, obedece à mesma hierarquia da análise executada anteriormente para os valores de temperatura superficiais, por meio da divisão das 14 moradias em respectivos blocos. As figuras 6, 7 e 8 mostram as variações dos registros da temperatura do ar externa e da temperatura de bulbo seco (Tbs) durante o episódio de inverno de 02 a 06 de janeiro de 2002, para os blocos 1, 2 e 3.

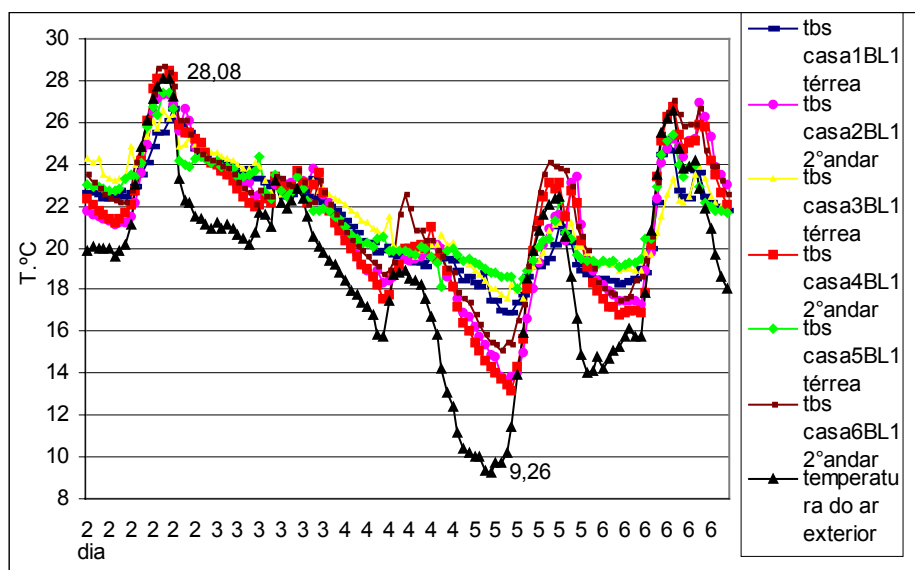


Figura 6: Temperatura do ar ext. e temperatura de bulbo seco (tbs) das moradias do bloco 1.

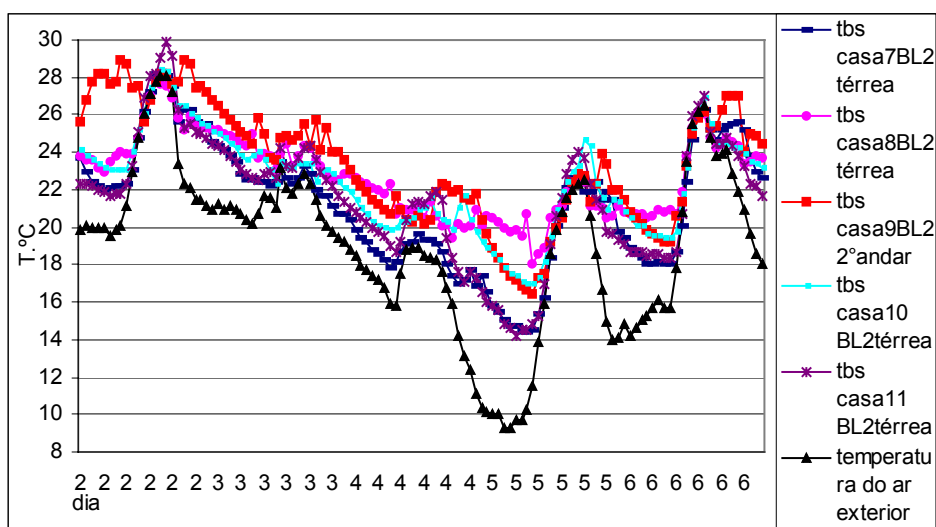


Figura 7: Temperatura do ar externa e temperatura de bulbo seco (tbs) das moradias do bloco 2.

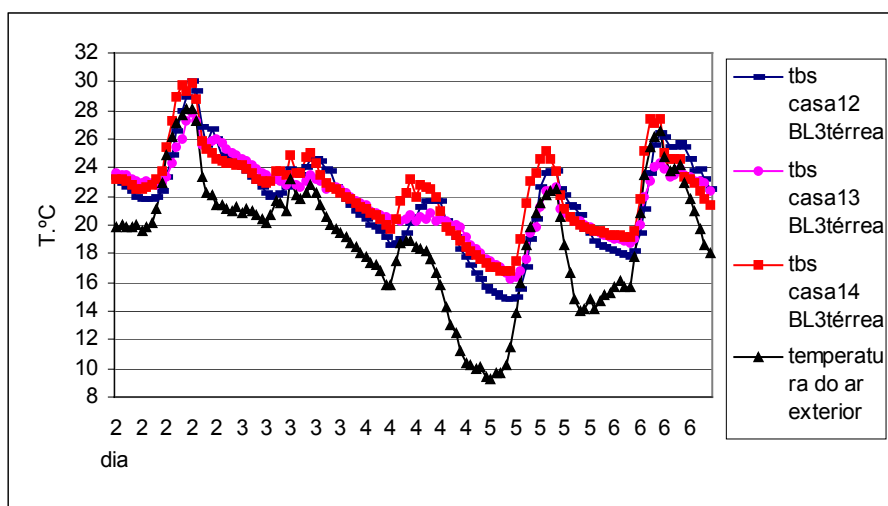


Figura 8: Temperatura do ar ext. e temperatura de bulbo seco (tbs) das moradias do bloco 3.

As análises mostraram que os valores da temperatura externa do ar mantiveram uma relação bem próxima com as temperaturas do ar interiores das casas, principalmente, durante o momento de avanço da frente fria sobre o território cubano, no dia 02 de janeiro de 2002; em média, cerca de 1 a 2°C de diferença entre eles. Ressalta-se que o valor máximo da temperatura interior (tbs) registrado, durante o primeiro dia de entrada da frente, foi de 30°C, contra 28°C de temperatura externa, o valor máximo de ocorrência do episódio analisado, nas casas do 2º bloco (casas 8 e 11) e 3º bloco (casas 12 e 14). Na fase de domínio, dias 03 e 04 /01, o desempenho térmico dos três blocos foi definido pela tendência de declínio nos valores da temperatura do ar externa. As menores temperaturas internas registradas no episódio foram de, aproximadamente, 14°C nas casas 2 e 4, do bloco 1 (dia 05/01, próximo da fase de transição). A temperatura interna mais elevada registrada foi de 26°C na casa 9 do bloco 2, tomado sempre em relação aos demais valores de temperatura do ar no interior das outras casas. No momento em que houve o declínio dos valores da temperatura do ar externa, a diferença

entre os valores da temperatura exterior e da temperatura no interior das casas foi de, aproximadamente, 5°C a 6°C, durante a fase de domínio.

Pode-se, portanto, depreender que os três blocos apresentaram, durante todo o episódio analisado, temperaturas interiores do ar superiores aos valores de temperatura do ar externa, salvo algumas exceções de casas do bloco 1 (casas 2, 3, e 6), que apresentaram valores de temperatura internas inferiores aos registros das demais casas.

6. CONCLUSÕES

Com relação ao desempenho térmico das 14 casas monitoradas do Programa 10x10 na comunidade de Las Mercedes, pode-se considerar como resultados preliminares: as casas do bloco nº 1 apresentam algumas respostas de desempenho térmico satisfatórias; no entanto, os blocos nº 2 e nº 3 necessitam de estudos mais aprofundados, em períodos de tempo mais amplos em relação ao monitoramento, para que se possa ter resposta mais satisfatória, de acordo com o objetivo proposto de verificação da eficiência das novas técnicas construtivas.

Enfim, pode-se dizer, diante da ausência de resultados experimentais mais aprofundados, deve-se analisar cada caso (casas e blocos) e as condições climáticas da região, de maneira a traçar melhor estratégia para garantir o conforto térmico em edificações. Próximos e novos episódios representativos do clima de San Antonio são necessários para confirmar e determinar o comportamento térmico das moradias e, também, confirmar o padrão de desempenho dos espaços interiores, para os períodos de calor e de frio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CTDMC (2001) Construcciones demostrativas de viviendas economicas – 10x10 CYTED. La Habana: CTDMC/Instituto Nacional de la Vivienda.

CUBA. (2001) Panorama Ambiental de Cuba 2000. La Habana: CIGEA - Editora Academia.

GONZÁLEZ, P. C. (1999). Climatología de los frentes fríos que han afectado a Cuba desde 1916-1917 hasta 1996-1997. Revista Cubana de Meteorológica. v. 6, n.1. p. 15-19.

INSMET – Instituto de Meteorologia (2002). Resumen sinóptico mensual – enero . <http://www.met.inf.cu/> (janeiro/2002)

NOAA – USA, (2003) <Http://Lwf.Ncdc.Noaa.Gov/Servlets/Goesbrowser> (Janeiro)

VECCHIA, F. A. S.; SILVA, A.C.; PEREIRA NETO, S.D. (2002) Contribuição ao estudo do conforto térmico de habitações na comunidade Santo Antonio de los Baños, Cuba. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Curitiba:UFPR.