

AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL EM UNIDADES HABITACIONAIS POPULARES EM PALMAS/TO

Rita S. C. Lourenço (1); Mariela C. A. de Oliveira (2); Marianna G. Cardoso(3)

- (1) Aluna de graduação curso de Arquitetura e Urbanismo, programa PIVC; lourenco.rita@gmail.com
(2) Professora Adjunta III, Curso de Arquitetura e Urbanismo, campus de Palmas, mariela@uft.edu.br,
Universidade federal do Tocantins, Avenida NS 15, 109 Norte bloco 1, Sala10, - Plano Diretor Norte -
Palmas - TO, 77001-090 Brasil
(3) Professora Assistente, Curso de Arquitetura e Urbanismo, campus de Palmas, mariannagpc@uft.edu.br,
Universidade federal do Tocantins, Avenida NS 15, 109 Norte bloco 1, Sala10, - Plano Diretor Norte -
Palmas - TO, 77001-090 Brasil

RESUMO

A realidade brasileira, no que diz respeito à produção em massa de habitações de interesse social, não tem como objetivo o conforto térmico das habitações. Quando se pensa em cidades com climas quentes a notoriedade dessa situação se intensifica como é o caso do município de Palmas – TO. A capital do Tocantins pode ser considerada uma das cidades mais quentes do país, chegando a registrar, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a marca de 41,9°C em setembro de 2013. Mesmo sendo uma cidade planejada apresenta grandes problemas habitacionais, supervalorizando as áreas centrais da cidade e promovendo moradias de forma desordenada para pessoas de baixa renda. Diante dos problemas habitacionais municipais agregados as questões climáticas locais foram propostas analisar e caracterizar termicamente a construção de unidades habitacionais, localizadas na quadra 408 Norte através de métodos empíricos. O condomínio estudado faz parte do conjunto de obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do ano de 2009. Para a análise das habitações foi verificado o índice de conforto térmico através do método CSTB, NBR 15220 e NBR 15575. Os resultados mostram que as unidades não possuem condições térmicas favoráveis e uso de materiais inapropriados. A falta de soluções que melhorem a qualidade de vida do usuário pode ser considerada um reflexo das soluções quantitativas, buscadas para amenizar o déficit habitacional brasileiro sem uma preocupação qualitativa das unidades produzidas.

Palavras-chave: simulação computacional, índices térmicos, desempenho térmico.

ABSTRACT

The Brazilian reality, when it comes to mass production of social housing, don't take to account a thermal comfort by their houses. When you think of cities with warm climates the notoriety of this situation intensifies as is the case of the city of Palmas - TO. The Tocantins capital can be considered one of the hottest cities in the country, reaching, according to the National Institute of Meteorology (INMET), the temperature 41,9°C in September 2013. Even if a planned city presents major housing problems, overvaluing the central areas of the city and promoting housing in a disorganized way for low-income people. Before the municipal housing problems aggregates local climate issues were proposed to analyze and thermally characterize the construction of housing units, located in block 408 North through empirical methods. These units are a part of the studied group of works of the Growth Acceleration Program (PAC), 2009. For the analysis of housing was verified thermal comfort index through the CSTB method, NBR 15220 and NBR 15575. The results show that their houses don't have favorable thermal conditions and unappropriated materials are founded. The lack of solutions that improve the user's quality of life can be considered a reflection of quantitative solutions, sought to soften the Brazilian housing deficit without a qualitative concern of units produced.

Keywords: computer simulation, comfort index, thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

O Estatuto da Cidade assegura ao ser humano o direito à moradia, e a Constituição Brasileira de 1988 estabelece como dever do Estado, nas esferas Federal, Estadual e Municipal, “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (art. 23, IX). (BRASIL. CONSTITUIÇÃO, 1988).

O Brasil nas últimas décadas vem se esforçando para combater seu déficit habitacional, entretanto a exigência por baixos custos e rapidez construtiva, tem feito com que isto se torne uma espécie de produto. A produção de edifícios para abrigar populações de baixa renda está acelerada, entretanto nesse processo percebe-se um descuido com a qualidade e responsabilidade dos projetos a serem executados. (BRUNETTO, SOUZA, SZUCS, 1999; BARBOSA, ROZENDO, VILLAROUÇO, 2003; BARBIRATTO, PAULA, SILVA, 2013; CASER, FRAGA, TAUFFER, 2013)

Fundada em 20 de maio de 1989, Palmas é a última cidade brasileira planejada do século XX (SEGAWA, 1991), são responsáveis pelo projeto urbanístico de Palmas são os arquitetos Walfredo Antunes de Oliveira e Luiz Fernando Cruvinel Teixeira, sócios na empresa goiana “GrupoQuatro”, a qual foi encomendado o projeto da mais nova capital do Tocantins, com a previsão de abrigar inicialmente 300.000 habitantes, podendo chegar a 1,2 milhões (VELASQUES, 2010).

As habitações de interesse social tem se incorporado a paisagem de muitos municípios brasileiros com suas formas simples, padronizadas e arquitetura muitas vezes deficiente. A realidade técnica e funcional da maioria dessas habitações difere da casa ideal que por muito se vê nos anúncios e propagandas. Esse trabalho acadêmico visa refletir sobre a situação da habitação social no país em seus aspectos funcionais, espaciais, arquitetônicos e urbanos. (SILVA e OLIVEIRA, 2014)

Elementos básicos de arquitetura, como conforto ambiental, espaços bem dimensionados, relação espaço privado espaço público e atendimento das necessidades do morador, acabam num segundo plano. Os resultados destas falhas de projeto aparecem nas avaliações pós-ocupacionais, que revelam a insatisfação da maioria dos moradores de unidades habitacionais destinadas à baixa renda. (SILVA e OLIVEIRA, 2014)

Com o intuito de dar um impulso no desenvolvimento do país, em 2007, foi lançado pelo Governo Federal o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). O PAC é responsável por levar à todas as regiões do país obras de infraestrutura e melhoramento do desenvolvimento urbano, agindo em conjunto com os governos estaduais e/ou municipais, por intermédio da CEF. Já em 2009 foi criado o programa do Governo Federal que mais tem sido implantado para sanar o déficit habitacional dos estados brasileiros. Este programa é o Minha Casa, Minha Vida (MCMV), instituído pela Lei nº 11.977, de julho de 2009.

Segundo Amaral (2009), a produção de moradias para a população de baixa renda no município de Palmas foi sempre inferior à demanda. Segundo Pimentel & Melo Júnior (2013), todos os programas habitacionais efetivados em Palmas, sempre realizados com parceria entre o governo municipal e os governos estadual e/ou federal, trataram de incrementar a periferia, mesmo estando esta desarticulada fisicamente da Região Central e precariamente infraestruturada.

2. OBJETIVO

O artigo visa analisar qualitativamente o conforto térmico nos apartamentos de interesse social que estão sendo construídos na Quadra 408 Norte da cidade de Palmas – TO, a partir das informações obtidas através de consultas bibliográficas e interpretação de duas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do método Centre Scientific et Technique du Batiment -Paris(CSTSB).

3. MÉTODO

A metodologia divide-se em três etapas, levantamento de dados referentes ao projeto e referencial teórico sobre as edificações, aplicação do CSTSB e verificação das normas NBR 15220-2/2003 e NBR 15575.

O aparato teórico para o levantamento de informações sobre a Política Brasileira de Habitação Popular foi principalmente baseada em Benetti (2012), Azevedo (2007), Cardoso (2013) e Rangel (2011). O levantamento dos dados pertinentes ao projeto se deu através do projeto arquitetônico original do condomínio de apartamentos cedido pelo projetista, o Arquiteto Luíz Gomes Júnior. Dos vários métodos de

cálculo de previsão do desempenho térmico existentes encontra-se o do CSTB. Utilizou-se o CSTB porque se baseia em dados climáticos disponíveis e um interface acessível às características dos materiais. (FROTA, SCHIFFER, 2001). As normas brasileiras consultadas foram a NBR 15575/2013 (Desempenho de Edificações Habitacionais) e a NBR 15220/2003 (Desempenho Térmico de Edificações).

3.1 Levantamento

O conjunto habitacional escolhido possui 120 (cento e vinte) apartamentos com 02(dois) andares e 01(um) centro comunitário(figura1). A obra se localiza na Quadra 408 Norte (ARNE 54) HM 05, em Palmas – TO e teve um custo total de R\$ 4.008.248,95. Os agentes governamentais envolvidos são o Governo Federal e a Prefeitura Municipal de Palmas, mas a construção dessas unidades habitacionais está vinculada ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Ministério das Cidades em conjunto com a Caixa Econômica Federal (CEF).



Figura 1 - Fotos da obra, março de 2014

A área total construída do projeto é 6.371,52m² e a área do terreno é 7.965,66m². O projeto conta com 2 tipos diferentes de blocos de apartamentos, um maior com 36 unidades habitacionais e outro menor com 12, ambos com 2 andares. Assim como demonstra a figura 2, a implantação dos edifícios seguiu a orientação das maiores fachadas para norte/sul e menores para leste/oeste. Cada apartamento possui 39,70m² de área total e 34,66m² de área útil, com um pé direito de 2,60m². (figura 3)



Figura 2 - Foto aérea da obra.
Fonte: Google Earth, 2013



Figura 3 - Planta baixa ilustrativa da unidade habitacional.
Fonte: Luiz Gomes de Melo Júnior

3.2 – Método CSTB

O método do CSTB (FROTA, SCHIFFER, 2001) propõe calcular a temperatura do ar local não climatizado artificialmente, considerando-o sujeito a um regime térmico permanente. São calculados os ganhos e as perdas térmicas da edificação, para obter-se o balanço térmico. É levado em consideração a radiação solar incidente, a diversidade de materiais bem como suas especificidades térmicas, espessuras, cores e áreas em sua envoltória e dados climáticos. Desta maneira são necessários: A) Dados climáticos relativos ao mês em estudo, B) Determinação dos materiais adequados e dimensionamento da edificação, C) Avaliação da temperatura interna máxima resultante.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a menor temperatura registrada em Palmas desde 1993 foi 12,5 °C nos em julho de 1996 e julho de 1994, enquanto a maior atingiu 41,9 °C, observada em setembro de 2013. A tabela 1 mostra os dados climáticos:

Tabela 1 – Dados climáticos Palmas/TO*

Ts	38,69 °C
Td	36,59°C
ts	17,91°C
td	21,45°C
UR	54%
Ts: Média das máximas anuais do mês mais quente Td: Média das máximas diárias do mês mais quente ts: Média das mínimas anuais do mês mais quente td: Média das mínimas diárias do mês mais quente *Fonte: INMET e Laboratório de meteorologia e climatologia de Palmas	

A tabela 2 mostra as áreas da edificação com os valores necessários para o cálculo da envoltória.

Tabela 2 - Levantamento de dados.

Dados do cômodo - quarto 2	
Fachada norte	
Pé Direito	2,6m
Largura	2,75m
Área da Parede	7,15m ²
Área Opaca da Parede	5,95m ²
Área da Janela	1,2m ²
Área da abertura	0,6m ²
Área do piso do ambiente	7,9 m ²
FV (fator de ventilação)	1
Fachada oeste	
Pé Direito	2,6m
Largura	2,875m
Área da Parede	7,47m ²
ÁREA DO CÔMODO	7,9m ²
VOLUME DO CÔMODO	20,54 m ³

A tabela 3 mostra os valores das propriedades físicas utilizados para o índice térmico.

Tabela 3 - Levantamento das propriedades físicas dos materiais estruturais do ambiente estudado.

Dados Dos Materiais			
Paredes Externas			
MATERIAL	α	λ (W/m°C)	ESPESSURA – e (m)
BLOCO DE CONCRETO	0,5	1,75	0,125
Janela			
MATERIAL	α	λ	ESPESSURA(e)
FERRO	0,65	56	0,002
Cobertura			
MATERIAL	α	λ	ESPESSURA(e)
TELHA CERÂMICA	0,95	0,93	0,02
FORRO PVC	0,3	0,2	0,02
α : Coeficiente de absorção da radiação solar λ : Coeficiente de condutibilidade térmica			

Ainda de acordo com o selo caixa azul (CEF, 2010), a figura 4 demonstra valores referencias sobre os materiais construtivos da edificação.

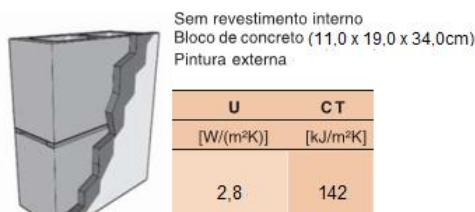


Figura 4 - Dados do bloco de concreto utilizado na obra. Fonte: CEF, 2010

Parte 3- ABNT NBR 15220-3 e NBR 15575

Para identificar a zona climática correspondente a Palmas/TO foi consultado o Anexo A. da NBR 15220-3 Uma vez que nessa tabela Palmas não foi citada, foi escolhida a cidade de Porto Nacional devido a sua proximidade para definição da zona. Segundo o anexo são previstas para Porto Nacional as estratégias FHIJK e zona bioclimática 7.

De acordo com a NBR 15575-1, item 11 a avaliação térmica pode ser efetuada de três diferentes formas. O procedimento escolhido para este trabalho de pesquisa foi o “Procedimento 1 A – Simplificado (Normativo)” devido à unidade habitacional ainda estar em fase de projeto. Esse procedimento verifica o atendimento aos requisitos e critérios para o envelopamento da obra, com base na transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT) das paredes de fachada e das coberturas (CBIC, 2013)

Na NBR 15575-1, item 11 apresentam-se os valores de transmitância térmica e capacidade térmica que proporcionem pelo menos desempenho térmico mínimo estabelecido pelas tabelas 4 e 5 para a zona climática brasileira na qual o edifício estudado se situa, nesse caso, zona bioclimática 7. A transmitância térmica de paredes externas, U (W/m²K) é para $\alpha \leq 0,6 \Rightarrow U \leq 3,7$ W/m²K e para $\alpha > 0,6 \Rightarrow U \leq 2,5$ W/m²K. A capacidade térmica (CT) para a zona bioclimática 7 deve ser ≥ 130 kJ/m²K (NBR 15575-4).

No item 11.3 analisam-se as dimensões das aberturas das habitações, para verificar se elas proporcionam a ventilação mínima para os ambientes internos. A tabela 4 mostra os valores em relação às porcentagens de área de piso.

Tabela 4 - Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar.

Nível de desempenho	Aberturas para Ventilação (A)	
	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	$A \geq 7\%$ da área do piso	$A \geq 12\%$ da área de piso Região norte do Brasil $A \geq 8\%$ da área de piso Região nordeste e sudeste do Brasil
Nota: nas zonas de 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio		

Fonte: ABNT NBR 15575-4, 2013, p.27

Para a cobertura a NBR 15575 apresenta os critérios de análise dos níveis mínimos de desempenho térmico de coberturas. Os valores de transmitância térmica e a absorvância à radiação solar que são minimamente apropriados para a zona bioclimática número 7, são vistos na tabela 5

Tabela 5 - Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica.

Transmitância térmica (U) W/m K				
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
$U \leq 2,30$	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$
	$U \leq 2,3$	$U \leq 1,5$	$U \leq 2,3$ FV	$U \leq 1,5$ FV
α é absorvância à radiação solar da superfície externa da cobertura. NOTA O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220-2				

Fonte: ABNT NBR 15575-4, 2013

3. RESULTADOS

3.1 - Levantamento

Devido ao grande número de unidades habitacionais não haveria tempo hábil pra calcular o índice térmico de todas as unidades, assim escolheu-se o ambiente exposto às piores condições climáticas, ou seja, um apartamento superior com fachada a oeste no mês de setembro. Para efeito da radiação solar, o software luz do sol (1995) foi utilizado. No software é possível entrar com latitude local e o tipo de céu, adotou-se o dia 23/9 com céu claro posto que não chove nesta época do ano na região. Assim, o ambiente escolhido foi o QUARTO 2 do apartamento 102, conforme figura 5.

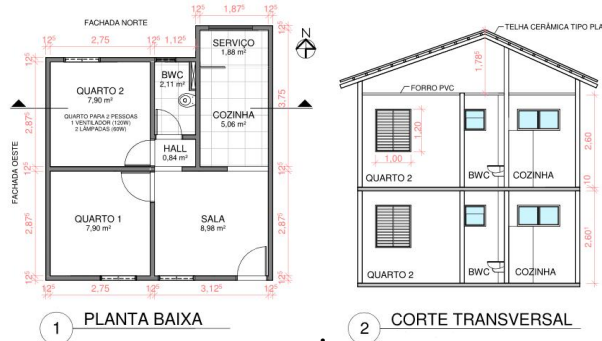


Figura 5 - Planta baixa do apartamento 102.

3.2 – Análise CSTB

Baseado nos valores das tabelas 1, 2 e 3 são calculados o coeficiente global de transmitância térmica (K), o ganho de calor solar (Q), o ganho total de calor por radiação (W) e o ganho total de calor (W). As tabelas 6 a 7 definem o ganho total de calor da edificação em 1695,968 W.

Tabela 6 - Tabela de cálculo do coeficiente global de transmissão térmica (K).

VALORES DE K			
$K = \frac{1}{x + \frac{\lambda}{e}}$			
	(1/he + 1/h1)	he	K (W/m ² °C)
PAREDES EXTERNAS	0,17	20	4,14
JANELA	0,17	20	5,88
COBERTURA GANHO	0,14	20	3,82
COBERTURA PERDA	0,22	20	2,93
he: Coeficiente de condutância térmica superficial externa (W/m ² °C) hi: Coeficiente de condutância térmica superficial interna (W/m ² °C) K: Coeficiente global de transmissão térmica			

A tabela 7 mostra os valores de ganho de calor em função do valor da radiação que será colocado posteriormente na tabela 8.

Tabela 7 - Tabela de ganhos de calor solar em função de Ig.

GANHO DE CALOR SOLAR (Q)	
$Q_{op} = A \frac{\alpha K}{he} . Ig$	$Q_{tr} = A.Str.Ig$
PAREDE NORTE	0,616 .Ig
PAREDE OESTE	0,774 .Ig
JANELA	0,229 .Ig
COBERTURA GANHO	0,430 .Ig
Qop: Carga térmica transmitida por material opaco (W) Qtr: Carga térmica transmitida por material transparente (W) A: Área do material (m ²) α: Coeficiente de absorção da radiação solar K: Coeficiente global de transmissão térmica he: Coeficiente de condutância térmica superficial externa (W/m ² °C) Ig: Intensidade da radiação solar global W/m ²	

Pela metodologia do CSTB, o valor de radiação solar horária encontrada é multiplicada pelo valor do ganho de calor solar encontrado na tabela 7. Assim a constante I_g é substituída pelo valor da radiação solar correspondente. A tabela 8 demonstra estes valores, pare efeito de demonstração foram colocados apenas alguns horários, mas todos foram calculados.

Tabela 8- Planilha para achar o maior valor de ganho por irradiação solar.

HORA	FACHADA NORTE			FACHADA OESTE		COBERTURA		TOTAL (W)
	I_g Wh/m ²	Parede 0,693 I_g	Janela 0,229 I_g	I_g Wh/m ²	Parede 0,871 I_g	I_g Wh/m ²	Telhado 0,643 I_g	
08H	107	74,151	24,503	38	33,098	439	282,277	414,029
10H	194	134,442	44,426	53	46,163	868	558,124	783,155
12H	229	158,697	52,441	58	50,518	1043	670,649	932,305
14H	252	174,636	57,708	500	435,5	868	558,124	1225,968
16H	107	74,151	24,503	678	590,538	439	282,277	971,469

Fonte: Valores de radiação Solar (Wh/m²) retirados do software Luz do Sol, para latitude 10°12', dia 23/09,

Para o calculo dos ganhos térmicos da edificação, na tabela 9 são mostrados os valores totais de calor gerado. Apenas o maior valor da tabela 8 é utilizado, neste caso corresponde ao valor das 14:00hs.

Tabela 9 - Total de ganhos de calor do ambiente.

SOMATÓRIA DOS GANHOS DE CALOR – Q			
	QUANTIDADE	CALOR GERADO (W)	TOTAL (W)
OCUPAÇÃO	2	115	230
ILUMINAÇÃO	2	60	120
APARELHOS	1	120	120
TOTAL (W)		470	
TOTAL (W)		1225,968	
TOTAL DE GANHOS DE CALOR - Q (W)			1695,968

Na tabela 8 são calculadas as perdas de calor da edificação, levando-se em conta os valores estipulados pela NBR15575- 1 para renovações de ar. As perdas ficam em função de Δt .

Tabela 10 - Somatório de perdas de calor do ambiente.

PERDA DE CALOR (Q')	
$Q'_{tr} = A.K.\Delta t$	$Q'_{op} = A.K.\Delta t$
PAREDE NORTE	24,645 Δt
PAREDE OESTE	30,962 Δt
JANELA	7,057 Δt
COBERTURA PERDA	23,133 Δt
Δt	
Supõe-se que N=6, como previsto na ABNT NBR 15575-1	
PERDA VENTILAÇÃO	43,134 Δt
TOTAL DE PERDAS – Q' (W):	128,931 Δt
<small>Q'op: Carga térmica transmitida por material opaco (W) Q'tr: Carga térmica transmitida por material transparente (W) A: Área do material (m²) K: Coeficiente global de transmissão Qvent= Perda por ventilação V= Volume do ambiente (m³) N= Número de renovações de ar por unidade de tempo (m³/h)</small>	

A tabela 10 define um valor de 128,931 Δt entre trocas por superfície e ventilação. Pelo método Q (GANHOS)= Q' (PERDAS), o que gera um balanço térmico de 13,16°C. Como o balanço é positivo entende-se que houve ganho e não perda de calor pela edificação. Para o calculo da Temperatura interna máxima, é necessário o cálculo da inercia térmica, conforme tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Avaliação da Inércia Térmica.

AVALIAÇÃO DA INÉRCIA TÉRMICA					
	d	Peso da Parede	Coefficiente	Área	E
PAREDE NORTE	2400	150	0,33	0,5	0,167
PAREDE OESTE	2400	150	0,25	0,375	0,09375
JANELA	7500	7,5	0	0	0
COBERTURA	1300	13	0	0	0
SUPERFÍCIE EQUIVALENTE PESADA =					0,260417
E=0,0330					
m=	0,4	Inércia muito fraca			
e: Espessura (m) d: Densidade (kg/m ³) m: Coeficiente de amortecimento					

Tabela 12 – Temperatura Interna máxima

ÍNDICES DE TEMPERATURA EXTERNA		
Temax	$(T_s + T_d)/2$	37,64 °C
Temin	$(t_s + t_d)/2$	19,68 °C
te	$(Temax + Temin)/2$	26,98 °C
A	$(Temax - Temin)/2$	8,98 °C
E	A/2	4,49 °C
ÍNDICES DE TEMPERATURA INTERNA		
Timax	37,64 °C	
Temax: Temperatura externa máxima Temin: Temperatura externa mínima Timax: Temperatura interna máxima		

Observa-se que pelo método CSTB que os valores de temperatura estão muito acima do que pode ser aceito como confortável. Pelos cálculos percebe-se estratégias como escolher melhores materiais, diminuir o ganho de calor por radiação e trabalhar com o conceito de inercia térmica poderiam melhorar a temperatura interna resultante.

3.3 – Análise NBR 15220-3

A partir da informação dada pela Tabela 2 fez-se o estudo das estratégias de conforto térmico orientadas pela NRB 15220-3, como mostrado a seguir na Tabela 3:

Tabela 13- Comparativo das estratégias fornecidas pela NRB 15220-3 e das estratégias do projeto.

Estratégia	Aplicação no projeto estudado	Situação
F	Podemos observar em análise de planta baixa que a todos os cômodos da edificação possuem aberturas para renovação no ar interno	APLICADA
H e I	A obra está sendo executada com blocos de concreto – como mostra a Figura 1 – que proporcionam uma média capacidade térmica (203) o que garante o armazenamento de calor no material, mas que facilita a entrada de calor do meio externo para o meio interno.	INTERMEDIÁRIA
I e J	As unidades habitacionais estudadas são carentes em artifícios de ventilação cruzada, pois não há mais de 1 janela em cada ambiente e a maior parte das portas abrem para ambientes internos e com largura máxima de 80cm. Apesar disto, a implantação dos blocos garante que os ventos predominantes da região (direção sudeste) atinjam as fenestrações dos ambientes.	INTERMEDIÁRIA
K	Infelizmente, não está previsto nenhum tipo de caixa para ar condicionado e nenhum tipo de instalação ar condicionado do tipo Split no projeto desta habitação social.	INEXISTENTE

Fonte: NRB 15220-3

3.4 Análise – ABNT NBR 15575-1

Foram analisados os quesitos fator de transmitância térmica, capacidade térmica das paredes e coberturas e porcentagem da área da janela com relação à área do piso.

Em relação as superfícies verticais, como informado na figura 4, o valor do fator de transmitância térmica, $U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, sendo $\alpha = 0,5$ (pintura considerada cor média, conforme item 11.5.1 da NBR 15575-1). Este valor se encontra dentro do recomendado pela NBR 15575-4, item 11.1. A capacidade térmica das paredes externas atende ao mínimo exigido pela NBR 15575-4, conforme também pode ser visto na figura 4, já que o valor de $CT=142 \text{ (kj/m}^2\text{K)}$.

Para área de cobertura considerou-se a absorvância à radiação solar da superfície externa da cobertura (α) utilizada na obra igual a 0,5 e o seu índice de transmitância térmica igual (U) a 1,75, o fator FV foi considerado 1. Desta maneira o desempenho térmico da cobertura da edificação avaliada está fora do mínimo previsto na norma ABNT NBR 15575-5.

Em relação a porcentagem da área da janela com relação à área do piso, segundo os dados da tabela 2, determina-se a relação 7,59%, logo, a área mínima de ventilação da janela está como previsto na tabela 4 deste artigo.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a obra das 120 unidades habitacionais da quadra 408 Norte em Palmas – TO não possuem condições térmicas favoráveis para moradia sem condicionamento do ar e, há muito o que se estudar e investir no ramo de projeto e execução de habitações populares voltadas para municípios como Palmas, que possuem uma alta temperatura externa e uma população de pouco recurso financeiro.

A análise do CSTB demonstra uma temperatura interna muito acima do esperado. As estratégias propostas pela NBR 15220 podem ser melhores adaptadas e em relação a NBR 15575 percebe-se descuidos em relação a cobertura, se houvessem trocas de ar talvez os danos poderiam ser minimizados. Nota-se que os materiais de envoltória utilizados na obra atingem o mínimo de adequação para obtenção de conforto térmico na zona bioclimática 7, para superfícies verticais e não atendem no quesito cobertura

Infelizmente, o fator determinante para a resolução de um projeto para habitação de interesse social tem sido o econômico. No cenário brasileiro há uma grande dificuldade quando se fala em obras governamentais e, principalmente quando estas estão ligadas a habitação. É necessário uma reformulação sobre o pensamento do que se espera da habitação popular, ou seja, as questões sociais resolvidas por soluções quantitativas devem começar a prezar por soluções qualitativas e investir em melhores soluções arquitetônicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOBRENOME, Nome C.. Formato ABNT, no estilo “ENCAC Referências”.

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-1**: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2005. 23 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005. 23 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais — Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 60 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013. 57 p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013. 63 p.
- AMARAL, Francisco Otaviano Merli do. **Especulação imobiliária e segregação social em Palmas do Tocantins: uma análise a partir dos programas habitacionais no período de 2000 a 2008**. Dissertação de mestrado pela FAU UNB. Brasília, 2009.
- BRUNETTO A.; SOUZA M.E.F.; SZUCS Carlos Alberto. **Qualidade na habitação social**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- BARBOSA M.; ROZENDO A.; VILLAROUCO V. **Habitação popular: o usuário definindo a tipologia**. Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

- BARBIRATO Gianna Melo; PAULA, Jéssica Maria Bomfim; SILVA Renata Bruna Morais e. **Programas de habitação social e qualidade de projeto: avaliação de arranjo construtivo e de condições térmicas internas de habitação no contexto climático de Maceió – AL.** Maceió – AL, 2013.
- CASER K.C.; FRAGA V.C.; TAUFFER A.G. **Diretrizes projetuais para entorno de Habitações de Interesse Social (HIS) – habitações multifamiliares.** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.
- AZEVEDO, Sérgio. **Desafios da Habitação Popular no Brasil: políticas recentes e tendências / COLEÇÃO HABITARE.** Porto Alegre: ANTAC, 2007.
- BENETII, Pablo. **Habitação Social e Cidade: Desafios para o ensino de projeto.** Rio de Janeiro: Rio Book's, 2012.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988.** Organização do texto: Juarez de Oliveira. São Paulo: Saraiva, 1990.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável / coordenadores Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado.** São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Demanda Habitacional no Brasil.** Brasília: CAIXA, 2011.
- CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- FROTA, Anésia Barros, SCHIFFER Sueli Ramos . **Manual de Conforto Térmico.** São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- LUZ DO SOL, Versão 1.1, 1995, disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/luz-do-sol>
- MINISTÉRIO DAS CIDADES – GOVERNO FEDERAL. **Guia Básico dos Programas Habitacionais: Direito à Moradia.** Secretaria Nacional de Habitação, 2007.
- SILVA Fernando. Neres, OLIVEIRA, Mariela Cristina Ayres de. **Habitações de interesse social: uma reflexão sobre a qualidade do espaço.** IERHAD, I Encontro de Regularização, Habitação e direito a cidade, Palmas/TO, 2014.
- PIMENTEL, Camila de Queiroz, MELO JUNIOR, Luiz Gomes de. **O Passado e o Presente na Construção Da Política Habitacional em Palmas.** V.15 dos Anais dos Encontros Nacionais do ANPUR. Recife: ANPUR, 2013.
- RANGEL, Jobair Assis. **O programa “Minha Casa Minha Vida” e seus desdobramentos no Local: Um Estudo da Pequena Cidade de Ponta de Pedras, Pará.** Dissertação de mestrado em Planejamento Urbano e Regional do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, 2011.
- SEGAWA, Hugo. **Palmas, cidade nova ou apenas uma nova cidade?.** Projeto (São Paulo), São Paulo, v. 146, p. 94-94, 1991.
- VELASQUES, Ana Beatriz Araújo. **A concepção de Palmas (1989) e sua condição moderna.** Tese (Doutorado) – UFRJ/PROURB. Rio de Janeiro, 2010.