



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CARACTERIZAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE VEDAÇÕES COM PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS COM GARRAFAS PLÁSTICAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL.

**Thaís L. Provenzano (1); Karin A. Jahnke (1); Luiz Henrique M. Vefago (1);
Fernando Barth (2)**

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ – UFSC – e-mail: thaispro@yahoo.com.br; kajahnke@terra.com.br; luizvefago@arq.ufsc.br.

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFSC – e-mail: ferbarth@arq.ufsc.br

RESUMO

O objetivo deste artigo consiste na caracterização do desempenho térmico do sistema construtivo com painéis pré-fabricados com garrafas plásticas recicladas para habitação de interesse social. As paredes da habitação são formadas por painéis modulares de 85 e 65cm de largura, que incorporam as garrafas plásticas no seu interior, melhorando o desempenho térmico, diminuindo seu peso, conferindo maior espessura da parede e rigidez ao conjunto. Este processo utiliza as garrafas plásticas vazias, cujo material é abundante e de grande durabilidade, atuando como elemento estimulador para a coleta seletiva contribuindo para reduzir sua presença em lixões e aterros sanitários, e desta forma, diminuindo o impacto ambiental nas grandes cidades. A fabricação dos painéis é feita em formas de madeira, fibra de vidro ou chapa de aço, dependendo da escala de produção. Os painéis são formados por colunas verticais com garrafas plásticas cortadas e encaixadas, reforçadas com treliça de aço plana em seu perímetro e revestidas nas duas faces e laterais com argamassa. A cobertura pode ser fabricada com painéis planos ou curvos, executados com o mesmo sistema construtivo. Neste trabalho busca-se a racionalização do projeto de uma habitação de interesse social térrea para a construção de um protótipo embrião de 50,70m², tendo dois dormitórios, sala, cozinha, banheiro, área de serviço e varanda, com possibilidades de ampliações utilizando o mesmo sistema construtivo. A análise térmica é realizada de acordo com a Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações - NBR15220, onde são avaliados o isolamento, a inércia, o atraso térmico e o fator solar das vedações. O resultado desta análise permite a caracterização e verificação da adequação do sistema construtivo às condições climáticas da região de Florianópolis.

Palavras-chave: habitação de interesse social, pré-fabricação, desempenho térmico.

ABSTRACT

This paper presents the analysis of thermal performance of the constructive system with precast panels with recycled plastic bottles for Low-Cost Houses. The building walls are made with modulated panels with 85 and 65cm of width that use the plastic bottles to form the inner cavity providing the thermal insulation, reducing weight and also increasing the thickness and the wall stiffness. This process uses empty bottles which are plentiful produced and has large durability. It also can afford the selective recycling and reduce this kind of pollution in big cities. The precast wall panels can be made in wood, fiber-glass or steel molds depending on the scale of the production. The plastic bottles are cut at the bottom and fitted together forming columns that go inside the molds. The bottles are covered with mortar and reinforced in the panel border with steel framework. The covering can be manufactured with the same process using flat or curved molds. The project of the one-story precast

house has two bedrooms, bathroom, living and kitchen totalizing 50,70m². This project foresees the house increasing using the same constructive system without moving out the residents. The thermal performance is rated in accordance with the Brazilian Norm of Thermal performance in buildings - NBR15220, where are valued the thermal transmittance, thermal capacity, the thermal delay and solar heat factor of the components of buildings. The result of this analysis allows characterizes it verifies of it adjusts of the constructive zones of system bioclimatic Florianópolis.

Keywords: Low-Cost Houses, precast, thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

No momento atual, a oferta de soluções para a construção de habitações não consegue satisfazer o déficit habitacional brasileiro, que é de aproximadamente 7.222.645 unidades (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2005). Propostas para atender estas demandas devem considerar as diferenças peculiares em nosso país tais como as condições sócio-econômicas regionais, a diversidade climática e a disponibilidade de materiais. No entanto, a padronização excessiva dos conjuntos habitacionais brasileiros tem gerado uma impessoalidade que dificulta o estabelecimento de relações de identidade entre o usuário e a edificação (SZÜCS, 1997; SILVEIRA, 2000). No setor habitacional, segundo Picchi (1993), predomina a crença de que a qualidade, os prazos de execução e os custos são requisitos conflitantes e, que a melhoria de um deles resulta em perda desempenho dos outros. Assim, muitas vezes, na busca de redução de custos, a qualidade é relegada adotando-se, como estratégia para a contenção de despesas, a precarização do processo construtivo.

Os desperdícios de materiais, a geração de entulhos, o uso de mão-de-obra pouco especializada e a falta de um projeto de produção, conduzem a uma construção pouco racionalizada onde as perdas de recursos materiais e humanos são cumulativas. O panorama da indústria da construção civil brasileira apresenta um avanço tecnológico ainda lento em virtude do pouco desenvolvimento e da escassa racionalização da sua produção. A competitividade, traduzida na relação preço / qualidade, prioriza o baixo custo da construção em detrimento do desenvolvimento de novos processos de produção e de organização do trabalho.

Mais recentemente, podem-se observar inovações tecnológicas que tentam acompanhar os avanços alcançados em outros países e em outros tipos de indústria. Segundo Andrade, Romero (2000), “uma tendência expressa nos últimos anos, no campo da habitação popular, no Brasil, é a busca da qualidade na construção. Esta tem como um elemento estratégico a qualidade do projeto, repercutindo no desempenho do produto final, na simplificação do processo construtivo e contribuindo para a redução do custo”.

A arquitetura aliada à indústria representa uma aproximação da qualidade e da diversidade de linguagem compositiva, facilitada pela utilização de produtos e componentes industriais, sem abrir mão da personalização que arquitetos, projetistas e usuários anseiam. Gonzalez (1996) destaca que não se trata de construir como a indústria, e sim, com a indústria, ou seja, ajustar o projeto de obra arquitetônica à sistemática dos processos industriais de construção. A meta final é agregar, de forma contínua, qualidade, durabilidade e valores compositivos aos produtos e componentes industrializados, fazendo com que estas características melhorem o desempenho funcional e a qualidade final da construção arquitetônica.

Desta forma, uma análise das evoluções dos sistemas construtivos industrializados pode contribuir para sua correta inserção nos processos projetuais e de produção da habitação; e como consequência um aumento na qualidade da construção em geral e também das habitações de interesse social.

Outro aspecto a destacar é a necessidade de um desenvolvimento sustentável para a indústria da construção, que segundo a Agenda Habitat II (1996), deve promover métodos e tecnologias de construção disponíveis no local, apropriados, de custo razoável, seguros, eficientes e comprometidos

com o meio ambiente de modo a enfatizar o uso otimizado dos recursos humanos e a incentivar métodos poupadores de energia.

A cadeia produtiva da construção civil apresenta grandes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias-primas, produção de matérias, construção, uso e demolição, e que segundo John et al (2001), toda sociedade seriamente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como propriedade.

A concepção de uma habitação sustentável pressupõe, basicamente, a compatibilização de dois grupos de variáveis: em um deles estão as variáveis relativas à produção e ao funcionamento da habitação; no outro, estão aquelas relacionadas com a preservação do meio ambiente (COSTA FILHO et al., 2000). A escolha de materiais e dos sistemas construtivos deve ter como referência a sua influência no meio ambiente e uma análise do ciclo de vida, que faz com que as indústrias considerem as questões associadas aos sistemas de produção tais como insumos, matérias-primas, manufatura, distribuição, uso, disposição, reuso e reciclagem.

Neste trabalho a ênfase é dada para a fase de projeto e desenvolvimento de componentes com materiais reciclados num sistema construtivo que busca a produção industrializada e um desempenho térmico satisfatório, de modo a atender alguns requisitos de uma habitação sustentável.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo consiste na caracterização do desempenho térmico de vedações com painéis pré-fabricados com garrafas plásticas recicladas para habitação de interesse social.

3. METODOLOGIA

3.1 Proposta de projeto para habitação de interesse social

Nesta etapa do artigo é proposto um projeto de habitação de interesse social que utiliza os painéis pré-fabricados com garrafas plásticas recicladas. As garrafas são incorporadas no interior dos painéis melhorando o desempenho térmico, diminuindo seu peso e conferindo maior espessura da parede e rigidez no conjunto da habitação. Além de reduzir a poluição ambiental esta solução também contribui para a redução dos custos na medida que substitui outros materiais, tais como tijolos, blocos cerâmicos e de concreto.

3.1.1 Projeto embrião da habitação

A concepção da Casa Pet buscou colaborar para a solução de dois problemas: o déficit habitacional brasileiro e a reciclagem/reaproveitamento das garrafas plásticas tipo PET. Como primeira solução, adotou-se um processo de pré-fabricação de painéis que podem ser desenvolvidos na indústria ou no próprio canteiro de obras através de um projeto racionalizado, com flexibilidade compositiva suficiente para atender as demandas atuais e futuras dos usuários. A leveza e a rigidez dos painéis pré-fabricados facilitam a fabricação, o transporte e a montagem das habitações. A incorporação das garrafas plásticas no seu interior, melhoram o desempenho térmico, diminuem o peso, e conferem maior espessura da parede e rigidez ao conjunto. As técnicas de pré-fabricação são utilizadas de modo a aumentar a produtividade na fábrica ou até mesmo no canteiro de obra, gerando mão-de-obra treinada e reduzindo custos e desperdícios na construção.

O projeto embrião busca satisfazer as necessidades iniciais dos usuários e prever, de forma racionalizada, possíveis ampliações que atendam as exigências básicas e acompanhem o crescimento e desenvolvimento social dos usuários. O projeto proposto apresenta dois dormitórios com banheiro, cozinha e sala integradas, área de serviço e varanda, totalizando 57,34m², buscando atender o programa de necessidades para uma família com dois ou três filhos.

semelhantes às construções convencionais. O fechamento dos oitões é feito com frontais de madeira tratada.



Figura 5 Montagem dos painéis de parede



Figura 6 Montagem da laje plana com garrafas plásticas.

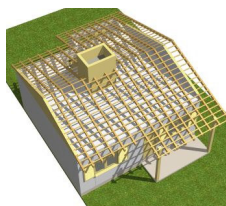


Figura 7 Montagem da estrutura de madeira da cobertura.



Figura 8 Cobertura finalizada.

Os painéis pré-fabricados podem receber diferentes tipos de revestimentos e pinturas nas paredes. As características deste processo buscam minimizar os preconceitos que os usuários tem com as casas pré-fabricadas. A casa utiliza elementos pré-fabricados, mas tem a aparência de uma construção convencional.

3.1.2 Ampliações da Casa PET

O projeto prevê o crescimento da família e a melhoria de suas condições, que resultam na possibilidade de ampliação de dois quartos, ou de um quarto mais garagem, que também pode ser transformada num espaço de trabalho, gerando aumento da renda familiar. A ampliação é induzida de forma preliminar através da execução da fundação radier, que estabelece os limites máximos da ampliação.



Figura 9 Perspectiva frontal da Casa PET ampliada.



Figura 10 Perspectiva posterior da Casa PET ampliada.

Tabela 1 Etapas de Construção x Áreas

Etapas de Construção	Área Construída
Embrião	57,84 m ²
Embrião + Ampliação Proposta	77,64 m ²

3.1.3 Implantação no lote da Casa PET

As casas pré-fabricadas neste sistema podem ter dois tipos de implantação: podem estar isoladas no lote ou geminadas, ou seja, agrupadas em duas casas separadas por uma parede medianeira, possibilitando um melhor aproveitamento do lote, cuja largura mínima proposta é de 11,20m.



Figura 11 Implantação do tipo geminada – projeto embrião



Figura 12 Implantação do tipo geminada – projeto ampliado.

3.2 Análise do Desempenho Térmico

O projeto de uma obra arquitetônica apresenta um conjunto amplo de variáveis projetuais. Representam requisitos (qualitativos) e critérios (quantitativos) no desenvolvimento de um projeto de obra arquitetônica, dentre eles: orientação solar, ventilação, ventos predominantes, chuvas incidentes, micro-clima, privacidade, segurança, funcionalidade, modulação, desempenho térmico, desempenho acústico, construtividade durabilidade, etc.

Neste artigo será analisado o desempenho térmico dos painéis de parede e de cobertura com os painéis pré-fabricados com garrafas plásticas. Baseado nos cálculos e simulações é possível, ainda na fase de projeto, realizar a verificação do desempenho térmico tanto dos edifícios quanto de seus sistemas construtivos.

Existem duas normas no Brasil que caracterizam o desempenho térmico dos sistemas construtivos, sendo eles a Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações - NBR15220 e o Projeto de Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos 02:136.01-001. Estas normas definem que a edificação habitacional deve reunir características que atendam as exigências de conforto térmico dos usuários, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas pela NBR15220. Nesta análise serão avaliados o isolamento, a inércia, o atraso térmico e a capacidade térmica dos sistemas de vedações. O resultado desta avaliação permite a caracterização e verificação da adequação do sistema construtivo às condições climáticas da região de Florianópolis.

3.2.1 Caracterização do clima em Florianópolis

O clima da cidade de Florianópolis é mesotérmico úmido, com verão quente e estação chuvosa. Segundo a classificação Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações - NBR15220, Florianópolis está na zona climática 3.

3.2.2 Análise do desempenho térmico do painel de parede

Para o cálculo do desempenho térmico do sistema construtivo foi utilizado o painel de vedação vertical com dimensões 84x265cm.

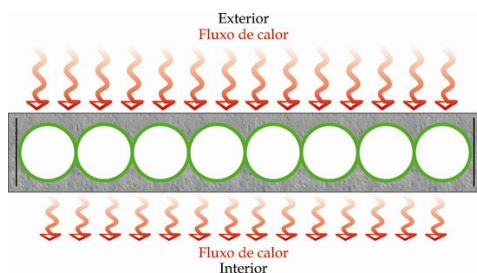


Figura 13 Planta do painel de parede com o sentido do fluxo de calor na situação de verão.

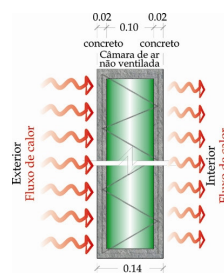


Figura 14 Corte do painel de parede com o sentido do fluxo de calor na situação de verão.

Tabela 2 Resistências térmicas das camadas da vedação

Camada	R _{si}	R _{argamassa}	R _{ar}	R _{argamassa}	R _{se}	R _{Total}
Resistência térmica (m².K)/W	0,13	0,017	0,17	0,017	0,04	0,374

Tabela 3 Características térmicas do sistema construtivo com painéis PET de parede

Característica	Unidade	Sistema construtivo Painel PET parede	NBR 15220 Paredes Leves	Projeto de Norma 5 pav.
Resistência térmica	(m ² .K)/W	0,374	-	-
Transmitância térmica	W/(m ² .K)	2,67	U<3,60	U<2,5*
Capacidade térmica	KJ/(m ² .K)	80	-	≥ 130
Atraso térmico	horas	1,92	φ<4,3	-
Fator solar	%	7,46 – 9,18	FCS<5,0	-

Nota: * este valor é aplicado para o coeficiente de absorção solar $\alpha \geq 0,6$.

Pela tabela 2 nota-se que as resistências superficiais interna e externa correspondem à praticamente 45% da resistência térmica total da vedação sendo que a câmara de ar interna proporciona mais 45% do isolamento da vedação. A resistência térmica da argamassa é baixa devido a mesma possuir uma condutividade térmica relativamente alta e as camadas apresentarem espessura de somente 2cm.

A partir da tabela 3 percebe-se que a transmitância térmica satisfaz a NBR15220 ficando seu valor abaixo do valor máximo admissível por esta norma. No entanto, a vedação não satisfaz o mesmo critério estabelecido pelo Projeto de Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos, pois o valor está em função do coeficiente de absorção solar que neste caso foi considerado um $\alpha \geq 0,6$ para a argamassa (cinza). Ainda baseando-se neste projeto de norma verifica-se que a capacidade térmica do painel é inferior ao valor mínimo estabelecido que é menor que 130KJ/(m².K). Não necessariamente uma inércia térmica maior representa um desempenho melhor, pois o atraso térmico é função da capacidade e da resistência térmicas. O fator solar é superior ao estabelecido pela norma NBR15220 pois o mesmo está diretamente ligado à transmitância térmica e o coeficiente de absorção solar, sendo neste caso de $\alpha \geq 0,65$ a $\alpha \geq 0,80$ relativo a coloração original da argamassa.

3.2.3 Análise do desempenho térmico do painel de cobertura

Este item apresenta uma avaliação do desempenho térmico dos painéis pré-fabricados com garrafas plásticas para coberturas. As diretrizes construtivas utilizadas para este cálculo são as mesmas da análise de desempenho térmico do painel de parede.

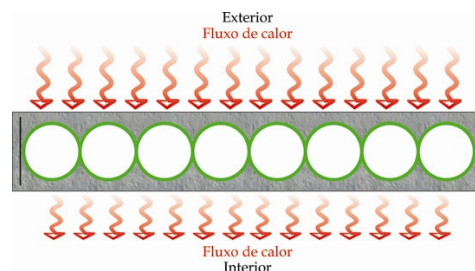


Figura 15 Sentido do fluxo de calor na situação de verão (descendente) para cobertura SEM barreira radiante.

Tabela 4 Resistências térmicas das camadas da cobertura SEM barreira radiante

Camada	R _{si}	R _{argamassa}	R _{ar}	R _{argamassa}	R _{se}	R _{Total}
Resistência térmica (m ² .K)/W	0,17	0,017	0,21	0,017	0,04	0,454

Tabela 5 Características térmicas da cobertura com painéis pet SEM barreira radiante

Característica	Unidade	Sistema construtivo Cobertura s/ barreira radiante	NBR 15220 Coberturas	Projeto de Norma 5 pav.
Resistência térmica	(m ² .K)/W	0,454	-	-
Transmitância térmica	W/(m ² .K)	2,20	U<2,00	U<2,3
Capacidade térmica	KJ/(m ² .K)	80	-	-
Atraso térmico	horas	2,05	φ<3,3	-
Fator solar	%	5,85 – 7,20	FCS<6,5	-

Nota: As transmitâncias térmicas e os atrasos térmicos das coberturas são calculados para condições de verão (fluxo térmico descendente).

Pela tabela 4 nota-se que as resistências superficiais interna e externa correspondem à praticamente 46% da resistência térmica total da vedação de cobertura sendo que a câmara de ar interna proporciona mais 46% do isolamento da vedação. A resistência térmica da argamassa é baixa devido à mesma possuir uma condutividade térmica relativamente alta e as camadas apresentarem espessura de somente 2cm.

Na tabela 5 percebe-se que o valor da transmitância térmica da cobertura não satisfaz a NBR15220 pois seu valor fica acima do valor máximo admissível por esta norma. No entanto, a vedação satisfaz o mesmo critério estabelecido pelo Projeto de Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos. Ao contrário das paredes, não existe nenhum valor como parâmetro para a avaliação da capacidade térmica da cobertura, impossibilitando assim a realização de uma análise crítica deste critério. O fator solar atende parcialmente ao estabelecido pela norma NBR15220 pois o coeficiente de absorção solar neste caso varia de $\alpha \geq 0,65$ a $\alpha \geq 0,80$, relativo a coloração original da argamassa. A partir destes resultados é possível aumentar a resistência térmica com a inclusão de uma manta aluminizada no interior do painel.

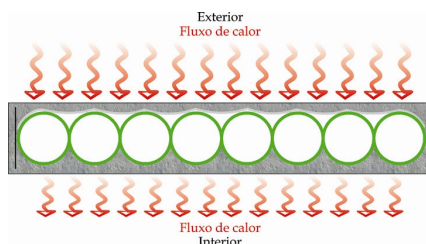


Figura 16 Sentido do fluxo de calor na situação de verão (descendente) para cobertura COM barreira radiante.

Tabela 6 Resistências térmicas das camadas da cobertura COM barreira radiante

Camada	R _{si}	R _{argamassa}	R _{ar}	R _{argamassa}	R _{se}	R _{Total}
Resistência térmica (m ² .K)/W	0,17	0,017	0,61	0,017	0,04	0,854

Tabela 7 Características térmicas da cobertura com painéis pet COM barreira radiante

Característica	Unidade	Sistema construtivo Cobertura c/ barreira radiante	NBR 15220 Cobertura	Projeto de Norma 5 pav.
Resistência térmica	(m ² .K)/W	0,854	-	-
Transmitância térmica	W/(m ² .K)	1,17	U<2,00	U<2,3
Capacidade térmica	KJ/(m ² .K)	80	-	-
Atraso térmico	horas	3,34	φ<3,3	-
Fator solar	%	3,07 – 3,78	FCS<6,5	-

Nota: As transmitâncias térmicas e os atrasos térmicos das coberturas são calculados para condições de verão (fluxo térmico descendente).

Pela tabela 6 nota-se que as resistências superficiais interna e externa correspondem somente a 25% da resistência térmica total da vedação de cobertura. Já a câmara de ar interna proporciona mais de 71% do isolamento da vedação com a utilização da barreira radiante. A resistência térmica da argamassa manteve-se constante aos exemplos anteriores.

Na tabela 7 percebe-se que o valor da transmitância térmica da cobertura satisfaz tanto a NBR15220 quanto ao Projeto de Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos. O atraso térmico não satisfaz a NBR15220 pois seu valor está em função da resistência térmica do painel que, neste caso, teve sua resistência triplicada. O fator solar atende ao estabelecido pela norma NBR15220 mesmo possuindo um coeficiente de absorção solar elevado que varia de $0,65 \geq \alpha \geq 0,80$, relativo a coloração original da argamassa. A seguir é apresentada uma tabela comparativa entre as duas coberturas analisadas.

Tabela 8 Comparação das características térmicas do sistema construtivo com painéis pet SEM e COM barreira radiante em seu interior.

Desempenho	Unidade	Sistema construtivo		NBR 15220 Cobertura	Projeto de Norma 5 pavimentos
		Cobertura c/ barreira radiante	Cobertura c/ barreira radiante		
Resistência térmica	(m ² .K)/W	0,454	0,854	-	-
Transmitância térmica	W/(m ² .K)	2,20	1,17	U<2,00	U<2,3
Capacidade térmica	KJ/(m ² .K)	80	80	-	-
Atraso térmico	horas	2,05	3,34	$\phi < 3,3$	-
Fator solar	%	5,85 – 7,20	3,07 – 3,78	FCS<6,5	-

Analisando os valores da tabela acima é possível verificar que com apenas a inclusão de uma barreira radiante no interior do painel o isolamento tem sua eficiência praticamente duplicada.

4. CONCLUSÕES

4.1.1 Quanto ao projeto da habitação

Após a avaliação do projeto de habitação de interesse social com painéis pré-fabricados com garrafas plásticas recicladas, pode-se destacar os seguintes benefícios que podem ser obtidos pelo uso da coordenação dimensional:

- É possível padronizar as dimensões painéis de parede e obter uma flexibilidade compositiva da habitação;
- Permite a padronização das esquadrias e gerar flexibilidade na colocação das mesmas em diferentes pontos da habitação;
- Facilita a ampliação dos espaços seguindo a evolução das necessidades e condições financeiras dos usuários;
- Permite utilizar linhas de montagem facilitando o planejamento e evitando re-trabalhos;

4.1.2 Quanto ao desempenho térmico

Após a análise dos cálculos de desempenho térmico baseados na Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações - NBR15220 e no Projeto de Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos 02:136.01-001, foi possível verificar que o sistema construtivo com painéis pré-fabricados com garrafas plásticas recicladas é adequado para ser utilizado na fabricação de habitações na zona bioclimática 3.

Quanto ao painel de parede, é possível concluir que o único parâmetro que não alcançou as exigências mínimas da norma foi o fator de calor solar. A coloração natural da argamassa do elemento que compõem sistema construtivo fez com que o coeficiente do fator solar fosse superior aos valores

estabelecidos pela NBR15220. Deste modo pode-se recomendar que as vedações recebam um revestimento externo ou uma pintura com tonalidades claras, conduzindo também a uma redução das temperaturas superficiais, redução na transferência de calor através da parede.

Quanto ao painel de cobertura, verificou-se necessária a utilização de barreira radiante no interior do painel para que este atinja os critérios exigidos pela NBR15220. É importante salientar que, nesta análise do desempenho térmico do painel de cobertura, não foi considerada a existência de cobertura com madeiramento e telhas cerâmicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA HABITAT II - Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos. Publicação das Nações Unidas, Código No. E.97.IV.6. Istambul, 1996.

ANDRADE, Max; ROMERO, Marta A.B. **Coordenação dimensional como ferramenta para a qualidade em projetos de habitação popular.** São Paulo, SP. 2000. 1 arq.htm. Seminário Internacional NUTAU: tecnologia e desenvolvimento. São Paulo, 2000.

ARCHI CAD. (1998), **Manual de Referência.** Versão licenciada 6.5. Graphsoft. Budapeste, Hungria.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - **NBR15220 - Desempenho Térmico de Edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades.** Novembro 2004.

_____**NBR15220 - Desempenho Térmico de Edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.** Rio de Janeiro, Novembro 2004.

_____**NBR15220 - Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, Novembro 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - **Projeto 02:136.01.001 – Desempenho de Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro. ABNT. Outubro 2002.

COSTA FILHO, A.; BONIN, L.C; SATTLER, M.A. **Tecnologias sustentáveis em habitações destinadas à população de baixa renda.** Salvador, BA. 2000. v.1 p.196-203 il.. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil.** 2. ed. - Belo Horizonte, 2005.

GONZALEZ, Josep M. **Arquitetura e Indústria. Vivienda: Nuevas ideas urbanas. Quaderns d'arquitectura i urbanisme.** Editora Font i Prat Associats. Barcelona, 1996.

JOHN, Vanderley Moacyr; SILVA, Vanessa Gomes da; AGOPYAN, Vahan. **Agenda 21 : uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro.** Porto Alegre, RS. 2001. p. 91-98. In: Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2º e 1º, Canela, RS, 2001. Artigo técnico.

PICCHI, F.A.; AGOPYAN, V. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1993. (Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da USP, BT/PCC/104)

SILVEIRA, Wilson Jesus da C. **Geração de renda através de obras sociais para viabilização econômica das comunidades.** Florianópolis: PPGE/UFSC, 2000. 201 f. (Tese – Doutorado).

SZÜCS, Carolina P. **Apropriação e modificação dos espaços da casa: inventário de soluções populares.** 1997. Relatório de Pesquisa. Florianópolis: FUNPESQUISA/GHab/ARQ/UFSC, 1997.