



CASA EMBRIÃO
RESGATE DA HABITABILIDADE TÉRMICA

Prof. ANTONIO MANUEL CORADO POMBO FERNANDES Arquiteto
MARCELO GODINHO DE AZEVEDO, quintanista Eng. Civil
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS Depto. Arquitetura
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS Esc. Eng. Civil

Partindo de um projeto de habitação popular de comportamento térmico bastante precário este trabalho demonstra a possibilidade concreta de resgatar padrões aceitáveis de habilidade térmica incorporando, em seus componentes, melhorias progressivas e acessíveis, e assim, constituindo-se em subsídio básico para a elaboração de novos projetos habitacionais .

From studies done on existing low-income housing projects with very precarious thermal condition, this work demonstrate the concrete possibility of restoring, over time, acceptable thermal standards to these existing housing projects using affordable, improvements in the composition of the construction materials. These new improvements can easily be used as basic material in elaborating new housing projects.

INTRODUÇÃO

A habitação para população de baixa renda, no Brasil de hoje em que o salário mínimo mal consegue garantir a alimentação básica da família, esbarra sempre em uma contradição aguda: ou apresenta um nível de qualidade razoável mas excede a capacidade de endividamento do mutuário ou, para respeitar tal capacidade, propõe uma habitação que, além de área exígua, deixa bastante a desejar quanto aos padrões de habitabilidade.

Uma possibilidade de equacionar tal contradição seria adotar e elaborar projetos e sistemas construtivos que permitissem à habitação, inicialmente pequena e de qualidade precária, receber, ao longo do tempo, não só ampliações de sua área construída inicial, mas também, e principalmente, melhorias progressivas e cumulativas capazes de elevar seu nível de habitabilidade até atingir padrões aceitáveis ou mesmo desejáveis.

O presente trabalho constituiu-se em um exemplo dessa possibilidade no que diz respeito especificamente à melhoria da habitabilidade térmica. A contribuição deste, muito mais que aprofundar questões ou conceitos ligados ao Conforto Térmico está no campo da realização de uma arquitetura adequada ao clima e comprometida com a realidade social. Sua seqüência mais relevante não será a simples adaptação de projetos de habitação já existentes, como é o caso do projeto *casa embrião* aqui considerado, mas subsidiar a elaboração de novos projetos que desde sua idéia preliminar até seu detalhamento construtivo estejam comprometidos com a proposta básica aqui apresentada.

O CLIMA DA REGIÃO DE GOIÂNIA

Goiânia com latitude 16°41' sul e longitude

49°17' oeste, situa-se em região de planalto com altitude oscilando na cota 730 metros.

Como características climáticas gerais da região temos a *continentalidade*, pois encontra-se significativamente afastada da orla marítima, e a *regularidade* do processo cíclico dos deslocamentos das massas de ar implicando num regime pluviométrico bastante regular apresentando uma estação chuvosa, de novembro a março, e uma estação seca, de maio a setembro, ambas com cinco meses de duração

O regime térmico é muito peculiar: embora apresente média anual na casa de 22°C, as oscilações diárias da temperatura são excepcionais principalmente nos meses secos, chegando, em agosto, a apresentar amplitude térmica diária média de 19.4°C com 11.4°C de madrugada e 30.8°C à tarde; no período chuvoso a amplitude se reduz mas, mesmo assim, nunca inferior a 10°C .

Julho é o mês com as médias das mínimas mais baixas (10 °C) e setembro apresenta as maiores médias das máximas (32°C). Nos meses chuvosos as médias das máximas apresentam-se com valores que oscilam entre 28°C e 30°C valores estes que se tornam críticos quando associados à umidade relativa elevada que, neste período, apresenta média mensal na casa de 80%.

O regime pluviométrico anual dita o ritmo climático com verão úmido e "inverno" seco, ou se ja, apresentando um período com fortes características de clima quente-úmido e outro de clima quente-seco empurrando a classificação climática para uma das diversas formas do chamado clima composto. Dentro dessa categoria climática e levando em consideração as suas peculiaridades chega-se às seguintes recomendações quanto to aos componentes principais do edifício: cobertura leve e isolante com retardamento ≤ 3 ho-

ras e transmissão térmica $\leq 0,8 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$ e parede externa pesada com retardamento ≥ 8 horas e transmissão térmica $\leq 2,0 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$.

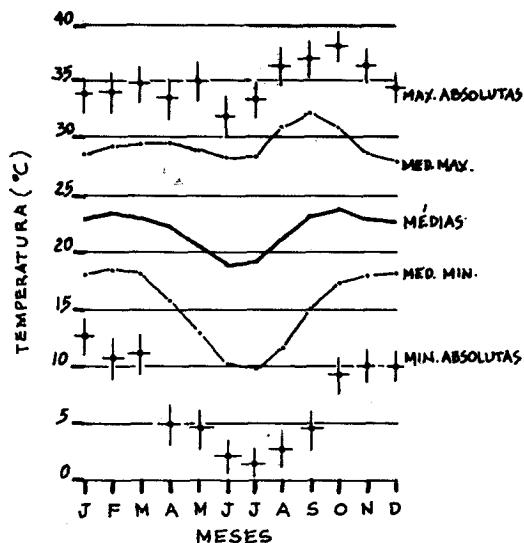


Figura 1 - Temperatura do ar.

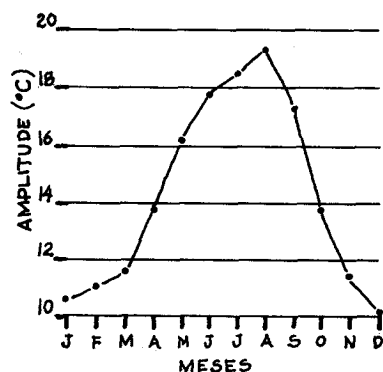


Figura 2 - Amplitude térmica.

Meses	UR	Ch	Ne	In	RS
JAN	81	234	80	177	3820
FEV	82	210	77	162	3630
MAR	82	198	74	188	2830
ABR	78	110	60	233	3630
MAI	72	30	49	267	3580
JUN	68	5	43	275	3150
JUL	62	10	38	288	3840
AGO	52	3	34	299	4040
SET	54	36	50	211	3720
OUT	68	143	67	207	3340
NOV	78	237	78	178	3580
DEZ	82	271	80	161	3910

Figura 3 - Umidade Relativa (%), Chuva (mm), Nebulosidade (%), Insolação (h/mês) e Radiação Solar ($\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{dia}$)

O PROJETO CASA EMBRIÃO

O projeto casa embrião, proposto e implementado pelo Governo do Estado de Goiás, para popu-

lação de baixa renda, tem sido executado pelo sistema "mutirão". É uma pequena habitação de 25 m^2 com sala e cozinha conjugadas, um quarto e banheiro e que pode ser facilmente ampliada para $37,5 \text{ m}^2$ recebendo mais dois quartos.

As paredes são constituídas por pilares de $12 \times 12 \text{ cm}$ e placas com $2,5 \text{ cm}$ de espessura ambos em concreto armado e prefabricados. As placas têm 4 tamanhos, duas alternativas de largura e duas de altura para permitir o arranjo das aberturas. Os pilares têm canaletas longitudinais onde se encaixam as placas sendo as juntas seladas com argamassa.

A cobertura é em duas águas com telha cerâmica tipo "plan" tendo pequeno beiral em todo o perímetro. A estrutura é formada por tesouras em chapa metálica dobrada. Apoiadas nas tesouras temos caibros onde se apoiam as telhas cerâmicas. Fazem o papel das ripas. Não há forro.

O piso é em concreto sobre o terreno com acabamento em cimento liso. As janelas são em ferro cantoneira com sistema de abertura tipo basculante. As portas são em chapa metálica assim como os fechamentos dos frontões da cobertura.

Quanto aos aspectos de seu comportamento térmico, tanto a cobertura quanto as paredes, devido às espessuras delgadas apresentam elevada transmissão térmica e baixa inércia traduzidas pelos valores apresentados abaixo conforme o trabalho Casa embrião - desempenho térmico de componentes (2).

- Cobertura - $K = 3,55 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$
Retardamento: 0,53 horas (32 minutos)
Amortecimento: passa 87% da onda térmica
- Paredes - $K = 4,61 \text{ w/m}^2 \cdot \text{°C}$
Retardamento: 0,59 horas (35 minutos)
Amortecimento: passa 86% da onda térmica

Considerando as recomendações anteriormente apontadas, cobertura isolante e parede pesada, pode-se constatar que os componentes em questão estão muito aquém do aceitável sendo, portanto, precários e insuficientes e será essa precariedade que justifica todo o trabalho a seguir.



Figura 4 - Casa Embrião, protótipo.



Figura 5 - Casa Embrião, planta baixa.

METODOLOGIA

A avaliação do comportamento térmico das alternativas para os componentes, cobertura e parede externa, assim como a avaliação do comportamento termo-climático da edificação considerando as alternativas de componentes foram realizadas por meio de simulação computacional. Para tanto utilizou-se o programa *ARQUITROP* (1) que se constitui em um sistema integrado de programas e bancos de dados e que oferece, resumidamente o seguinte: um banco de dados climáticos com um grande número de cidades brasileiras um banco de dados sobre características térmicas de materiais e componentes usualmente empregados em construção civil. Novos componentes podem ser propostos e o programa calcula o *coeficiente de transmissão térmica* assim como o *amortecimento* e o *retardamento*. O módulo intitulado "PROJETO", cerne do programa, simula o comportamento termo-climático de um projeto. Fornecendo-se uma série significativa de informações sobre as características do projeto e o local de sua implantação, o programa oferece, para um dia e mês escolhidos, o seguinte: a temperatura do ar interior, a temperatura superficial interior da cobertura e das fachadas, a temperatura superficial média interior do ambiente, a temperatura ambiental combinando a temperatura do ar e a superficial métermicosdia; os ganhos e perdas térmicos discriminados, pelos vidros, pelas vedações opacas, decorrentes da ocupação e do funcionamento de equipamentos. Todos estes valores são apresentados hora a hora.

Primeiramente promoveu-se a simulação do comportamento das diversas alternativas a partir dos componentes do projeto original assim como dos componentes usuais da construção. Estes resultados estão apresentados, comparados e comentados levando em consideração o *coeficiente de transmissão térmica*, o *retardamento* e o *amortecimento*.

Posteriormente foi realizada a avaliação do comportamento termo-climático do projeto consi-

derando a sua forma original, uma das alternativas intermediárias, a proposta final e uma versão com os componentes correntes na construção civil. Os resultados apresentados, comparados e comentados levando em consideração, principalmente, a *temperatura ambiental* que é composta por 1/3 da temperatura do ar e por 2/3 da temperatura superficial média, e a *temperatura superficial interior da cobertura e da parede oeste*. A escolha destas grandezas deve-se, basicamente, ao fato que os componentes originais do projeto, sendo frágeis termicamente, isto é, sem isolamento e sem inércia, apresentam temperaturas superficiais muito elevadas quando submetidos à radiação solar e muito baixas ao final da madrugada. Nestas circunstâncias abandona-se a temperatura do ar por ela não representar bem a sensação térmica, e adota-se a temperatura ambiental acima conceituada, e mais representativa, dando peso preponderante às superfícies radiantes optando, portanto, por uma maior exigência quanto à avaliação dos comportamentos de que trata o presente trabalho.

MELHORIAS PROPOSTAS

O objetivo das melhorias propostas para os componentes cobertura e parede externa é obter um comportamento térmico aceitável e superior, na proposta final, ao comportamento da construção civil corrente. O compromisso é propô-las não, só com baixo custo mas também que possam ser implementadas *progressiva e cumulativamente* pelo usuário da habitação na medida das suas possibilidades financeiras e que sejam construtivamente compatíveis e de fácil Incorporação ao projeto original. Será imprescindível criar um processo educativo que oriente os usuários permitindo-lhes tomar consciência do alcance das propostas e, conseqüentemente, da necessidade de implantação.

O custo final dos componentes, após a implementação de todas as melhorias, poderá ficar mais elevado que aquele de componentes usuais da construção civil mas a implementação progressiva diluir esse investimento ao longo de um certo tempo, maior ou menor, em sintonia com a capacidade financeira de cada usuário. Este ponto é essencial para justificar-se a viabilidade da futura implantação destas propostas. Para o componente cobertura o objetivo primordial é reduzir significativamente os quantitativos da transmissão térmica alcançando valores capazes de situar a cobertura final como um componente *leve e isolante*.

Levando-se em conta o objetivo acima e o compromisso anteriormente definido recorre-se aos seguintes materiais e soluções:

- *papelão*: que pode ser conseguido a custo zero aproveitando embalagens descartadas e facilmente fixado, por grampeamento, sob os caibros que sustentam as telhas criando uma câmara de ar fechada com 5 cm de espessura;
- *folha de alumínio polido*: que pode ser conseguida, também a custo zero, reaproveitando embalagens tipo "marmitex", e fixada na face superior do papelão antes da sua colocação e, posteriormente, na face inferior do mesmo an-

tes do futuro forro definitivo;

- *forro de gesso*: que pode ser instalado apoiando os tirantes na estrutura do telhado original e cuja sobrecarga a mesma suporta sem reforço adicional; com este forro cria-se uma outra câmara de ar fechada com cerca de 40 cm de altura média;

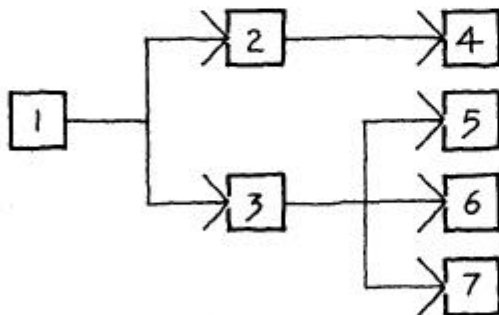
- *vermiculita*: na forma de placas com 1,5 cm de espessura ou mesmo a granel espalhada sobre o forro de gesso. A vermiculita, extraída nas proximidades de Goiânia e aí beneficiada, apresenta um custo equivalente a 1/3 do preço comercial do forro de gesso colocado.

Saliente-se, aqui, que um teto plano horizontal, liso e de aspecto monolítico é um desejo da população simples e o forro de gesso pode resgatar esta pequena aspiração.

Observando-se a figura-6 pode-se verificar as alternativas e as etapas de implantação das melhorias. Na figura-7 apresentam-se os valores de K das alternativas e as respectivas melhorias percentuais tendo como referência (100%) um valor de $K = 0,80 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ideal (tábuas de Mahoney). Partindo do $K = 3,55 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (fluxo descendente) da cobertura original consegue-se, com a alternativa final, mais completa, atingir um $K = 0,96 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ alcançando-se um percentual de melhoria de 94,2%. Considerando que uma cobertura corrente de fibro-cimento e laje mista apresenta $K = 1,65 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, o valor conseguido é bastante expressivo.

Figura 6 - Cobertura, melhorias progressivas e alternativas.

1ª ETAPA 2ª ETAPA 3ª ETAPA



	1	2	3	4	5	6	7
K	3.55	1.99	1.74	1.53	1.38	1.17	0.96
Melhorias %		56.7	65.8	73.5	78.9	86.5	94.2

- 1) Cobertura original 5) Idem, anterior
 2) Papelão 6) Idem, com segunda sup. refletora
 3) Papelão + alumínio 7) Idem, com vermiculita.
 4) Forro de gesso

Figura 7 - Cobertura, valores de K ($\text{w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) e melhorias percentuais.

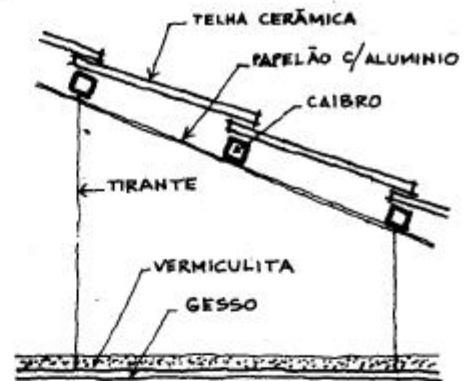


Figura 8 - Cobertura, corte esquemático.

Para o componente parede externa os objetivos são reduzir os quantitativos da transmissão térmica e aumentar a inércia alcançando valores de retardamento e amortecimento capazes de situar a parede externa final como um componente pesado.

Levando-se em conta os objetivos acima e o compromisso já definido recorre-se aos seguintes materiais e soluções:

- *tijolo maciço*: assentado de espelho na reentrância formada pela placa e o pilarete, internamente; o rebôco de revestimento interno tornará a superfície interior da habitação lisa e contínua que, aliás, é desejo da maioria dos usuários expresso em enquetes realizadas;

- *segunda placa de concreto*: fixada por fora nos pilaretes por meio de pequenas presilhas metálicas chumbadas por parafuso com bucha determinando uma câmara de ar fechada;

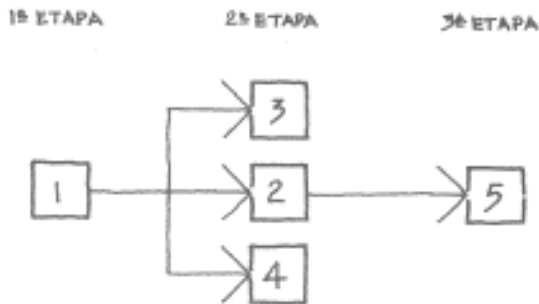
- *papelão*: colocado entre as placas de concreto por meio de um distanciador simples em arame dividindo a câmara de ar em duas;

- *folha de alumínio polido*: aplicada em uma ou em ambas as faces do papelão por grampeamento.

Observando-se a figura-9 pode-se verificar as alternativas e as etapas de implantação das melhorias. Na figura-10 apresentam-se os valores de K das alternativas e as respectivas melhorias percentuais tendo como referência (100%) um valor de $K = 2,00 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ideal (tábuas de Mahoney). Partindo do $K = 4,61 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ da parede original consegue-se, com a alternativa final mais completa, atingir um $K = 1,49 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ alcançando-se uma melhoria percentual de 119,5%, isto é, superando-se o primeiro objetivo e conseguindo um valor inferior ao de uma parede corrente de 1/2 vez em tijolo furado rebocado dos dois lados cujo valor é de $1,60 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Quanto ao segundo objetivo, inércia térmica, o ideal seria um retardamento de 8 horas (tábuas de Mahoney). O componente original apresenta apenas 40 minutos de retardamento e a proposta final acusa o valor de 7 horas e 15 minutos significando uma melhoria de 90% superando em muito a parede usual, acima referida, que oferece um retardamento de 3 horas e 30 minutos. O amortecimento é também bas

tante significativo permitindo a passagem de somente 15% da onda de calor. Este comportamento, portanto, resgata a sua adequação às características climáticas com amplitude térmica diária muito elevada.

Figura 9 - Parede, melhorias progressivas e alternativas.



	1	2	3	4	5
K	4.61	3.59	2.87	1.90	1.49
Melhorias %		39.1	66.7	103.8	119.5

- 1) Parede original
- 2) Tijolo maciço
- 3) Segunda placa papelão
- 4) Segunda placa com papelão
- 5) Segunda placa, e 2 sup.refletores

Figura 10. Parede, valores de K (W/M²OC) e melhorias percentuais.

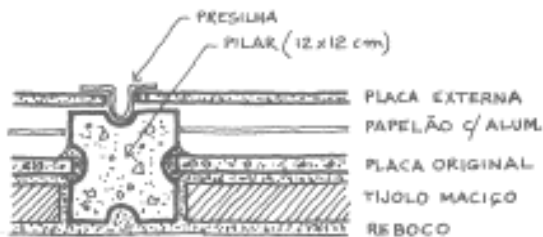


Figura 11 - Parede, corte esquemático.

SIMULAÇÕES DO COMPORTAMENTO TÉRMICO

As simulações do comportamento térmico do projeto "Casa Embrião" foram feitas pelo software "ARQUITROP" nas seguintes situações do projeto:

- situação original: paredes de placas de concreto; cobertura em telhas de barro sem ferro;
- situação parcial: na parede, incorporação do pano de tijolo maciço e reboco interno; na cobertura, incorporação, sob o telhado, de chapa de papelão com uma superfície refletora;
- situação final: na parede, incorporação da segunda placa de concreto e introdução, na câmara de ar, de chapa de papelão revestida, dos dois lados, com superfície refletora; na cobertura, introdução de uma segunda superfície refletora e incorporação de forro de gesso com uma chapa de vermiculita sobre o mesmo.
- situação corrente: paredes de tijolo furado (1/2 vez) rebocados dos dois lados; cobertura com telhado de fibro-cimento e laje mista.

As quatro situações acima descritas foram simuladas em três momentos representativos do clima da região de Goiânia, a saber: fevereiro, mês representativo do período chuvoso; julho, mês que apresenta as menores médias das mínimas; setembro, mês que apresenta as maiores médias das máximas.

Fora as variações dos componentes cobertura e, parede externa que acima foram explicadas, todas as outras características do projeto Casa Embrião foram mantidos nas quatro situações simuladas, tais como: área da planta, pé-direito, dimensões das janelas e áreas de ventilação, orientação solar das fachadas, número de ocupantes, potência de equipamentos e sua respectiva dissipação térmica, etc.

Das inúmeras quantificações simuladas pelo programa ARQUITROP selecionamos três que foram justificadas na metodologia para formularmos as comparações necessárias e que subsidiam as conclusões finais: temperatura ambiental - t amb, temperatura superficial interior da parede Oeste - t sup Oeste e temperatura superficial interior da cobertura - t sup cobertura.

As figuras 12, 13 e 14 apresentam, resumidamente, as três quantificações acima apontadas comparando as quatro situações de projeto nos três meses escolhidos.

SITUAÇÕES	FEVEREIRO		JULHO		SETEMBRO	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
Original	31.1	19.6	31.3	12.0	34.8	16.7
Parcial	29.0	20.6	28.3	13.3	31.8	18.0
Final	26.9	22.8	24.2	17.0	28.1	21.1
Corrente	28.8	21.7	27.4	15.1	31.2	19.5
t. ext.	29.2	18.2	28.3	9.8	32.0	14.7

Figura 12 - Temperatura Ambiental - t amb (°C)

SITUAÇÕES	FEVEREIRO		JULHO		SETEMBRO	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
Original	33.9	18.4	34.2	10.1	38.7	14.9
Parcial	32.1	19.1	32.1	11.1	36.2	15.8
Final	28.4	21.7	26.7	15.5	30.7	19.7
Corrente	29.9	21.0	28.9	13.9	32.8	18.3
t ext.	29.2	18.2	28.3	9.8	32.0	14.7

Figura 13 - Temperatura Superficial- t_{sup} (°C), parede Oeste.

SITUAÇÕES	FEVEREIRO		JULHO		SETEMBRO	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
Original	38.5	18.5	39.9	10.1	44.8	15.0
Parcial	31.2	19.9	30.9	12.2	34.8	16.8
Final	28.6	22.1	26.7	16.0	30.8	20.2
Corrente	30.9	21.3	30.2	14.1	34.2	18.6
t ext.	29.2	18.2	28.3	9.8	32.0	14.7

Figura 14 - Temperatura Superficial- t_{sup} (°C), cobertura.

Antes de se formular uma conclusão final no próximo e último item deste trabalho fazem-se algumas considerações específicas quanto às temperaturas superficiais interiores:

- os componentes originais do projeto acusam temperaturas superficiais interiores com valores críticos tanto máximos como mínimos; em setembro, no período vespertino, a cobertura acusa $t_{sup} = 44.8$ °C e a parede Oeste $t_{sup} = 38.7$ °C; em julho, durante a madrugada, tanto cobertura quanto a parede, acusam $t_{sup} = 10.1$ °C;

- no caso da cobertura, em setembro, a melhoria parcial (papelão e superfície refletora) proporciona um decréscimo significativo da t_{sup} máxima passando para 34.8 °C e que nos dá um valor bastante próximo da versão corrente (fibro-cimento e laje mista) com 34.2 °C; na situação final o valor decresce ainda mais ficando em 30.8 °C que se torna perfeitamente aceitável lembrando que a temperatura exterior atinge 32.0 °C neste período;

- no caso da parede externa, em setembro, no período vespertino na situação final do projeto encontra-se um valor $t_{sup} = 30.7$ °C o que representa uma redução de 8.0 °C comparado com a parede original; em julho, pela madrugada, a t_{sup} que acusava um mínimo de 10.1 °C no projeto original sobe para 15.5 °C na situação final do projeto com um comportamento também melhor que a situação corrente que acusa $t_{sup} = 13.9$ °C.

CONCLUSÃO FINAL

Em primeiro lugar podemos afirmar que as ocorrências de superfícies quentes e frias, constatadas principalmente no projeto com os componentes originais, desaparecem na versão final do projeto quando se incorporam todas as melhorias propostas. Além disso verifica-se que as temperaturas máximas e mínimas das superfícies desses componentes são, respectivamente, menores e maiores que aquelas obtidas com os componentes usuais da construção civil. O mesmo tipo de comparação pode também ser feita no caso da temperatura ambiental.

Já na situação parcial, quando se incorporam parte das melhorias, consegue-se que as t_{amb} máximas, considerando os três meses, sejam inferiores ou iguais às temperaturas externas. Embora humilde em termos absolutos na verdade considera-se avanço significativo pois o projeto original acusa valores entre 2 e 3 °C superiores à temperatura externa máxima. Este significado pode ser ampliado quando se verifica que os custos dessas primeiras melhorias são bastante reduzidos.

Nos três meses tipo utilizados na simulação as t_{amb} máximas apontadas para a versão final do projeto oferecem valores que se encontram dentro da zona de conforto visto que, no mês de fevereiro, com umidade relativa média na casa de 80% a temperatura máxima admissível é de 27 °C ($t_{amb} = 26.9$ °C) enquanto nos outros meses, com umidade relativa média oscilando entre 50 e 60% admite-se como limite superior da zona de conforto 29 °C (julho: $t_{amb} = 24.2$ °C; setembro: $t_{amb} = 28.1$ °C). Verifica-se, também, que o projeto com componentes correntes não consegue tal performance, nem em fevereiro ($t_{amb} = 28.8$ °C), nem em setembro ($t_{amb} = 31.2$ °C).

Quanto às t_{amb} mínimas devemos levantar apenas a questão referente ao mês de fevereiro, que representa todo o período chuvoso. Assim, considerando que a versão final do projeto incorpora um componente parede com inércia térmica significativa, seu comportamento é visivelmente positivo no período seco com amplitudes térmicas diárias elevadas; no período chuvoso, reduzida a amplitude, a t_{amb} mínima apresenta valores que, para o período noturno correm o risco de serem considerados elevados. Para corrigir tal risco deveria se recorrer ao incremento da ventilação noturna.

Assim, e reafirmando que este trabalho é um exemplo de aplicação de uma idéia básica e subsídio para um futuro projeto na área da habitação de baixa renda, considera-se que o resgate da qualidade, a nível da habitabilidade térmica, é algo que poderá ser equacionado mesmo em situações críticas econômico-sociais.

BIBLIOGRAFIA

1. RORIZ, Maurício; BASSO, Admir. "ARQUITROP"- Sistema Integrado de Rotinas e Bancos de Dados para Apoio às Atividades de Projeto em Arquitetura e Engenharia visando Conforto Térmico e Economia de Energia. Versão 3.0. São Carlos, 1990.

2. FERNANDES, Antonio M.C. Pombo; RORIZ, Marisa Soares. Casa Embrião - Desempenho Térmico de Componentes. Goiânia, Universidade Católica de Goiás, 1991.
3. FERNANDES, Antonio M.C. Pombo. Conforto Ambiental e Ensino da Arquitetura -Documentos 1,2, 3 e 4. Lisboa, LNEC, 1983.
4. FERNANDES, Antonio M.C. Pombo; AZEVEDO, Marcelo Godinho de; LOPES, Kênia Parente, BORGES, Kelder A. de Andrade. Melhorias do Comportamento Térmico de uma Habitação Popular. Brasília, Encontro Nacional Indústria -Universidade sobre Pedagogia da Qualidade, 1992.
5. KOENIGSBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S.V. Viviendas y Edificios em Zonas Cálidas y Tropicales. Madrid, Paraninfo, 1977.