

ABSORTÂNCIA SOLAR DE SUPERFÍCIES OPACAS: AS CORES ENGANAM

Dornelles, K.¹, Roriz, M.^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP - Campinas, SP - Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

e-mail: kelend@terra.com.br; m.roriz@terra.com.br

RESUMO: A radiação solar é responsável por importante parcela da carga térmica dos edifícios, principalmente em regiões tropicais e de baixas latitudes. Para uma superfície opaca exposta ao Sol, a absorptância e a refletância solar são as propriedades que caracterizam quanto esta superfície absorve ou reflete de energia solar. Frequentemente, menciona-se uma relação direta entre cores e absorptâncias (ou refletâncias). Cores, entretanto, são apenas sensações visuais e podem enganar, pois cerca de 55% da radiação solar ocorre fora do espectro visível. Neste artigo, são apresentados dados de refletância solar obtidos em uma pesquisa de doutorado em andamento, cujas medições em espectrofotômetro indicaram que as cores não são indicadores confiáveis das propriedades físicas de uma superfície. Refletâncias de amostras pintadas com diferentes cores de tintas foram analisadas comparativamente e para diferentes regiões do espectro (ultravioleta, visível, infravermelho e total). Os resultados indicam que o olho humano não é instrumento adequado para identificar essas propriedades das superfícies.

Palavras-chave: absorptância solar, refletância solar, cores, superfícies opacas, radiação solar.

INTRODUÇÃO

Inúmeras pesquisas já demonstraram que as absorptâncias de superfícies expostas à radiação solar são fatores determinantes nas temperaturas que podem ser atingidas por estas superfícies. O fluxo de calor através do envelope construtivo dependerá, fundamentalmente, dessas temperaturas superficiais e das propriedades termo-físicas dos elementos construtivos que o compõem. O conhecimento, portanto, dessas propriedades, é indispensável para a avaliação do comportamento térmico e do consumo energético dos edifícios.

Do total da energia radiante que incide sobre um corpo opaco, uma parcela é refletida e outra absorvida, sendo a soma dessas duas parcelas igual à unidade, fato que permite determinar qualquer uma dessas propriedades a partir da outra. Para uma parede opaca exposta à radiação solar e sujeita a uma determinada diferença de temperatura entre os ambientes que separa, os mecanismos de trocas térmicas podem ser esquematizados conforme apresentado na figura 1:

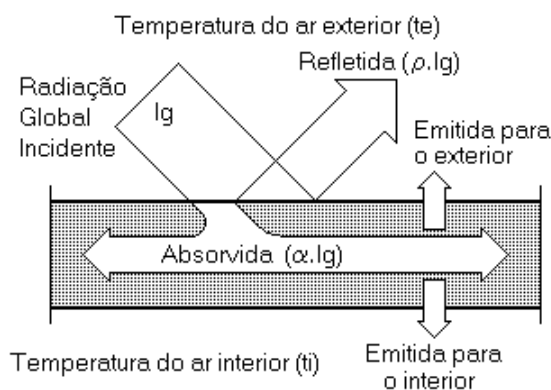


Figura 1: Trocas de calor através de vedações opacas.

A intensidade do *fluxo térmico* (q) que atravessa essa parede, por efeito da radiação solar incidente e da diferença de temperatura do ar, em regime permanente, é dada pela equação 1:

$$q = U \left(t_e + \frac{\alpha I_g}{h_e} - t_i \right) \quad (\text{W/m}^2) \quad (1)$$

Onde:

- U = transmitância térmica da vedação ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$);
- t_e e t_i = temperatura do ar externo e interno, respectivamente ($^\circ\text{C}$);
- α = absorptância solar;

- I_g = irradiância solar incidente global (W/m^2);
- h_e = condutância térmica superficial externa ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$);

Como indica a equação 1, o fluxo térmico que atravessa uma parede é diretamente afetado pela absorvância solar de sua superfície exposta ao Sol. Assim, quanto maior for este coeficiente, maior será o fluxo térmico através da envolvente da edificação, induzindo um aumento na carga térmica dos ambientes. Para inúmeros casos, particularmente em baixas latitudes, os ganhos de calor solar podem representar mais da metade da carga térmica total de uma edificação.

Apesar da importância dessa propriedade, poucas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de obter e difundir dados mais precisos e atualizados de absorvância e refletância solar das superfícies. A literatura técnica especializada geralmente publica dados bastante genéricos, compilados a partir de uma mesma base de dados internacional, já consagrada há décadas no meio acadêmico. Além disso, a grande maioria dos autores oferece somente uma pequena relação de absorvâncias ou refletâncias, apresentadas em função das cores superficiais. Embora equivocada, esta simplificação ainda é adotada, mesmo em importantes documentos considerados referência internacional como, por exemplo, os Fundamentos da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2001) ou a norma brasileira NBR 15220-3, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005) e adotada como referência no Brasil. Consagrou-se assim, o conceito de que a absorvância seria crescente na medida em que as cores fossem mais escuras. Entretanto, a cor é apenas uma sensação visual, não sendo um indicador confiável das propriedades físicas de uma superfície.

Radiação Solar, Cores, Absorvâncias e Refletâncias

O Espectro Solar corresponde a uma ampla faixa de radiações em comprimentos de onda, desde 300nm até aproximadamente 1mm, mas as quantidades de energia emitidas acima de 2500nm são pouco significativas para a construção civil. A faixa de interesse abrange três regiões: ultravioleta, visível e infravermelho-próximo. A região visível do espectro solar compreende um intervalo espectral bem definido, que varia de 380 a 780nm, e é aquele que sensibiliza o olho humano, permitindo a visão dos objetos. Dependendo do comprimento de onda, a luz refletida por uma superfície produz as diferentes sensações de cores, conforme apresentado na tabela 1. A curva de sensibilidade do olho humano também varia em diferentes proporções, para os diferentes comprimentos de onda. A visão humana, entretanto, percebe apenas uma estreita gama de radiações, motivo pelo qual não permite identificar a refletância ou a absorvância de um objeto em relação ao espectro solar total.

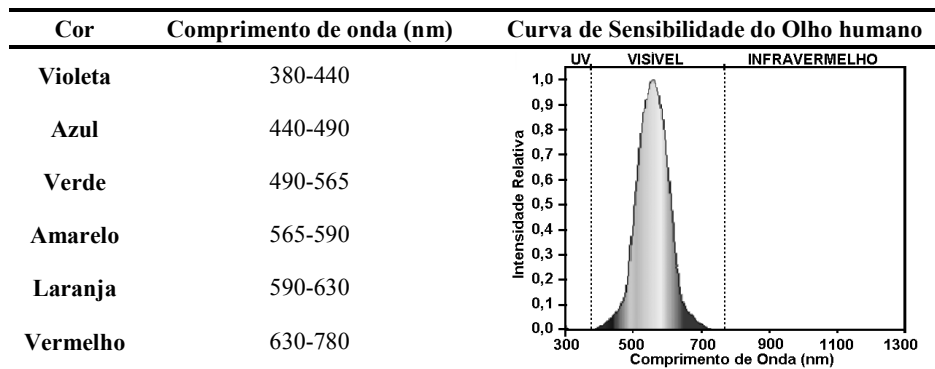


Tabela 1: Cores percebidas em diferentes comprimentos de onda e curva de sensibilidade do olho humano.

A intensidade da radiação solar não é constante ao longo do espectro e sua distribuição depende do clima, altitude e das diversas características atmosféricas que se modificam frequentemente (nebulosidade, presença de vapor d’água, poluição, etc.). Para servir de referência, a American Society for Testing and Materials (ASTM, 2003), com base em séries de dados medidos, definiu um espectro solar padrão, indicando a intensidade correspondente a cada comprimento de onda (Figura 2).

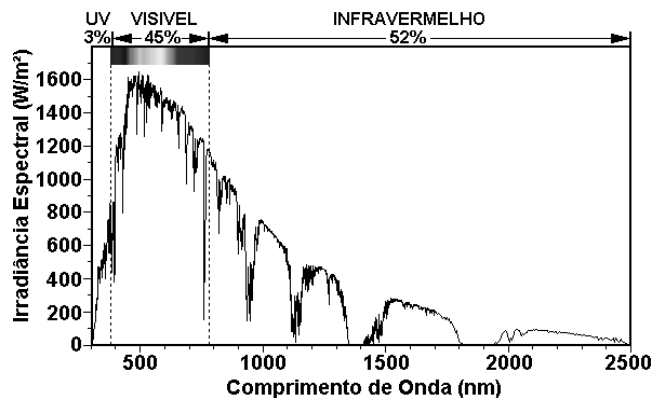


Figura 2: Espectro solar padrão definido pela ASTM (2003).

A refletância também varia em função do comprimento de onda dos raios incidentes. Assim, o comportamento ótico de cada superfície pode ser representado por uma curva de distribuição de suas refletâncias (ou absorvâncias) ao longo do espectro

solar. Os raios refletidos na faixa visível são captados pelo olho e provocam as sensações cromáticas. Na figura 3, são apresentadas curvas de refletância espectral de algumas amostras analisadas por Dornelles e Roriz (2006), cujas refletâncias na região do visível (380 a 780 nm) são mais altas nos comprimentos de onda correspondentes à cada cor.

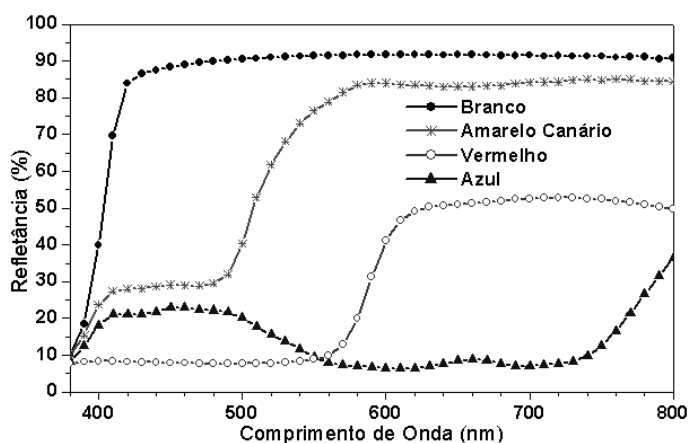


Figura 3: Curvas de refletância espectral para diferentes cores de tinta na região visível.

Observa-se que a amostra pintada de branco reflete uniformemente em todo o espectro visível, confirmando que o branco reflete todas as cores que compõem essa região do espectro. A tinta vermelha reflete comprimentos de onda acima de 600 nm, pois provocam justamente a sensação visual da cor vermelha. Já a amostra pintada de azul reflete comprimentos de onda entre 400 e 500 nm, pois este intervalo corresponde à sensação de azul. A tinta amarelo canário reflete comprimentos de onda relacionados ao amarelo, acima de 550 nm. Apesar das amostras apresentarem o comportamento esperado para a região visível, suas refletâncias na região do infravermelho-próximo não obedecem ao mesmo padrão de comportamento, conforme estudos divulgados por Dornelles e Roriz (2006).

Nos últimos anos, poucas informações têm sido publicadas sobre refletância solar (Reagan e Acklam, 1979; Taha et al, 1992). Além desse aspecto, muitos dos textos divulgados referem-se apenas à refletância na faixa visível do espectro, que não corresponde à refletância solar total das superfícies consideradas. Dados espectrais completos para materiais de construção são mais limitados. Touloukian, DeWitt e HERNICZ (1972) apresentaram uma compilação de dados espectrais de vários materiais. Berdhal e Bretz (1997) caracterizaram a refletância solar de diversos materiais utilizados em coberturas de edifícios, através de medidas espectrais de refletância, além de medir temperaturas superficiais externas de uma cobertura para demonstrar a correlação existente entre a refletância solar e a temperatura das superfícies expostas ao Sol. Um dos pesquisadores mais produtivos sobre o tema tem sido Hashen Akbari [www.osti.gov/bridge/advancedsearch.jsp], do Lawrence Berkeley National Laboratory, Universidade da Califórnia, que tem coordenado inúmeras pesquisas, principalmente sobre ilhas urbanas de calor e sobre materiais de alta refletância que possam ser aplicados sobre coberturas para reduzir o consumo de energia. No Brasil, Castro (2002) apresentou dados de refletância solar para 19 diferentes cores de tintas de um mesmo fabricante e Ferreira e Prado (2003) publicaram dados de refletância solar para materiais utilizados em coberturas de edifícios no Brasil. Dornelles e Roriz (2006) publicaram dados de refletância espectral para 35 diferentes cores de tintas pintadas sobre pastilhas cerâmicas, para os intervalos do ultravioleta, visível, infravermelho e espectro solar total, além de propor um procedimento alternativo para identificar a absorptância solar de superfícies opacas.

A forma mais precisa de identificação da absorptância solar de uma amostra consiste em medir sua refletância em um espectrofotômetro. Este tipo de análise varre a região espectral relativa ao ultravioleta, visível e infravermelho-próximo, possibilitando escolher as regiões que interessam. Assim, é possível comparar o comportamento espectral de diferentes superfícies frente à radiação solar, sem a necessidade de basear-se apenas na percepção visual. Para comprovar que as cores não são indicadores confiáveis das propriedades físicas das superfícies, este artigo apresenta dados de refletância solar obtidos em espectrofotômetro, para amostras de pastilhas cerâmicas pintadas com diferentes cores de tintas. Estes dados fazem parte de uma pesquisa de doutorado em andamento, que visa desenvolver um método alternativo para identificar a absorptância solar de superfícies opacas (Dornelles, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Medições Laboratoriais

As análises óticas foram realizadas em espectrofotômetro da marca Varian, modelo CARY 5G, de acordo com padrões definidos pela norma ASHRAE 74-1988 (ASHRAE, 1988). As amostras foram ensaiadas a cada 1 nm, no intervalo de 300 a 2500 nm, que é a região do espectro solar com maior concentração de energia, conforme o padrão definido pela ASTM (2003). Este intervalo foi subdividido em três, caracterizando as regiões do ultravioleta (300 a 380 nm), visível (380 a 780 nm) e infravermelho-próximo (780 a 2500 nm).

O espectrofotômetro permite realizar medições de transmissão, reflexão e absorção das amostras. Para operar no modo reflexão e absorção, focos deste trabalho, é preciso utilizar um acessório, denominado esfera integradora. Esta é colocada em um compartimento do espectrofotômetro, com a função de detectar a distribuição difusa da radiação. Suas paredes internas são revestidas com pintura altamente refletiva (Polytetrafluoroethylene - PTFE). Para calibrar o equipamento, são utilizadas

duas amostras padronizadas de referência, com refletâncias de 99% e 2% (branco e preto de referência, respectivamente). As refletâncias absolutas das amostras analisadas são calculadas com base nessas referências.

Amostras analisadas

Foram selecionadas diversas cores de tintas de diferentes fabricantes, de acordo com seu uso freqüente em fachadas de edifícios no Brasil. As cores foram escolhidas a partir de catálogos de cores básicas das tintas do tipo látex acrílica e látex PVA produzidas pelas indústrias Sherwin Williams (Metalatex e Novacor) e Suvinil. As tintas do tipo látex PVA são recomendadas apenas para uso interno por apresentarem menor resistência às intempéries. Entretanto, seu uso em paredes externas é bastante freqüente, pois custam menos que as tintas acrílicas. Por este motivo, também foram incluídas nas análises deste trabalho, além de possibilitar a observação de eventuais diferenças na refletância de tintas com diferentes composições químicas, mas que provocam a mesma sensação de cor. Do mesmo modo, também foram selecionadas tintas que apresentassem a mesma cor superficial, mas com acabamentos diferentes (fosca e semi-brilho).

As amostras foram confeccionadas com pastilhas cerâmicas no tamanho de 35 x 35 mm. Suas rugosidades superficiais assemelham-se às das vedações de edificações, permitindo resultados mais realistas. As pastilhas foram pintadas com uma demão de tinta cinza claro, como fundo, seguida de duas demãos da tinta a ser analisada, com intervalo mínimo de duas horas entre demãos. Neste artigo, são apresentadas curvas de refletância espectral de 31 amostras, de um total de 101 amostras analisadas, até o momento, na pesquisa. A nomenclatura das cores foi adotada segundo os catálogos dos fabricantes e a cor e tonalidade aproximadas das amostras descritas na tabela 2. As tintas analisadas foram separadas em 5 grupos, de acordo com o fabricante e o acabamento:

- Metalatex Acrílica Fosca (Sherwin Williams);
- Metalatex Acrílica Semi-Brilho (Sherwin Williams);
- Novacor Látex PVA Fosca (Sherwin Williams);
- Suvinil Acrílica Fosca;
- Suvinil Látex PVA Fosca.
































Tipo	Nº	Nome Comercial	Tonalidade	Tipo	Nº	Nome Comercial	Tonalidade	
Metalatex Acrílica Fosca	02	Amarelo Terra		Novacor Látex PVA Fosca	34	Amarelo Canário		
	04	Azul			35	Amarelo Terra		
	06	Branco			39	Branco		
	08	Camurça			40	Branco Gelo		
	09	Concreto			44	Marfim		
	10	Flamingo		Suvinil Acrílica Fosca	52	Azul Bali		
	12	Marfim			53	Branco Neve		
	13	Palha			56	Concreto		
	15	Pêssego			62	Pêssego		
	17	Terracota			Suvinil Látex PVA Fosca	65	Amarelo Canário	
	20	Azul				69	Branco Gelo	
	23	Cinza BR		74		Marfim		
	24	Crepúsculo		75		Palha		
	27	Palha		77		Pêssego		
	31	Terracota		81	Vermelho Cardinal			
	32	Verde Quadra						

Tabela 2: Amostras analisadas e respectivas cores e tonalidades aproximadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para comprovar que as cores não são indicadores confiáveis das propriedades físicas das superfícies, as curvas de refletância espectral das diferentes amostras foram analisadas comparativamente nas seguintes situações:

Para amostras de mesma cor:

- a. Tintas de tipos ou acabamentos diferentes, mas produzidas pelo mesmo fabricante:
 - Fosca x Semi-Brilho;
 - Acrílica x PVA.
- b. Tintas de mesmo tipo e acabamento, mas produzidas por diferentes fabricantes:
 - Acrílica x Acrílica;
 - PVA x PVA.

Para amostras de cores diferentes:

- c. Amostras com um mesmo nível em escala claro-escuro, mas refletâncias totais diferentes;
- d. Amostras com diferentes níveis em escala claro-escuro, mas refletâncias totais semelhantes.

Nas tabelas 3 a 8 são apresentadas as curvas de refletância espectral das amostras, além da refletância média calculada para as diferentes regiões do espectro solar (ultravioleta, visível, infravermelho e total), conforme especificado anteriormente.

1. Para amostras de mesma cor:

Amostras pintadas com tinta acrílica de mesma cor e produzidas pelo mesmo fabricante, mas com acabamentos diferentes (fosca ou semi-brilho), apresentaram diferenças consideráveis em suas refletâncias totais, conforme apresentado na tabela 3. Amostras pintadas na cor Azul apresentaram diferenças em torno de 10% entre suas refletâncias totais, mesmo com refletâncias na região visível bastante próximas. As amostras com acabamento semi-brilho possuem refletâncias totais inferiores às de acabamento fosco, sendo a maior diferença na região do infravermelho-próximo (780 a 2500 nm). Estes dados comprovam que, diferente do que é difundido no meio acadêmico, superfícies pintadas com tintas de acabamento semi-brilho não refletem mais do que pinturas com acabamento fosco.

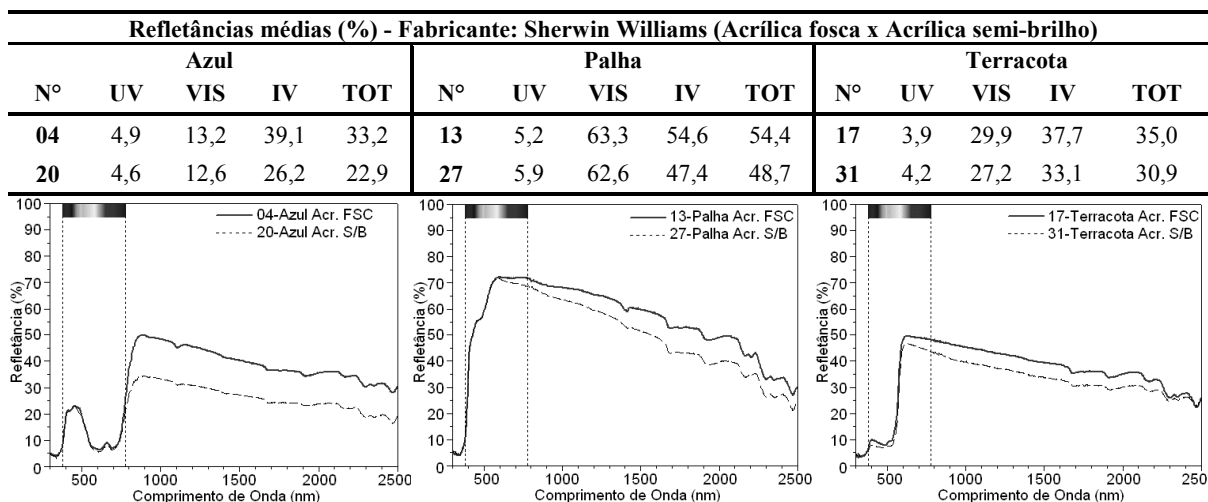


Tabela 3: Refletâncias médias por faixa do espectro e curvas de refletância espectral: Acrílico fosca x Acrílico semi-brilho.

Para amostras de mesma cor e acabamento (fosca ou semi-brilho) e produzidas pelo mesmo fabricante, mas diferentes pelo tipo de tinta (acrílica ou PVA) também se observaram diferenças em suas refletâncias totais. As tintas do tipo PVA apresentadas na tabela 4 possuem refletâncias totais superiores às tintas do tipo Acrílico. Amostras pintadas de Branco tiveram 9,5% de diferença em suas refletâncias totais e amostras pintadas com a cor Marfim 8,4%. Estes dados comprovam que o tipo de tinta utilizada nas superfícies expostas à radiação solar exerce forte influência sobre suas refletâncias totais.

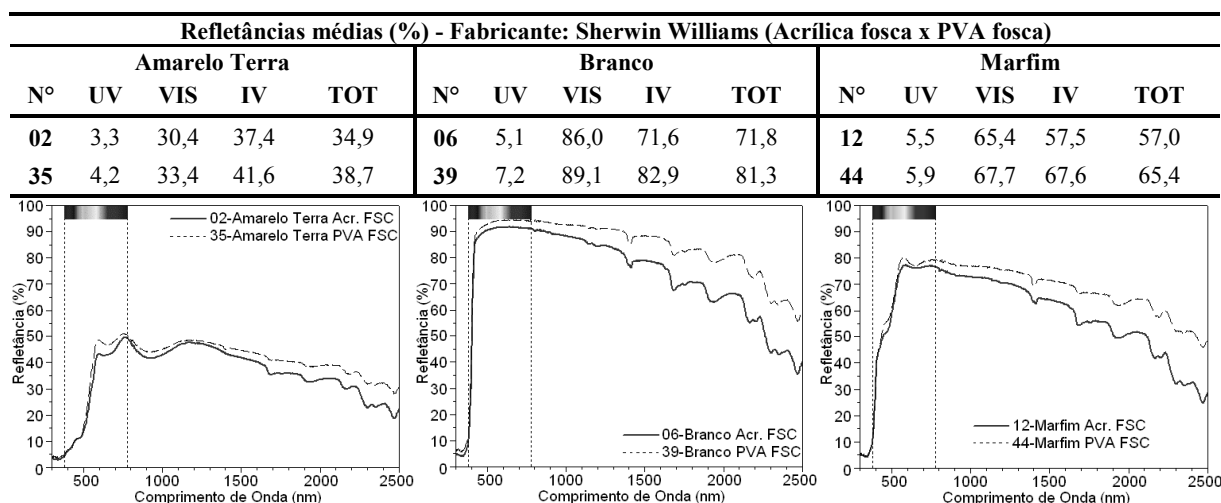


Tabela 4: Refletâncias médias por faixa do espectro e curvas de refletância espectral: Acrílico fosca x PVA fosca.

As amostras de tintas látex PVA de mesma cor, mas produzidas por diferentes fabricantes, também apresentaram diferenças em suas refletâncias totais (Tabela 5). As diferenças ocorrem principalmente na região do infravermelho-próximo e comprovam que, apesar de serem amostras de tintas de cores iguais e do mesmo tipo, não apresentam refletâncias totais muito próximas por sofrerem influência dos distintos processos de produção de seus fabricantes. Situação semelhante ocorre com as tintas Acrílicas de mesma cor produzidas por diferentes fabricantes (Tabela 6), pois suas refletâncias totais apresentaram diferenças de até 9,4% (amostras n° 15 e 62, cor Pêssego).

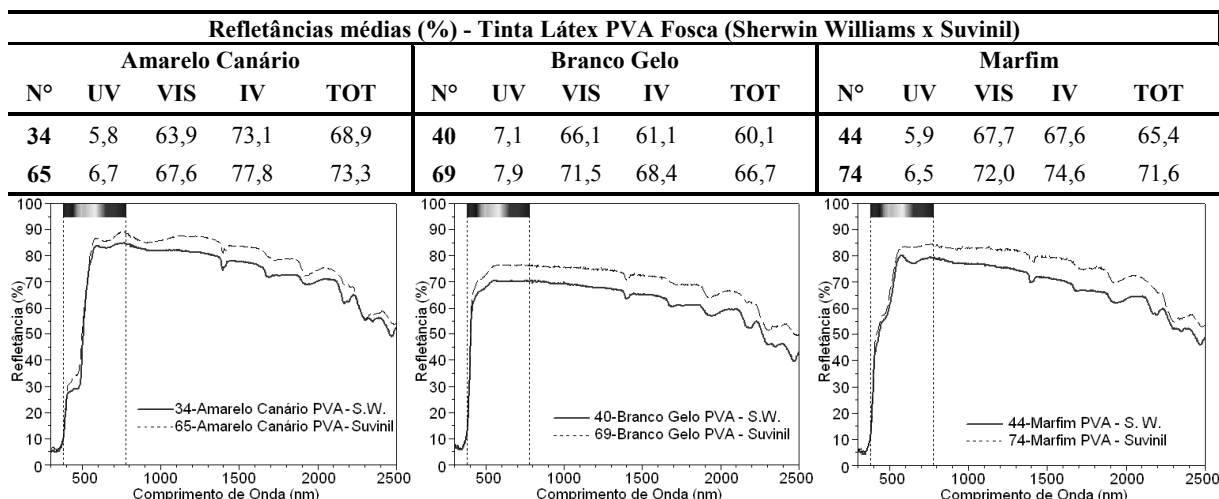


Tabela 5: Refletâncias médias por faixa do espectro e curvas de refletância espectral: PVA fosca, fabricantes diferentes.

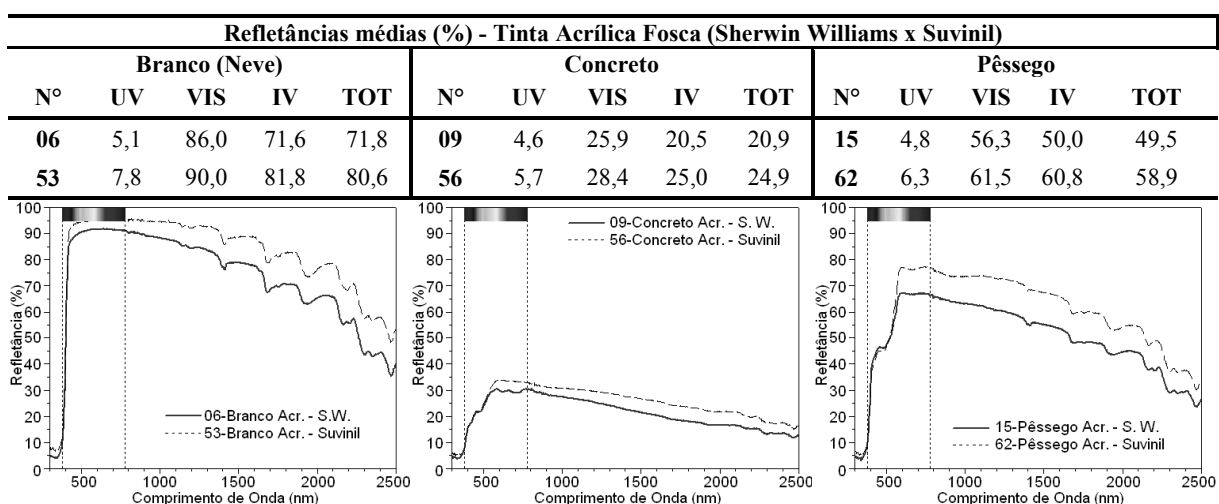


Tabela 6: Refletâncias médias por faixa do espectro e curvas de refletância espectral: Acrílica fosca, fabricantes diferentes.

2. Para amostras de cores diferentes:

Apesar de serem de cores diferentes, algumas amostras provocam sensações semelhantes de nível claro-escuro, o que pode enganar o olho humano quanto à sua refletância solar. As amostras pintadas nas cores Flamingo e Cinza BR possuem refletâncias semelhantes na região visível, mas suas refletâncias totais diferem em 18,2%. O mesmo acontece para as amostras pintadas nas cores Azul e Verde Quadra (diferença de 11,9%) e Camurça e Azul Bali (12,1%).

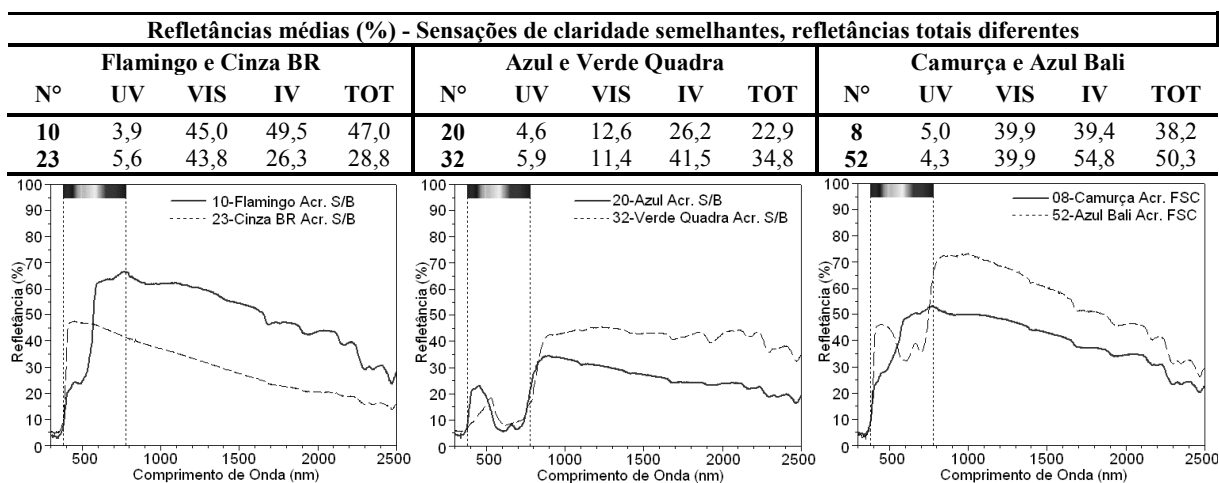


Tabela 7: Refletâncias médias por faixa e curvas de refletância espectral: amostras com semelhantes níveis de claro-escuro.

Algumas amostras apresentam refletâncias totais muito próximas, mas provocam sensações diferentes de nível em escala claro-escuro. As cores Cinza BR e Crepúsculo apresentaram refletâncias totais praticamente iguais (28,8% e 29%, respectivamente), mas suas aparências são bastante distintas (cinza claro e rosa médio). Além disso, suas refletâncias na faixa visível do espectro apresentam diferenças de 10,9%, o que comprova que apenas com a visão humana não seria possível identificar que suas refletâncias totais são muito próximas.

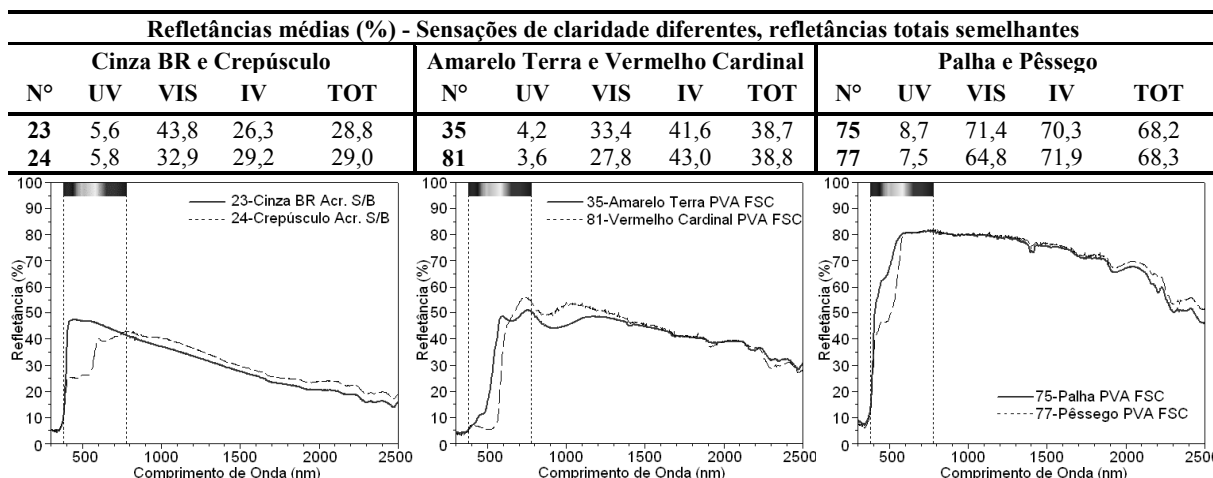


Tabela 8: Refletâncias médias por faixa do espectro e curvas de refletância espectral: amostras com claridades diferentes.

CONCLUSÕES

Dados e análises aqui apresentados comprovaram que valores de refletância apenas para a região visível não são confiáveis para caracterizar o quanto uma superfície reflete (ou absorve) de energia solar. Amostras que provocam sensações semelhantes podem apresentar diferenças significativas entre suas refletâncias totais. Por outro lado, algumas amostras com cores distintas apresentaram refletâncias solares praticamente iguais, confirmando que absorvâncias e refletâncias não dependem de cores. Além disso, amostras pintadas com tintas de diferentes composições químicas (látex acrílica ou látex PVA, fosca ou semi-brilho) apresentaram significativas diferenças em suas refletâncias espectrais, enfatizando que o tipo de tinta utilizada pode alterar consideravelmente a absorvância solar de uma superfície opaca. As discussões abordadas neste artigo ressaltam a necessidade de maior rigor na caracterização das propriedades físicas das superfícies expostas à radiação solar.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (2003). **G173-03**: standard tables for reference solar spectral irradiances - direct normal and hemispherical on 37° tilted surface. Philadelphia.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. (2001). **ASHRAE fundamentals handbook**. Atlanta.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. (1988). **74-1988**: method of measuring solar-optical properties of materials. Atlanta.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2005). **NBR 15220-3**: desempenho térmico de edificações - Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro.
- BERDHAL, P.; BRETZ, S. E. (1997). Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials. **Energy and Buildings**, v.25, p.149-158.
- CASTRO, A. P. A. S. (2002). **Análise da refletância de cores de tintas através da técnica espectrofotométrica**. 2002. 183p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DORNELLES, K. A. (2006). Um método para estimar o comportamento espectrofotométrico de superfícies opacas. Relatório científico parcial. Processo FAPESP nº 04/11092-4. São Carlos.
- DORNELLES, K. A.; RORIZ, M. (2006). Identificação da absorvância solar de superfícies opacas por meio de espectrômetro de baixo custo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis.
- FERREIRA, F; PRADO, R. T. A. (2003). Measurement of albedo or reflectance of building roof materials in Brazil. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., 2003, Santiago, Chile. **Proceedings...** Santiago.

REAGAN, J. A.; ACKLAM, D. M. (1979). Solar reflectivity of common building materials and its influences on the roof heat gain of typical southwestern US residences. **Energy and Buildings**, v.2.

TAHA, H.; SAILOR, D; AKBARI, H. (1992). High-albedo materials for reducing building cooling energy use. **Rep. n° LBL-31721**, Lawrence Berkeley National Laboratory.

TOULOUKIAN, Y. S.; DE WITT, D. P.; HERNICZ, R. S. (1972). Thermal radiative properties. Coatings, **Thermophysical Properties of Matter**, v.9, IFI/Plenum, New York.

RESUMEN

La radiación solar es responsable por importante parcela de la carga térmica dos edificios, principalmente en regiones tropicales y de bajas latitudes. Para una superficie opaca expuesta al Sol, la absorptancia y la reflectancia solar son las propiedades que caracterizan cuanto esta superficie absorbe o refleja de energía solar. Frecuentemente, mencionase una relación directa entre colores y absorptancias (o reflectancias). Todavía, colores son sensaciones visuales y pueden engañar, puesto que 55% de la radiación solar ocurre fuera de lo espectro visible. Este artículo presenta datos de reflectancia solar obtenidos en una investigación de doctorado en andamio, cuyas mediciones en espectrofotómetro mostraran que los colores no son indicadores confiables de las propiedades físicas de una superficie. Reflectancias de muestras pintadas con diferentes colores de tintas fueran analizadas comparativamente y para distintas regiones del espectro (ultravioleta, visible, infrarrojo y total). Los resultados indican que el ojo humano no es un instrumento adecuado para identificar esas propiedades de las superficies.

Palabras clave: absorptancia solar, reflectancia solar, colores, superficies opacas, radiación solar.

ABSTRACT

Solar radiation is responsible for important fraction of buildings thermal load, mainly in tropical regions and low latitudes. For an opaque surface exposed to the Sun, solar absorptance and reflectance are properties that characterize how much of solar energy this surface absorbs or reflects. Frequently, it is mentioned a direct relationship between colors and absorptances (or reflectances). Colors, however, are visual sensations and they can cause mistakes because 55% of the solar radiation occurs out of the visible spectrum. In this paper, solar reflectance data obtained in a PhD research are presented, whose measurements showed that colors are not reliable indicators of the surface physical properties. Reflectances of samples painted with different colors were analyzed comparatively and for different ranges of the spectrum (ultraviolet, visible, infrared, and total). The results indicated that the human eye is not an adequate instrument to identify these surface properties.

Keywords: solar absorptance, solar reflectance, colors, opaque surfaces, solar radiation.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa e ao Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (LIEC) da Universidade Federal de São Carlos, pela autorização para o uso do espectrofotômetro.