



19 Congresso de Iniciação Científica

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE COBERTURAS DE POLICARBONATO E ACRÍLICO: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DA UNIMEP EM SANTA BÁRBARA DOESTE

Autor(es)

ROSIMARY COUTO PAIXÃO

Orientador(es)

ADRIANA PETITO DE ALMEIDA SILVA CASTRO

Apoio Financeiro

FAPIC/UNIMEP

1. Introdução

A cobertura é o componente mais exposto à radiação solar de um edifício, e atualmente percebe-se que projetar áreas com coberturas transparentes é um desafio, pois a penetração da radiação solar impede, muitas vezes, atingir um nível adequado de iluminação e carga térmica. Quando este nível não é atingido há interferências diretas no conforto térmico dos usuários (CASTRO, 2006).

Áreas revestidas com materiais transparentes ou translúcidos oferecem maiores níveis de iluminação natural, porém permitem excessivos ganhos ou perdas de calor e conseqüentemente elevam o consumo de energia elétrica devido ao uso dos meios artificiais para resfriamento ou aquecimento do ambiente (CARAM, 1998). Há necessidade de balanceamento entre esses dois fatores distintos para assegurar condições adequadas tanto de conforto térmico quanto visual.

Chvatal (1998) afirma que ao considerar o clima local durante a realização do projeto, é possível proporcionar conforto térmico sem a utilização de equipamentos para condicionamento artificial do ambiente, por meio da escolha correta dos materiais de construção, disposição adequada das aberturas e sombreamentos, garantindo insolação e ventilação adequadas.

Deve-se levar em consideração que uma das principais funções dos fechamentos exteriores, tendo em vista o conforto térmico e a conservação da energia elétrica, é controlar adequadamente as interferências do meio externo. Deve haver uma avaliação criteriosa por parte dos projetistas para equilibrar áreas opacas e transparentes em projetos de edificações, pois se observa que em muitos casos há uso inadequado de alguns materiais, como o policarbonato, gerando desconforto para os usuários, devido à falta de conhecimento das propriedades óticas destes materiais (CARAM, 1998).

No campus da UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba, em Santa Bárbara d'Oeste-SP, foram instaladas coberturas de policarbonato e acrílico em áreas de transição, podendo ser observado, principalmente na área coberta pelo policarbonato, no período de verão, um grande desconforto térmico. A partir daí, sentiu-se a necessidade de se verificar “in loco” os resultados da aplicação desses materiais em coberturas, e constatar o efeito destas superfícies transparentes no conforto térmico dos usuários.

Esta pesquisa revela-se importante para orientar profissionais da área da construção civil sobre a utilização do policarbonato e do acrílico e dar suporte nas tomadas de decisão quando se envolve materiais transparentes, por meio da apresentação de informações relativas ao comportamento térmico dos materiais.

O conteúdo deste trabalho foi obtido a partir de pesquisa bibliográfica e estudo de caso realizado no local supracitado, onde foram efetuadas medições “in loco” e realizada uma comparação com dados de Medinilha et al. (2009), obtidos no mesmo local.

2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho térmico do policarbonato e acrílico aplicados em coberturas, levando-se em consideração as exigências humanas de conforto térmico, por meio de medições “in loco”.

3. Desenvolvimento

Os objetos de estudo foram as coberturas de policarbonato e acrílico instaladas no campus da Universidade Metodista de Piracicaba em Santa Barbara d’Oeste-SP. O clima da cidade classifica-se por tropical de altitude, caracterizado por um verão quente e úmido e inverno ameno e seco (CEPAGRI, 2010).

A cobertura de policarbonato do tipo alveolar tem 6 mm de espessura, cor opal (branco leitoso), marca Lexan, fabricado pela antiga G.E. plastics (atual SABIC). É utilizada na passarela existente na área externa, uma área de transição com pé-direito de 3 metros.

A cobertura de acrílico é do tipo domus, utilizada para cobrir os corredores dos blocos, uma área de transição com pé-direito de 7 metros.

Estas coberturas foram instaladas no campus em 1999, com o intuito de fornecer transparência, possibilitando-se iluminação natural. Na época não foram observados os aspectos relacionados ao conforto térmico dos usuários, e o resultado foi a geração de um grande desconforto térmico, principalmente pela cobertura de policarbonato, no período de verão, devido à formação de um efeito estufa.

Foram escolhidos três pontos para a realização do monitoramento da temperatura, de forma que se pudesse avaliar o desempenho das diferentes coberturas em relação ao ganho de calor e a resposta térmica do ambiente interno:

- P1 – área externa – em pleno sol;
- P2 – área coberta com policarbonato alveolar;
- P3 – área coberta com acrílico tipo domus.

Também foram selecionadas duas amostras de policarbonato alveolar que apresentam níveis diferentes de amarelecimento, para verificar como o policarbonato se comporta em relação a iluminação natural, quando se encontra mais amarelado e menos amarelado:

- Amostra 1: apresenta pouco sinal de amarelecimento, mas já não apresenta a camada superficial de verniz que auxilia na proteção contra os raios infravermelhos, isto significa que a amostra foi exposta ao sol durante o tempo suficiente para o desaparecimento da camada de verniz;

- Amostra 2: também não apresenta a camada de verniz, se encontra bem amarelada, e ficou exposta ao sol durante 10 anos.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram:

- Mini Termômetro Fluke 62 – equipamento manual para aquisição de dados, utilizado para medir a temperatura das superfícies dos materiais analisados.
- Data Logger Testo 175-H1 – equipamento de aquisição automática de dados. Foram utilizados dois equipamentos deste tipo, para medir a temperatura do ambiente coberto pelo policarbonato e área externa.
- Data Logger Testo 177-H1 – equipamento de aquisição automática de dados, utilizado para medir a temperatura do ambiente coberto pelo acrílico.
- Espectrofotômetro Color - Eye 7000A – equipamento utilizado para realizar a análise ótica das amostras de policarbonato mais amarelada e menos amarelada. O equipamento permite a aquisição de dados de transmissão de luz. Consiste de uma fonte de luz, monocromadores, células de referência e detectores. A faixa espectral é de 360 nm a 750 nm.

4. Resultado e Discussão

As distinções de temperatura mais significativas são percebidas, geralmente, nos períodos de verão e inverno. Diante disso foram selecionadas datas durante estas estações para a coleta de dados para a pesquisa:

- Dados do período de inverno: dias 16, 17, 18 e 19 de agosto de 2010;
- Dados do período de verão: dias 24, 25, 26, e 27 de janeiro de 2011.

Constatou-se que durante o período de inverno que a temperatura do ar na área externa se manteve superior na maior parte do tempo, mas em muitos momentos a temperatura do ar na área coberta pelo policarbonato passa a ser superior, enquanto a temperatura do ar

na área coberta pelo acrílico se manteve inferior em média 4°C em relação a temperatura do ar no ambiente coberto pelo policarbonato.

Em relação as temperaturas das superfícies dos materiais e a resposta térmica do ambiente interno, no período de inverno os resultados foram: a temperatura superficial interna do acrílico foi em média 2°C menor do que a temperatura superficial interna do policarbonato, da mesma forma a temperatura do ambiente coberto pelo acrílico foi em média 3°C inferior em relação à temperatura do ambiente coberto pelo policarbonato. A partir das 14 horas a temperatura do ambiente coberto pelo policarbonato começa a apresentar um pequeno declínio, enquanto a temperatura do ambiente coberto pelo acrílico continua com uma temperatura constante; isto ocorre por haver vedações laterais no ambiente coberto pelo acrílico, que auxiliam no isolamento térmico, enquanto no outro ambiente o único material isolante é a cobertura de policarbonato.

No período de inverno a superfície interna do policarbonato apresentou temperaturas mais elevadas do que as temperaturas da superfície externa do material; isto ocorre pois no período de inverno a temperatura do ar é inferior à temperatura do ar no período de verão, quando a velocidade do ar aumenta acontece o resfriamento da temperatura da superfície externa do policarbonato, e devido suas propriedades de isolamento térmico, o ar no ambiente interno continua aquecido e mantém a temperatura da superfície interna do material elevada.

No período de verão verifica-se que as temperaturas do ar registradas na área coberta com o acrílico foram inferiores as temperaturas registradas na área coberta pelo policarbonato, o pé-direito alto da área coberta pelo acrílico é um dos fatores que contribuem para amenizar a temperatura do ambiente.

Observa-se que a temperatura do ambiente coberto pelo policarbonato, no período da manhã, apresenta temperaturas próximas as temperaturas do ambiente externo, e a partir das 12 horas a temperatura do ar no ambiente coberto pelo policarbonato passa a ser superior em média 2,5°C em relação à temperatura do ar da área externa. No período vespertino a temperatura do ambiente coberto pelo acrílico apresenta em média uma temperatura de 8°C inferior a temperatura do ambiente coberto pelo policarbonato.

Em relação a temperatura superficial interna dos materiais e a resposta térmica do ambiente interno no período de verão, nota-se que a temperatura da superfície interna da cobertura de acrílico foi 12°C superior, em média, em relação a temperatura da superfície interna do policarbonato, apesar disto o ambiente coberto pelo policarbonato apresentou a temperatura mais elevada, em média 3,5°C, em relação a temperatura do ar no ambiente coberto pelo acrílico.

A temperatura superficial interna do acrílico chegou ao valor máximo de 60°C as 14h30, enquanto a temperatura do ambiente coberto pelo acrílico não ultrapassou os 33°C. Houve uma diferença média de 20,2°C entre as temperaturas da cobertura e do ambiente interno. Estes dados confirmam a pesquisa de Alucci (1999), indicando que a altura de 7 metros, onde está disposta a cobertura de acrílico, auxilia no conforto térmico do ambiente.

A temperatura da superfície interna do policarbonato atingiu o máximo de 47°C entre 14h30 e 15 horas, e o ambiente coberto pelo policarbonato atingiu a temperatura máxima de 40°C às 15 horas. A diferença média entre as temperaturas da cobertura e do ambiente coberto foi de 5,4°C.

A temperatura da superfície externa do policarbonato se manteve na maior parte do dia superior em relação à temperatura superficial interna do policarbonato, diferentemente do que aconteceu no período de inverno. Observa-se que ao longo do dia a variação da temperatura do ar no ambiente interno foi de 12°C, enquanto a variação da temperatura do material foi de 23°C.

Optou-se por verificar a temperatura da superfície interna mais amarelada e menos amarelada do policarbonato no período de verão, escolheu-se duas telhas que apresentavam níveis diferentes de amarelecimento e mediu-se a temperatura superficial interna de cada uma delas, os resultados obtidos foram os seguintes:

- A superfície interna mais amarelada do policarbonato atingiu em média a temperatura de 1,8°C superior em relação à temperatura da superfície interna menos amarelada do policarbonato;
- A superfície interna mais amarelada alcançou a temperatura máxima de 47°C entre as 14h30 e 15 horas, e a superfície interna menos amarelada chegou a temperatura máxima de 45,2°C no mesmo horário.

Constatou-se que quanto maior o índice de amarelecimento do policarbonato, maior será sua temperatura superficial e consequentemente maior será a temperatura do ar no ambiente interno.

Em relação às amostras testadas no espectrofotômetro, observa-se que quanto maior o índice de amarelecimento do policarbonato menor a transmissão da radiação visível. A amostra de policarbonato menos amarelada atingiu a transmissão máxima de 55% da radiação visível, enquanto a amostra de policarbonato mais amarelada chegou a transmissão máxima de apenas 21% da radiação visível.

5. Considerações Finais

Nota-se que tanto o policarbonato quanto o acrílico são materiais que permitem grande transmissão da radiação visível, e são opacos a radiação ultravioleta, indicando que os materiais são recomendados para utilização em vitrines, bibliotecas, museus, ateliês, devido estes locais necessitarem de um material que auxilie na proteção contra desbotamento das peças.

Porém foi constatado que o policarbonato perde sua transparência ao visível conforme aumenta seu índice de amarelecimento, e

dependendo da orientação da fachada o grau de amarelecimento será diferente. Isso pode causar a existência de placas com diferentes tonalidades e transparências.

Tanto o policarbonato quanto o acrílico permitem um alto nível de penetração da radiação infravermelha para o ambiente interno, e os dois materiais apresentam coeficientes de condutividade muito baixos, em torno de $0,21\text{W/m}^2\text{K}$ e baixa transmissão de calor. Nota-se que o policarbonato e o acrílico são indicados para uso em locais onde se pretende manter o calor dentro do ambiente, e não se aspira a perda desse calor para o exterior.

O policarbonato e o acrílico, assim como os demais materiais transparentes ou translúcidos utilizados na construção civil, apresentam vantagens e desvantagens, cabendo ao projetista balancear cada uma delas e escolher o componente que melhor atenda as necessidades do seu projeto. Além disso, é necessário que, ao especificar os materiais, haja uma consulta das suas características espectrais.

Referências Bibliográficas

ALUCCI, M. P. Fachadas transparentes: do conforto ao consumo de energia. Revista *Téchne*, n.40, maio/jun, 1999. p. 46-50.

CARAM, R. M. Caracterização ótica de materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental em edificações. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, 1998. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1998.

CASTRO, A. P. A. S. Desempenho térmico de vidros utilizados na construção civil: estudo em células-teste. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2006. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2006.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Disponível em: . Acesso em: 24 de jan. 2011.

CHVATAL, K. M. S. A prática do projeto arquitetônico em Campinas, SP e diretrizes para o projeto de edificações adequadas ao clima. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, 1998. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp, 1998.

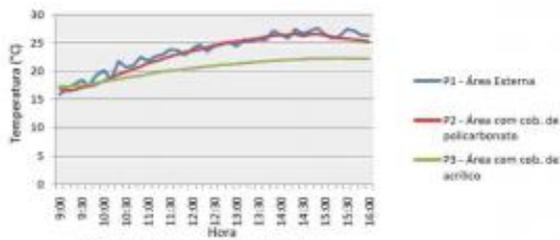
MEDINILHA, T. A. et al. Avaliação da sensação térmica em áreas de transição. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC X. Natal. 16-18 set. 2009. Anais... Natal. ENCAC. 2009.

Anexos

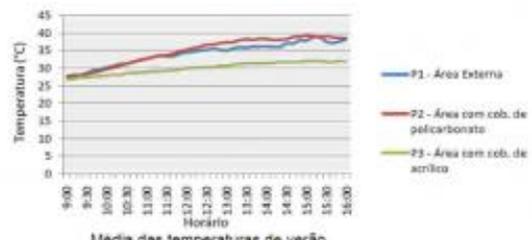


- P1 – área externa – em pleno sol;
- P2 – área coberta com policarbonato alveolar;
- P3 – área coberta com acrílico tipo domus.

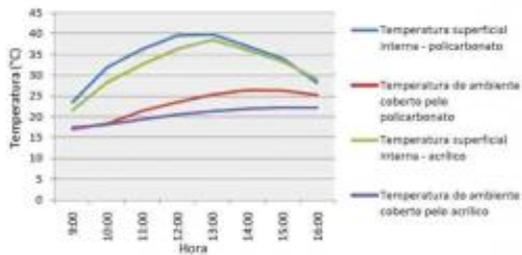
FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE DADOS



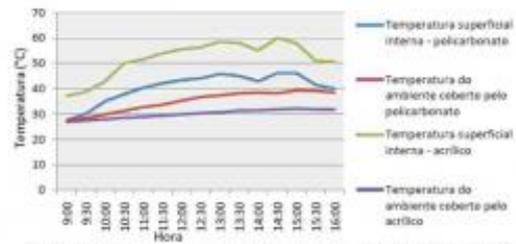
Média das temperaturas de inverno



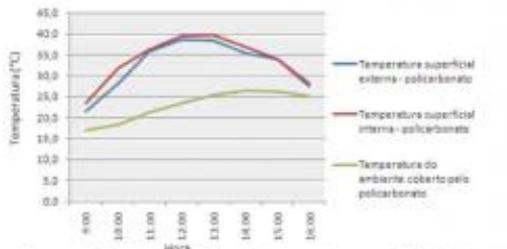
Média das temperaturas de verão



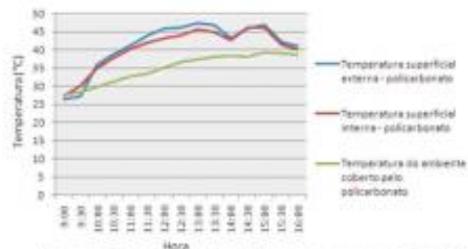
Comparação entre as médias das temperaturas da superfície interna do policarbonato e acrílico e média da temperatura do ar nos ambientes - inverno



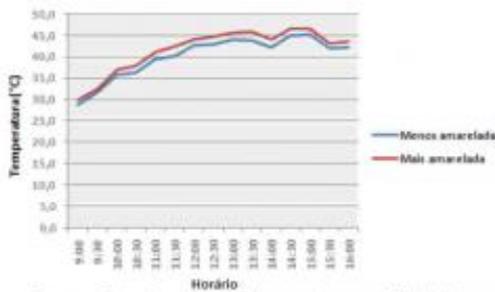
Comparação entre a média das temperaturas da superfície interna do policarbonato e acrílico e média das temperaturas do ar nos ambientes - verão



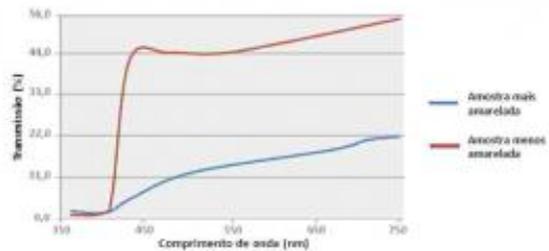
Comparação entre as médias das temperaturas superficiais interna e externa do policarbonato e média das temperaturas do ar no ambiente interno (coberto pelo policarbonato) - inverno



Comparação entre a média das temperaturas superficiais interna e externa do policarbonato e média das temperaturas do ar no ambiente interno (coberto pelo policarbonato) - verão



Comparação entre a média das temperaturas superficiais internas mais amarelada e menos amarelada do policarbonato - verão



Curva de transmissão espectral do policarbonato alveolar à radiação visível

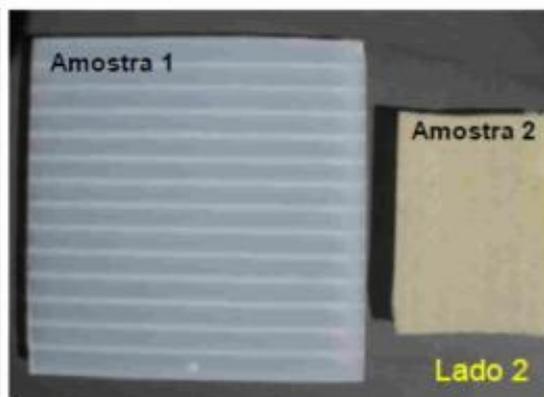
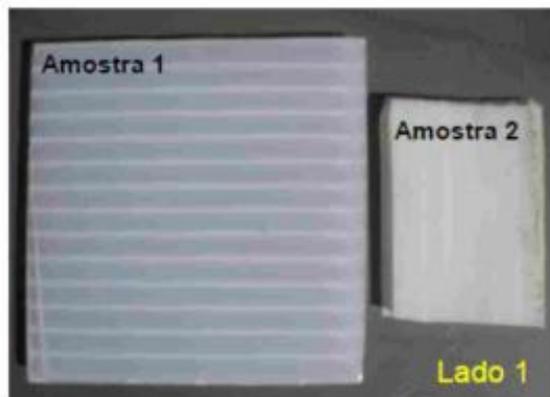
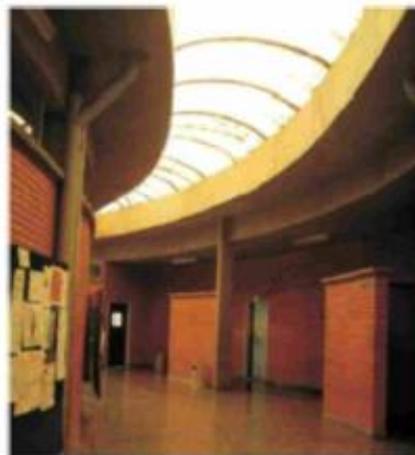


FIGURA 2 - MATERIAIS ANALISADOS: COBERTURA DE POLICARBONATO, COBERTURA DE ACRÍLICO E AMOSTRAS DE POLICARBONATO (AMOSTRA 1 - MENOS AMARELADA E AMOSTRA 2 - MAIS AMARELADA)