

## MEDIDAS DE REFLETÂNCIA DE CORES PARA PINTURA EXTERNA EXPOSTA AO TEMPO

**Edna Figueiredo (1); Adriana Petito de Almeida Silva Castro (1); Lucila Chebel Labaki (1);  
Rosana Caram (2)**

(1) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Caixa Postal 6021, CEP  
13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil, Fone +55 (19) 37882384

e-mail: [earq@terra.com.br](mailto:earq@terra.com.br), [dripasc@uol.com.br](mailto:dripasc@uol.com.br), [lucila@fec.unicamp.br](mailto:lucila@fec.unicamp.br)

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

e-mail: [rcaram@sc.usp.br](mailto:rcaram@sc.usp.br)

### RESUMO

Atualmente, a grande variedade de tonalidades de cores de tintas disponíveis no mercado tem influenciado significativamente os projetos arquitetônicos. Observa-se que em grande parte das construções a pintura externa é um dos elementos mais expostos à radiação solar, sendo responsável por grande parte do fluxo de calor transferido ao edifício e seu entorno. A influência da cor externa no desempenho térmico de edificações tem sido objeto de algumas pesquisas no Brasil. São conhecidos alguns valores de refletância de cores analisadas por espectrofotometria, bem como uma relação de cores de menor contribuição no ganho de calor. No presente trabalho, foi realizada uma análise utilizando um espectrofotômetro com esfera integradora em amostras de pastilhas pintadas com várias cores de tintas expostas às condições climáticas durante o período de 02 anos. As análises foram realizadas em vários estágios de exposição ao sol, com o objetivo de verificar o desbotamento que cada cor sofreu ao longo do tempo em que ficou exposta à radiação solar. Com os resultados obtidos, elaborou-se uma comparação das análises realizadas para as mesmas cores, visando obter parâmetros que possam identificar o quanto a exposição das tintas ao tempo poderá influenciar nos valores de refletância a radiação solar, obtendo, assim, subsídios para a melhoria do conforto térmico e ambiental.

Palavras-chave: refletância de cores, análise espectrofotométrica, conforto ambiental

### ABSTRACT

Nowadays, the great variety of shades of colors of paintings which is available in the market has greatly influenced architectural projects. One may observe that, in a large number of buildings, the external painting is one of the most exposed elements to solar radiation, being responsible for a great deal of heat flow which is transferred to and around the building. The influence of the external color in the thermal performance in buildings has been researched in Brazil. Some reflectance values of colors analyzed by spectrophotometer as well as a relation of colors of little contribution to heat gain are known. In this current paper, an analysis was carried out using a spectrophotometer with integrated sphere in samples of tiles painted with several colors of painting exposed to weather conditions for 2 (two) years. The analyses were carried out in several levels of sun exposure in order to check the discolorment that each one went through as it was exposed to solar radiation. With the obtained results, a comparison of the analyses carried out was elaborated for the same colors aiming to get parameters which can influence the reflectance values to solar radiation so that subsidies can be obtained to improve thermal and environmental comfort.

Key words: color reflectance, spectrophotometric analysis, environmental comfort

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo do desempenho térmico de edificações tem se desenvolvido com bastante intensidade no Brasil e no mundo nos últimos anos. Um dos problemas enfrentados por pesquisadores e profissionais da área em nosso país é a necessidade de um conhecimento maior das propriedades térmicas dos materiais e componentes construtivos.

Atualmente, a grande variedade de tonalidades de cores de tintas disponível no mercado tem influenciado significativamente os projetos arquitetônicos. Observa-se que a escolha quanto ao uso da cor vem ganhando um espaço cada vez maior em tais projetos.

Várias pesquisas têm destacado a cor como um elemento determinante que influencia na quantidade de radiação absorvida ou refletida pelos materiais, principalmente em climas quentes e secos, fazendo com que a escolha da cor seja extremamente importante no processo construtivo.

O ganho de calor solar é definido primordialmente pela refletância das superfícies externas, influenciada pela cor. Daí a importância do conhecimento da refletância das cores de tintas mais utilizadas em pintura externa. No Brasil, encontram-se dados relativos a medições de amostras extraídas tanto de catálogo de tintas como preparadas com pastilhas pintadas nas cores analisadas (CASTRO, 2002).

Vários autores comprovam que a diminuição da temperatura superficial dos materiais contribui diretamente para o desempenho térmico de uma edificação, na atenuação dos efeitos negativos das ilhas de calor.

Conforme Berdahl & Bretz (1997), as temperaturas superficiais externas podem ser reduzidas pelo aumento da refletância ou emissividade. Uma alta refletância reduz o ganho de calor, e uma alta emissividade aumenta o resfriamento radiativo. Geralmente a aplicação de um revestimento de alta refletância na fachada externa de um edifício aumenta a refletância sem mudança de emissividade.

Segundo Ferreira (2003), os materiais com albedo elevado necessariamente devem apresentar refletância elevada na região visível e na região do infravermelho, pois o intervalo que compreende estas regiões representa aproximadamente 90% da região que atinge as superfícies; já a refletância no intervalo do ultravioleta determina a suscetibilidade dos materiais a desbotamento e descolorações.

Devido à grande variedade de tonalidades de tintas disponíveis no mercado, observa-se que a questão da escolha da cor vem ganhando um espaço cada vez maior nos projetos arquitetônicos, tornando-se um componente de grande interesse para pesquisadores.

A diferença de temperatura entre o ar e superfícies com baixa refletância pode chegar a 50° C; os materiais de cores claras, com alta refletância, apresentam apenas uma diferença em torno de 10°C. Por esse motivo, as superfícies com refletâncias elevadas são também chamadas de superfícies frias (ROSENFELD et al., 1995).

As superfícies claras nem sempre são indicativas de alta refletância, visto que a refletância dos materiais não depende apenas de sua reflexão na região do visível, mas também de sua refletância na região do infravermelho. A exposição ao tempo tende a diminuir a refletância dos materiais claros e aumentar a refletância dos materiais mais escuros.

Neste trabalho estudam-se os efeitos da radiação solar sobre superfícies de pinturas externas com várias cores de tintas expostas às condições climáticas, com o objetivo de verificar a influência do envelhecimento das tintas nos valores de refletância à radiação solar.

O tema escolhido surge da necessidade de propor soluções passivas que possam complementar dados sobre a refletância das cores em pinturas externas.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo analisar as alterações da refletância de cores sujeitas à ação do tempo.

Amostras de pastilhas pintadas com tintas de diferentes cores foram expostas às condições climáticas durante um período de dois anos, com o objetivo de verificar a influência do desbotamento que cada cor sofre ao longo do tempo, e a variação quanto à refletância nas diferentes regiões do espectro solar.

O resultado deste trabalho tem como objetivo contribuir para os estudos de propriedades dos materiais e componentes construtivos, obtendo assim subsídios para a melhoria do desempenho térmico do ambiente construído e do conforto ambiental.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A refletância das cores foi medida em laboratório e os resultados expressam valores de refletância por comprimento de onda, no intervalo de 300 a 2000 nm. Foram confeccionadas pastilhas de cimento no tamanho 25mm x 25mm, revestidas com massa corrida e depois receberam 3 demãos das tintas látex acrílica.

As tintas fornecidas para a pintura das pastilhas foram:

	Amarelo Vanila		Laranja Barcelona
	Azul Bali		Marfim
	Azul Profundo		Preto
	Branco		Terra
	Flamingo		Vermelho Cardinal

Cabe ressaltar que a nomenclatura das cores foi extraída do catálogo da fabricante (Suvinil), sendo o critério de seleção baseado nas cores mais utilizadas no mercado imobiliário atualmente.

As amostras pintadas foram levadas para a primeira medição em laboratório e, depois, fixadas numa superfície de orientação Norte, por esta ser de grande exposição ao sol. Permaneceram totalmente expostas às condições climáticas durante um período de dois anos.

Por meio da técnica espectrofotométrica, as amostras foram analisadas em vários estágios de exposição ao Sol, podendo-se verificar a influência nas diferentes regiões do espectro solar.

As amostras foram retiradas para análises nos seguintes intervalos, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Intervalos de medições com as amostras

<i>Medições</i>	<i>Condições da amostras</i>
1 <sup>a</sup>	Tintas Recém Aplicadas
2 <sup>a</sup>	Após 6 meses de exposição ao tempo
3 <sup>a</sup>	Após 12 meses de exposição ao tempo
4 <sup>a</sup>	Após 18 meses de exposição ao tempo
5 <sup>a</sup>	Após 24 meses de exposição ao tempo

A análise espectrofotométrica é um método adequado para se obter as respostas que o trabalho se propõe a atingir, pois o equipamento fornece informações quanto à porcentagem de transmissão, reflexão e absorção das amostras. Para operar no modo reflexão e absorção, objeto deste trabalho, é necessária a utilização de um acessório adicional, chamado esfera integradora, um dispositivo de 60 mm de diâmetro colocado em um compartimento do espectrofotômetro, tendo a função de detectar a distribuição difusa da luz. A esfera integradora é usada para medições de transmitância de amostras transparentes e de refletância de amostras opacas. 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, com 99,8 % de refletância (HITACHI, s/d).

Os valores de refletância foram obtidos pelo método de integração de áreas. Utilizando-se os gráficos obtidos na medição calculou-se a área integrada abaixo da curva de reflexão especular de cada material. Primeiramente calculou-se a área relativa à medição das amostras de referência com uma reflexão aproximada de 100%; após este procedimento calculou-se a área integrada abaixo da curva de cada amostra, obtendo-se, assim, as refletâncias de cada cor.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados são apresentados em forma de tabela, contendo os valores de refletância total, bem como gráfico mostrando as cores que apresentaram maiores diferenças em relação aos valores obtidos inicialmente e após 24 meses de exposição ao tempo.

A seguir são apresentados os gráficos obtidos para as cores que apresentaram uma diferença significativa durante o período em que as amostras ficaram expostas às condições climáticas.



AZUL BALI

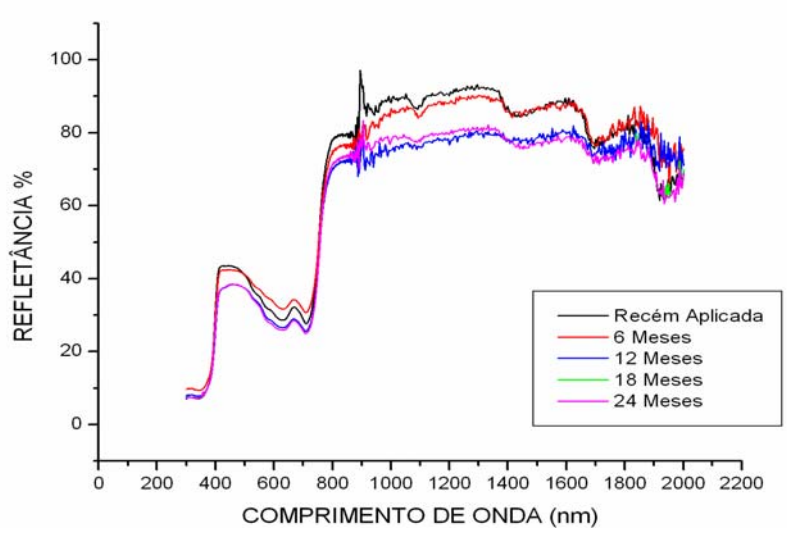


Figura 01 - Curva de refletância espectral da cor Azul Bali



BRANCO

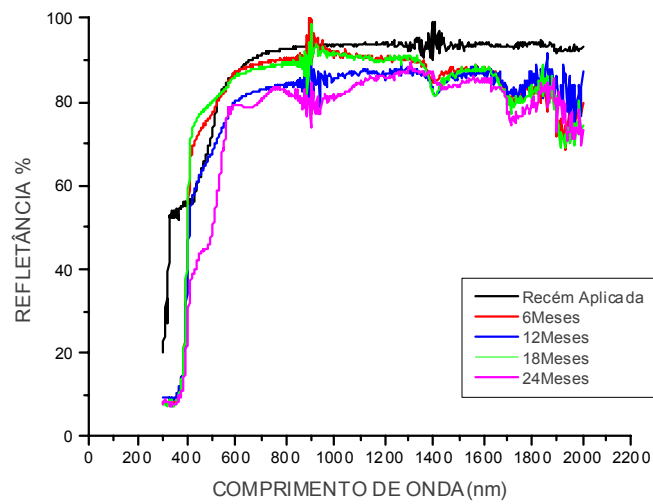


Figura 02 - Curva de refletância espectral da cor Branca



LARANJA BARCELONA

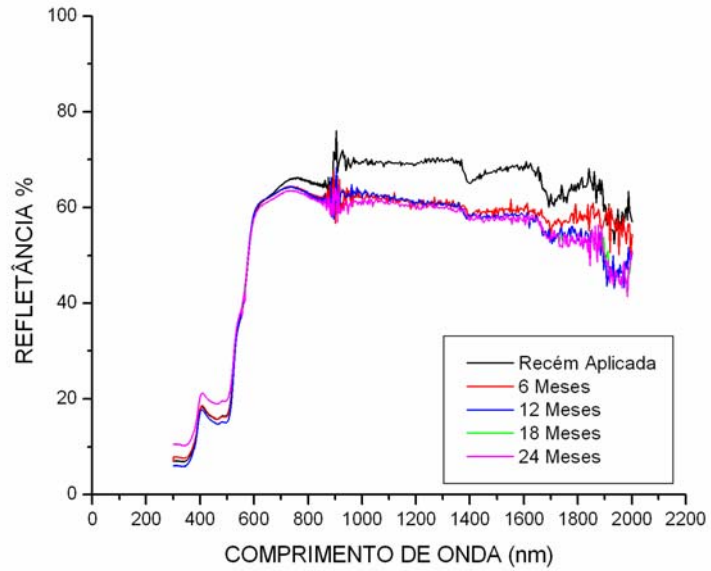


Figura 03 - Curva de refletância espectral da cor Laranja Barcelona



PRETO

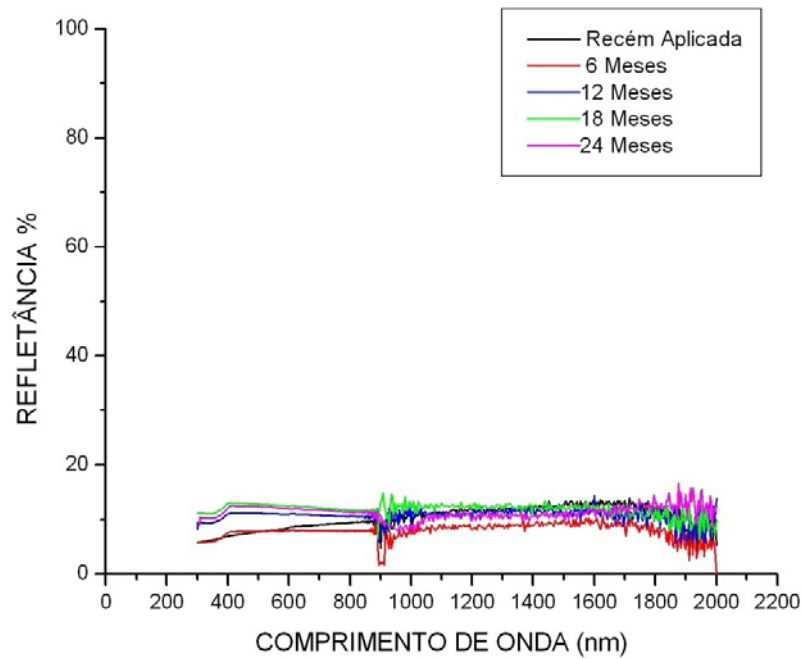


Figura 04 - Curva de refletância espectral da cor Preto



TERRA

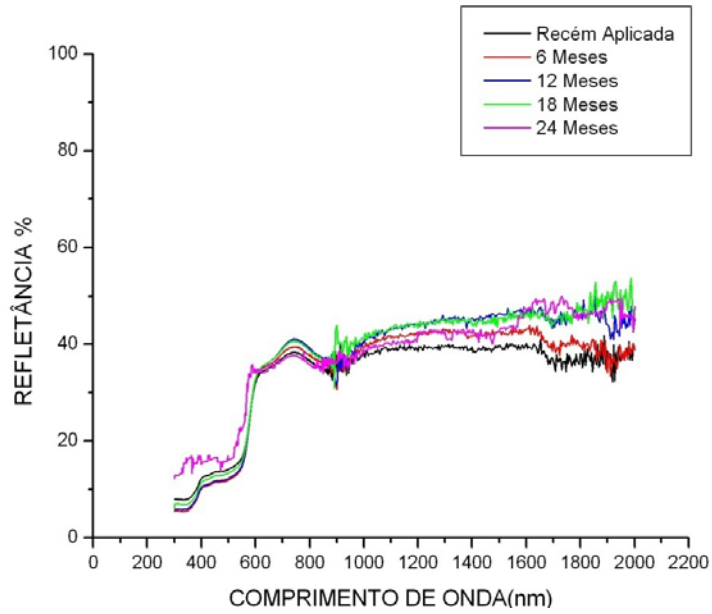


Figura 05 - Curva de refletância espectral da cor Terra



VERMELHO CARDINAL

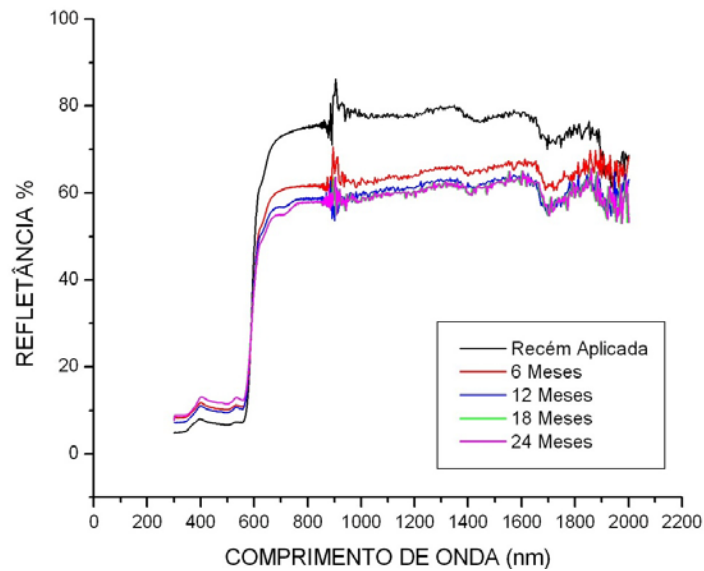


Figura 06 - Curva de refletância espectral da cor Vermelho Cardinal

A tabela 2 demonstra a diferença entre a refletância total e as refletâncias obtidas em cada região do espectro, das amostras pintadas nos períodos de medições (R.A.= recém aplicadas, 12M = 12 meses, 24M = 24 meses); os valores de refletância das tintas recém-aplicadas são apresentados em ordem decrescente.

Tabela 2 – Refletâncias obtidas para as amostras pintadas

CORES	REFLETÂNCIA TOTAL %			REFLETÂNCIA UV %			REFLETÂNCIA VISÍVEL%			REFLETÂNCIA INFRAVERMELHO %		
	R.A.	Após 12M	Após 24M	R.A.	Após 12M	Após 24M	R.A.	Após 12M	Após 24M	R.A.	Após 12M	Após 24M
Branco	81	78	74	8	10	8	80	71	65	86	85	82
Amarelo Vanila	75	74	74	8	7	8	67	64	66	81	83	81
Marfim	73	71	69	9	10	8	68	65	66	79	77	72
Azul Bali	69	63	62	8	8	8	36	33	32	84	75	75
Flamingo	68	65	63	8	10	9	51	52	50	77	73	70
Vermelho Cardinal	63	54	50	6	7	9	36	31	31	75	60	59
Laranja Barcelona	58	52	51	7	6	10	42	42	43	66	58	56
Azul Profundo	44	42	42	6	7	9	17	18	20	56	52	52
Terra	33	37	37	7	6	11	25	25	27	37	43	44
Preto	8	10	11	6	9	10	8	10	12	10	10	11

A partir dos valores para a refletância total com as tintas recém- aplicadas, adotou-se um critério de classificação destas tintas considerando como "claras" aquelas cujos valores de refletância estão acima de 70%, como "médias" aquelas cujos valores estão entre 50 e 70% e como "escuras" aquelas que apresentaram refletâncias inferiores a 50%.

A tabela 3 apresenta a classificação das cores de acordo com o valor de porcentagem de refletância.



Tabela 3 – Critério de classificação das cores

<b>REFLETÂNCIA</b>	<b>CORES</b>
<b>Mais de 70%</b> <b>Cores claras</b>	<b>Branco</b> <b>Amarelo Vanila</b> <b>Marfim</b>
<b>De 50 a 70%</b> <b>Cores médias</b>	<b>Azul Bali</b> <b>Flamingo</b> <b>Vermelho Cardinal</b> <b>Laranja Barcelona</b>
<b>Menos de 50%</b> <b>Cores escuras</b>	<b>Azul Profundo</b> <b>Terra</b> <b>Preto</b>

#### 4.1 Análise dos Resultados

Com relação à refletância total, a maioria das cores consideradas como claras e médias, ao longo de 24 meses expostas ao tempo, tiveram os valores de refletâncias diminuídos, quando comparado aos valores obtidos inicialmente. O branco obteve uma grande diferença nos valores de refletância total, pois, inicialmente, com a tinta recém-aplicada, obteve o valor de 81% e após 24 meses exposta ao tempo seu valor de refletância total diminuiu para 74%.

As cores escuras como Preto e Terra ao longo do tempo tiveram seus valores aumentados. O Azul Profundo praticamente manteve seu valor.

As cores Vermelho Cardinal e Laranja Barcelona, consideradas como cores médias, foram as que apresentaram maiores diferenças em relação aos valores obtidos inicialmente e após 24 meses de exposição ao tempo. Quanto ao Vermelho Cardinal, inicialmente sua refletância foi 63% e após 24 meses exposta ao sol passou para 50%, sendo que a maior diferença ocorreu nos primeiros 12 meses. Já o Laranja Barcelona, sua refletância inicial foi de 58% e depois de 24 meses passou para 51%, sendo que a maior diferença ocorreu nos 6 primeiros meses de exposição ao tempo.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados evidenciaram que as cores claras apresentaram maiores refletâncias na região do visível, do ultravioleta e do infravermelho.

Na região do visível, os resultados comprovaram que as cores claras apresentaram as maiores refletâncias e, com o decorrer do tempo, essas refletâncias foram diminuindo. É válido supor que o efeito do acúmulo da sujeira depositada ao longo do tempo é bastante significativo para as cores claras, a ponto de diminuir significativamente a refletância destas.

Em relação às cores escuras, com o decorrer do tempo, estas tiveram suas refletâncias aumentadas quando comparadas aos valores obtidos inicialmente. Pode-se considerar a hipótese de que talvez o efeito da sujeira acumulada ao longo do período de ensaios tenha sido menor que o efeito do desbotamento das cores escuras, a ponto deste último superar o efeito da sujeira acumulada.

Como etapa posterior a esta pesquisa, serão realizados novos ensaios, eliminando o efeito da sujeira.

O principal objetivo do trabalho foi atingido, pois foram realizadas análises da refletância das cores, sujeitas à ação do tempo, verificando a influência do desbotamento que cada cor sofre ao longo do tempo. Além disso, verificou-se a variação quanto à refletância nas diferentes regiões do espectro solar.

Desta forma, pretende-se contribuir para os estudos de propriedades dos materiais e componentes construtivos, obtendo assim subsídios para a melhoria do desempenho térmico do ambiente construído e do conforto ambiental.

## 6. REFERÊNCIAS

- BERDAHL P.; BRETZ, S. Preliminary survey of the solar reflectance of roofing materials. **Energy and Buildings**, v.25, n.2, pp. 149-158, 1997.
- CASTRO, A.P.A.S. **Análise da Refletância de Cores de Tintas através da Técnica Espectrofotométrica**. Campinas: Unicamp/Faculdade de Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado, 2002.
- FERREIRA, F.L.S. **Medição do Albedo e Análise de sua Influência na Temperatura Superficial dos Materiais utilizados em Coberturas de Edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 2003.
- FIGUEIREDO, E.S. **Medidas de Refletância de Cores de Tintas para Pintura Externa Exposta ao Tempo**. Campinas: Unicamp/Faculdade de Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado, 2007.
- HITACHI - Manual de Instruções da Esfera Integradora (s/d).
- ROSENFELD, A.H; AKBARI, H; BRETZ, S.; FISHMAN, L.; KURN, D.M.; SAILOR, D.; TAHA, H. Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates. **Energy and Buildings**, v.22, pp. 255-265, 1995.