



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

**ANNE KAROLINE LINHARES DE ARAÚJO
PATRÍCIA AFONSO DA SILVEIRA LOPES**

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

**PALMAS – TO
2014**

**ANNE KAROLINE LINHARES DE ARAÚJO
PATRÍCIA AFONSO DA SILVEIRA LOPES**

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Orientadora: Profª Msc. Liliane Flávia Guimarães da Silva

**PALMAS - TO
2014**

Araújo, Anne Karoline Linhares de

Influência da Tinta Isolante Térmica Com Micro Esferas Cerâmicas
No Conforto Térmico Na Cidade de Palmas-TO/ Anne Karoline

Linhares de Araújo, Patrícia Afonso da Silveira Lopes – Palmas, 2014

53 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Tecnológica em Construção
de Edifícios) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus
Palmas, 2014.

Orientadora: Prof^ª Liliane Flávia Guimarães da Silva

1. Tinta Isolante Térmica 2. Avaliação Térmica I. Título

**ANNE KAROLINE LINHARES DE ARAÚJO
PATRÍCIA AFONSO DA SILVEIRA LOPES**

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas, como exigência à obtenção do grau em tecnólogo.

Aprovado em: 31/07/2014.

BANCA AVALIADORA

Prof^a Msc. Liliane Flávia Guimarães da Silva
Orientadora

Prof^a Msc. Elen Oliveira Vianna
Membro da Banca Examinadora

Prof^a Msc. Mariana Brito de Lima
Membro da Banca Examinadora

Dedicamos:

Dedicamos primeiramente a Deus que nos iluminou todos esses anos e nos fez não desistir de nosso sonho. A todos que fizeram ele se tornar real, dando-nos força para não desistirmos de ir atrás do que buscávamos para nossas vidas.

Muitos obstáculos foram impostos a nós durante esses últimos anos, mas graças a Deus e a vocês, que não fraquejamos. Obrigada por tudo, família, professores e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, Pai cuidadoso e misericordioso que sempre esteve nos ajudando dando-nos força para não desistir e capacidade para conseguirmos desenvolver e concluir esse trabalho.

Aos nossos familiares que com paciência, incentivo e também prontidão sempre nos apoiaram, acreditando no nosso projeto e dando-nos suporte e incentivo para seguirmos.

Em especial nossa professora orientadora Msc. Liliane Flávia Guimarães da Silva que prontamente aceitou nosso convite e abraçou com carinho nossa ideia, sendo uma orientadora extraordinária, estando sempre esclarecendo nossas dúvidas, tendo paciência, competência, conhecimento, estando sempre disposta a nos ajudar.

A todos nossos professores a e nossa coordenadora Adriana Soraya Alexandria Monteiro que contribuíram e também enriqueceram nosso conhecimento em toda nossa vida acadêmica. As professoras Elen Oliveira Vianna e Mariana Brito de Lima pela disponibilidade de fazerem parte da nossa banca.

E por último e não menos importante aos nossos amigos que de uma forma direta ou indireta colaboraram para essa realização.

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 comparação com a influência da tinta acrílica comum e telhas sem aplicação de tinta, com a metodologia de avaliação térmica indicada na NBR 15220 (2005). Foram utilizados dois modelos reduzidos de alvenaria existentes e disponíveis para a pesquisa, construídos no campus Palmas do IFTO. Um modelo foi mantido sem aplicação de tinta, e dois tiveram o telhado pintado com a tinta isolante térmica e a tinta acrílica comum. Com a obtenção dos dados coletados em cada amostra, foi realizada a comparação dos resultados obtidos. As análises desenvolvidas da tinta isolante térmica comparada com a tinta acrílica comum apresentaram uma diferença pouco significativa. Por outro lado, tanto a tinta isolante quanto a acrílica apresentaram resultados satisfatório de aproximadamente 2,5°C de diferença em comparação ao telhado que não havia revestimento, diferenças essas consideráveis quando se trata de conforto térmico.

Palavras Chave: tintas, tinta isolante térmica, avaliação térmica.

ABSTRACT

This research assessed the influence of thermal insulating paint with Ceramic microspheres applied in cement tiles on the thermal conditions in indoor environments in the city of Palmas-TO, compared to the influence of common acrylic paint and tiles without paint application, with thermal evaluation methodology indicated in NBR 15220 (2005). There were used two reduced masonry models which were already existing and available for research and built in the IFTO campus Palmas. A model was maintained without any paint application, and two had the roof painted with the thermal insulating paint the common acrylic paint. With the collected data from sample a comparison of the obtained results was conducted. The analyses were carried out, there was shown a little significant difference between the thermal insulating paint and the common acrylic paint. On the other hand, both the insulating paint and the acrylic one showed satisfactory results of approximately 2,5°C (36,5°F) difference comparing to the roof that had not been painted. Such differences are considerable when speaking of thermal comfort.

Keywords: paints, thermal insulating paint, thermal evaluation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática da fisiologia humana e as trocas térmicas..	20
Figura 2- Carta Bioclimática de Olgyay	24
Figura 3 - Carta Bioclimática adotada para o Brasil	26
Figura 4- Zonas Bioclimáticas Brasileiras	27
Figura 5 - Zona Bioclimática 7	29
Figura 6- Carta Bioclimática apresentando as normais climatológicas da Zona 7	30
Figura 7- Microesferas de cerâmica ocas	35
Figura 8- Refletância dos Raios	35
Figura 9 - Locação dos Modelos em Alvenaria	37
Figura 10 - Unidades Revestidas	37
Figura 11 - Modelos após a raspagem de revestimento	38
Figura 12 - Estação Meteorológica Nexus-Modelo 35.1075.....	39
Figura 13 – Posição dos Modelos	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior.....	40
Tabela 2 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, Tinta Isolante e Umidade externa.....	42
Tabela 3 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior.....	43
Tabela 4 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior.....	44
Tabela 5 - Divisão das Zonas Climáticas dos Modelos sem Tinta, com Tinta Isolante e Temperatura Externa.	46
Tabela 6 - Divisão das Zonas Climáticas dos Modelos sem Tinta, com Tinta Acrílica e Temperatura Externa.	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperaturas do ar da estação meteorológica de Palmas - UFT Período 2002 a 2012	32
Gráfico 2- Umidade relativa do ar da estação meteorológica de Palmas - UFT Período 2002 a 2012.....	33
Gráfico 3 - Precipitação da estação meteorológica de Palmas - UFT Período 2002 a 2012	34
Gráfico 4 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior.....	41
Gráfico 5 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, Tinta Isolante e Umidade externa.	42
Gráfico 6 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior.....	44
Gráfico 7 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, Tinta Acrílica e Umidade externa.	45
Gráfico 8 - Carta Bioclimática dos Modelos sem Tinta, com Tinta Isolante e Temperatura Externa.	46
Gráfico 9 - Carta Bioclimática dos Modelos Sem Tinta, Com Tinta Acrílica e Temperatura Externa.	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Problemática.....	14
2	JUSTIFICATIVA.....	15
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	Objetivo Geral.....	16
3.2	Objetivos Específicos.....	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4.1	Conforto Térmico.....	17
4.2	Trocas Térmicas.....	18
4.3	Variáveis do Conforto Térmico.....	20
4.4	Propriedades Térmicas dos Materiais.....	21
4.4.1	Emitância.....	21
4.4.2	Emissividade.....	22
4.4.3	Refletância.....	22
4.4.4	Inércia Térmica.....	22
4.5	Avaliação do Conforto Térmico.....	23
4.7	Carta Bioclimática.....	23
4.8	Zoneamento Bioclimático.....	27
4.9	Clima da Cidade de Palmas.....	31
4.10	Tinta Isolante térmica.....	34
5	METODOLOGIA.....	36
6	ANÁLISE DOS DADOS.....	40
7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
8	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
9	BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

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 15220-1(2003), a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que trata do desempenho térmico das edificações, o conforto térmico é alcançado com a “satisfação psico-fisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente”. 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. Segundo a NBR 15575 (2013), o desempenho térmico depende de diversas características do local da obra (topografia, temperatura, e umidade do ar, direção e velocidade do vento etc.) e da edificação (materiais constituintes, número de pavimentos, dimensões dos cômodos, pé direito, orientação das fachadas etc.).

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 (NBR 15220, 2005). Refletância é definida como o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície. (NBR 15220, 1998a).

Maiores refletâncias reduzem os ganhos de calor solar do edifício, sem necessariamente alterar as perdas (GOMES, 1962). Ao mesmo tempo, aumentar a emitância pode incrementar as trocas de calor por radiação em ondas longas.

Materiais que apresentam altas refletâncias e emitâncias são conhecidos como materiais refletivos, seletivos, ou materiais frios. Atualmente, existem diversos tipos de materiais classificados como refletivos disponíveis comercialmente para uso em edificações ou em superfícies de áreas urbanas, mas sua produção concentra-se principalmente no mercado internacional.

Segundo os fabricantes, os produtos refletivos para coberturas são compostos de materiais altamente refletivos e emissivos, usualmente de cor branca e podem manter-se aproximadamente 30°C mais frios que os materiais tradicionais durante condições de calor extremo. O material objeto deste estudo é a tinta isolante térmica para cobertura, que promete reduzir a absorção de calor pelas superfícies.

1.1 Problemática

Os elementos construtivos e materiais de propriedades térmicas distintas influenciam diretamente na transferência de calor do ar externo para o interior das edificações. Mesmo em caso de edificações condicionadas, a inadequação dos materiais contribui com o aumento da demanda de energia para sistemas de climatização artificial.

Para as edificações existentes e que foram construídas sem a preocupação com a adequação climática, a tinta isolante tem sido utilizada como uma alternativa para amenizar o desconforto térmico e também diminuir os gastos com energia elétrica ao utilizar climatização artificial.

A tinta objeto de estudo está entre alguns materiais existentes no mercado que prometem alto desempenho térmico na redução das trocas de calor com o ambiente externo, principalmente em edificações cujo ganho de calor pela cobertura é mais significativo. A pesquisa envolve-se, pois, na seguinte problemática: A tinta isolante térmica para coberturas influencia de forma significativa nas condições térmicas internas da edificação?

2 JUSTIFICATIVA

O conforto ambiental 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.

De fato, “a atual sociedade urbana industrial apresenta um modelo de excessivo consumo energético e de recursos, com inegáveis consequências para o meio ambiente de uma forma geral” (RIBEIRO, 1993), sendo, portanto desejável a adoção de práticas de economia e/ou controle efetivo.

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.

Todos estes conceitos motivaram esta pesquisa ainda durante a disciplina Inovações Tecnológicas no 4º período do curso, em especial o artigo “Desempenho Térmico de Tintas Brancas com Microesferas Cerâmicas para uso em Coberturas de Edifícios”, desenvolvido por pesquisadores do Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (LIEC) da UFSCar (DORNELLES, 2011).

Esta pesquisa é motivada também pela atual preocupação mundial com relação ao meio ambiente e na busca pelo conforto térmico das edificações, aplicado à área de materiais de construção. Nesse contexto, há a oportunidade de avaliar novos produtos de menor impacto ambiental.

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.

A comercialização de tintas brancas com micro esferas cerâmicas como sendo materiais isolantes térmicos para coberturas de edifícios, têm se difundido mundialmente, especialmente nos últimos anos com o advento das preocupações ambientais relacionadas principalmente com o aquecimento global e a formação das

ilhas de calor urbanas. No entanto, pouco se tem em avaliação de seu desempenho ligado diretamente ao conforto térmico das pessoas.

Além disso, a avaliação do seu desempenho no conforto influencia diretamente no consumo energético da edificação para resfriamento, reduzindo o impacto ambiental. Do ponto de vista econômico, principalmente em países em desenvolvimento, a redução do consumo de energia em edificações é um fator importante a ser considerado. O setor residencial é um dos maiores consumidores, especialmente em climas quente e úmido, onde os usuários fazem uso de sistemas de ar condicionado ou ventiladores para reduzir o desconforto térmico no interior das edificações.

Portanto, torna-se fundamental o desenvolvimento de estratégias que possam ser incluídas no projeto de novas edificações passivas. Estas técnicas podem ser úteis na redução do consumo de energia com sistemas de condicionamento artificial na maioria dos dias do ano, principalmente quando as condições climáticas são extremas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Caracterizar a influência de tintas refletivas brancas com micro esferas cerâmicas em telhados 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.

3.2 Objetivos Específicos

Sob esta ótica, pretende-se ainda:

- Comparar a diferença entre as condições térmicas internas de modelos de alvenaria com cobertura em telha de fibrocimento pintada com tinta isolante térmica para telhados e modelos com a telha original sem pintura;
- Comparar a diferença entre as condições térmicas internas de modelos de alvenaria com cobertura em telha de fibrocimento pintada com tinta acrílica comum e modelos com a telha original sem pintura;

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Conforto Térmico

A “American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering” – ASHRAE Standard 55 (2013), descreve conforto térmico:

That condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment. This definition leaves open what is meant by “condition of mind” or “satisfaction”, but is correctly emphasizes that judgment of comfort is a cognitive process involving many inputs influenced by physical, physiological, psychological, and other processes (ASHARE Fundamentals, 2013).¹

O conceito de conforto, portanto, está em seus fundamentos como um julgamento subjetivo, mas influenciado por aspectos objetivos. Da mesma forma, LAMBERTS, (2013) define Conforto térmico como:

Uma sensação humana se situa no campo subjetivo e depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio; já os fatores fisiológicos referem-se a alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; e finalmente os fatores psicológicos, que são aqueles que se relacionam às diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos da experiência passada e da expectativa do indivíduo. (LAMBERTS, 2013).

Segundo LAMBERTS, (2013), os estudos em conforto térmico visam principalmente analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas,

¹ Tradução nossa: Que é a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Essa definição deixa em aberto o que se entende por “condição da mente” ou “satisfação”, mas enfatiza corretamente que, o julgamento de conforto é um processo cognitivo que envolve muitos fatores influenciados por processos físicos, fisiológicos e outros.

bem como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um ambiente. A importância do estudo de conforto térmico está baseada principalmente em três fatores:

- A satisfação do homem ou seu bem-estar em se sentir termicamente confortável;
- A performance humana, muito embora os resultados de inúmeras investigações não sejam conclusivos a esse respeito, e a despeito dessa inconclusividade, os estudos mostram uma clara tendência de que o desconforto causado por calor ou frio reduz a performance humana. As atividades intelectuais, manuais e perceptivas, geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico.
- A conservação de energia, pois devido à crescente mecanização e industrialização da sociedade, as pessoas passam grande parte de suas vidas em ambientes condicionados artificialmente. Ao conhecer as condições e os parâmetros relativos ao conforto térmico dos ocupantes em seus ambientes, evitam-se desperdícios com calefação e refrigeração, muitas vezes desnecessários.

Deve-se ressaltar que devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis termicamente, buscando-se sempre criar condições de conforto para um grupo, ou seja, condições nas quais a maior porcentagem das pessoas se encontre em conforto térmico.

Existem alguns fatores climáticos que implicam na resposta humana ao ambiente térmico e contribuem de forma associada para os processos de troca de calor entre o corpo e o ambiente. As trocas e estes fatores são descritas a seguir.

4.2 Trocas Térmicas

Ao efetuar trabalho mecânico, os músculos se contraem. Tal contração produz calor. A quantidade de calor liberado pelo corpo, por essa razão, será função

do trabalho desenvolvido, podendo chegar a um máximo da ordem de 1200 W, desde que por pouco tempo (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Segundo Frota e Schiffer (2006), esse calor é dissipado através dos mecanismos de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, envolvendo as trocas secas – convecção, radiação e condução - e as trocas úmidas – evaporação:

- **Trocas Secas**

Nas trocas secas, o organismo perde calor em função das diferenças de temperatura entre o corpo e o ambiente. Esse calor é denominado calor sensível, cujas trocas podem ocorrer por:

Convecção: o processo de remoção de calor por convecção ocorre quando o ar apresenta temperatura inferior à do corpo e o corpo transfere calor pelo contato com o ar frio circundante. O aquecimento do ar provoca seu movimento ascensional. À medida que o ar quente sobe, o ar frio ocupa seu lugar, completando-se, assim, o ciclo de convecção.

Radiação: é o processo pelo qual a energia radiante é transmitida da superfície quente para a fria por meio de ondas eletromagnéticas que atingem a superfície fria por meio de ondas em calor. A energia radiante é emitida continuamente por todos os corpos que estão a uma temperatura superior a zero absoluto. Isso equivale dizer que uma pessoa num ambiente está continuamente emitindo e recebendo energia radiante, e o diferencial entre a energia recebida e a emitida é que define se o corpo é aquecido ou resfriado por radiação.

Condução: é a troca de calor entre dois corpos que se tocam ou mesmo partes do corpo que estejam a temperaturas diferentes.

A perda de calor por irradiação e condução só é possível para o corpo humano quando a temperatura do ar está menor do que a temperatura da pele, que é metabolicamente regulada para em torno de 33°C.

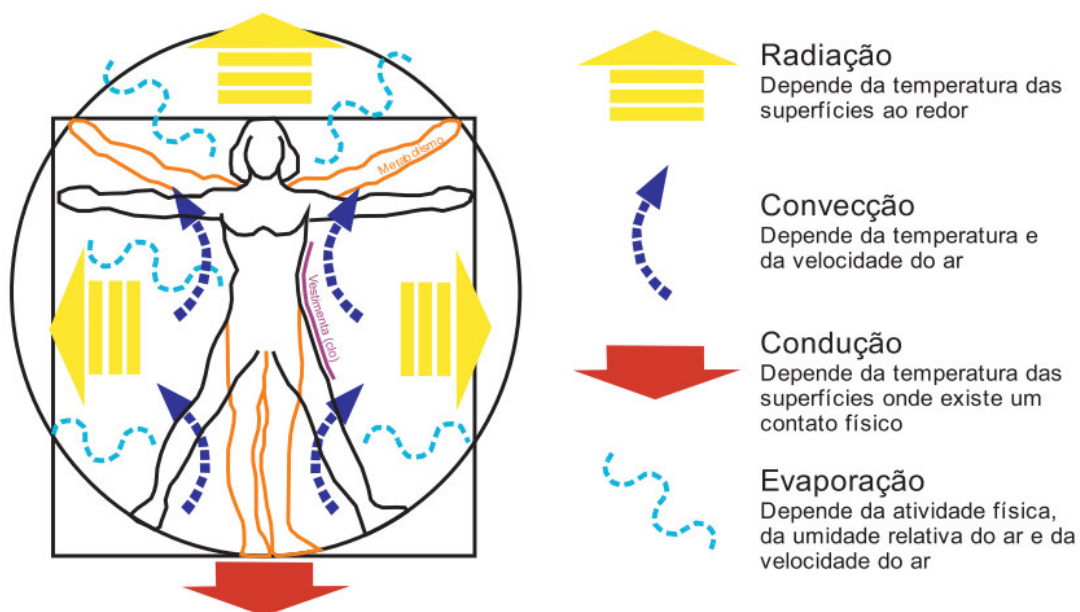
- **Trocas Úmidas**

Nas trocas úmidas, o organismo perde calor através da evaporação, envolvendo mudança de estado, ou seja, o suor de líquido passa para gasoso. Esse é denominado calor latente, ocorrendo por Evaporação.

Evaporação: acima de 33°C de temperatura ambiente, a evaporação do suor é a única forma de perda de calor capaz de garantir a regulação em 33°C da

temperatura da pele que, por sua vez, permite a regulação da temperatura interna do corpo de cerca de 36°C. Caso a evaporação do suor seja impedida ou dificultada, quanto mais a temperatura ambiente se aproxima de 33°C, maior o desconforto térmico (figura 1).

Figura 1 - Representação esquemática da fisiologia humana e as trocas térmicas



Fonte: Lamberts, Xavier, Goulart e Vecchi, 2013.

4.3 Variáveis do Conforto Térmico

As condições de conforto térmico são função, portanto, de uma série de variáveis. Para avaliar tais condições, o indivíduo deve estar apropriadamente vestido e sem problemas de saúde ou de aclimatação. É certo que as condições ambientais capazes de proporcionar sensação de conforto térmico em habitantes de clima quente e úmido não são as mesmas que proporcionam sensação de conforto em habitantes de clima quente e seco e, muito menos, em habitantes de regiões de clima temperado ou frio (FROTA e SCHIFFER, 2006).

As variáveis ambientais são: a temperatura do ar (T_{ar}), a velocidade relativa do ar (V_{ar}), a temperatura média radiante (T_{rm}) e a umidade relativa do ar (UR).

A temperatura, a umidade, a radiação e a movimentação do ar produzem efeitos térmicos e devem ser considerados, simultaneamente, diante das respostas humanas (BARBIERO, 2004).

Segundo a ISO 7726 (1996), a temperatura do ar é a temperatura em torno da pessoa, que deve ser considerada na determinação da transferência de calor por convecção.

A velocidade do ar é um parâmetro que deve ser levado em consideração quando se analisam as trocas de calor por convecção e evaporação na posição da pessoa, sendo que, a velocidade relativa do ar considera a velocidade absoluta do ar e os movimentos da pessoa.

A umidade absoluta do ar (Pa, KPa) é caracterizada pela quantidade de vapor d'água presente em um volume de ar úmido. Essa variável é considerada na troca de calor por evaporação do suor, uma vez que alta umidade do ar reduz a evaporação do suor, podendo levar a uma situação de estresse térmico (ISO 7726, 1996).

Segundo a ISO 7726 (1996), a temperatura média radiante (T_{rm}) é uma temperatura uniforme de um ambiente imaginário, no qual a transferência de calor por radiação do corpo humano é igual à transferência de calor por radiação em um ambiente real não uniforme.

4.4 Propriedades Térmicas dos Materiais

Dentre as várias propriedades térmicas dos materiais, as que têm maior significância em coberturas são a Emitância, a Emissividade, a Refletância e a Inércia térmica.

4.4.1 Emitância

Emitância é o total de energia radiada em todas as direções desde uma unidade por área por uma unidade de tempo (SLATER, 1980; CURRAN, 1985; ELACHI, 1987). Mede-se em Watts por metro quadrado (W/m^2).

Todas as grandezas relativas às propriedades radiantes dos componentes devem fazer referência ao comprimento da onda da radiação e à sua direção de incidência ou de reflexão ou de emissão. Quando estas informações forem omitidas, trata-se de propriedades totais hemisféricas (NBR 15220, 2005).

4.4.2 Emissividade

A emissividade é uma propriedade da superfície que fornece uma medida da capacidade de emissão de energia de uma superfície em relação ao corpo negro

A emissividade depende fortemente da superfície do material e de seu acabamento (BARBOSA, 2014).

4.4.3 Refletância

Refletância à radiação solar é definida como o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (NBR 15220, 1998a).

4.4.4 Inércia Térmica

FROTA E SCHIFFER, (2001), descreve que:

À inércia térmica estão associados a dois fenômenos de grande significado para o comportamento térmico do edifício: o amortecimento e o atraso da onda de calor, devido ao aquecimento ou ao resfriamento dos materiais. A inércia térmica depende das características térmicas da envolvente e dos componentes construtivos internos (FROTA E SCHIFFER, 2001).

A inércia gera um atraso térmico, que é o tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor.

4.5 Avaliação do Conforto Térmico

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. Dessa forma, JABARDO (1984) descreve que um estudo conforto térmico deve, portanto, ter como objetivo a obtenção de condições ambientais que propiciem sensação de conforto a um número maior de pessoas possível que estejam realizando determinado tipo de atividade.

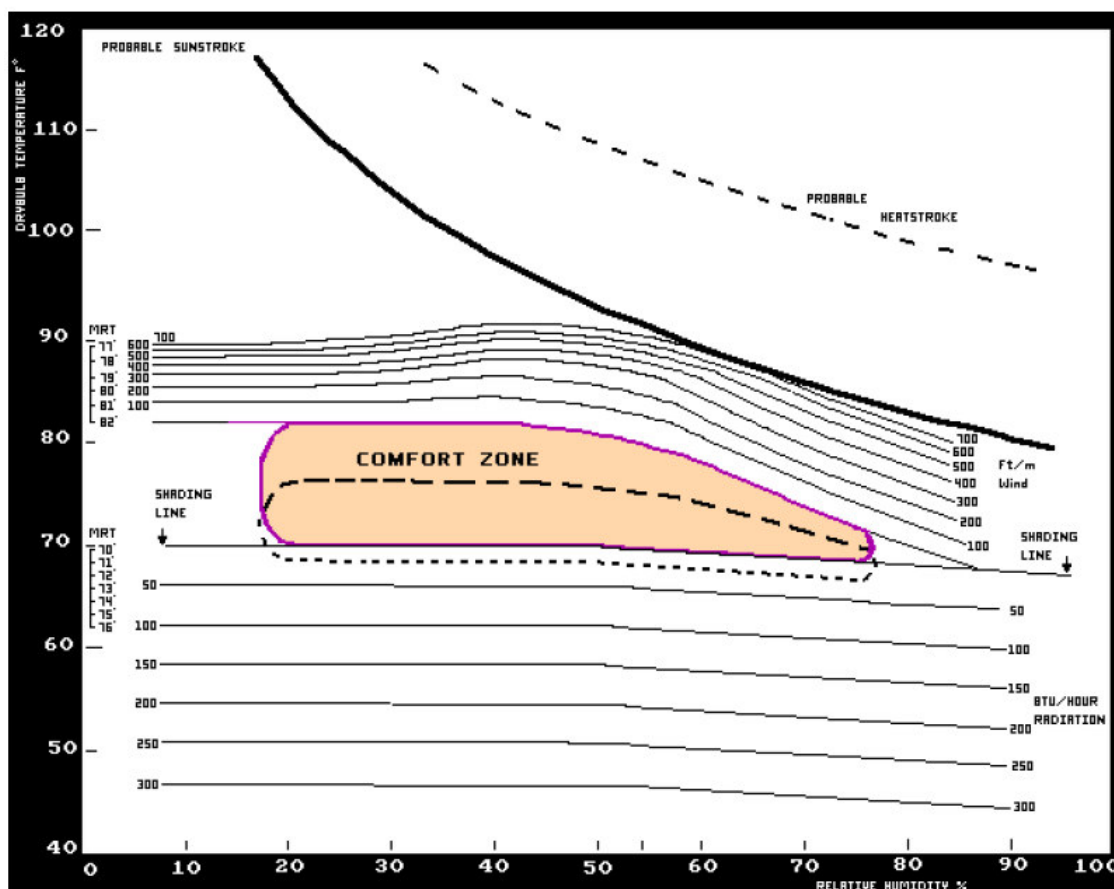
Existem diversas formas de avaliar o conforto térmico, desenvolvidas por diversos estudiosos do tema. Os estudos resultam em índices e zonas de conforto, que expressam a combinação das variáveis envolvidas de modo que possam propiciar um “balanço térmico nulo”. Há metodologias expressas em gráficos e metodologias teóricas, expressas por equações. Dentre elas, temos a Carta Bioclimática, descrita em Norma Brasileira, a NBR 15220 (2005), que expressa a zona de conforto em um gráfico construído numa carta psicrométrica.

4.7 Carta Bioclimática

A primeira Carta Bioclimática foi desenvolvida por Olgyay, a partir de estudos acerca de efeitos do clima sobre o homem, quer ele esteja abrigado quer não, de zonas de conforto e de relações entre elementos de clima e conforto. A carta apresenta o limite das variáveis ambientais que proporcionam o conforto térmico.

Foi construída tendo como ordenada a temperatura de bulbo seco no eixo das ordenadas, e a umidade relativa do ar no eixo das abscissas (figura 2). Como estratégias de controle climático, a carta de Olgyay apresenta: para períodos de calor: ventilação, sombreamento, e resfriamento evaporativo; já para períodos de frio: irradiação solar. Pode-se localizar sobre a carta qualquer condição climática definida por temperatura e umidade do ar se o ponto descrito localiza-se dentro dos limites definidos pela área de conforto.

Figura 2- Carta Bioclimática de Olgay



Fonte: Amorim e Braga, 2009.

A Carta Bioclimática desenvolvida por Givoni é considerada mais aperfeiçoada que a de Olgay, pois aquela estabelece estratégias referentes às massas das edificações, avaliando-se as condições internas de conforto térmico e buscando bloquear a interferência do clima externo (CARTANA, 2006).

Há outra diferença deste em relação ao diagrama de Olgay, ele sugere que as condições de temperatura e umidade se plotem como curvas fechadas ou ciclogramas das médias diárias de hora em hora, para cada mês, do local em estudo. Na Carta Bioclimática para edificações criadas por Givoni, pode-se descrever mês a mês o clima da região por dois pontos: por meio das médias mensais dos valores da temperatura e umidade do ar externo. Mas, nada impede que se realizem análises climáticas com outra periodicidade, como os dados de hora em hora, levando-se em consideração os mesmos critérios. Esse método serve para comprovar de forma simultânea as exigências humanas e as variações climáticas da

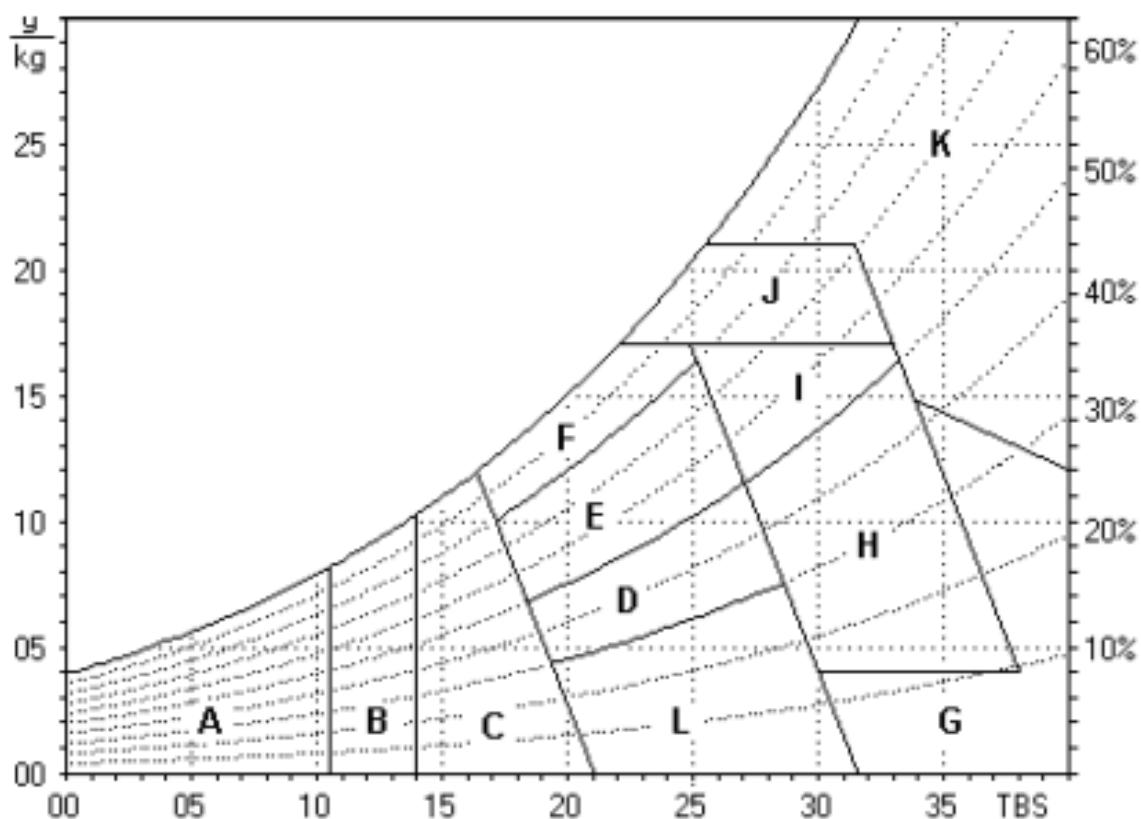
região, com o intuito de propor soluções arquitetônicas, de forma qualitativa e global, favoráveis às características locais (IZARD E GUYOT, 1983).

Posteriormente, os dois pesquisadores, Olgyay e Givoni, com o objetivo de revisar o modelo originalmente desenvolvido, realizaram pesquisas nos países em desenvolvimento e constataram que os usuários consideravam-se confortáveis mesmo com temperatura acima da zona de conforto, pois apresentaram aclimação às condições locais. Após avaliar esses resultados e analisar estudos desenvolvidos por outros pesquisadores, Givoni, em 1992, elabora dois modelos diferentes de sua carta bioclimática, um para países desenvolvidos e outro para os em desenvolvimento (CARTANA, 2006).

Givoni sugere condições aceitáveis de temperatura para as pessoas que moram nos países desenvolvidos, as quais devem variar de 18°C a 25°C no inverno e de 20°C a 27°C no verão, e o limite máximo aplicável de 10g/kg em níveis de baixa umidade, abaixo de um conteúdo de vapor. Para as umidades, o limite máximo decresce progressivamente e o limite máximo de umidade em termos de umidade absoluta deve ser 15g/kg. Em clima quente, dos países em desenvolvimento, o autor sugere aumentar a temperatura no limite máximo de 2°C, majorando também de 2g/kg o valor do conteúdo de vapor. Essa adequação se justifica com base em pesquisas realizadas e análise dos seus resultados, alterando a nova carta de temperatura efetiva no limite superior da sensação de conforto, de 27,0°C para 29,7°C, quando aumenta a velocidade do ar de 0,1 para 1,5m/s (BARBOSA, 1997).

A NBR 15.220 (2005), parte 3, adaptou a carta bioclimática brasileira proposta por Givoni em onze zonas, estabelecendo as respectivas estratégias para zona e seu acondicionamento térmico (figura 3).

Figura 3 - Carta Bioclimática adotada para o Brasil



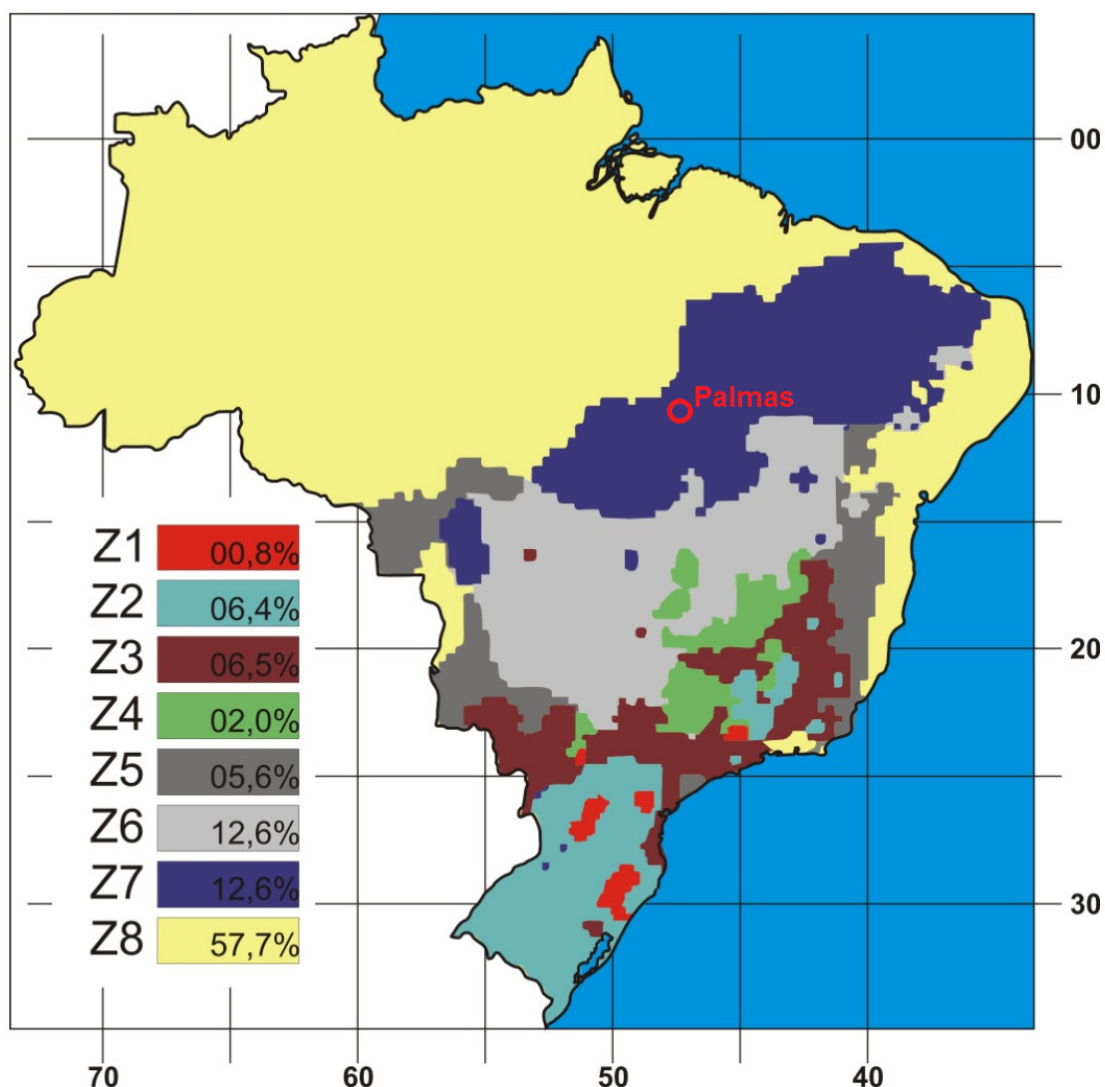
Fonte: NBR 15.220-3 (ABNT, 2005)

- A – Zona de aquecimento artificial (calefação);
- B – Zona de aquecimento solar da edificação;
- C – Zona de massa térmica para aquecimento;
- D – Zona de conforto térmico (baixa umidade);
- E – Zona de conforto térmico;
- F – Zona de desumidificação (renovação do ar);
- G + H – Zona de resfriamento evaporativo;
- H + I – Zona de massa térmica de refrigeração;
- I + J – Zona de ventilação;
- K – Zona de refrigeração artificial;
- L – Zona de umidificação do ar.

4.8 Zoneamento Bioclimático

O Zoneamento Bioclimático Brasileiro proposto pela NBR 15220-3, em vigor desde 2005, consiste na divisão do território brasileiro em oito zonas climáticas onde se descreve a relação de 330 cidades cujos climas foram classificados. Palmas está inserida na zona bioclimática 7, que estabelece estratégias para obtenção de conforto térmico em edificações (figura 4).

Figura 4- Zonas Bioclimáticas Brasileiras



Fonte: Adaptado de NBR 15.220-3 (ABNT, 2005)

O território brasileiro tem seu clima mapeado, dividido em zonas bioclimáticas. Estas zonas têm relação com as características climáticas das

diversas áreas do território. A partir destes estudos e do seu respectivo mapa, pode-se obter o clima de cada cidade, e relacioná-lo através de tabelas que indicam as estratégias e diretrizes construtivas bioclimáticas recomendadas para cada local, onde será projetada e construída uma edificação.

A divisão em zonas do território brasileiro se baseou na homogeneidade quanto ao clima, ou seja, locais com climas semelhantes. Foram considerados três fatores principais, sendo eles as médias mensais das temperaturas máximas, as médias mensais das temperaturas mínimas, e as médias mensais das umidades relativas do ar.

O zoneamento e a classificação climática visa dar recomendações construtivas para que as edificações tenham um melhor desempenho térmico, o que ocorre quando estão construídas de modo adequado para o clima local. Uma vez que uma edificação proporcione melhor conforto térmico em seu interior utilizando o clima em seu favor, isto proporciona economia de energia (eficiência energética) para o usuário da edificação e para a sociedade.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, disponibilizada na NBR 15220-3, versão de 2005, com o título "Desempenho térmico de edificações - Parte 3" estabelece um zoneamento bioclimático brasileiro dividido em oito zonas, e apresentam um conjunto de recomendações e estratégias construtivas (diretrizes bioclimáticas) orientadas e destinadas às habitações unifamiliares de interesse social.

Estas diretrizes construtivas recomendadas relacionam-se à:

- Tamanho das aberturas para ventilação;
- Proteção das aberturas;
- Vedações externas (tipos de parede externa, e tipo de cobertura);
- Estratégias de condicionamento térmico passivo.

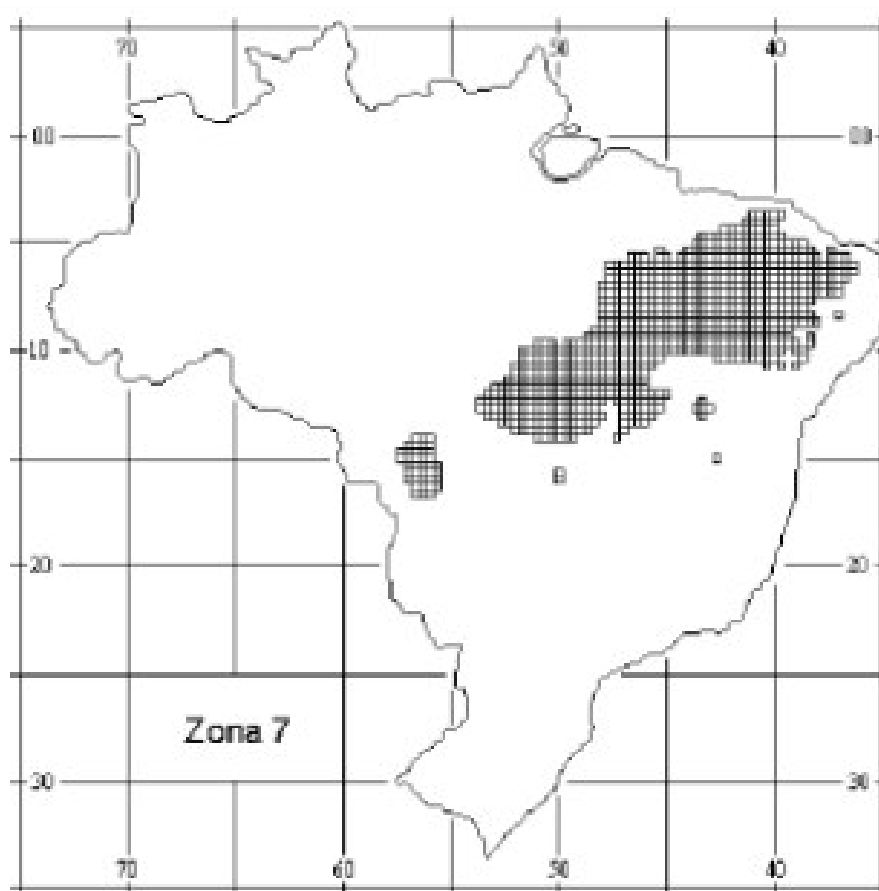
As oito zonas bioclimáticas com os dados da legenda indicam as percentagens territoriais correspondentes a cada clima. A zona 8 corresponde ao clima quente e úmido que ocupa 53,7% do país, englobando a região amazônica e o litoral nordeste. A zona 1 fica ao sul e representa apenas 0,8%.

A classificação de cada cidade em uma determinada zona depende das estratégias bioclimáticas, que são definidas previamente, tendo sido utilizadas a planilha de Mahoney para a definição dos limites das propriedades térmicas dos elementos construtivos (paredes e coberturas): Fator Solar, Atraso Térmico e

Transmitância Térmica (NBR 15220, 2005). Também são indicados percentuais de área de piso relativo às aberturas para ventilação, classificando-as em pequenas, médias e grandes.

Palmas está inserida na zona bioclimática 7 (figura 5 e 6), que ocupa 12,6% do território nacional. Neste caso, as diretrizes construtivas recomendadas pela NBR 15220-3 (2005) são relativas a três aspectos principais. O primeiro deles trata das estratégias de condicionamento térmico passivo.

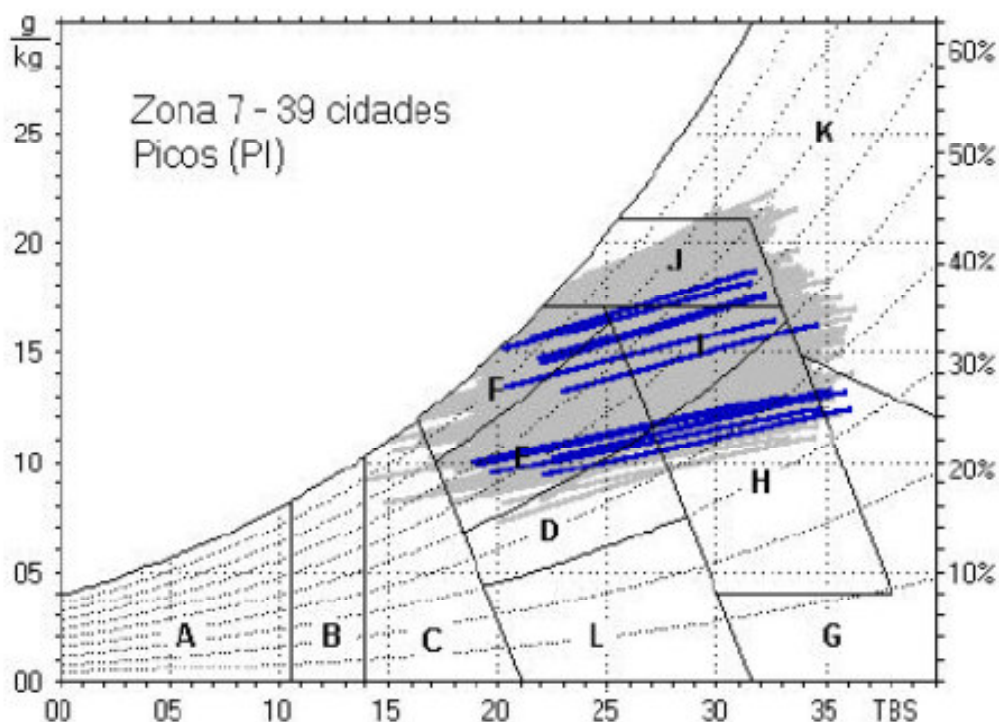
Figura 5 - Zona Bioclimática 7



Fonte: NBR 15.220-3 (ABNT, 2005)

Dentre as especificações da Zona 7 para o verão, é recomendada a ventilação cruzada (figura 6). Para o inverno, são recomendados o aquecimento solar da edificação e o uso de vedações internas pesadas (inércia térmica).

Figura 6- Carta Bioclimática apresentando as normais climatológicas da Zona 7



Fonte: NBR 15.220-3 (ABNT, 2005)

Detalhamentos das estratégias de condicionamento térmico corretamente utilizado durante a concepção do projeto da edificação podem proporcionar melhoras nas condições de conforto térmico e redução no consumo de energia.

A – O uso de aquecimento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio;

B – A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfícies envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar;

C – A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido;

D – Caracteriza a zona de conforto térmico (a baixas umidades);

E - Caracteriza a zona de conforto térmico;

F – As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes;

G e H – Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja esfriar;

H e I – Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem.

I e J – A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.

K - O uso de resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.

L - Nas situações em que a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura do ar estiver entre 21°C e 30°C, a umidificação do ar proporcionará sensações térmicas mais agradáveis. Essa estratégia pode ser obtida através da utilização de recipientes com água e do controle da ventilação, pois esta é indesejável por eliminar o vapor proveniente de plantas e atividades domésticas.

4.9 Clima da Cidade de Palmas

Os dados climáticos influenciam diretamente tanto no edifício quanto no indivíduo. Basicamente, a performance da edificação é influenciada pelo clima no aspecto da transferência de calor através dos diversos materiais da estrutura, que alteram as condições dentro do ambiente interno em termos da temperatura do ar, temperatura radiante média, ventilação e umidade. (SILVA, 2000).

Segundo a Organização Meteorológica Mundial – OMM (1994), clima é um estado médio do tempo, calculado normalmente com período de mais de 30 anos de informações (gerando as Normais Climatológicas). Portanto, o clima refere-se às características da atmosfera inferida de observações contínuas em um período de tempo longo.

Os elementos mais afetados são a umidade e a temperatura do ar, o que acarreta no surgimento de “ilhas de calor” e inundações em locais de clima tropical. Não somente estes fatores são formadores do clima urbano, mas a intensidade do adensamento urbano, e a localização geográfica da cidade influenciam na sua formação. (MENDONÇA 1996).

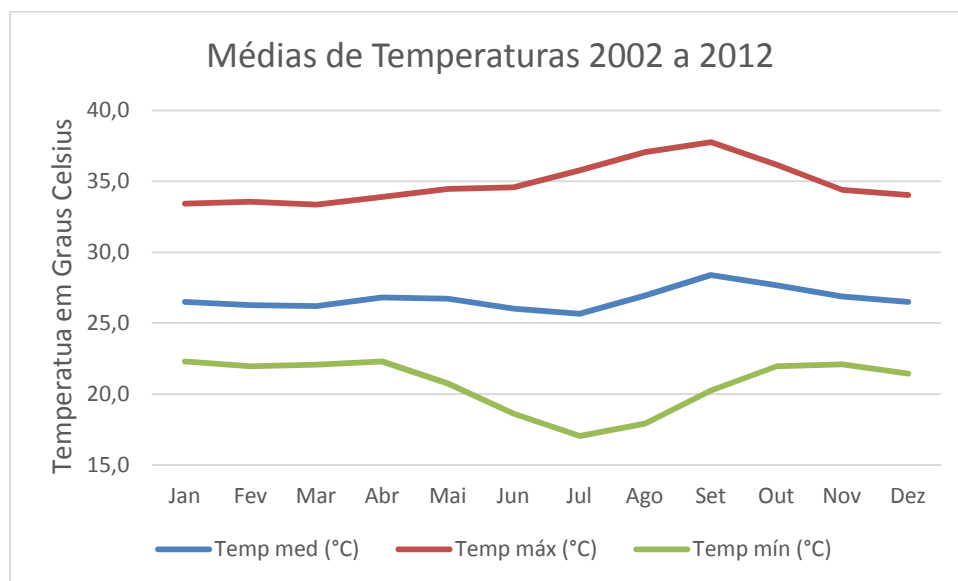
A região do município de Palmas – TO situa-se na latitude – 10°C entre os paralelos -10°20’ ao Sul e -10°3’ ao Norte. A cidade de Palmas e entorno situam-se a uma altitude de 280m, a uma longitude de 48°23’ a Leste e 48°16’ a Oeste, centro geográfico do país.

Pode-se afirmar que o clima de Palmas é intensamente influenciado pela continentalidade, por encontrar-se na região central do País, ou seja, afastado do mar. Essa característica faz com que as temperaturas se elevem durante o dia, e aumente a amplitude térmica.

Segundo Figuera (2005), o município de Palmas apresenta dois tipos climáticos: o clima B1wA’a’ (úmido) e o clima C2wA’a’ (subúmido) de acordo com a classificação de Thornthwaite (SANTOS, 1997). Conforme Silva (2004), o clima dominante para o município corresponde ao tropical quente e úmido, com duas estações bem distintas: uma seca e outra úmida. As médias mensais apresentam-se superiores a 25°C, atingindo temperaturas máximas de 41°C no período de estiagem das chuvas.

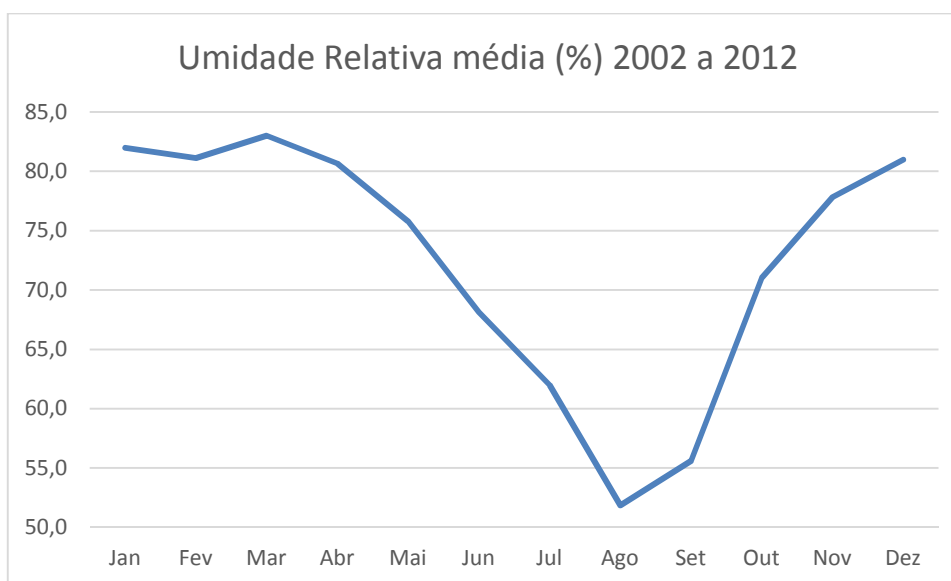
Na região, são raras as penetrações de massas de ar frio, de acordo com a Secretaria de Planejamento (SEPLAN, 2004), em função da continentalidade e das baixas latitudes que determinam variações, pouco significativas, das temperaturas ao longo do ano.

A temperatura média anual situa-se próximo aos 25°C, com leve acréscimo ao longo da calha do rio Tocantins. A temperatura média do mês mais quente fica em torno de 34 a 36°C (setembro) e do mês mais frio entre 24 e 25°C (Gráfico 1). A precipitação anual encontra-se entre 1.500mm e 1.750mm (NÍMER, 1977), o que individualiza a condição de clima semi-úmido.

Gráfico 1 - Temperaturas do ar da estação meteorológica de Palmas - UFT Período 2002 a 2012

Fonte: Adaptado de dados da Estação Meteorológica Palmas-INPE/UFT/CUP

A umidade relativa média do ar na região de Palmas (Gráfico 2), está em torno de 72,5%, sendo que no período chuvoso, os índices de umidade superam os 80% e, no período seco, ficam em torno de 50% chegando, em situações críticas, no mês de agosto. (INPE/UFT/CUP).

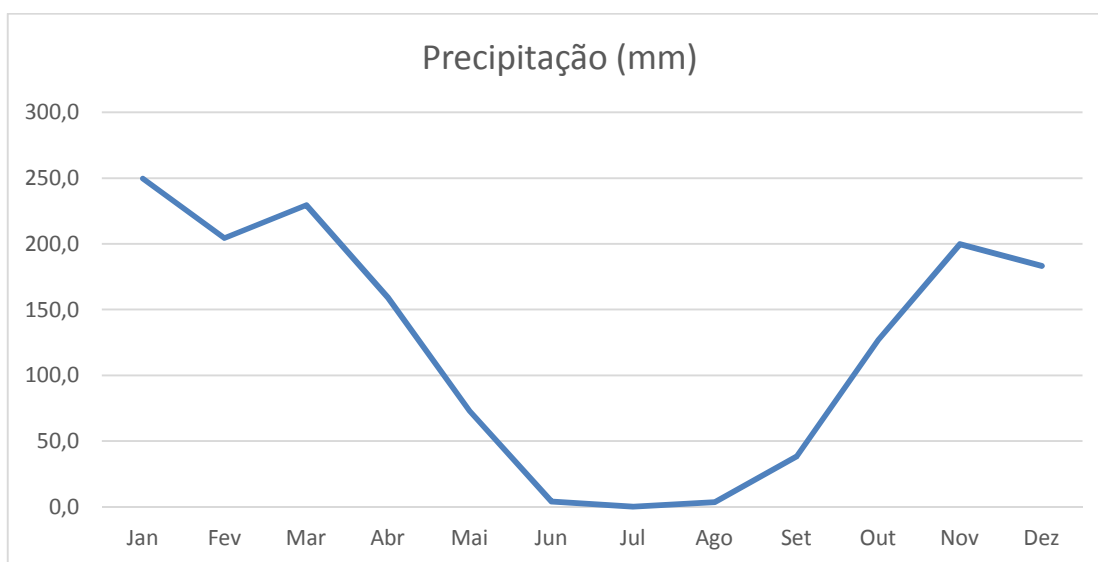
Gráfico 2- Umidade relativa do ar da estação meteorológica de Palmas - UFT Período 2002 a 2012

Fonte: Adaptado de dados da Estação Meteorológica Palmas-INPE/UFT/CUP

A região apresenta um semestre úmido que vai de novembro a abril, e concentra aproximadamente 80% dos totais médios anuais precipitados. As que acontecem entre fevereiro e março correspondem a 30% do total médio anual. Em Palmas, a média anual supera a marca de 1900 mm. (SEPLAN, 2004)

No Gráfico 3, pode-se observar que nos períodos de maior incidência de precipitação (janeiro a março), a região apresenta temperatura mais baixa durante o dia (temperaturas máximas), sendo os meses de melhor sensação de conforto térmico, diretamente relacionada às porcentagens de nebulosidade.

Gráfico 3 - Precipitação da estação meteorológica de Palmas - UFT Período 2002 a 2012



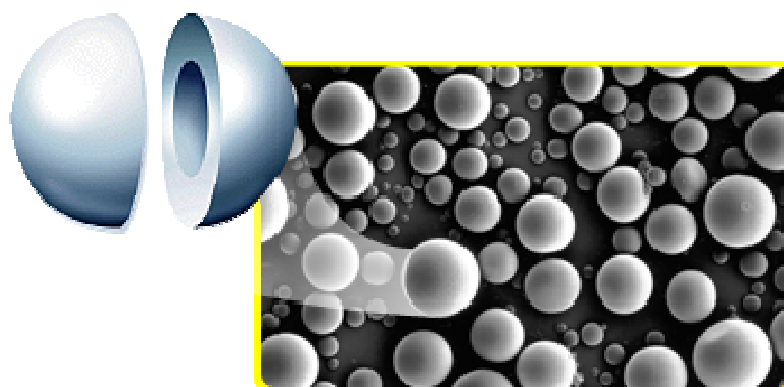
Fonte: Adaptado de dados da Estação Meteorológica Palmas-INPE/UFT/CUP

A radiação solar global é de ordem de 176kcal/cm² em agosto e mínimo de 12,7kcal/cm² em dezembro, conforme cita a SEPLAN (2004).

4.10 Tinta Isolante térmica

Resende (2012), afirma que a tecnologia de isolamento térmico consiste em adicionar às tintas, microesferas de cerâmica, ocas, com vácuo em seu interior e com um revestimento externo para refletir a radiação de calor (figura 7).

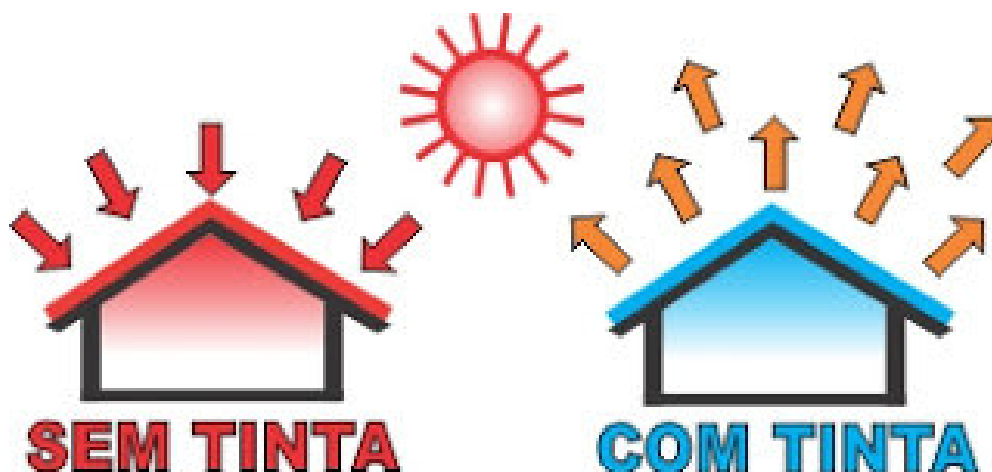
Figura 7- Microesferas de cerâmica ocas



Fonte: BIOMASSA do Brasil, 2014.

O princípio de funcionamento das esferas é semelhante ao de uma garrafa térmica onde a superfície reflete o calor irradiado de volta para sua origem, enquanto o vácuo entre a superfície interna e externa limita a quantidade de calor transferido (figura 8).

Figura 8- Refletância dos Raios



Fonte: REFLETTE SOL, 2014.

As Microesferas apresentam propriedades de alta resistência à compressão, estabilidade química, resistência a altas temperaturas e a água, baixa condutividade térmica, alta resistência à abrasão e a corrosão resultando em alta durabilidade na maioria dos processos que são empregados.

Cada esfera é quase mil vezes menor que um grão de areia, elas são misturadas com minerais, resina e pigmentos. Com isso, forma-se a tinta refletiva,

que adere em qualquer material: aço, alumínio, madeira, plástico. Segundo fabricante, a tinta é capaz de refletir até 99% dos raios solares e pode ser aplicada tanto em áreas externas quanto internas. Como cerca de 60% do calor é perdido ou ganho através das paredes ou teto, isolá-los é uma das maneiras mais eficazes de regular a temperatura.

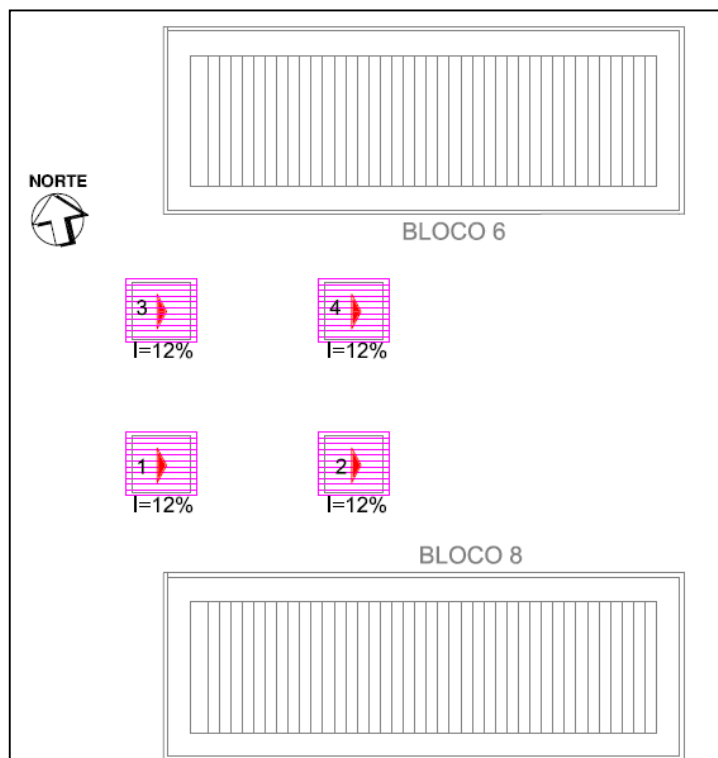
A tinta térmica é um produto formulado a base de água, tendo como principais componentes a cerâmica, componentes patenteados e resinas de alta qualidade. Segundo o fabricante, a tinta promete reduzir em até 30%o ruído do impacto da chuva sobre a cobertura, trazendo benefícios imediatos, como maior conforto, maior rendimento e concentração no ambiente de trabalho. É também uma substância não inflamável, que garante um efeito anti-mofo, proporciona pouco peso sobre a cobertura à qual é aplicada e ainda diminui o coeficiente de dilatação da mesma.

A temperatura poderá ser regulada tanto no inverno quanto no verão. No inverno o calor presente no interior da construção será retido devido ao vácuo e no verão a camada externa das esferas refletirá maior quantidade de raios solares. Em ambos os casos, o consumo de energia elétrica é reduzido já que o uso de aparelhos como climatizadores e aquecedores é menor. Estima-se que no verão a economia seja de 24% e no inverno de 12% (RESENDE, 2012).

O material pode ser aplicado em qualquer superfície, mas o efeito é intensificado quando é utilizada para revestir os telhados das construções, já que a parte superior recebe maior incidência dos raios solares. Os telhados revestidos com o material reduzem em até 60% o consumo de energia elétrica utilizado para refrigerar casas, prédios, indústrias e estabelecimentos comerciais.

5 METODOLOGIA

Para a realização dos testes, foram utilizados inicialmente três modelos em alvenaria disponíveis no bloco 8 do campus Palmas do IFTO (figura 9), medindo 1,00 x 1,00 m, com altura de 1,00m e 1,16m fornecendo a inclinação necessária para o telhado.

Figura 9 - Locação dos Modelos em Alvenaria

A cobertura dos modelos foi feita com telhas de fibrocimento, espessura de 6 mm. As unidades já possuíam revestimento texturizado para a realização de outro estudo (figura 10).

Figura 10 - Unidades Revestidas

Fonte: SILVA, 2013

Para a presente pesquisa, devido a diferença dos tipos de revestimentos, os mesmos foram raspados para não alterarem os resultados (figura 11), sendo utilizada a argamassa sem revestimento.

Figura 11 - Modelos após a raspagem de revestimento



Após a raspagem do revestimento texturizado das paredes, foi aplicada a tinta acrílica branca na telha de um dos modelos. O outro modelo a telha foi pintada com a tinta isolante térmica branca e o terceiro modelo ficou sem aplicação de 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. A aplicação foi feita com duas demãos da tinta isolante térmica na cobertura em um dos modelos de alvenaria. O terceiro modelo ficou sem aplicação de tinta.

As coletas dos dados foram realizadas no mês de julho, período em que as chuvas já cessaram e a temperatura começa a aumentar, e de acordo com o cronograma para a defesa do TCC. Os dados foram levantados com o emprego da estação meteorológica Nexus – modelo 35.1075 (figura 12), entre os dias 10 e 25 de julho, das 9h às 22h, a cada 1h.

As telhas foram alternadas entre os dois modelos. Inicialmente foram levantados dados nos modelos com as respectivas telhas pintadas, no entanto, notou-se uma distorção provocada pela sombra das árvores em um dos modelos durante todo o dia. Este modelo foi descartado, sendo novamente levantados os dados apenas nos dois modelos que estavam totalmente expostos ao sol (figura 13).

Figura 12 - Estação Meteorológica Nexus-Modelo 35.1075



Figura 13 – Posição dos Modelos



Tendo em vista que o instrumento possui apenas um sensor, optou-se por utilizar o console (parte do instrumento responsável por registro dos dados) em um

dos modelos e o sensor no outro, possibilitando a comparação de dois tipos de telhas simultaneamente, dentre as três que foram comparadas (com tinta isolante, com tinta acrílica e sem tinta).

Os dados externos foram coletados na estação meteorológica digital do INMET, que possui dados horários, possibilitando a comparação com os dados horários da Estação Meteorológica in loco. Foram escolhidos os horários de aulas do IFTO.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados levantados foram coletados 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 tabelas 1 e 2 e gráficos 4 e 5 abaixo.

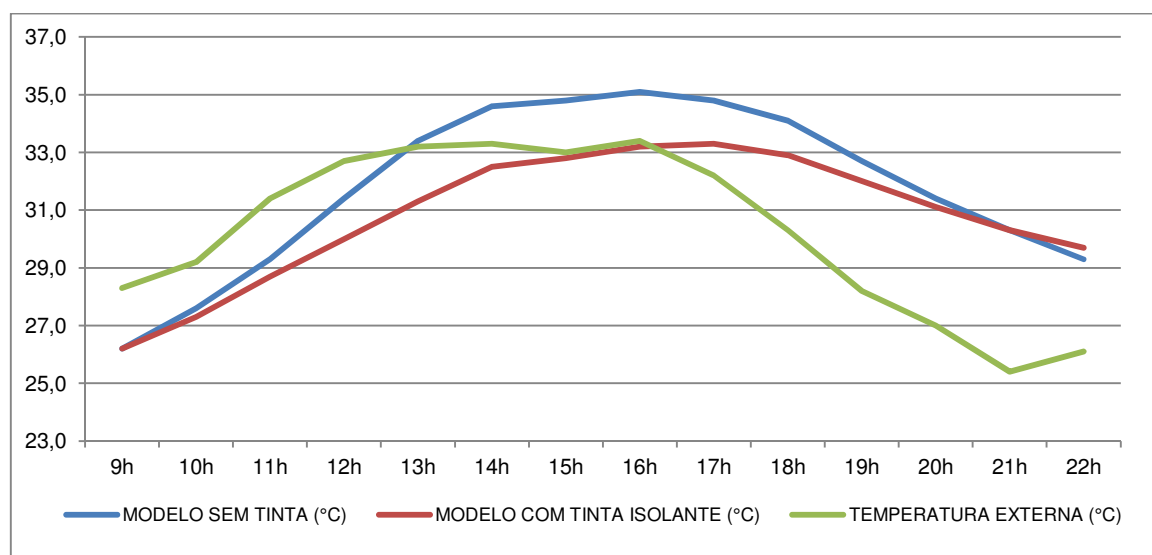
Tabela 1 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior

HORA LOCAL	M. SEM TINTA	M. COM TINTA ISOLANTE	TEMP. EXTERNA	Dif. TE e MST	Dif. TE e MTI	Dif. MST e MTI
9h	26,2 °C	26,2 °C	28,3 °C	2,1 °C	2,1 °C	0,0 °C
10h	27,6 °C	27,3 °C	29,2 °C	1,6 °C	1,9 °C	0,3 °C
11h	29,3 °C	28,7 °C	31,4 °C	2,1 °C	2,7 °C	0,6 °C
12h	31,4 °C	30,0 °C	32,7 °C	1,3 °C	2,7 °C	1,4 °C
13h	33,4 °C	31,3 °C	33,2 °C	-0,2 °C	1,9 °C	2,1 °C
14h	34,6 °C	32,5 °C	33,3 °C	-1,3 °C	0,8 °C	2,1 °C
15h	34,8 °C	32,8 °C	33,0 °C	-1,8 °C	0,2 °C	2,0 °C
16h	35,1 °C	33,2 °C	33,4 °C	-1,7 °C	0,2 °C	1,9 °C
17h	34,8 °C	33,3 °C	32,2 °C	-2,6 °C	-1,1 °C	1,5 °C
18h	34,1 °C	32,9 °C	30,3 °C	-3,8 °C	-2,6 °C	1,2 °C
19h	32,7 °C	32,0 °C	28,2 °C	-4,5 °C	-3,8 °C	0,7 °C
20h	31,4 °C	31,1 °C	27,0 °C	-4,4 °C	-4,1 °C	0,3 °C
21h	30,3 °C	30,3 °C	25,4 °C	-4,9 °C	-4,9 °C	0,0 °C
22h	29,3 °C	29,7 °C	26,1 °C	-3,2 °C	-3,6 °C	-0,4 °C

No início do dia, nota-se que a diferença entre o modelo sem tinta e com tinta isolante é nula, apresentando resultando bastante considerável quando há aumento da temperatura externa. No período com maior insolação as temperaturas do modelo com tinta isolante apresentou 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 das 13h às 14h (tabela 1). Notou-se também que o modelo sem tinta apresentou temperatura muito superior à temperatura externa. A maior temperatura interna registrada no modelo sem tinta foi de 35,1°C, superior à maior temperatura diária externa, que foi de 33,4°C.

Gráfico 4 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Isolante e Exterior



No modelo com tinta isolante a maior temperatura interna foi de 33,3°C, apenas um décimo de grau, mas ainda 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 o qual a temperatura externa começa a diminuir. A partir das 22h a temperatura do modelo com tinta isolante apresentou-se superior ao modelo sem tinta.

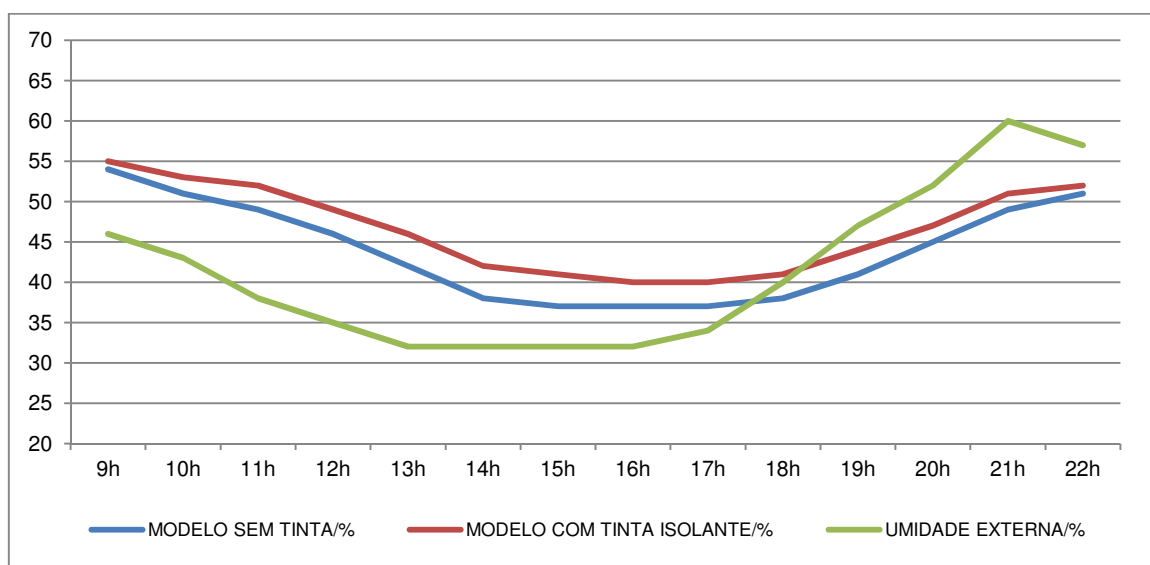
Nas medições da umidade relativa do ar nos modelos sem tinta e tinta isolante térmica, a umidade se manteve mais alta no modelo com tinta isolante térmica, como mostra a tabela 2.

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 é de até 14%.

Nos modelos internos, o modelo sem tinta apresentou uma diferença de até -4%.

Tabela 2 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, Tinta Isolante e Umidade externa.

HORA LOCAL	M. SEM TINTA	M. COM TINTA ISOLANTE	UMIDADE EXTERNA	Dif. UE e MST	Dif. UE e MTI	Dif. MST e MTI
9h	54%	55%	46%	-8%	-9%	-1%
10h	51%	53%	43%	-8%	-10%	-2%
11h	49%	52%	38%	-11%	-14%	-3%
12h	46%	49%	35%	-11%	-14%	-3%
13h	42%	46%	32%	-10%	-14%	-4%
14h	38%	42%	32%	-6%	-10%	-4%
15h	37%	41%	32%	-5%	-9%	-4%
16h	37%	40%	32%	-5%	-8%	-3%
17h	37%	40%	34%	-3%	-6%	-3%
18h	38%	41%	40%	2%	-1%	-3%
19h	41%	44%	47%	6%	3%	-3%
20h	45%	47%	52%	7%	5%	-2%
21h	49%	51%	60%	11%	9%	-2%
22h	51%	52%	57%	6%	5%	-1%

Gráfico 5 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, Tinta Isolante e Umidade externa.

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%.

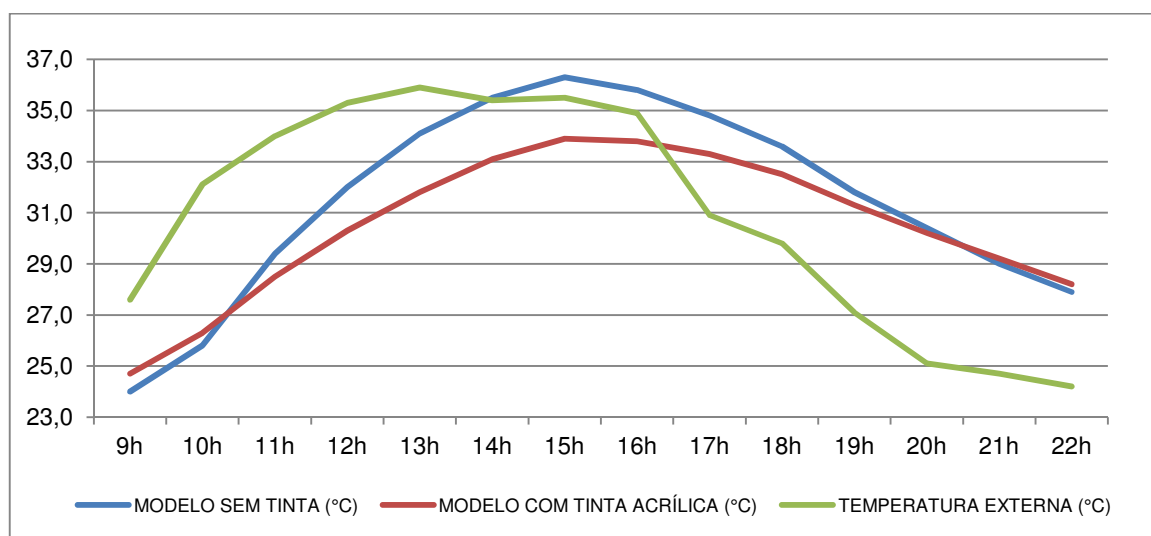
Essa diferença passa a ser menor após as 16 h, quando começa a aumentar a umidade externa. Fato que interfere diretamente a mudança de umidade no interior dos modelos. Contudo a umidade interna do modelo com tinta isolante permanece maior.

No dia 12 de julho foram realizadas as medições dos modelos sem tinta e com tinta acrílica comum.

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 2,4°C (tabela 3), 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 que a telha sem revestimento se resfria mais rápido. A maior temperatura interna registrada no modelo sem tinta foi de 36,3°C, superior à temperatura diária externa que foi de 35,9°C.

Tabela 3 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior.

HORA LOCAL	M. SEM TINTA	M. COM TINTA ACRÍLICA	TEMP. EXTERNA	Dif. TE e MST	Dif. TE e MTA	Dif. MST e MTA
9h	24,0 °C	24,7 °C	27,6 °C	3,6 °C	2,9 °C	-0,7 °C
10h	25,8 °C	26,3 °C	32,1 °C	6,3 °C	5,8 °C	-0,5 °C
11h	29,4 °C	28,5 °C	34,0 °C	4,6 °C	5,5 °C	0,9 °C
12h	32,0 °C	30,3 °C	35,3 °C	3,3 °C	5,0 °C	1,7 °C
13h	34,1 °C	31,8 °C	35,9 °C	1,8 °C	4,1 °C	2,3 °C
14h	35,5 °C	33,1 °C	35,4 °C	-0,1 °C	2,3 °C	2,4 °C
15h	36,3 °C	33,9 °C	35,5 °C	-0,8 °C	1,6 °C	2,4 °C
16h	35,8 °C	33,8 °C	34,9 °C	-0,9 °C	1,1 °C	2,0 °C
17h	34,8 °C	33,3 °C	30,9 °C	-3,9 °C	-2,4 °C	1,5 °C
18h	33,6 °C	32,5 °C	29,8 °C	-3,8 °C	-2,7 °C	1,1 °C
19h	31,8 °C	31,3 °C	27,1 °C	-4,7 °C	-4,2 °C	0,5 °C
20h	30,4 °C	30,2 °C	25,1 °C	-5,3 °C	-5,1 °C	0,2 °C
21h	29,0 °C	29,2 °C	24,7 °C	-4,3 °C	-4,5 °C	-0,2 °C
22h	27,9 °C	28,2 °C	24,2 °C	-3,7 °C	-4,0 °C	-0,3 °C

Gráfico 6 - Temperatura do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior.

No modelo com tinta acrílica a maior temperatura interna foi de 33,9°C, dois graus inferior à maior temperatura externa.

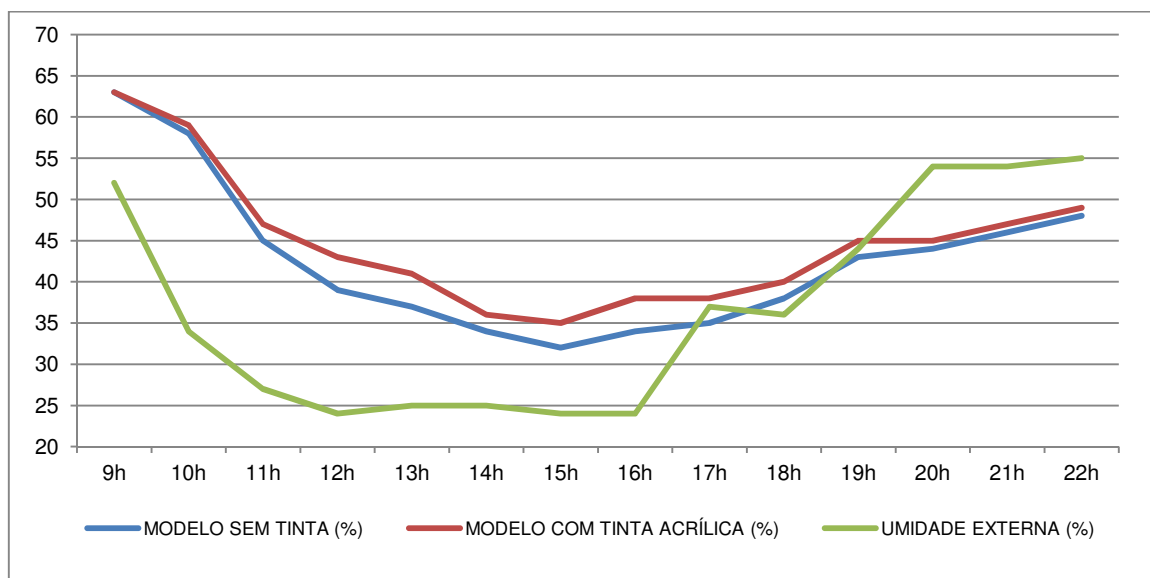
Na tabela 4 pode-se verificar que a umidade relativa do ar é mais alta no modelo com tinta acrílica, mas ambos os modelos possuem umidade maior que a umidade externa na maior parte do dia. A umidade nos modelos internos, apresentou menor variação que a umidade externa.

Quanto aos dois modelos, o modelo sem tinta possui umidade levemente inferior ao modelo com tinta acrílica, com uma diferença de até -4%.

Tabela 4 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, com Tinta Acrílica e Exterior.

HORA LOCAL	M. SEM TINTA	M. COM TINTA ACRÍLICA	UMIDADE EXTERNA	Dif. UE e MST	Dif. UE e MTA	Dif. MST e MTA
9h	63%	63%	52%	-11%	-11%	0%
10h	58%	59%	34%	-24%	-25%	-1%
11h	45%	47%	27%	-18%	-20%	-2%
12h	39%	43%	24%	-15%	-19%	-4%
13h	37%	41%	25%	-12%	-16%	-4%
14h	34%	36%	25%	-9%	-11%	-2%
15h	32%	35%	24%	-8%	-11%	-3%
16h	34%	38%	24%	-10%	-14%	-4%
17h	35%	38%	37%	2%	-1%	-3%
18h	38%	40%	36%	-2%	-4%	-2%
19h	43%	45%	44%	1%	-1%	-2%
20h	44%	45%	54%	10%	9%	-1%
21h	46%	47%	54%	8%	7%	-1%
22h	48%	49%	55%	7%	6%	-1%

Gráfico 7 - Umidade Relativa do ar entre os Modelos Sem Tinta, Tinta Acrílica e Umidade externa.

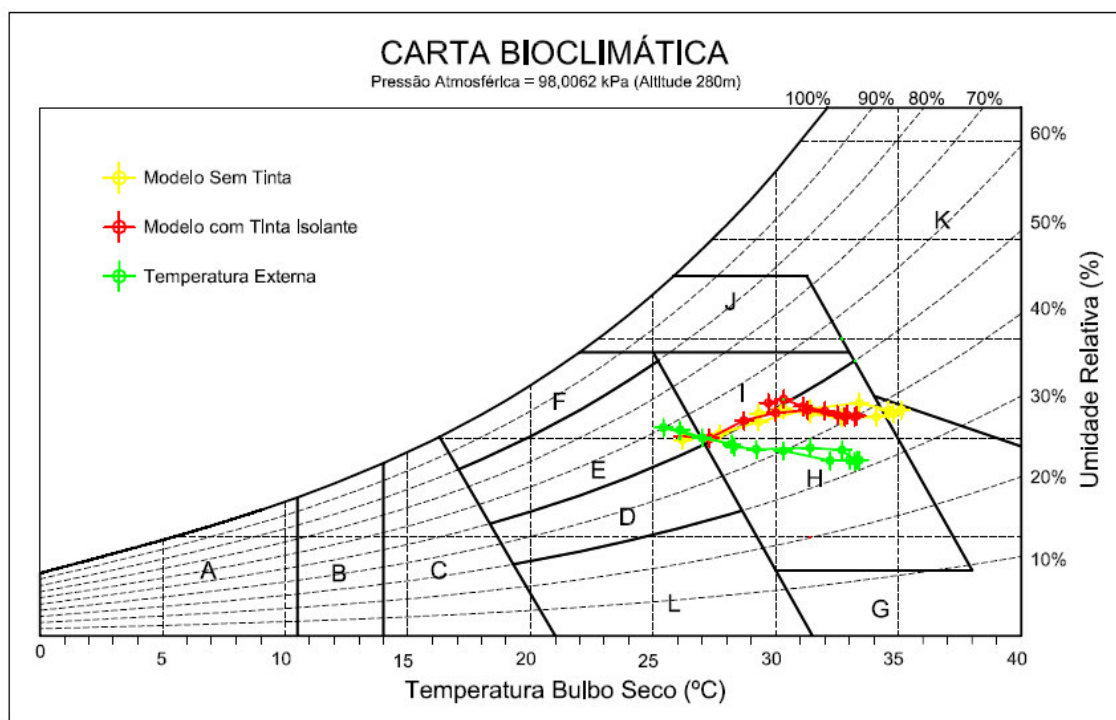


A partir dos dados coletados, foi realizada a carta bioclimática baseada na NBR 15220 (2005).

Sobre esta carta, foram registrados 14 dados de temperatura e umidade do ar, 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 pressão atmosférica da cidade de Palmas. A partir da carta psicrométrica foi plotada a carta bioclimática utilizando o software de desenho tipo Cad- AutoCAD.

O gráfico 08 representa os dados referente às temperaturas do modelo sem tinta, com tinta isolante e a temperatura externa, coletados no dia 17 de junho.

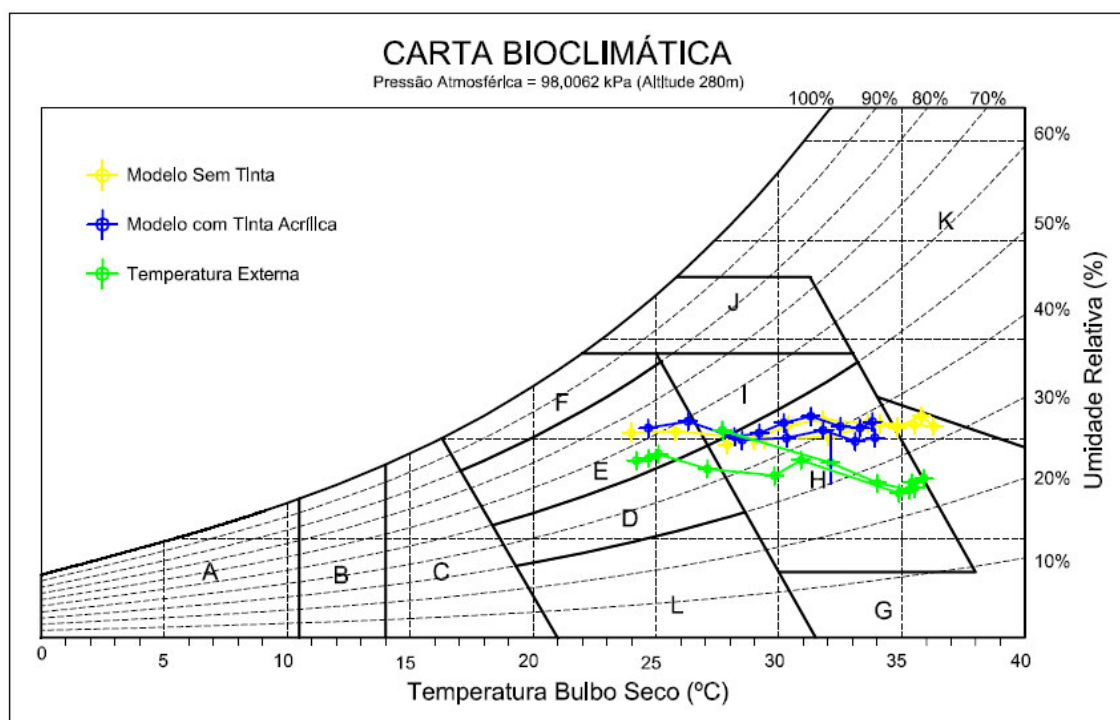
A partir dos 14 dados que correspondem às 14h registradas durante o dia, foram calculados os percentuais registrados na carta, ou seja, foram contados os números de pontos de cada zona e dividido pelo número total de pontos (tabela 5).

Gráfico 8 - Carta Bioclimática dos Modelos sem Tinta, com Tinta Isolante e Temperatura Externa.**Tabela 5** - Divisão das Zonas Climáticas dos Modelos sem Tinta, com Tinta Isolante e Temperatura Externa.

	G	H	I	E	D
Modelo Sem Tinta	28,57%	50%	14,28%	7,14%	---
Modelo com Tinta Isolante	---	64,28%	28,57%	7,14%	---
Temperatura externa	---	78,57%	7,14%	14,28%	---

Nos dados coletados dos modelos sem tinta, com tinta isolante e temperatura externa, a zona climática de maior incidência foi a H, que para manter o conforto térmico a NBR 15220 (2005) recomenda o resfriamento evaporativo. Observou-se também que no dia 17 a temperatura externa se manteve nas zonas H, I, E.

Nos modelos sem tinta, com tinta acrílica e a temperatura externa, a carta indica um maior número de pontos na zona climática H, indicando zona de resfriamento evaporativo (gráfico 9).

Gráfico 9 - Carta Bioclimática dos Modelos Sem Tinta, Com Tinta Acrílica e Temperatura Externa.

Na temperatura externa a carta bioclimática indica uma maior concentração de pontos na zona H, mas também vários pontos distribuídos nas zonas G, I, E, D, caracterizando uma variação de temperatura ao longo do dia (tabela 6).

Tabela 6 - Divisão das Zonas Climáticas dos Modelos sem Tinta, com Tinta Acrílica e Temperatura Externa.

	G	H	I	E	D
Modelo Sem Tinta	28,57%	57,15%	---	14,28%	
Modelo com Tinta Acrílica	---	85,72%	---	14,28%	
Temperatura externa	7,14%	57,15%	7,14%	21,43%	7,14%

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os modelos pintados com tintas acarretaram em um aumento de conforto térmico quando comparados ao modelo sem tinta. A diferença de

temperatura da tinta acrílica comparada com o modelo sem tinta chegou a 2,4°C na hora mais quente do dia.

A tinta isolante térmica teve uma diferença de 2,1°C, comparado ao modelo sem tinta, aumentando o conforto térmico do modelo, isto ocorreu provavelmente devido à sua menor inércia térmica que a tinta acrílica.

Nas últimas horas do dia, as temperaturas nos dois modelos com tinta acrílica e tinta isolante apresentaram mais alta que a temperatura do modelo sem tinta e a temperatura externa, devido os telhados com tinta passarem a maior parte do dia refletindo a radiação do calor, horário onde mais se há insolação, todo o calor retido devido ao atraso térmico, passa a ser liberado aumentando assim a temperatura interna, fator que explica a temperatura interna dos módulos com tinta estar maior que a temperatura externa.

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 para amenizar o desconforto térmico.

Na unidade com tinta isolante a análise da carta bioclimática o percentual de desconforto térmico somado foi 92,85%, enquanto o percentual de conforto térmico foi de 7,14%, indicando o resfriamento evaporativo para melhorar o conforto térmico. A NBR 15220 (2005) recomenda também que, para manter as temperaturas internas mais agradáveis podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite quando as temperaturas externas diminuem.

8 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar e caracterizar a influência da tinta refletiva branca com micro esfera cerâmica em telhados de fibrocimento sobre as condições térmicas em ambientes internos em comparação com tinta acrílica comum e telhado sem aplicação.

Nesse sentido foram realizados testes onde comparamos a diferença entre as condições térmicas internas de modelos de alvenaria com cobertura em telha de fibrocimento pintada com tinta isolante térmica, com tinta acrílica comum e modelos com telha sem pintura.

As análises desenvolvidas da tinta em estudo para com a tinta acrílica comum tiveram uma diferença pouco significativa. Por outro lado, tanto a tinta isolante quanto a acrílica apresentaram resultados satisfatório de aproximadamente 2,5°C de diferença em comparação ao telhado que não havia revestimento. Diferenças essas consideráveis a tratar-se de conforto térmico.

Nas telhas pintadas com tinta isolante e tinta acrílica apresentaram temperaturas mais altas comparadas à temperatura externa. A média das temperaturas das telhas pintadas em relação à temperatura externa foi de 3,8°C, às 22h. Essa diferença está relacionada com a inércia térmica da telha, devido ao aquecimento durante todo o dia.

Nas análises observadas na carta bioclimática a porcentagem de horas em temperaturas medidas nos modelos com tinta isolante e tinta acrílica se mantiveram nas zonas bioclimáticas G e H, sendo necessário o uso de resfriamento evaporativo para amenizar o desconforto térmico da edificação.

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, três delas seria de realizamos o 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, realizar as medições simultâneas entre os módulos e também fazer a comparação entre dias com alta e baixa nebulosidade. Apesar dessa ideia não ter sido acoplada aos modelos estudados, deixamos a sugestão para futuros trabalhos.

9 BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

_____.**NBR 15220-1**: desempenho térmico de edificações - parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220**: Comissão de estudo de desempenho térmico de edificações – Parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 1998^a

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

AMORIM, Cláudia Naves David; BRAGA, DarjaKos. **Métodos e Técnicas para Conforto Ambiental e Reabilitação do Espaço Construído**. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ANDRADE, S. F. – **Estudo de Estratégias Bioclimáticas no Clima de Florianópolis**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

ASHRAE, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering.**Handbook of Fundamentals** – 1987.

ASHRAE 55. **Thermal environmental conditions for human occupancy**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, GA, 2010.

ASHRAE, **Handbook of fundamental**. SI version. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc.,1993.

BARBIERO, M. **Avaliação das percepções quanto ao ambiente térmico em uma indústria metalúrgica**: um estudo de caso. 239 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante – Ênfase em Ergonomia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BARBOSA, Marcos Pinotti. Notas de Aula – Fenômenos dos Transportes para Bioengenharia. Disponível em:<<http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema890/aula1.pdf> Acesso em 24 de julho de 2014.

BARBOSA, Miriam Jerônimo. **Uma Metodologia para Especificar e Avaliar o Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares**.1997. Tese de Doutorado-UFSC, Florianópolis, 1997.

BARROSO-KRAUSE, C. et al. **Bioclimatismo no Projeto de Arquitetura: Dicas de Projeto**. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ, 2005.

BATIZ, Goeder. **Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória**, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000300006> Acesso em: 15 dezembro 2013.

BIOMASSA do Brasil. **Revestimento Interno e Externo**. 2014. Disponível em: <<http://www.biomassado brasil.com.br/biotherm.php>> Acesso em 22/04/2014.

CARTANA, Rafael Prado. **Oportunidades e Limitações para Bioclimatologia Aplicada ao Projeto Arquitetônico. Estudo de Caso em Florianópolis**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

DEPROT. **Ambiente (Interface Humano Ambiental) Temperatura**. Porto Alegre, 2002. 7p. Ergonomia.

DORNELLES, Kelen Almeida. et al. **Desempenho Térmico de Tintas Brancas com Microesferas Cerâmicas para uso em Coberturas de Edifícios**. Rio de Janeiro, 2011.

DUARTE, J. Renato A. **Zonas Bioclimáticas Brasileiras**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/construcao-sustentavel/pb-zonas-bioclamaticas.html>> Acesso em 19/04/2014.

FIGHERA, Daniela da Rocha. **A Efetividade Do Projeto De Cidade Ecológica De Palmas – TO Pelos Seus Espaços Verdes**. 2005. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas TO.

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

GIVONI, B. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, v.18, n.1, p.11-23. 1992.

GOMES, R. J. **Condicionamentos climáticos da envolvente dos edifícios para habitação: ensaio de aplicação ao caso da região de Lisboa**. Lisboa: Ministério das Obras Públicas - Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Memórias do LNEC, v.2, 1962

GRZYBOWSKI, G. **Conforto Térmico na Escola Pública em Cuiabá – MT: Estudo de Caso**. 2004. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente – Programa de Pós Graduação em Física e Meio Ambiente – UFTM, Cuiabá.

HOWELL, W.; STRAMLER, C. S. **The Contribution of Psychological Variables to the Prediction of Thermal Comfort Judgments in Real World Settings**. *ASHRAE Transactions*, v. 87, n. 1, p.609-621, 1981.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em 17/07/2014.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. Laboratório de Climatologia e Meteorologia, CUP/UFT. Palmas, TO.

IZARD, J. L., GUYOT, A. **Arquitetura bioclimática**. México: G. Gili S. A., 1983.

ISO 7730 (2005) - Moderate Thermal Environments - **Determination of the PMV and PPD Indices and the Specifications of the Conditions for Thermal Comfort** - International Standard Organization, Geneve, Suisse.

ISO 7726 (1996) - **Ergonomics of the thermal environments - Instruments for measuring physical quantities**.Genebra,Suisse.

JABARDO, J.M.S. – **Conforto térmico**. Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. 1984. 22p.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**.São Paulo: PW,1997.

LAMBERTS, Roberto; XAVIER, Antônio A.; GOULART, Solange; VECCHI, Renata. **Conforto e Stress Térmico**. Santa Catarina. 2013.

LIMA, Mariana Brito de. **Diretrizes Urbanísticas e Construtivas para Cidades de Clima Semi-Árido:Estudo de caso na Cidade de Monteiro**. João Pessoa-PB. 2007.

MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. 300f. 1994. Tese (Doutorado)

NANOTECH do Brasil. **Isolante Térmico por Refletância**.2012. Disponível em: <<http://www.nanotechdobrasil.com.br/quimica-online-nanothermic-isolante-termico-por-refletancia>> Acesso em 22/04/2014.

NIMER, E. O Clima. In. **Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1977.

OMM - Organização Meteorológica Mundial. **Guia de Práticas Hidrológicas, OMM - N°168**. 5. ed. Genebra: OMM,1994.

REFLETTE SOL. **Revestimento Térmico Refletivo para Coberturas e Paredes - Impermeabilização de Lajes e Piscinas**. Disponível em: <<http://reflettesol.blogspot.com.br/p/produtos.html>>. Acesso em 22/04/2014.

RESENDE, Natália. **Tinta Isolante de Calor**. Juiz de Fora. Disponível em: <<http://blogdopetcivil.com/2012/03/25/tinta-isolante-de-calor>> Acesso em 22/04/2014.

RIBEIRO, Ana Clara Torres. **Mutações na sociedade Brasileira:seletividades em atualizações técnicas**. in Santos, Milton et al (Org.) O novomapa do mundo (São Paulo: Hucitec/ANPUR), 1993

SANTOS, Lindomar F. dos. **Estudo Climático do Tocantins: Balanço Hídrico e Classificação Climática** (Thorthwaite e Mather). Monografia (Especialização em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual do Tocantins – UNITINS, Palmas-TO. 1997.

SEPLAN, Secretaria De Planejamento E Meio Ambiente Do Estado Do Tocantins. **Relatório Parcial 01; diagnóstico, prognóstico e alternativa de contabilização das disponibilidades e demanda hídricas**, Palmas Tocantins, 2004

SILVA, Itamar Xavier da. **Uma Proposta de Planejamento Ambiental Urbano para a Sub-bacia do Córrego Machado em Palmas – TO**.Dissertação (Mestrado em Gestão e Auditoria Ambiental) – Universidade de Las Palmas e GranCanária, Florianópolis. 2004

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

SILVA, Regiane Rezende. **Incremento do Desempenho Térmico de Revestimentos Acrílicos pela Adição de Eps e Vermiculita em Palmas – TO**. Monografia (Graduação em Tecnólogo em Construção de Edifícios) – IFTO, Palmas. 2013.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais. **Software para Obter Carta Psicrométrica**. Disponível em <<http://www.demec.ufmg.br/grupos/refrigera>>Acesso em 23/07/2014

VIANNA. Elen Oliveira. **Integração de tecnologia Fotovoltaica em Edifícios Públicos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Brasília, DF. 2010.