

## INFLUÊNCIA DA TINTA ISOLANTE TÉRMICA COM MICRO ESFERAS CERÂMICAS NO CONFORTO TÉRMICO NA CIDADE DE PALMAS-TO

**Anne Karoline Linhares de Araújo<sup>1</sup>, Patrícia Afonso da Silveira Lopes<sup>2</sup>, Liliane Flávia Guimarães da Silva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Tecnóloga em Construção de Edifícios – IFTO. e-mail: annekla21@gmail.com

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios – IFTO. e-mail: patriciaafonsolopes@gmail.com

<sup>3</sup> Arquiteta, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Docente – IFTO Campus Palmas. e-mail: lilianeg@ifto.edu.br

**Resumo:** Esta pesquisa avaliou a influência da tinta isolante térmica com micro esferas de cerâmica aplicada em telhas de fibrocimento sobre as condições térmicas em ambientes internos na cidade de Palmas – TO, em relação à telhas sem aplicação de tinta, confrontando também a influência da telha com aplicação de tinta acrílica comum. Para a análise utilizou-se da metodologia de avaliação térmica indicada na NBR 15220 (2005) da ABNT, além de análise das diferenças unitárias de temperatura e umidade. Foram utilizados modelos reduzidos em alvenaria existentes no campus Palmas do IFTO, cujas telhas de fibrocimento foram pintadas com a tinta isolante térmica e com tinta acrílica comum, sendo comparadas à telha sem aplicação de tinta. As análises desenvolvidas entre a tinta isolante térmica e a tinta acrílica comum apresentaram uma diferença pouco significativa nas estratégias indicadas na NBR 15220 (2005). Por outro lado, tanto a tinta isolante quanto a acrílica apresentaram resultados satisfatórios de redução da temperatura de até 2,5°C de diferença na variável temperatura em comparação ao telhado sem aplicação de tinta, diferenças essas consideráveis quando se trata de conforto térmico.

**Palavras-Chave:** tintas, tinta isolante térmica, avaliação térmica

### 1. INTRODUÇÃO

Todos os seres humanos apresentam respostas comportamentais e fisiológicas às variações térmicas ambientais. Essas respostas estão presentes ao longo da evolução humana, desde as cavernas, as primeiras vestes, a descoberta do fogo, até seu estado atual, quando o ser humano acumula no seu gene a síntese desta evolução para adaptação ao meio em busca do que se denomina conforto térmico.

Segundo a Norma Brasileira – NBR 15220 (2005) da ABNT, o conforto térmico é alcançado com a “satisfação psico-fisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente”. Para a American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering - ASHRAE (2013), o conforto térmico é a “condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”. “O organismo humano experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação, o calor produzido pelo metabolismo compatível com sua atividade” (FROTA; SHIFFER, 2001). Para Givoni (1992) é “a ausência de irritação e incômodo devido a calor ou frio”.

A satisfação envolve aspectos físicos, fisiológicos e psicológicos, mas do ponto de vista objetivo, ocorre com o equilíbrio das trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, ou seja, com o balanço térmico nulo, permitindo que este mantenha uma temperatura constante no corpo como um todo. Para um balanço térmico nulo, é importante equilibrar as trocas térmicas com o ambiente, as quais dependem de fatores físicos como temperatura, radiação, umidade e ventilação, fatores estes influenciados pelos materiais construtivos e suas propriedades.

Uma alternativa para controle do equilíbrio térmico pode ser obtida através dos efeitos conjugados entre refletâncias e emitâncias dos materiais utilizados, principalmente em edificações onde a cobertura representa o maior ganho de carga térmica. A emitância é uma

propriedade característica das superfícies definida como a taxa de emissão de radiação por unidade de área. Refletância é definida como o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície (ABNT, 2005). Os elementos construtivos e materiais de propriedades térmicas distintas influenciam diretamente na transferência de calor do ar externo para o interior das edificações.

Para as edificações existentes e que foram construídas sem a preocupação com a adequação climática, a tinta isolante térmica, material objeto deste estudo, tem sido utilizada como uma alternativa para amenizar o desconforto térmico e também diminuir os gastos com energia elétrica ao utilizar climatização artificial, principalmente quando utilizada em coberturas (DORNELLES, 2011). A pesquisa envolve-se, pois, na seguinte problemática: A tinta isolante térmica para coberturas influencia de forma significativa nas condições térmicas internas da edificação?

A avaliação de revestimentos de pinturas refletivas nacionais e o estudo do seu desempenho térmico quando aplicado a edifícios de habitações brasileiras são relevantes, principalmente devido à falta de conhecimento das propriedades térmicas de muitos desses materiais.

Além disso, ao buscar referências específicas da concepção da edificação, devem-se considerar os materiais construtivos de características térmicas apropriadas frente aos fatores climáticos concernentes, para que a adequação da edificação ao clima traduza-se na construção de espaço que ofereça conforto aos seus usuários.

O conforto térmico e suas influências no desempenho psico-fisiológico dos usuários dos espaços construídos, assim como as influências desses espaços no meio ambiente, estão entre as mais importantes variáveis que permeiam o universo da construção civil. Com isso, tem-se a preocupação do profissional da área com a adequação dos edifícios às condições climáticas.

A avaliação do conforto térmico é importante para se fazer um diagnóstico do ambiente estudado, propondo melhorias, além de servir como referência para futuros projetos. Existem diversas formas de avaliar o conforto térmico, desenvolvidas por diversos estudiosos do tema. Os estudos resultam em índices e zonas de conforto, que expressam a combinação das variáveis envolvidas de modo que possam propiciar um “balanço térmico nulo”. Há metodologias expressas em gráficos e metodologias teóricas, expressas por equações (SILVA, 2000). Dentre elas, temos a Carta Bioclimática, descrita em Norma Brasileira, a NBR 15220 (2005), citada na NBR 15575 (2013) que expressa a zona de conforto em um gráfico construído numa carta psicrométrica.

O objetivo dessa pesquisa é caracterizar a influência de tintas refletivas brancas com micro esferas cerâmicas em telhados de fibrocimento na cidade de Palmas-TO, sobre as condições térmicas de ambientes internos, a partir de estudo de Carta Bioclimática disposto na NBR 15220 (2005), em estudo de caso a ser realizado em modelos de alvenaria, localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para a realização dos testes, foram utilizados modelos em alvenaria medindo 1,00 x 1,00m, com altura de 1,00m, espessura de 6 mm, inclinação de 12% voltada para o leste, localizados entre os blocos 6 e 8 do campus Palmas do IFTO. Foram utilizados dois dos quatro modelos, tendo em vista a posição relativa à insolação. Os dois modelos não utilizados eram sombreados por árvores na maior parte do dia (ver Figura 1).

Duas telhas receberam aplicação de tinta, uma com tinta isolante térmica e outra com tinta acrílica branca. Como eram removíveis, as telhas foram alternadas com a telha sem tinta nos dois modelos utilizados para a pesquisa, sendo comparados os dados entre o modelo com a tinta isolante térmica e o modelo sem tinta, e os dados entre o modelo com a tinta acrílica branca e o modelo sem tinta.

A tinta acrílica foi aplicada sem diluição, e com duas demãos de tinta, esperando a secagem entre uma demão e outra. A tinta isolante térmica por ter consistência mais sólida, foi diluída com 20% de água, conforme recomendação do fabricante, com duas demãos esperando a secagem entre uma demão e outra.



Figura 1 - Modelos utilizados (1 e 2) e modelos sombreados (3 e 4)

As coletas dos dados foram realizadas no mês de julho, período de umidade relativa reduzida, em que as chuvas já cessaram e a temperatura máxima começa a aumentar (ver Figura 2). Os dados foram levantados com o emprego da estação meteorológica Nexus – modelo 35.1075, entre os dias 10 e 25 de julho, durante todo o dia, alternando a posição das telhas entre os dois modelos. Os dados externos foram coletados na estação meteorológica digital no site do INMET, que possui dados horários, possibilitando a comparação com os dados horários da Estação Meteorológica in loco.

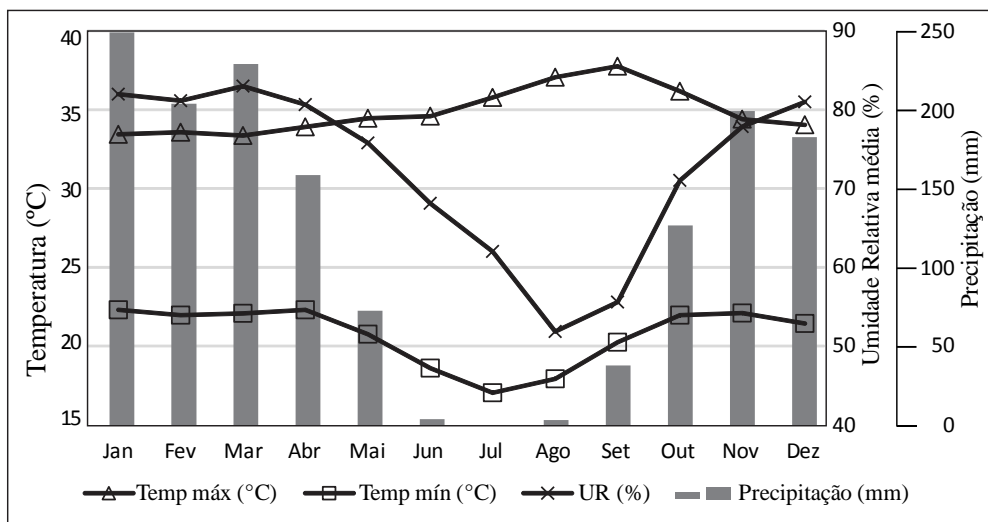


Figura 2 - Médias de Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação Palmas 2002 a 2012  
Fonte: Construído a partir de dados da Estação Meteorológica Palmas-INPE/UFT/CUP

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados levantados foram classificados como mais significativos nos dias 12 e 17 das 9h às 22h. No dia 17 de julho, foram feitas as medições do modelo com tinta isolante e o modelo sem tinta, conforme tabela 1 e Figura 3 seguintes.

No início do dia, nota-se que a diferença entre o modelo sem tinta e com tinta isolante é nula, apresentando resultado bastante considerável quando há aumento da temperatura externa. No período com maior insolação as temperaturas do modelo com tinta isolante apresentaram

resultados inferiores ao modelo sem tinta. A maior diferença da temperatura entre o modelo sem tinta e o modelo com tinta isolante térmica foi de 2,1°C horário às 13h e às 14h (tabela 1). Verificou-se também que o modelo sem tinta apresentou temperatura muito superior à temperatura externa (Figura 3). No modelo com tinta isolante a maior temperatura interna foi inferior à maior temperatura externa. A partir das 17h a temperatura interna do modelo com tinta isolante apresenta-se maior em comparação com a temperatura externa, horário em que a temperatura externa começa a diminuir. A partir das 22h a temperatura do modelo com tinta isolante apresentou-se superior ao modelo sem tinta, indicando um maior atraso térmico.

Tabela 1 - Temperatura e Umidade relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior, dia 17 de julho de 2014.

HORA LOCAL	TEMPERATURA (°C)			UMIDADE RELATIVA (%)		
	EXT - ST	EXT - TI	ST - TI	EXT - ST	EXT - TI	ST - TI
9h	2,1 °C	2,1 °C	0,0 °C	-8%	-9%	-1%
10h	1,6 °C	1,9 °C	0,3 °C	-8%	-10%	-2%
11h	2,1 °C	2,7 °C	0,6 °C	-11%	-14%	-3%
12h	1,3 °C	2,7 °C	1,4 °C	-11%	-14%	-3%
13h	-0,2 °C	1,9 °C	2,1 °C	-10%	-14%	-4%
14h	-1,3 °C	0,8 °C	2,1 °C	-6%	-10%	-4%
15h	-1,8 °C	0,2 °C	2,0 °C	-5%	-9%	-4%
16h	-1,7 °C	0,2 °C	1,9 °C	-5%	-8%	-3%
17h	-2,6 °C	-1,1 °C	1,5 °C	-3%	-6%	-3%
18h	-3,8 °C	-2,6 °C	1,2 °C	2%	-1%	-3%
19h	-4,5 °C	-3,8 °C	0,7 °C	6%	3%	-3%
20h	-4,4 °C	-4,1 °C	0,3 °C	7%	5%	-2%
21h	-4,9 °C	-4,9 °C	0,0 °C	11%	9%	-2%
22h	-3,2 °C	-3,6 °C	-0,4 °C	6%	5%	-1%

EXT – Exterior (INMET), ST – Modelo Sem Tinta, TI – Modelo com Tinta Isolante

Nas medições da umidade relativa do ar nos modelos sem tinta e tinta isolante térmica, a umidade se manteve mais alta no modelo com tinta isolante térmica, como mostra a figura 3. No modelo com tinta isolante térmica, a umidade foi maior que as umidades do modelo sem tinta e externa. A diferença do modelo com tinta isolante térmica e a umidade externa atingiu até 14%.

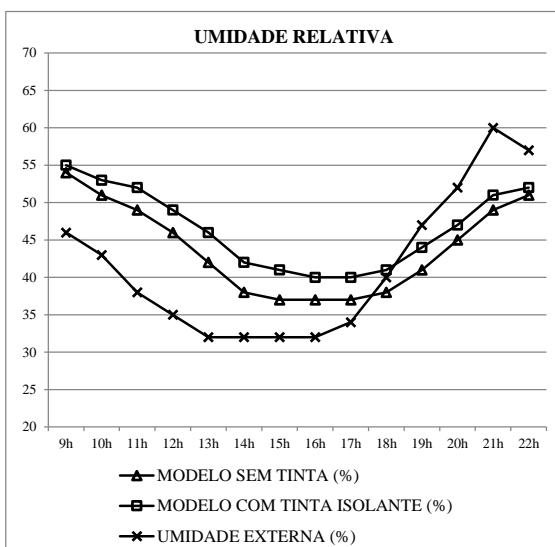
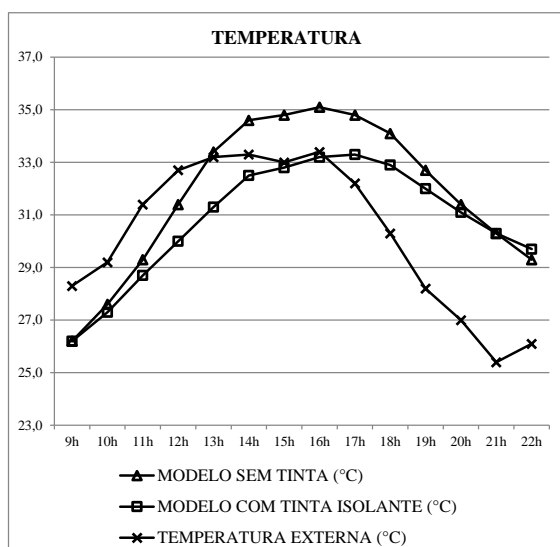


Figura 3 - Temperatura e Umidade relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior, dia 17 de julho de 2014.

O período que apresentou maior diferença da umidade entre o modelo sem tinta e tinta isolante foi das 13h às 15h, tendo uma diferença de -4%. Essa diferença passa a ser menor após as 16 h, quando começa a aumentar a umidade externa, fato que interfere diretamente na mudança de umidade no interior dos modelos. Contudo a umidade interna do modelo com tinta isolante permanece superior ao modelo sem tinta.

No dia 12 de julho foram realizadas as medições dos modelos sem tinta e com tinta acrílica comum, conforme tabela 2 e Figura 4 seguintes.

Tabela 2 - Temperatura e Umidade relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior, dia 12 de julho de 2014.

HORA LOCAL	TEMPERATURA (°C)			UMIDADE RELATIVA (%)		
	EXT - ST	EXT - TA	ST - TA	EXT - ST	EXT - TA	ST - TA
9h	3,6 °C	2,9 °C	-0,7 °C	-11%	-11%	0%
10h	6,3 °C	5,8 °C	-0,5 °C	-24%	-25%	-1%
11h	4,6 °C	5,5 °C	0,9 °C	-18%	-20%	-2%
12h	3,3 °C	5,0 °C	1,7 °C	-15%	-19%	-4%
13h	1,8 °C	4,1 °C	2,3 °C	-12%	-16%	-4%
14h	-0,1 °C	2,3 °C	2,4 °C	-9%	-11%	-2%
15h	-0,8 °C	1,6 °C	2,4 °C	-8%	-11%	-3%
16h	-0,9 °C	1,1 °C	2,0 °C	-10%	-14%	-4%
17h	-3,9 °C	-2,4 °C	1,5 °C	2%	-1%	-3%
18h	-3,8 °C	-2,7 °C	1,1 °C	-2%	-4%	-2%
19h	-4,7 °C	-4,2 °C	0,5 °C	1%	-1%	-2%
20h	-5,3 °C	-5,1 °C	0,2 °C	10%	9%	-1%
21h	-4,3 °C	-4,5 °C	-0,2 °C	8%	7%	-1%
22h	-3,7 °C	-4,0 °C	-0,3 °C	7%	6%	-1%

EXT – Exterior (INMET), ST – Modelo Sem Tinta, TA – Modelo com Tinta Acrílica

Na tabela 2 pode-se verificar que a umidade relativa do ar é mais alta no modelo com tinta acrílica, mas ambos os modelos possuem umidade maior que a umidade externa na maior parte do dia. A umidade nos modelos internos, apresentou menor variação que a umidade externa. Quanto aos dois modelos, o modelo sem tinta possui umidade levemente inferior ao modelo com tinta acrílica, com uma diferença de até -4%.

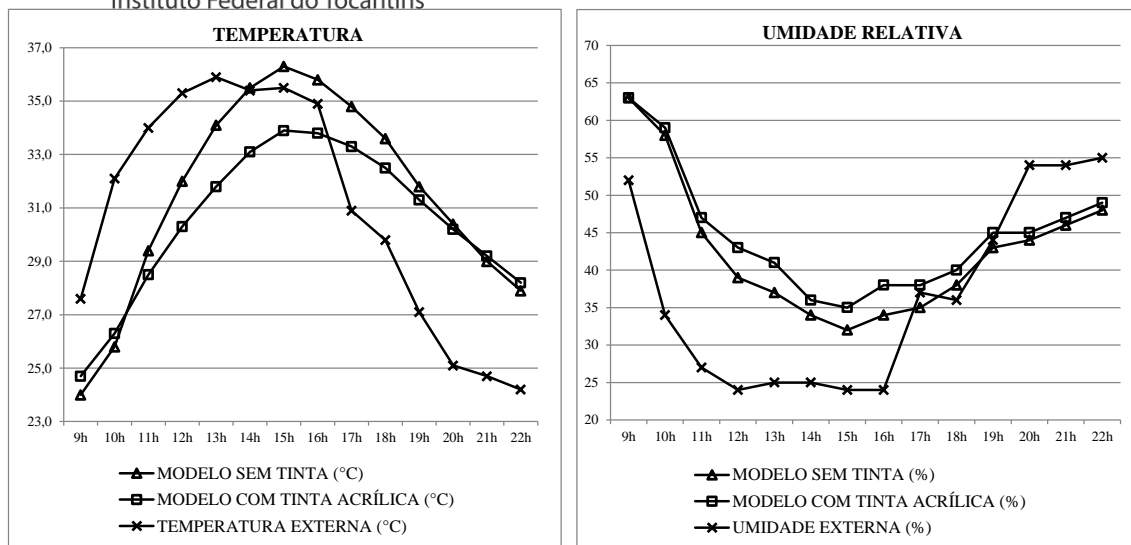


Figura 4 - Temperatura e Umidade relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior, dia 12 de julho de 2014.

As temperaturas internas dos modelos foram menores que a temperatura externa nas primeiras horas do dia, tendo em vista que as paredes e o teto ainda não tinham recebido insolação suficiente para seu aquecimento. Logo depois, com o aquecimento, nota-se que, em relação à temperatura externa, o desempenho do telhado com a aplicação da tinta acrílica passa a ser mais significativo tendo uma maior redução térmica em relação ao modelo sem tinta, sendo no período mais quente do dia com uma diferença de até 2,4°C (tabela 2), mantendo a temperatura menor ao longo do dia, mesmo com a elevação da temperatura externa. Percebe-se também que nas primeiras horas do dia, e à noite, entre as 21h e 22h, o modelo com tinta acrílica apresentou temperatura interna superior ao modelo sem tinta, mesmo com uma diferença pouco significativa, mas constatou-se novamente um maior atraso térmico.

A partir dos dados coletados, foi construída a carta bioclimática baseada na NBR 15220 (2005). Com o auxílio do software para obter a cartas psicrométricas da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), foi gerada a carta a partir do dado de altitude da cidade de Palmas. A partir da carta psicrométrica foi plotada a carta bioclimática utilizando o software de desenho DraftSight (CAD). Sobre esta carta, foram registrados catorze dados de temperatura e umidade do ar.

A figura 5 representa os dados referente às temperaturas do modelo sem tinta, com tinta isolante e a temperatura externa, coletados no dia 17 de julho de 2014. A partir dos catorze dados que correspondem às catorze horas registradas durante o dia, foram calculados os percentuais registrados na carta.

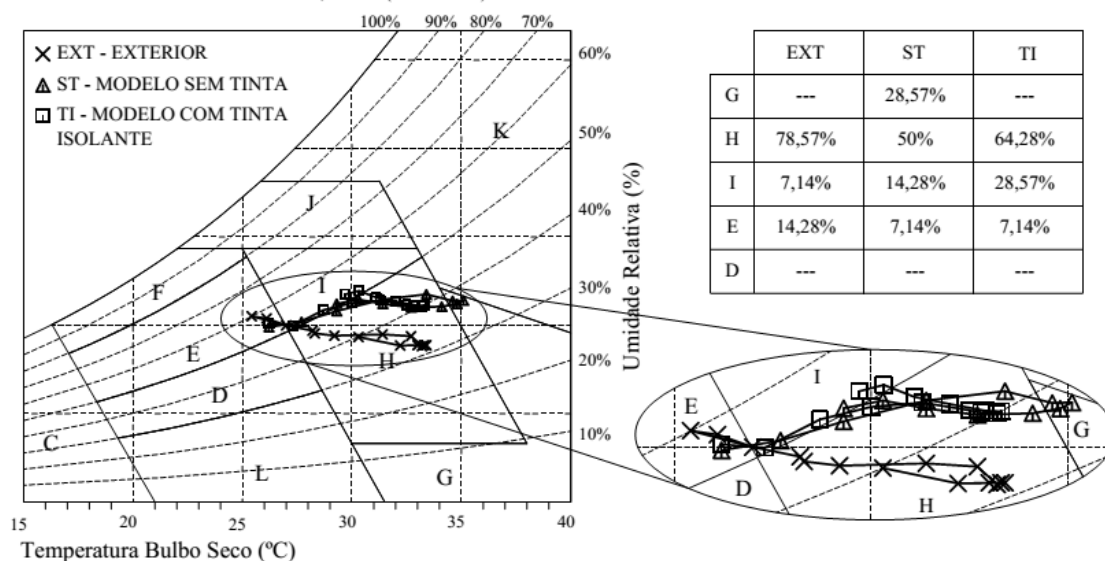


Figura 5 - Carta Bioclimática entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior, dia 17 de julho de 2014, e respectivos percentuais nas zonas climáticas.

Nos dados coletados dos modelos sem tinta, com tinta isolante e exterior, a zona climática de maior incidência foi a H, que para manter o conforto térmico, a NBR 15220 (2005) recomenda o resfriamento evaporativo, assim como a zona G. Observou-se também que no dia dezessete as condições ambientais mantiveram-se também nas zonas I e E, tanto no exterior quanto no interior dos modelos.

Em relação ao exterior, o modelo com telha sem aplicação de tinta provocou um deslocamento das concentrações de estratégias H para as estratégias G e H, no entanto, ambas sugerem resfriamento evaporativo, através do uso de vegetação, fontes de água, etc. Também provocou um deslocamento da zona E, zona de conforto, para a zona I, que indica tanto a necessidade de mais ventilação quanto de maior massa térmica de refrigeração. O modelo com tinta isolante provocou o mesmo deslocamento da zona de conforto E para as zonas H e I, com maior proporção para a zona I que o modelo sem tinta, necessitando, portanto, de mais estratégias de ventilação, e massa térmica, exigência comum das zonas H e I. Esta característica corrobora com a identificação de atraso térmico deste material na análise individual das temperaturas.

Nos modelos sem tinta, com tinta acrílica e a exterior, a carta indica um maior número de pontos na zona climática H, indicando zona de resfriamento evaporativo (Figura 6). No exterior, a carta bioclimática indica uma maior concentração de pontos na zona H, mas também vários pontos distribuídos nas zonas G, I, E, D.

**CARTA BIOCLIMÁTICA**  
Pressão Atmosférica = 98,0062 kPa (Altitude 280m)

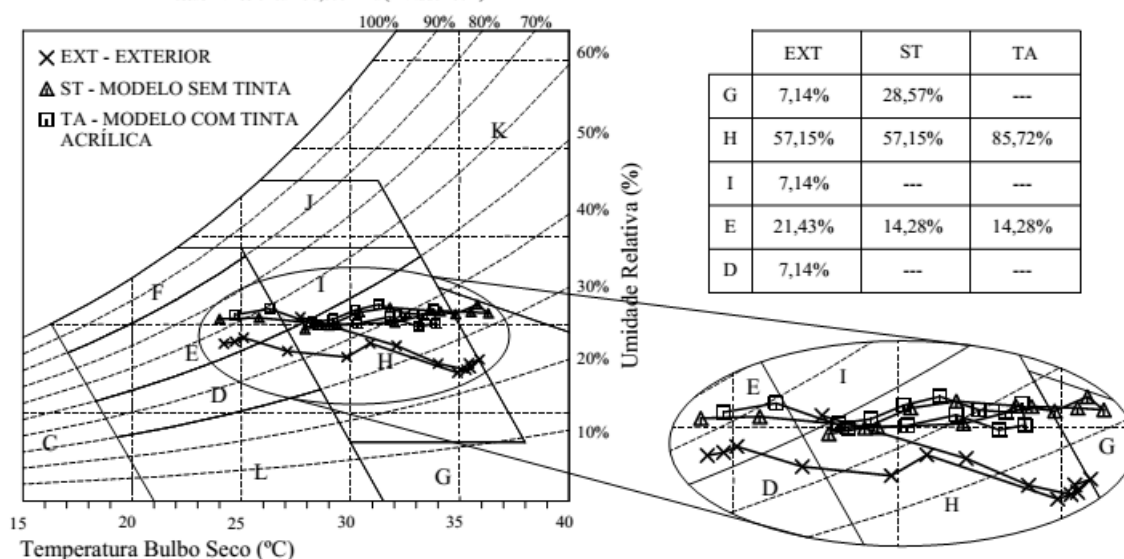


Figura 6 - Carta Bioclimática entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior, dia 12 de julho de 2014, e respectivos percentuais nas zonas climáticas.

No dia 12 de julho, o modelo sem aplicação de tinta manteve a mesma concentração na estratégia H, com deslocamento total das zonas I (massa térmica e ventilação) e D (conforto térmico a baixa umidade) e redução na zona E (conforto térmico), portanto, elevando a necessidade de resfriamento evaporativo (zonas G e H), sugerindo maior uso de vegetação, fontes de água, etc. O modelo com tinta acrílica provocou a mesma redução da zona de conforto E, concentrando todas as demais estratégias na zona H, de resfriamento evaporativo.

Pela análise da carta bioclimática da unidade com tinta acrílica, percebe-se que o percentual de horas do dia em que ocorre o conforto térmico é de apenas 14,28% e o desconforto térmico foi de 87,72% das horas do dia, necessitando de resfriamento evaporativo e massa térmica para reduzir o desconforto térmico.

Na unidade com tinta isolante, a análise da carta bioclimática indica um percentual de conforto térmico de 7,14%, e desconforto térmico de 92,85%, distribuído em zonas de estratégias de resfriamento evaporativo, massa térmica e ventilação para atingir o conforto térmico. A diferença pois, está na estratégia de ventilação, recomendada apenas no uso de tinta isolante.

#### 4. CONCLUSÕES

As análises desenvolvidas da tinta em estudo em comparação com a tinta acrílica comum tiveram uma diferença pouco significativa. As estratégias indicadas na NBR 15220 (2005) pouco diferiram de uma tinta para a outra e da mesma forma ocorreu na análise individual das temperaturas e umidades relativas.

Por outro lado, tanto a tinta isolante quanto a acrílica apresentaram resultados satisfatórios de redução de temperatura, de até 2,5°C de diferença em comparação ao telhado que não possuía revestimento, diferenças essas consideráveis quando se trata de conforto térmico.

Os custos estimados das tintas propostas, por metro quadrado, em junho de 2014 foram: R\$ 1,16, com duas demãos para a tinta acrílica e R\$ 4,05, com duas demãos para a tinta isolante térmica. Tendo em vista a diferença no custo benefício entre as duas tintas, podemos dizer que a tinta material de estudo apresenta resultados pouco satisfatórios no ponto de vista econômico e térmico, ao relacionarmos com a tinta acrílica comum.

Ao longo desse trabalho surgiram algumas possibilidades que não foram desenvolvidas: a análise do revestimento das paredes externas com a tinta material de estudo e a tinta acrílica comum, podendo avaliar o tamanho da influência que a mesma causaria no interior dos módulos, no que se diz respeito a condições térmicas; a realização de levantamento de dados em comparação entre dias com alta e baixa nebulosidade, entre outros elementos climáticos; a realização da mesma análise em outros materiais de cobertura, como telhas cerâmicas, telhas de concreto e lajes impermeabilizadas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

ASHRAE. **Handbook of fundamental**. SI version. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc., 2013.

DORNELLES, K. A.; RORIZ, M.; RORIZ, V.; CARAM, R. Desempenho Térmico de Tintas Brancas com Microesferas Cerâmicas para uso em Coberturas de Edifícios. *In*: XI ENCONTRO NACIONAL E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2011, Búzios-RJ. **Anais ...**, Búzios-RJ, 2011. 1 CD-ROM.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo, 2001.

GIVONI, Baruch. **Man, Climate and Architecture**. 2. ed. Londres: Applied Science Publishers, 1976.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, DF. Estações e Dados: Dados Meteorológicos, Estação automática, **Dados Meteorológicos 10-25 Jul 2014**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em 26 jul 2014.

INPE/UFT/CUP/Laboratório de Climatologia e Meteorologia. **Dados Meteorológicos 2002-2012**. Palmas, TO.

SILVA, Liliane Flávia Guimarães da. **Análise de Fatores Determinantes de Conforto Térmico Ambiental em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda em João Pessoa – PB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais. **Software para Obter Carta Psicrométrica**. Disponível em <<http://www.demec.ufmg.br/grupos/refrigera>> Acesso em 23 jul 2014.