

REFLETÂNCIA DE CORES PARA PINTURA EXTERNA EM FUNÇÃO DAS REGIÕES DO ESPECTRO SOLAR

Adriana Petito de Almeida Silva Castro (1); Lucila Chebel Labaki (1); Rosana Caram de Assis (2); Mauro Roberto Fernandes (3)

(1) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Caixa Postal 6021, CEP 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil, Fone +55 (19) 3788-2384

e-mail: dripasc@aol.com , lucila@fec.unicamp.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, USP São Carlos, SP

e-mail: rcaram@sc.usp.br

(3) USP – Instituto de Química de São Carlos, SP

RESUMO

Neste trabalho estuda-se a atenuação do ganho de calor solar através da escolha adequada da cor externa, como princípio da concepção bioclimática. É proposta uma metodologia para medições de refletância de cores, utilizando a análise por espectrofotometria. O método fornece não apenas a refletância total como também porcentagens de reflexão ao longo do espectro. Utiliza-se o acessório chamado esfera integradora, que permite a distribuição difusa da luz. Amostras de tintas de diferentes cores são analisadas em função da refletância à radiação solar. São feitas análises em 15 pastilhas pintadas com várias cores de tintas. Através dos resultados obtidos, elabora-se uma comparação entre as refletâncias obtidas para as pastilhas, bem como uma relação das cores de menor contribuição no ganho de calor. É possível atualizar dados sobre refletância de cores, e complementar informações técnicas pouco disponíveis no mercado.

Palavras-chave: refletância de cores, análise espectrofotométrica, esfera integradora, ganho solar.

ABSTRACT

In this work, the reduction of heat gain through the choice of appropriate external color is studied as a principle of bioclimatic conception. A methodology is proposed to get data of color reflectance, using spectrophotometric technique. The method provides not only the total reflectance, but also the percentage of reflection along the spectrum. An accessory named integrating sphere is used to allow diffuse distribution of the light. Samples of paints of different colors are analyzed in function of

reflectance to solar radiation. Analysis of 15 tablets painted with several colors of paints is performed. Through the results, a comparison between the achieved reflectance to pastilles is elaborated, as well as a relation of colors that gives less contribution in heat gain. It's possible to update data about color reflectance, and add technical information not available in the market.

Key words: color reflectance, spectrophotometric analysis, integrating sphere, heat gain.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o estudo do desempenho térmico de edificações tem se desenvolvido com bastante intensidade nos últimos anos. Pesquisadores e profissionais da área em nosso país enfrentam grandes problemas; dentre eles, pode-se citar a necessidade de um conhecimento maior das propriedades térmicas dos materiais e componentes construtivos. Dados retirados de publicações estrangeiras são muito utilizados, podendo referir-se a materiais que não sejam exatamente os utilizados nas construções brasileiras.

Os elementos da edificação, quando expostos à radiação solar, direta ou difusa, podem ser classificados em opacos e/ou transparentes ou translúcidos. As trocas de calor através de uma parede opaca podem ocorrer por diferença de temperatura ou por radiação solar incidente e as superfícies expostas diretamente à radiação solar provocarão sempre um ganho de calor no ambiente interno (CASTRO et al., 2001).

O principal objetivo deste trabalho é investigar a relação entre a cor da pintura das paredes externas de uma edificação e o seu comportamento em relação à radiação solar, isto é, o ganho de calor solar pelas superfícies opacas devido à absorção desta radiação, e a conseqüente transmissão de calor para o interior.

A cor de uma superfície opaca fornece boa indicação da sua capacidade de absorção da radiação solar. Quanto mais clara e brilhante, menor a absortância, e, conseqüentemente, maior a refletância. A cor da pintura externa possui um efeito significativo no ganho de calor, sendo possível, através da escolha adequada da cor, atenuar consideravelmente esse ganho.

No Brasil, há poucas pesquisas a respeito do comportamento dos materiais frente à radiação solar. Com relação aos materiais transparentes, pode-se citar o trabalho de CARAM, R.M., 1998. Já com relação aos materiais opacos, destaca-se o de OITICICA et al., 2000, onde foi medida a refletância de cores em superfícies construtivas de acabamentos variados, adotando-se a cor branca como 85% de reflexão e medindo-se a refletância de outras cores, sempre em relação à cor branca..

Um dos métodos para se medir a refletância de cores utiliza o medidor de luminância, que fornece a refletância total. O foco do presente trabalho está na refletância de materiais opacos, e para tanto, adotou-se um outro método, chamado análise espectrofotométrica, que apresenta várias vantagens em relação ao medidor de luminância. Dentre elas, pode-se citar a precisão nas medidas e a obtenção dos resultados ao longo do espectro, em intervalos de comprimento de onda de 1nm, sendo possível escolher a região de interesse (CASTRO, 2002).

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos deste trabalho foram:

- Obter experimentalmente valores de refletância da radiação de onda curta (ultravioleta, visível e infravermelho) de várias cores de tintas utilizadas em pinturas externas, com a utilização da técnica espectrofotométrica, que é uma metodologia alternativa para medições de refletância.

- Complementar informações técnicas pouco disponíveis no mercado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Foram analisadas amostras de tintas (marca Suvinil) pintadas em pastilhas de argamassa de cimento, confeccionadas no tamanho de 25 x 25 mm, pintadas com 3 demãos em pastilhas.

As tintas fornecidas para a pintura das pastilhas foram: Branco, Gelo, Palha, Marfim, Areia, Vanilla, Mel, Pêssego, Flamingo, Telha, Alecrim, Azul Bali, Azul Profundo, Vermelho Cardinal e Preto.

Cabe ressaltar que a nomenclatura das cores foi extraída do catálogo da fabricante (Suvinil).

3.2 Equipamentos

As análises óticas foram realizadas em espectrofotômetro da marca HITACHI, modelo U-3501, pertencente ao Instituto de Química da Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. O espectrofotômetro utilizado varre a região espectral relativa ao ultravioleta, visível e infravermelho-próximo, possibilitando escolher exatamente as regiões do espectro que interessam.

A análise por espectrofotômetro é o melhor meio para se obter as respostas que o trabalho pretende atingir, pois o equipamento fornece informações quanto às porcentagens de transmissão, reflexão e absorção das amostras. Para operar no modo transmissão não há a necessidade de acessórios, mas, para operar no modo reflexão, objeto deste trabalho, é necessária a utilização de um acessório adicional, chamado esfera integradora, que é um acessório de 60 mm de diâmetro a ser colocado em um compartimento do espectrofotômetro, tendo a função de permitir detectar a distribuição difusa da luz. A esfera integradora é usada para medições de transmitância de amostras translúcidas e de refletância de amostras sólidas. A parede interna da esfera é provida de uma pintura branca altamente refletiva (pastilhas de sulfato de bário). O sulfato de bário é uma referência internacional, sendo 99,8% a sua refletância (HITACHI, s/d).

As amostras foram ensaiadas uma a uma, no intervalo de 300nm a 2500nm.

O espectrofotômetro forneceu as curvas de refletância para cada amostra de tinta analisada. Os dados de reflexão foram processados por programa gráfico, e, por integração das áreas, foram obtidas as refletâncias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras foram ensaiadas no intervalo de 300 a 2500 nm, e, neste intervalo, foi feita uma outra subdivisão, caracterizando as regiões do ultravioleta (300 a 380 nm), do visível (380 a 780 nm) e do infravermelho (780 a 2500 nm).

Cabe ressaltar que a análise feita por regiões do espectro normalmente não consta da literatura especializada, onde há apenas a preocupação com a região do visível. Geralmente o que se encontra na literatura é o quanto uma cor reflete ou absorve, mas somente na região do visível. Neste trabalho, analisou-se a refletância de cores de tintas abrangendo todo o espectro, inclusive a região do infravermelho, complementando, portanto, estas informações.

A figura 1 exhibe o formato das curvas geradas pelo espectrofotômetro.

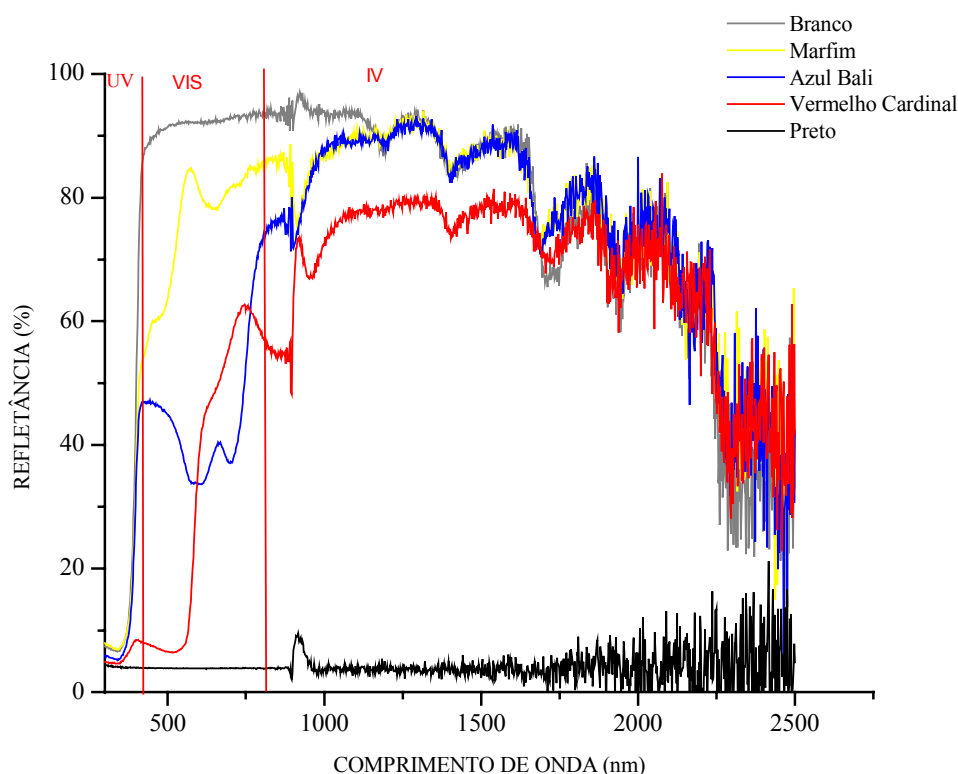


Figura 1: Refletâncias obtidas para as cores Branco, Marfim, Azul Bali, Vermelho Cardinal e Preto

É fato conhecido que, com relação ao infravermelho de onda longa, a refletância não depende da cor, mas os resultados evidenciam que as refletâncias obtidas para o infravermelho de onda curta estão relacionadas fortemente com a cor.

É importante observar que a informação que interessa quanto ao ganho de calor devido à absorção da radiação solar é a refletância total da amostra, a partir da qual se obtém a absorptância, e, conseqüentemente, o ganho solar.

As superfícies expostas diretamente à radiação solar provocam sempre um ganho de calor no ambiente interno. Esse ganho de calor depende de alguns fatores, conforme definido pela equação abaixo:

$$q = \alpha \cdot \frac{U}{h_e} \cdot I_g \quad [\text{Eq.01}]$$

onde:

q: ganho de calor solar (W/m^2)

α : absorptância da radiação solar

U: coeficiente global de transmissão térmica ($\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$)

h_e : coeficiente de condutância térmica superficial externa ($\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$)

I_g : intensidade da radiação solar global incidente (W/m^2)

Observa-se que esse ganho é diretamente proporcional à absorptância α .

A figura 2 ilustra alguns exemplos de cores analisadas em função do comprimento de onda.

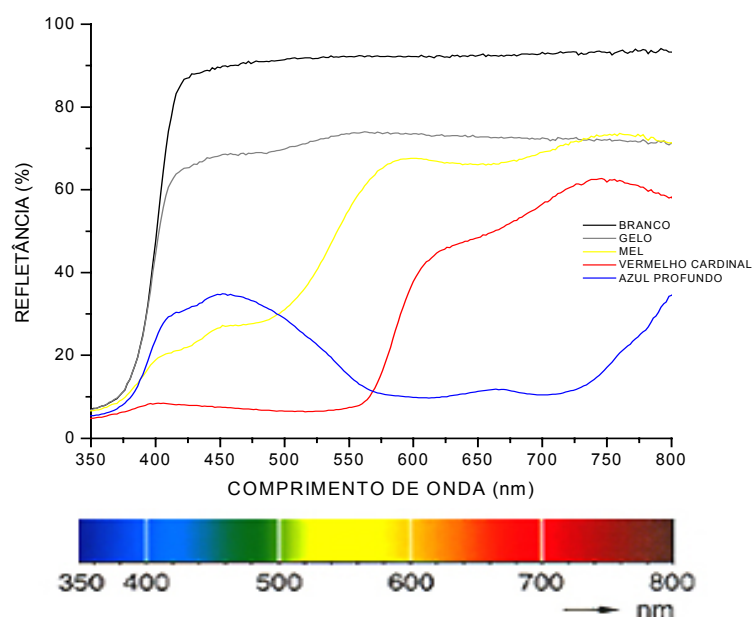


Figura 2 – Curvas de refletância espectral das cores Branco, Gelo, Mel, Vermelho Cardinal e Azul Profundo, em função do comprimento de onda.

Pode-se observar que as cores Branco e Gelo refletem uniformemente todo o espectro da luz visível, a primeira em maior proporção que a segunda. A cor Vermelho Cardinal reflete comprimentos de onda acima de 600 nm, pois correspondem justamente ao vermelho. Já a cor Azul Profundo reflete comprimentos de onda em torno de 400 a 450 nm, pois este intervalo corresponde ao azul. E a cor Mel, de tonalidade amarelada, absorve tons de azul, mas reflete comprimentos de onda relacionados ao amarelo, e também aqueles acima de 600 nm (vermelhos).

A tabela 1, a seguir, apresenta os valores de refletância obtidos para as cores nas regiões do visível, infravermelho e também a refletância total.

Tabela 1 – Refletâncias obtidas nas regiões do visível, infravermelho e total

COR	REFLETÂNCIA NO VISÍVEL(%)	REFLETÂNCIA NO INFRAVERMELHO (%)	REFLETÂNCIA TOTAL(%)
Branco	88	76	75
Marfim	71	76	73
Palha	70	66	64
Gelo	69	59	59
Vanilla	68	74	71
Pêssego	63	67	64
Areia	59	57	55
Mel	51	68	63
Flamingo	51	65	60
Azul Bali	41	75	66
Alecrim	36	35	34
Vermelho Cardinal	30	68	59
Telha	25	45	40
Azul Profundo	19	41	36
Preto	4	4	4

4.1 Análise dos resultados

Os valores nominais da tabela 1 demonstram que não necessariamente as cores que refletem mais no visível, refletem mais no infravermelho. As cores Azul Bali e Vermelho Cardinal foram as que apresentaram maiores diferenças entre visível e infravermelho. Essas duas cores refletem pouca luz, mas bastante infravermelho, confirmando o relacionamento entre o infravermelho de onda curta e a cor. O Azul Bali reflete 41% no visível e 75% no infravermelho, e o Vermelho Cardinal reflete 30% no visível e 68% no infravermelho.

A cor Gelo apresenta boa refletância no visível e um valor mais baixo para infravermelho. O Vermelho Cardinal apresenta o contrário, baixa refletância para o visível e alta para o infravermelho. Esse resultado não é intuitivo.

Com relação à luz visível, pode-se observar que qualquer uma das cinco cores de maior refletância (Branco, Marfim, Palha, Gelo e Vanilla) pode ser utilizada como opção de cor clara em fachadas. Geralmente, utiliza-se o Gelo como segunda opção depois do Branco, mas, pelos resultados obtidos, o Marfim, o Palha e o Vanilla também podem ser considerados como opção de cor clara em termos de reflexão no visível. Essa informação é importante também tendo em vista a pintura interna, onde deve haver a preocupação com o bom aproveitamento da iluminação natural (CARAM et al., 2001).

Analisando-se a refletância total, percebe-se que as cores se comportam de modo diferente do que na região do visível, isto é, a ordem decrescente encontrada nas refletâncias totais não é a mesma que aquela do visível. Portanto, não se pode inferir que se uma determinada cor reflete bastante no visível, também apresentará um valor alto na refletância total.

Pela tabela 1, com relação a ganho de calor, as cores de menor contribuição são Branco, Marfim e Vanilla, pois têm refletância acima de 70%. As cores Azul Bali, Palha e Pêssego estão tecnicamente empatadas, pois refletem em torno de 65%. Visualmente, diríamos que o Azul é mais escuro, portanto, deveria refletir menos. Esta afirmação é verdadeira apenas para a região do visível.

Surpreendentemente, o Azul Bali apresenta boa refletância para o total, similar à da Palha e Pêssego, que são consideradas cores mais claras/refletivas.

Pode-se observar os resultados totais do Vermelho Cardinal e do Gelo, que são as cores que parecem ter comportamentos de reflexão diferentes; no entanto, a refletância total é a mesma para as duas cores (59%).

A única cor que manteve o mesmo valor de refletância na região do visível, infravermelho e total foi a cor Preta, com 4%.

Os resultados nominais da tabela demonstram que as cores que representam maior ganho de calor são as cores Preto, Alecrim, Azul Profundo e Telha, pois têm refletâncias totais abaixo de 40%.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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).

CARAM, R.M., BASSO, A., LABAKI, L.C., CASTRO, A.P.A.S. – **Estudo da refletância de diferentes cores de tinta considerando seus efeitos para iluminação natural**. In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, São Pedro, 2001.

CASTRO, A.P.A.S. – **Análise da refletância de cores de tintas através da técnica espectrofotométrica**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CASTRO, A.P.A.S., LABAKI, L.C., CARAM, R.M., BASSO, A. – **Medidas de refletância de cores de tintas através de análise espectral**. In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, São Pedro, 2001.

HITACHI (s/d) Manual de Instruções – Esfera Integradora.

OITICICA, M.L.G.R., BARBIRATO, G.M., SILVA, C.A. de C., MACHADO, I.B.L. (2000) **Refletância de Cores em Superfícies Construtivas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador. *Anais*. Salvador: ANTAC. p. 1386-1391.