



DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA RESIDÊNCIA NATURALMENTE VENTILADA LOCALIZADA NA CIDADE DE MANAUS

Kelly C. G. LOUREIRO DENCKER (1), Roberto LAMBERTS (2).

(1) Departamento de Engenharia Civil – Centro de Ciências Tecnológicas - Universidade do Estado de Santa Catarina - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante s/n. Bairro Bom Retiro – Joinville/SC – Brasil - CEP 89223-100 – Tel.: 47 4009 7936 – e-mail: kellyloureiro@yahoo.com.br

(2) – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) - Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina - Caixa Postal 476 – Florianópolis/SC – CEP: 88040-900 - Tel.: 48 3721 5185 - e-mail: lamberts@labeee.ufsc.br

RESUMO

Proposta: A cidade de Manaus apresenta características de clima quente e úmido, com temperaturas médias anuais acima de 22°C, chuvas abundantes, intensa radiação, elevada umidade do ar e baixas velocidades de ventos. Neste contexto, com o objetivo de analisar as reais condições microclimáticas em edificações localizadas na cidade, selecionou-se uma residência naturalmente ventilada, para investigar seu desempenho térmico e as alternativas de projeto utilizadas para minimizar o desconforto interno e satisfazer as exigências de bem-estar de seus usuários. Método de pesquisa/abordagem: Monitoração das temperaturas de bulbo seco (TBS) e de umidade relativa do ar (UR) dos ambientes internos e externos, por um período de três meses; assim como a verificação das estratégias de projeto utilizadas. Paralelamente, através de questionários, foram investigados dados de conforto ou de possível aclimatação dos moradores. Resultados: Uma análise foi conduzida a fim de correlacionar os dados coletados na residência com os medidos em uma estação meteorológica da cidade. Este artigo mostra como foi realizado o tratamento dos dados e discute os resultados obtidos, sendo parte de uma dissertação de mestrado que analisa o desempenho térmico e o consumo de energia de residências localizadas na cidade. Contribuições/Originalidades: Verificação das reais condições térmicas de edificações residenciais localizadas na cidade de Manaus e a eficiência ou não de suas características construtivas.

Palavras-chave: Clima quente e úmido, residência naturalmente ventilada, condições microclimáticas, desempenho térmico, aclimatação.

ABSTRACT

Propose: Manaus city is shows a hot and humidity weather, with the annual average temperature above 22°C, a lot of rains and irradiation, high air humidity and low wind speed. In fact, to analyze the microclimate condition of residences in Manaus, a natural ventilated house was selected to investigate the thermal performance and alternatives of the project that was used to improve thermal comfort and inhabitants requirement. Methods: Monitoring the Dry Bulb Temperature (DBT) and the Relative Humidity of air (RH) of the internal and external ambiences during three months, as well as the strategies of the design used. In the same way, one questionnaire was applied to investigate the comfort or possible inhabitants acclimation. Findings / Results: For analyzing of the data, hourly temperatures and humidities measured in residence had been compared with temperatures obtained from a Meteorological Station. This work shows the methodology that was used and the results obtained, being part of a MSc. thesis that analyse the thermal performance and the energy consumption of residences around the city. Originality/value: Verification of the thermal performance condition on residences in Manaus and the efficiency of the design specifications.

Keywords: hot and humid climate, natural ventilated house, real thermal conditions, thermal performance, acclimation.

1. INTRODUÇÃO

Manaus tem passado por processos de ampliação e de remodelação de seu espaço físico, assim como o evidente aumento de sua população desde a implantação da Zona Franca de Manaus (1964-1980) e da Usina Hidrelétrica de Balbina (1980-1995). Desde então, a cidade vem passando por transformações em sua arquitetura, onde novas técnicas e materiais estão sendo incorporados ao processo construtivo. No entanto, algumas destas técnicas não são de uso recomendável em virtude das características ambientais da região e que acabam por tornar a edificação dependente de equipamentos mecânicos de resfriamento e consequentemente aumentando o seu consumo de energia elétrica (LOUREIRO, 2003).

Ainda são poucos profissionais da construção civil e os proprietários de edificações que tem a preocupação em conceber uma edificação condizente com a realidade climática da região. No entanto, a residência escolhida para análise, pode ser considerada como um exemplo de como se deve construir nesta região.

Para a análise do desempenho térmico desta edificação residencial, fez-se necessário o conhecimento do meio em que está inserida, assim como das características construtivas de seu envelope.

1.1. Caracterização climática da região

A cidade de Manaus está localizada em uma região tropical e que segundo HEYER (1997), é caracterizada pelo critério de Köppen como um clima quente e úmido, predominante na região Amazônica. Sua posição geográfica é de 60° de longitude oeste e 3° 08' de latitude sul, possui uma área territorial de aproximadamente 11.684 km², uma altitude média de 92,9 m e distante 1.700 km em linha reta do litoral.

Bonetti (1999) caracteriza a região com apenas duas estações no ano: uma com um período de maior precipitação pluvial, denominado “inverno regional”, que compreende os meses de janeiro a abril e a outra com um período mais seco, o “verão amazônico”, de junho a novembro.

Segundo AGUIAR (1995), os ventos da região são predominantes de leste e nordeste. De acordo com as pesquisas de NIMER (1979), a região encontra-se em uma área de clima equatorial úmido e quente durante quase todo o ano, com temperaturas médias anuais sempre acima de 22°C, chuvas abundantes - 2.500 mm, intensa radiação, elevada umidade do ar e baixas velocidades de ventos. O autor destaca também que, nesta região a topografia e a baixa altitude favorecem o aumento da amplitude térmica diurna e que quanto à velocidade dos ventos, predominam as calmarias. O ar fica diariamente muito carregado de umidade e por este motivo a amplitude térmica diurna da Amazônia é pouco inferior às registradas em outras regiões da zona equatorial do mundo.

A amplitude térmica diurna tende a reduzir à medida que uma região se aproxima das margens de um rio (NIMER, 1979) e ainda segundo AGUIAR (1995), este fenômeno ocorre provavelmente devido à existência da “brisa pluvial” gerada pelo desequilíbrio da pressão.

1.2. Caracterização bioclimática da cidade

Com enfoque nos princípios da arquitetura bioclimática, LOUREIRO (2003) faz uma análise para a cidade. De acordo com suas pesquisas, o conforto térmico local é praticamente ausente e para favorecê-lo, sugere a utilização da ventilação natural nas edificações em 65,20% das horas do ano e do ar condicionado em 35%. Este último, indicado em virtude das condições climáticas da cidade não favorecerem um possível desempenho térmico satisfatório nas edificações locais, somente com a utilização de recursos naturais.

Outra necessidade para se obter conforto nas edificações é o sombreamento, exigido em 100% das horas do ano, adequado para amenizar os efeitos da intensa radiação solar.

1.3. Caracterização da residência

A residência escolhida está localizada na zona centro-sul da cidade, no bairro chamado Adrianópolis. Sua área construída é de aproximadamente 300,00m², onde são distribuídos os seguintes ambientes: primeiro pavimento - dois dormitórios, uma suíte com closet, estar, jantar, cozinha, copa, banheiro, lavabo, hall de entrada, área e banheiro de serviço, dependência de empregada, garagem, jardim interno e varandas; e no segundo pavimento apenas o escritório, que está localizado na parte superior da sala de jantar e do hall (Figura 1).

Em relação ao maior eixo desta residência, sua orientação é noroeste-sudeste, estando todas as fachadas protegidas pela vegetação, que favorecem o micro-clima local (Figura 2).



Figura 1 - Croqui esquemático da residência - Primeiro pavimento.



Figura 2 - A vegetação do entorno foi preservada para favorecer o microclima externo.

Na concepção do projeto arquitetônico desta residência houve uma grande preocupação em favorecer o seu melhor desempenho térmico. Algumas estratégias como, a escolha da sua orientação de maneira a favorecer a circulação dos ventos dominantes do quadrante norte/leste; a distribuição dos ambientes, localizando os dormitórios a leste e os ambientes menos utilizados a oeste; as dimensões, orientações e tipos das esquadrias para também auxiliar a ventilação (Figura 3); a seleção dos materiais utilizados – telhas cerâmicas, por exemplo (Figura 4); a utilização de técnicas construtivas como a ventilação da cobertura (Figura 4) e a utilização de placas “isopor” no forro; assim como, o favorecimento da preservação da vegetação existente na área externa à residência (Figura 2).

De acordo com as entrevistas realizadas junto aos moradores da residência, para obter o melhor conforto térmico os aparelhos de ar condicionado são utilizados somente em dias de verão muito rígido e os ventiladores durante o ano inteiro, porém ressalta ser o ar condicionado um eletrodoméstico de uso esporádico.

Outras estratégias adotadas são a permanência das janelas e portas internas abertas para favorecer as trocas e a renovação de ar, assim como a ventilação cruzada (Figura 5); são utilizados mosqueteiros nos dormitórios para protegerem-se dos insetos típicos da região (Figura 5), dão preferência por vestirem roupas leves e preservam a vegetação do entorno da residência, com o intuito de amenizar o microclima local.



Figura 3 – Esquadrias favoreçam a ventilação e a iluminação.



Figura 4 – Cobertura em telhas cerâmicas, ventilada e protegida dos mosquitos típicos da região.



Figura 5 – Janelas mantidas abertas para renovação do ar e o uso de mosqueteiros.

Quanto à ocupação, os três moradores utilizam a residência com maior freqüência no período noturno. Durante as manhãs há a presença de uma empregada doméstica e de um morador, que esporadicamente permanece em casa no período da tarde também. Já nos fins de semana o uso é pleno. A tabela 01 mostra algumas características construtivas da residência.

Tabela 01 - Características construtivas da residência analisada.

ESPECIFICAÇÃO	RESIDÊNCIA 300,00 m ²
Padrão	Médio
Paredes externas	Alvenaria em tijolos de oito furo, revestida com argamassa e pintada na cor branca. Espessura = 12,5 cm. $U_{(tijolo)} = 2,49 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (*)
Cobertura	Telhas cerâmicas, isolamento com placas de poliestireno e forro de madeira. $U_{(\text{componente})} = 2,01 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (*)
Janelas	Quatro folhas deslizantes em madeira e vidro (fachada nordeste) e do tipo maxi-ar (fachada sudoeste), ambas sem venezianas. $U_{(\text{vidro})} = 5,79 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (*)
Portas Internas	Madeira maciça
Portas Externas	Uma folha lisa em madeira maciça (porta principal), Uma folha lisa em madeira e vidro (quartos) e as demais com venezianas em madeira.
Piso	Revestimento cerâmico, madeira no estar e carpete no escritório.

(*) fonte: LAMBERTS et. al. (1997).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é de analisar o desempenho térmico de uma residência naturalmente ventilada localizada na cidade de Manaus, através de análises das variações de suas temperaturas internas medidas *in loco* e das alternativas de projeto utilizadas para minimizar o desconforto interno e satisfazer as exigências de bem-estar de seus usuários.

3. METODOLOGIA

De acordo com as pesquisas de PAPST et. al. (2002), o desempenho de edificações naturalmente ventiladas depende de três itens: características construtivas, possibilidade de ventilação dos ambientes e de que forma se dá a intervenção dos ocupantes.

O IPT (sem data) sugere para avaliar o desempenho térmico desta tipologia de edificações, a verificação de temperaturas máximas e mínimas dentro de determinados limites de conforto; estes dados são resultantes de simulações ou de medições *in loco*.

Com base nestas duas metodologias, este trabalho avalia o desempenho térmico de uma residência naturalmente ventilada localizada em Manaus, através das análises das variações de suas temperaturas e taxas de umidade relativa do ar internas e externas medidas *in loco*. Assim como, leva em consideração as opiniões e preferências térmicas dos moradores; dados estes coletados através de entrevistas e questionários.

3.1. Monitoração das temperaturas

As TBS e UR horárias internas à residência foram monitoradas durante os meses de janeiro a março de 2002 - período da estação de inverno da região; quando são registrados índices pluviométricos mais elevados. A aquisição destes dados foi realizada com auxílio de equipamentos eletrônicos chamados HOBO® "Temperature Data Logger" da Onset Computer Corporation, colocados em três ambientes da residência, conforme indicação na figura 3.

Os *hobos* foram colocados nos ambientes de maior utilização dos moradores (dois dormitórios e estar/TV) e fixados em alguns móveis a uma altura variável de 0,60 a 0,75m nos dormitórios, onde a atividade principal é dormir e descansar; e de 0,90 a 1,00m na sala, onde as atividades são realizadas geralmente na posição sentada. Em ambos os casos, os *hobos* foram dispostos de modo a não interferirem nas atividades dos moradores.

Os dados externos foram monitorados na Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, localizado na zona norte da cidade, a 82 metros acima do nível do mar, 03°02' de latitude sul e 60°02' de longitude oeste. Esta medida foi tomada por não ter sido possível a disposição de *hobos* na

área externa à residência, tanto por problemas de segurança quanto para a melhor conservação dos equipamentos, já que o período de monitoração é característico de constantes ocorrências de precipitações.

Durante o período de medições, a característica principal foi à maior ocorrência das precipitações pluviais, por tratar-se da estação de “inverno regional” e de acordo com os dados da Estação Meteorológica, as temperaturas médias diárias variaram entre 24°C e 28°C. As TBS máximas apresentaram variações na faixa de 28°C a 34°C e em consequência da maior ocorrência de precipitações, as mínimas na faixa de 22°C a 25°C.

É relevante considerar que esta análise possa conter algumas variações em relação às incertezas provenientes das características da topografia, altitude e distâncias em relação ao aeroporto e à residência analisada. Não será objetivo deste artigo investigar estas incertezas.

Durante os meses de monitoramento foi elaborado um relatório denominado “Diário Climático” para registro das condições climáticas, de ocorrências de precipitações, e também como complemento na análise diária do período de levantamento de dados.

3.2. Tratamento dos dados

A análise desta residência em suas condições reais de uso é realizada em três etapas: na primeira, são comparados os dados horários de TBS internas de dois dias em que ocorreram precipitações e de dois ensolarados. Os dias foram selecionados de acordo com os registros do “Diário Climático” elaborado.

Na segunda etapa, a comparação dos desempenhos térmicos dos ambientes é analisada a partir dos dados de TBS máximas, mínimas e médias internas e externas; na faixa dos horários em que a residência é de uso pleno - sendo 8:00 às 12:00, 19:00 às 22:00 e 23:00 às 7:00 horas. Estas faixas foram determinadas a partir das entrevistas/questionários realizados junto aos moradores.

A análise é baseada na identificação das horas em que ocorrem as temperaturas extremas e levando em consideração as características construtivas do envelope da residência. Nesta etapa foram selecionados apenas os dados das medições dos meses de janeiro e fevereiro, a fim de analisar situações distintas – meses com maior e menor ocorrência de precipitações.

Já na terceira etapa, os dados de umidade relativa (UR) medidos na residência e na estação meteorológica, foram agrupados e analisados quanto à média, máxima, mínima e desvio padrão. São também comparados os dados de UR de dois dias em que foram registradas ocorrências de precipitações. A análise é realizada procurando correlacionar as variações de UR às influências das características construtivas do envelope.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Análise dos dados de temperatura – primeira e segunda etapa

No gráfico 1 pode-se observar o comportamento das TBS horárias registradas na residência e na estação meteorológica, durante dois dias em que não ocorreram precipitações – 13 e 14 de março/02.

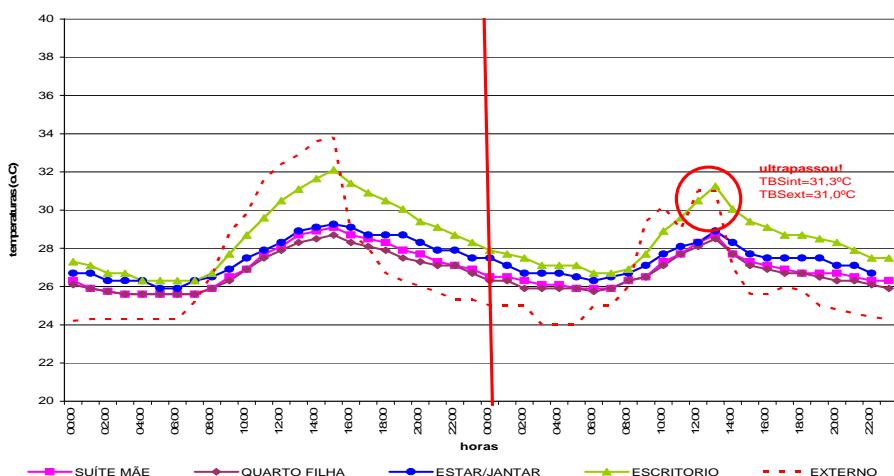


Gráfico 1 - TBS horárias nos dias 13 e 14 de março – período sem ocorrências de precipitações.

Em geral as TBS internas acompanharam a tendência da variação externa. No período noturno se estendendo até aproximadamente 7:00 da manhã, as temperaturas variaram de 1 a 3°C acima das externas, porém à tarde esse quadro inverteu-se, passando o microclima interno ser mais ameno; suas temperaturas variaram em até 5°C abaixo da externa. Observa-se também que as temperaturas no escritório são sempre as mais elevadas internamente, chegando a ultrapassar a TBS externa no período vespertino. Este ambiente é o único que está localizado no pavimento superior da residência e desta forma recebe a incidência solar direta em suas paredes, já que não possui qualquer proteção externa.

Nos dias 13 e 14 de fevereiro/02 (Gráfico 2), em consequência das ocorrências de precipitações pode-se observar que as temperaturas internas e externas apresentaram variações com pequenas amplitudes durante todo o período. Sendo que no primeiro dia, as internas variaram em até 3°C acima da externa e no segundo dia, em até 2°C abaixo.

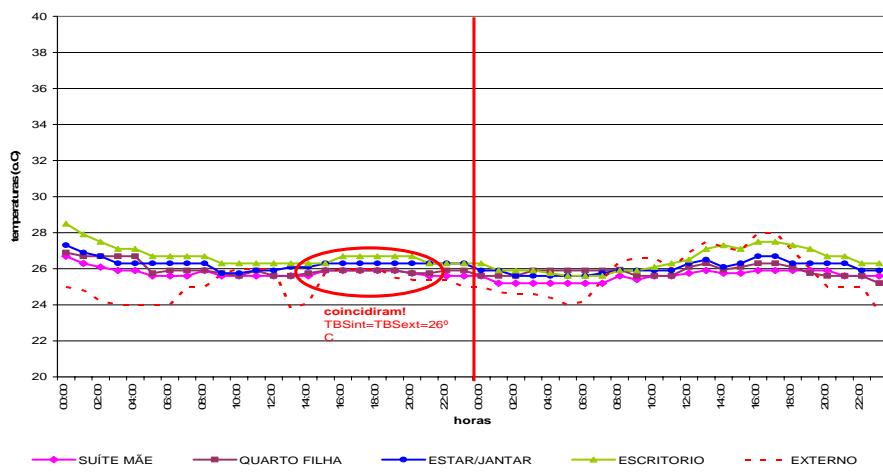


Gráfico 2 - TBS horárias nos dias 13 e 14 de fevereiro – período com ocorrências de precipitações.

Em geral, os microclimas apresentaram-se amenos, com variações na faixa de aproximadamente 24 a 28°C e desempenhos térmicos semelhantes.

Partindo para a análise por faixas de horários, na de 8:00 às 12:00 horas/janeiro (Gráfico 3), observa-se que as TBS internas registraram variações abaixo das externas e somente quando ocorreram precipitações que esta característica foi alterada, como por exemplo, no dia 28.

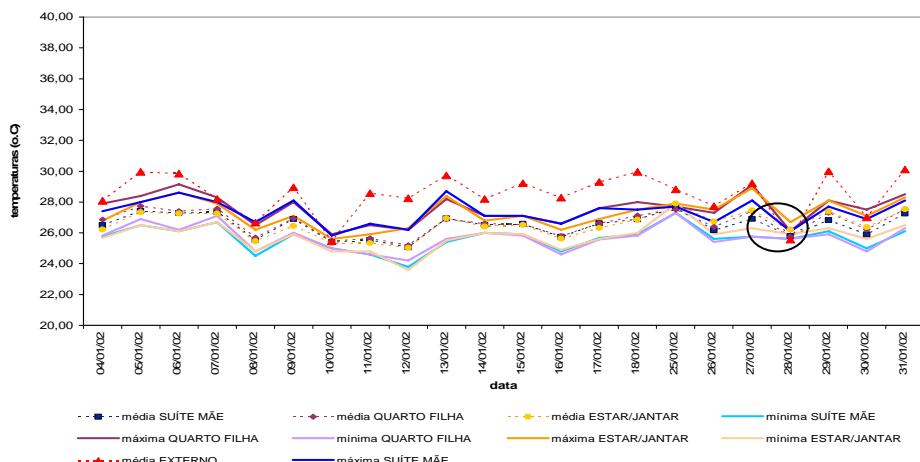


Gráfico 3 - Variações das TBS na faixa de 08:00/12:00 horas – mês de janeiro.

Os três ambientes monitorados apresentaram variações similares, sendo no quarto da filha onde foram registradas as máximas mais elevadas, a aproximadamente 29°C; e as mínimas mais amenas ocorreram na suíte da mãe, a aproximadamente 23,5°C.

No mês de fevereiro (Gráfico 4), o escritório passou a ser monitorado, suas TBS médias coincidiram com as máximas do estar/jantar durante quase todo o mês e apresentou o pior desempenho térmico da

residência. Este ambiente é o mais desconfortável, segundo as medições e também as preferências térmicas dos moradores conforme questionários aplicados.

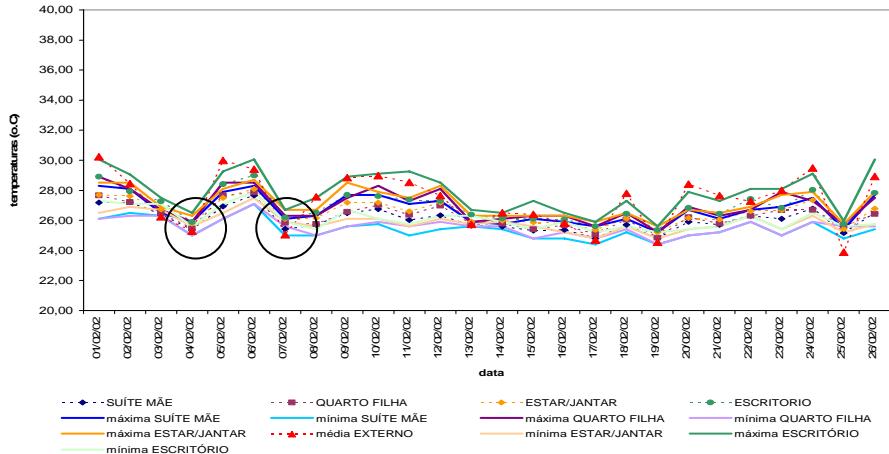


Gráfico 4 - Variações das TBS na faixa de 08:00/12:00 horas – mês de fevereiro.

O quarto da filha e a suíte da mãe foram os ambientes que apresentaram as mínimas mais amenas e com poucas diferenças entre si. Nos períodos de maior ocorrência de precipitações, as médias externas sofreram quedas e ficaram mais próximas das mínimas destes dois ambientes, como por exemplo, nos dias 4 e 7.

No gráfico 5, podem ser observadas as variações das TBS no mês de janeiro de 19:00 às 22:00 horas. Nesta faixa de horário as TBS internas registradas apresentaram variações abaixo das externas, com uma diferença de até 5°C nos dias em que não ocorreram precipitações (com exceção dos dias 3, 10, 15 e 26).

Observa-se também que todos os ambientes apresentaram seus microclimas similares, com uma diferença entre si de aproximadamente 0,5°C, o que pode ser irrelevante levando em consideração a incerteza com que os *hobos* operam (incerteza de 0,7°C).

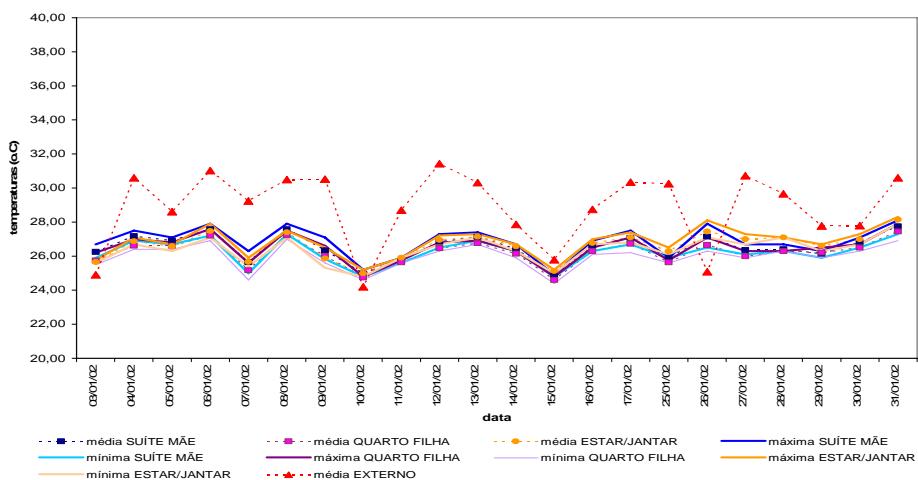


Gráfico 5 - Variações das TBS na faixa de 19:00/22:00 horas – mês de janeiro.

As máximas mais elevadas ocorreram na suíte da mãe a aproximadamente 28°C e as mínimas mais amenas, no quarto da filha a aproximadamente 24,5°C.

Já no mês de fevereiro (gráfico 6), em consequência da maior ocorrência de precipitações, as diferenças entre as médias externas e a internas diminuíram de 5°C para 4°C aproximadamente, nos dias sem chuvas e coincidiram nos dias com chuvas. Observa-se também que o escritório, ambiente considerado pelos moradores como o mais desconfortável, começa a ter seu microclima mais ameno e

a apresentar as variações de suas temperaturas mais aproximadas a dos outros ambientes da residência.

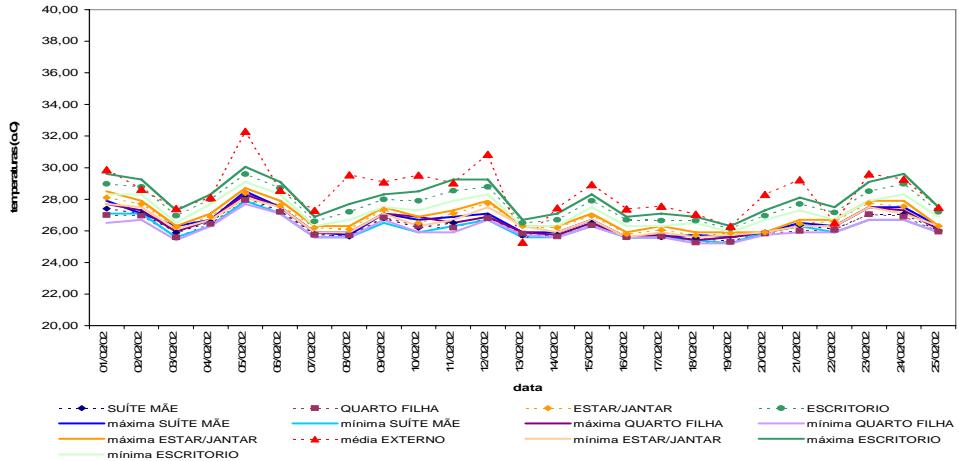


Gráfico 6 - Variações das TBS na faixa de 19:00/22:00 horas – mês de fevereiro.

No horário de 23:00 às 07:00 horas da manhã (gráfico 7), pode-se observar que neste período as temperaturas internas estavam acima das externas durante todos os dias. As TBS máximas e as médias em vários dias foram semelhantes e não ultrapassaram a temperatura de 28,5°C. As mínimas mais amenas foram registradas na primeira quinzena do mês no estar/jantar e já na segunda passou a ser registrada no quarto da filha, com uma temperatura média aproximada de 25°C. Estas variações se assemelharam às ocorridas no mês de fevereiro, por isso não será mostrado o gráfico correspondente.

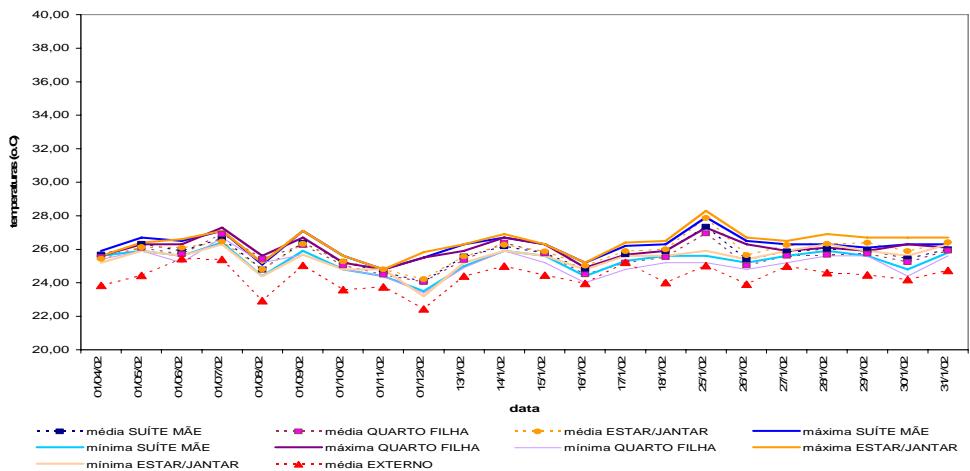


Gráfico 7 - Variações das TBS na faixa de 23:00/07:00 horas – mês de janeiro.

Analizando o desempenho térmico desta residência em todas as faixas de horários, pode-se verificar que quando são registradas precipitações, as TBS internas variam em menores amplitudes comparadas com as correspondentes ao período ensolarado. Também que não ocorreram diferenças significativas entre os desempenhos dos ambientes, devido todos estarem protegidos pela vegetação, o que impossibilita a incidência solar direta nas paredes nos horários críticos da tarde.

Já analisando o período de 23:00 às 07:00 horas, observa-se que é o horário em que o desempenho térmico apresentou maior comprometimento. Mostrando que a residência conserva grande parte do calor absorvido durante o dia, o que deixa seu microclima interno com temperaturas mais elevadas que o externo, justamente no período de descanso de seus moradores. Este fato ocorre em consequência das esquadrias permanecerem fechadas durante todo o dia, impossibilitando a maior troca de calor do ambiente interno com o externo.

Com relação às sensações e preferências térmicas dos moradores, de acordo com as entrevistas, estes se mostraram satisfeitos com as condições construtivas da residência e a consideram confortável

mesmo no período de verão. Apenas destacaram alguns aspectos negativos, como a alta umidade interna e a pouca ventilação no escritório. Salientaram também que a utilização do ar condicionado é esporádica e de em média de três horas no período noturno.

4.2. Análise dos dados de umidade relativa do ar - terceira etapa

Os dados de UR monitorados na residência e na estação meteorológica foram analisados quanto à média, desvio padrão, máxima e mínima.

De acordo com a tabela 2 e o gráfico 8, a média das UR medidas na residência durante os meses de janeiro e fevereiro/02 foi de 84,5% e de 92,5% no ambiente externo. O que demonstra uma aproximação em relação à UR média para a cidade de Manaus, segundo os dados das Normais do INMET que é de 87%.

JANEIRO	RESIDÊNCIA	EXTERNO
média	85,2	91,5
Desv Pad	6,23	12,07
Max Jan	95,7	100,0
Min Jan	64,3	57,0
FEVEREIRO	RESIDÊNCIA	EXTERNO
média	84,0	93,6
Desv Pad	6,88	10,35
Max Fev	96,3	100,0
Min Fev	60,7	61,0

Tabela 2 – Dados estatísticos de UR dos ambientes monitorados.

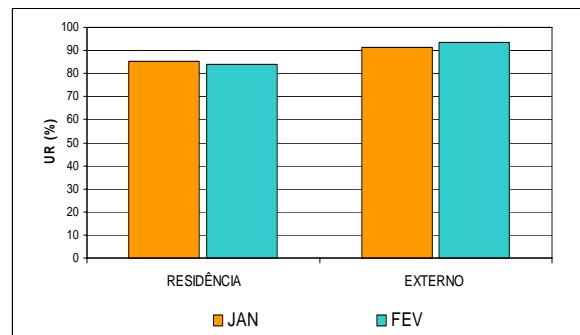


Gráfico 8 – Comparativo médio de UR da residência e da Estação Meteorológica.

Analizando os dados horários de UR medidos em dois dias em que ocorreram precipitações (Gráfico 9), observa-se que no período noturno até aproximadamente às 8:00 da manhã, as UR internas estavam aproximadamente 10% abaixo das externas; chegando a 20% menos, na noite do dia 24/02/02.

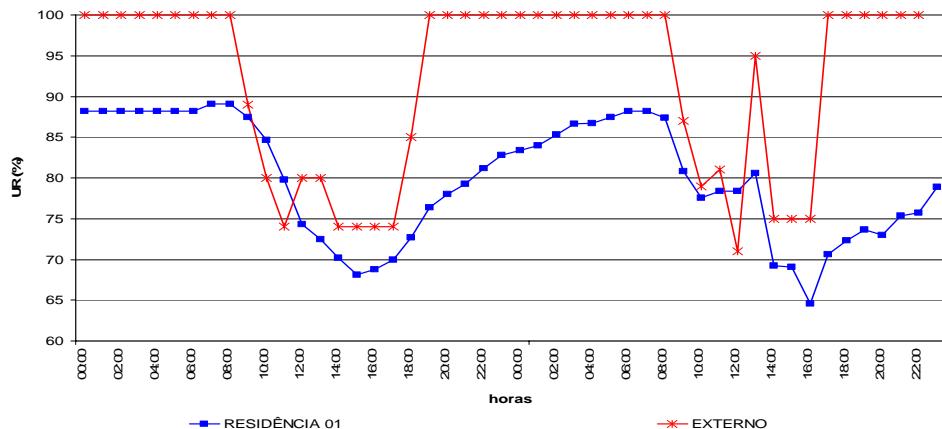


Gráfico 9 – Variação da UR nos dias 23 e 24 de fevereiro - com ocorrências de precipitações.

Podemos também observar que no período vespertino ocorreram as menores diferenças de UR entre os ambientes. Nestes horários a residência permanece com as aberturas fechadas, já que não é de uso pleno e a permanência da empregada doméstica é de apenas no horário da manhã. Desta forma, as trocas e a renovação de ar são comprometidas e os ambientes passam a reter maiores porcentagens de umidade.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as medições de TBS e UR desta residência, o período noturno correspondeu ao horário de maior desconforto térmico. A principal causa apontada é o fato da cobertura com isolamento

térmico proteger os ambientes internos durante o dia, diminuindo a transferência de calor para os mesmos. Porém, durante a noite, em consequência da reduzida ventilação interna, ela não permite que a residência perca calor para o meio externo que está mais ameno, gerando assim maior desconforto.

No período noturno, o desempenho da residência é comprometido em consequência dos moradores deixarem poucas janelas abertas, geralmente somente às dos quartos; o que favorece a conservação interna de grande parte do calor e de umidade, absorvidos durante o dia e que torna o microclima interno característico de temperaturas e umidades mais elevadas, justamente no período de descanso de seus moradores.

A existência de vegetação no entorno e no jardim interno da residência demonstrou efeito considerável sobre a área construída, amenizando o microclima interno. No caso do jardim, como fonte de ventilação e também de iluminação natural. No entanto, ambos também contribuem para o aumento da umidade interna, já que a residência permanece fechada a maior parte do tempo.

De acordo com as análises realizadas observa-se que para maior eficiência da arquitetura local e para favorecer o conforto térmico, é necessário preocupar-se em acentuar a utilização das estratégias de ventilação e renovação do ar interno. Porém, em consequência das baixas freqüências e reduzidas velocidades dos ventos, características do clima da cidade, uma estratégia de projeto indicada é a utilização da ventilação e a renovação de ar por insuflamento. O que pode modificar a porcentagem de horas de conforto e principalmente aumentar a salubridade dos ambientes.

O desempenho térmico desta residência reflete a realidade de apenas uma edificação localizada na cidade e que se encontra na situação favorável de ter recebido maior atenção durante a análise e concepção do projeto, o que na maioria das vezes não acontece. Em muitos casos, a questão da arquitetura bioclimática é totalmente ignorada e levada em consideração apenas as características que trazem modernidade e estética às construções.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. E. O., **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. Rio de Janeiro, 1995. 182f. Dissertação – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

BONETTI, J.C. **Pressupostos bioclimáticos de conforto térmico para uma arquitetura dos trópicos úmidos** – Uma análise da ocupação da área do Igarapé do Quarenta. Manaus, 1999. 81p. Dissertação – Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1999.

HEYER, L. F. **Manaus – Um exemplo de clima urbano em região subequatorial**. São Paulo, 1997. 98p. Tese – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOREOLOGIA. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 25 nov. 2002.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. O. R. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW, 1997.

LOUREIRO K.C.G. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia de residências na cidade de Manaus**. Florianópolis, 2003. 120p, Dissertação – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

NIMER, E., **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

PAPST, A. L.; LAMBERTS, R., Comparação do desempenho térmico de três ambientes residenciais naturalmente ventilados em Florianópolis, sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Foz do Iguaçu. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2002. p. 105-114.