



## **ANÁLISE COMPARATIVA DE VALORES DE REFLETÂNCIA SOLAR DE SUPERFÍCIES OPACAS UTILIZANDO DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO EM LABORATÓRIO**

**Deivis L. Marinoski (1); Leandro P. Orige (2); Alexandre Guesser (3);  
Saulo Guths (4); Roberto Lamberts (5)**

Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E)  
Universidade Federal de Santa Catarina, Cx Postal 476, CEP 88040-970, Florianópolis-SC.

- (1) Eng. Civil, Dr, Pesquisador PNPd/CAPES, [deivis@labeee.ufsc.br](mailto:deivis@labeee.ufsc.br)  
(2) Acad. de Eng. Civil, Bolsista IC PIBIC/CNPq, [leandropessi@grad.ufsc.br](mailto:leandropessi@grad.ufsc.br)  
(3) Acad. de Eng. Mecânica, Bolsista IC ELETROBRAS, [alexandre.guesser@lmpt.ufsc.br](mailto:alexandre.guesser@lmpt.ufsc.br)  
(4) Eng. Mecânico, Dr, Professor do Dep. de Eng. Mecânica da UFSC, [saulo@lmpt.ufsc.br](mailto:saulo@lmpt.ufsc.br)  
(5) Eng. Civil, PhD, Professor do Dep. de Eng. Civil da UFSC, [roberto.lamberts@ufsc.br](mailto:roberto.lamberts@ufsc.br)

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta a verificação em laboratório da refletância solar de três amostras de pastilhas cerâmicas com aplicação em fachadas (cores: branca, terracota, marrom) através de diferentes equipamentos de medição: um espectrofotômetro UV-VIS-NIR, um refletômetro e um espectrômetro portátil. O espectrofotômetro UV-VIS-NIR e o refletômetro atendem aos requisitos técnicos para medições segundo as normas ASTM E903 e ASTM C1549, respectivamente. Já o espectrômetro portátil é um equipamento de uso didático, que ainda não tem aplicação normativa. A medição utilizando o espectrofotômetro UV-VIS-NIR é considerada mais precisa (de referência) uma vez que o intervalo de comprimentos de onda (300-2500nm) coberto na medição corresponde a maior parte do espectro solar. Os resultados das medições mostraram uma excelente aproximação entre os resultados do espectrofotômetro UV-VIS-NIR e do refletômetro. A variação absoluta máxima foi de apenas  $\pm 0,011$ , o que em termos percentuais significa um erro médio menor do que 1,5%. Na comparação entre o espectrofotômetro UV-VIS-NIR e o espectrômetro portátil, observou-se uma variação relativa dos resultados no intervalo entre 7,9% e 34%. A medição da emitância térmica das três amostras também foi realizada.

Palavras-chave: Refletância Solar, Superfícies Opacas, Equipamentos de Medição.

### **ABSTRACT**

This paper presents a laboratory verification of solar reflectance of three ceramic tiles samples that are used in facades (colors: white, terracotta, brown) through different measuring equipment: a spectrophotometer UV-VIS-NIR, one reflectometer and one portable spectrometer. The spectrophotometer UV-VIS-NIR and reflectometer meet the technical requirements for measurements according to the ASTM E903 and ASTM C1549 standards, respectively. In spite of this, the portable spectrometer is a teaching equipment, which has not normative application. The measurement using the spectrophotometer UV-VIS-NIR is considered more accurate (reference) because its wavelengths range (300-2500nm) corresponds to the largest portion of the solar spectrum range. The measurement results showed a good approximation between the spectrophotometer UV-VIS-NIR results and the reflectometer ones. The maximum absolute variation was only  $\pm 0.011$ , which means an average error percentage lower than 1.5%. In comparison of spectrophotometer UV-VIS-NIR and the portable spectrometer, relative variations of the results were in a range of 7.9% to 34%. Also the measurement of the thermal emittance of the samples was accomplished.

Keywords: Solar Reflectance, Opaque Surfaces, Measurement Equipment.

## 1. INTRODUÇÃO

A NBR 15220-1 (ABNT, 2005) define a refletância à radiação solar de uma superfície como sendo o “quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície” (representado pelo símbolo “ $\rho$ ”). Este valor é adimensional e pode ser expresso como um número entre zero e um, ou na forma de porcentagem.

A utilização de materiais de alta refletância à radiação solar (ou de baixa absorvância) em coberturas, pavimentos e fachadas é um fator importante para o melhoramento das condições de conforto e redução de consumo de energia em cidades e edificações localizadas em regiões de clima quente.

No exterior, muitas pesquisas sobre o desenvolvimento de materiais frios e os seus efeitos tem sido realizadas.

Por exemplo, Synnefa et al. (2007) por meio de simulação computacional realizou avaliações do potencial de economia de energia e o impacto no conforto térmico, a partir da utilização de revestimentos frios de coberturas em edifícios residenciais, para 27 cidades de diferentes condições climáticas. Karlessi et al. (2009) apresentaram um estudo de desenvolvimento e testes comparativos de revestimento altamente eficiente em sua refletância, para ser utilizado em edifícios e estruturas urbanas. Esses revestimentos são compostos por pigmentos termocrômicos, que respondem termicamente ao ambiente, mudando reversivelmente sua estrutura espectral com a variação da temperatura, produzindo uma mudança na sua cor visível. Para altas temperaturas, os revestimentos termocrômicos têm a capacidade de refletir a energia solar, reduzindo a temperatura da superfície, enquanto que no inverno absorvem a energia solar aumentando a temperatura da superfície. Santamouris et al. (2011) analisaram o uso de materiais frios para a diminuição dos efeitos de ilhas de calor e o melhoramento da qualidade do ambiente urbano. Estima-se que a formação do chamado cânion urbano aumenta a absorção das cidades em 20%, tornando os materiais frios ainda mais importantes para este cenário.

Métodos de medição da refletância e códigos governamentais para utilização de materiais frios nas cidades e edificações também tem sido analisados (Levinson et al., 2010; Akbari e Levinson, 2008).

Recentemente também Akbari e Matthews (2012) considerando a questão do consumo de energia, poluição e temperatura de regiões urbanas, apontam que o emprego de componentes construtivos considerados frios deveria estar entre as primeiras técnicas de geoengenharia contra o aquecimento global.

Na última década pesquisas nacionais também tem dado atenção ao tema (Castro, 2002 ; Dornelles, 2008). Assim, normas e regulamentos técnicos de entidades governamentais (ABNT, Inmetro, PBQP-H, CAIXA ECONÔMICA FEDERAL) têm incluído em seus requisitos de avaliação o valor da absorvância ( $\alpha$ ) solar (que é obtida indiretamente a partir do valor da refletância medida ( $\alpha = 1 - \rho$ )) de componentes construtivos. Ainda assim, o conhecimento dos métodos, normas e equipamentos para determinação da refletância solar é pouco difundido na indústria da construção brasileira.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é determinar e comparar as variações no resultado da refletância solar de três amostras de pastilha cerâmicas de aplicação em fachada (com cor clara, média e escura) utilizando diferentes equipamentos de medição de uso em laboratório.

## 3. MÉTODO

Para as avaliações da refletância solar apresentadas neste estudo foram selecionadas três amostras de pastilhas cerâmicas com aplicação em fachadas (cores: branca, terracota, marrom). Os seguintes equipamentos de medição foram utilizados: um espectrofotômetro UV-VIS-NIR, um refletômetro e um espectrômetro portátil. O espectrofotômetro UV-VIS-NIR e o refletômetro atendem aos requisitos técnicos para medições segundo as normas ASTM E903 e ASTM C1549, respectivamente. Já o espectrômetro portátil é um equipamento de uso didático, que ainda não tem aplicação normativa.

### 3.1 Amostras

Neste estudo foi realizada a avaliação da refletância solar de três amostras de material cerâmico esmaltado com coloração branca, terracota e marrom, como mostra a Figura 1. Estas pastilhas de

revestimento externo de fachada têm espessura de aproximadamente 0,5 cm e apresentaram dimensões de 10 x 10 cm (branca e terracota) e 7,5 x 7,5 cm (marrom). As dimensões são compatíveis com o limite (10,5 cm) para posicionamento de amostras no espectrofotômetro, utilizando o módulo de medição com esfera de integração.

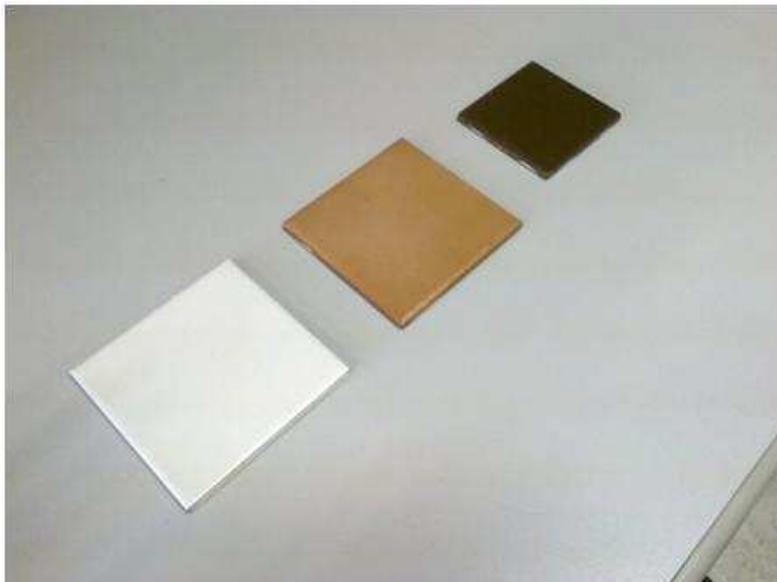


Figura 1 – Amostras cerâmicas.

### 3.2 Medições com o espectrofotômetro UV-VIS-NIR

O espectrofotômetro utilizado nesta pesquisa foi o modelo Lambda 1050, fabricado pela empresa PerkinElmer. Este equipamento permite a realização de análises de refletância, absortância e transmitância de faixas específicas (Ultravioleta / Visível / Infravermelho próximo) da radiação eletromagnética aplicada em materiais opacos e transparentes/translúcidos. O Lambda 1050 possui diferentes módulos de medição e vários acessórios que são conectados em dois compartimentos. (Figura 2). A Tabela 1 apresenta as principais características técnicas do equipamento (PerkinElmer, 2013).

O módulo de medição com esfera integradora de 150 mm (Figura 3) foi utilizado para realizar as medições de refletância das amostras. Esta esfera é revestida internamente por um material (Teflon) difuso de alta refletância. Incorporados nas paredes internas da esfera integradora existe dois detectores de radiação que cobrem diferentes faixas do espectro. O detector UV/VIS pode cobrir a faixa entre 160 e 800 nm e o NIR a faixa espectral de 800 a 2500 nm. A esfera é controlada por um software instalado no computador. Durante a medição os valores obtidos nos detectores são simultaneamente transmitidos e armazenados no disco rígido.

Este módulo com esfera permite o atendimento dos requisitos da Norma ASTM E903 (2012). Esta norma preconiza os parâmetros que foram obedecidos nos ensaios realizados para este trabalho, entre os quais: medição do espectro entre 300 e 2500 nm, utilização de fonte de luz artificial e calibração através de padrões.

Na calibração foi utilizado um padrão (Spectralon®) que se supõe possuir teoricamente 100% de refletância. Esta calibração é realizada antes de cada conjunto de medições. Em seguida é colocada a amostra no espaço indicado na borda da esfera (“sample reflectance port”). Para estas análises foi obedecido o intervalo de medição no espectro de 5 em 5 nm.

Tabela 1. Características do espectrofotômetro Lambda 1050.

Descrição	Especificação
Faixa espectral	175 nm - 3300 nm
Resolução	
• UV/Vis	≤ 0.05 nm
• NIR	≤ 0.20 nm
Precisão do comprimento de onda	
• UV/Vis	± 0.080 nm
• NIR	± 0.300 nm

Uma recomendação importante da Norma ASTM E903 é que a amostra deve ficar em contato direto com a borda da abertura da esfera e cobrir todo o espaço do orifício desta abertura. Ainda assim, a luz externa deve ser impedida de entrar na esfera através do uso de uma proteção (que acompanha o equipamento), colocada sobre a amostra.

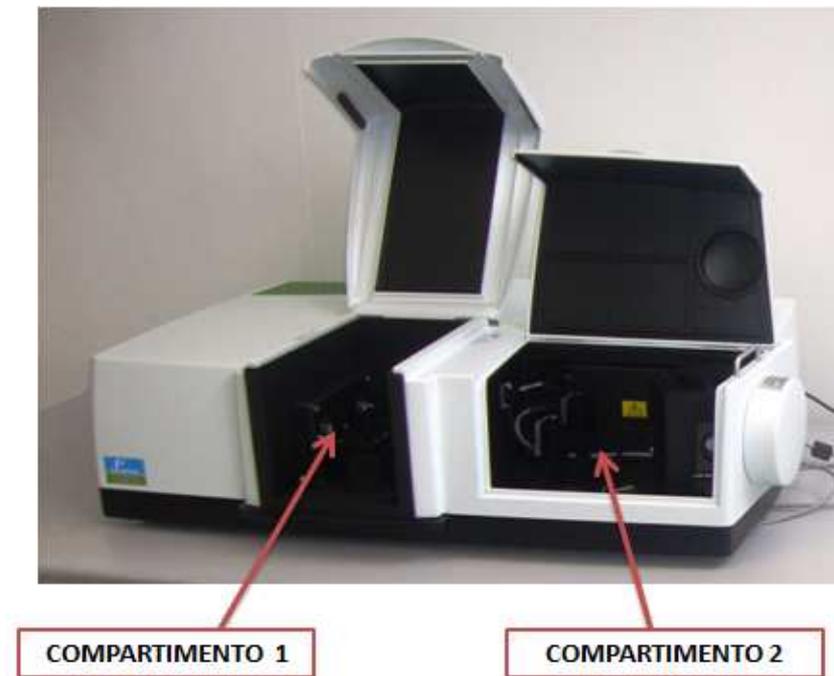


Figura 2. Espectrofotômetro UV-VIS-NIR Lambda 1050.

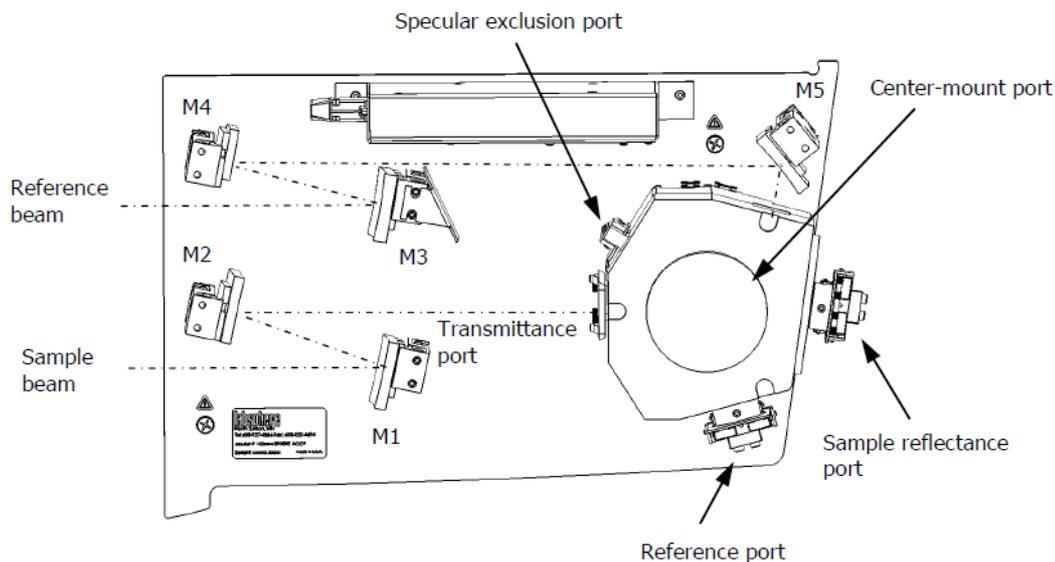


Figura 3. Esquema do módulo de medição com esfera integradora. (Imagem: Sphere Accessories: User's Guide – PerkinElmer 2010)

### 3.3 Medições com refletômetro

O refletômetro solar (modelo e versão SSR-ER 6) é fabricado pela empresa Devices and Services Company (D&S) e pode ser usado em laboratório ou em campo para medições em materiais difusos e especulares. A refletância solar ou absortância é exibida em uma escala de 0,001 unidades no visor digital do equipamento, uma repetitividade de  $\pm 0,003$ , e precisão de  $\pm 0,002$  (D&S, 2013). O equipamento é constituído das partes apresentadas na Figura 4. Destaca-se que o refletômetro D&S atende aos requisitos para aplicação da norma ASTM C1549 (2009).

O procedimento de uso inclui a calibração inicial realizada colocando um dos padrões com refletância conhecida, fornecido pelo fabricante (claro e corpo negro), contra a porta de entrada circular do cabeçote de medição. Logo após, a superfície a ser avaliada deverá ser posicionada contra a abertura do cabeçote de medição e mantida nesta posição durante pelo menos três ciclos de 10 segundos, ou até que uma leitura constante seja exibida no display digital do equipamento.



Figura 4. Componentes do refletômetro solar.

O refletômetro utiliza no interior do cabeçote uma lâmpada difusa de tungstênio para iluminar as amostras durante dois segundos de cada ciclo de medição. A luz refletida é então medida em um ângulo de incidência de 20° com os detectores. Assim, a refletância solar das amostras é obtida a partir de medições em quatro comprimentos de onda do espectro solar (380 nm, 500 nm, 650 nm e 1220 nm), mas apenas o valor total da refletância é fornecido ao usuário.

### 3.4 Medições com espectrômetro portátil

O ALTA II é um espectrômetro portátil, que permite estimar valores de refletância em superfícies opacas. Ele cobre uma faixa de comprimento de onda entre 470 nm e 940 nm, com medições pontuais no espectro visível e infravermelho (Tabela 2). Na base do aparelho, encontra-se um orifício circular com lâmpadas em seu interior. Cada uma das lâmpadas corresponde a um botão da parte frontal, que quando pressionado acende a lâmpada correspondente, emitindo energia. Esta energia quando refletida é detectada por um sensor no centro do orifício circular na base do aparelho (Figura 5).

Tabela 2. Faixa espectral de medição do ALTA II.

Região do visível	Comprimento de onda (nm)
Blue	470
Cyan	525
Green	560
Yellow	585
Orange	600
Red	645
Deep red	700
Região do infravermelho	Comprimento de onda (nm)
IR1	765
IR2	810
IR3	880
IR4	940



Figura 5. Espectrômetro ALTA II: vista frontal (a) e base do aparelho (b).

Para a utilização do ALTA II não há uma normalização específica, por isso as medições são realizadas com base em parâmetros e recomendações de pesquisas já realizadas, que apresentam a aplicação do equipamento (Dorneles, 2008; Santos et al., 2009).

### 3.4 Espectro solar

Para chegar à quantidade de energia solar que é refletida pelas superfícies, no caso do Lambda1050 e do ALTA II, os valores de refletância obtidos para cada amostra foram corrigidos de acordo com a intensidade da radiação solar para cada comprimento de onda, a partir de um espectro solar padrão. Neste estudo foram adotados os valores do espectro solar sugeridos na ASTM (2003) para massa de ar 1,5, que considera a radiação hemisférica solar global, composta da radiação direta (aquela que atinge a Terra vinda do Sol) e a radiação difusa (aquela que sofre espalhamento pela atmosfera). Para o ajuste ao espectro foi adotado o procedimento de cálculo apresentado por Santos et al. (2009) para o ALTA II, sendo este também adaptado ao espectrofotômetro Lambda1050.

### 3.5 Avaliação da Emitância

As três amostras consideradas neste estudo também foram avaliadas em relação a sua emitância térmica. Para tal, foi utilizado um emissômetro fabricado pela empresa D&S, modelo AE1, com 2 amostras padrão para calibração: alta emitância (0,88) e baixa emitância (0,06).

As medições foram realizadas de acordo com as recomendações da Norma ASTM C1371 (2010). Destaca-se que este emissômetro possui precisão de 0,01, embora a norma indique que a precisão mínima para a medição da emitância hemisférica total seja de 0,02. O procedimento de medição consiste na contínua calibração do detector com uso dos padrões e subsequente verificação da emitância das amostras, que é apresentada em um display digital.

Durante os testes o intervalo adotado entre duas medidas foi sempre maior ou igual a 90 segundos. Também algumas gotas de água foram utilizadas no contato das amostras com a base de apoio das amostras (dissipador de calor) para melhorar o contato.

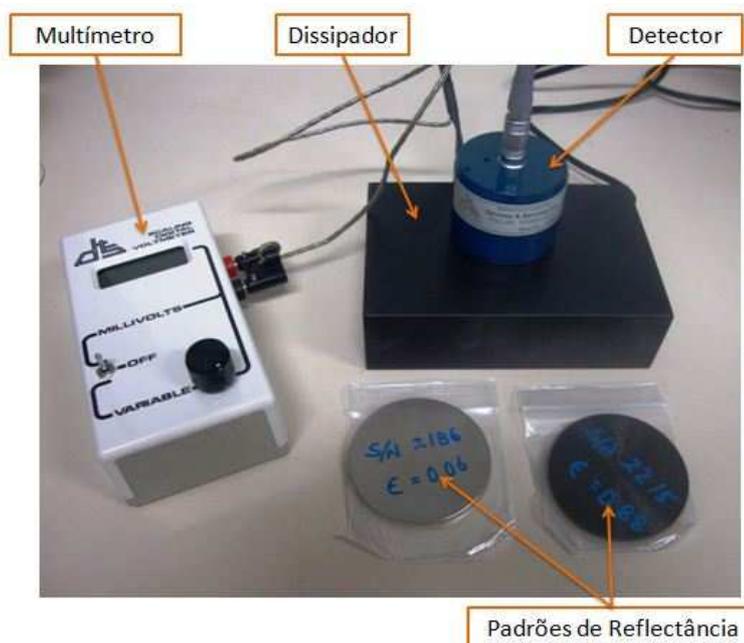


Figura 6. Componentes do emissômetro.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados de refletância solar

A Tabela 3 apresenta os valores de refletância solar total (absoluta) obtida nas medições das três amostras cerâmicas realizada em cada um dos instrumentos utilizados.

## 4.2 Comparação dos resultados obtidos em cada equipamento

A Figura 7 permite uma visualização gráfica das variações entre os resultados de refletância solar para a mesma amostra, porém determinada com equipamentos diferentes. Fica clara a melhor aproximação entre os valores obtidos com o refletômetro e o espectrofotômetro UV-VIS-NIR (que é considerado o equipamento com maior precisão). Neste caso, a variação absoluta máxima foi de  $\pm 0,011$  (absoluto), o que em termos percentuais significa um erro médio de aproximadamente 1,5% do refletômetro em relação ao espectrofotômetro. Este valor está de acordo a ASTM C1549, a qual indica um desvio médio igual a 1,9%, obtido na comparação com medições realizadas pelo método da ASTM E903 para massa de ar 1.5.

Tabela 3. Resultados de refletância solar obtida em cada instrumento.

Amostras	Refletância solar		
	Refletômetro	Espectrofotômetro UV-VIS-NIR	ALTA II
Branco	0,750	0,761	0,701
Terracota	0,458	0,458	0,415
Marrom	0,260	0,249	0,165

Ainda é possível notar que a maior variação nos resultados da refletância solar ocorre entre os valores do ALTA II e os valores dos outros dois equipamentos, para todas as amostras. Comparado ao espectrofotômetro UV-VIS-NIR a maior variação ocorre na medição com a amostra marrom (mais escura no visível), aonde a diferença absoluta chega a 0,084, ou em termos relativos quase 34%. Percebe-se também que as menores variações dos resultados do ALTA II, comparativamente aos outros dois equipamentos, ocorre na amostra terracota (cor média), com diferença absoluta de 0,043 (abaixo), o que representa uma diferença percentual de 9,4%. No entanto, ao analisar o resultado da amostra branca, que embora possua diferença absoluta maior (0,060), percentualmente a variação é de 7,9%.

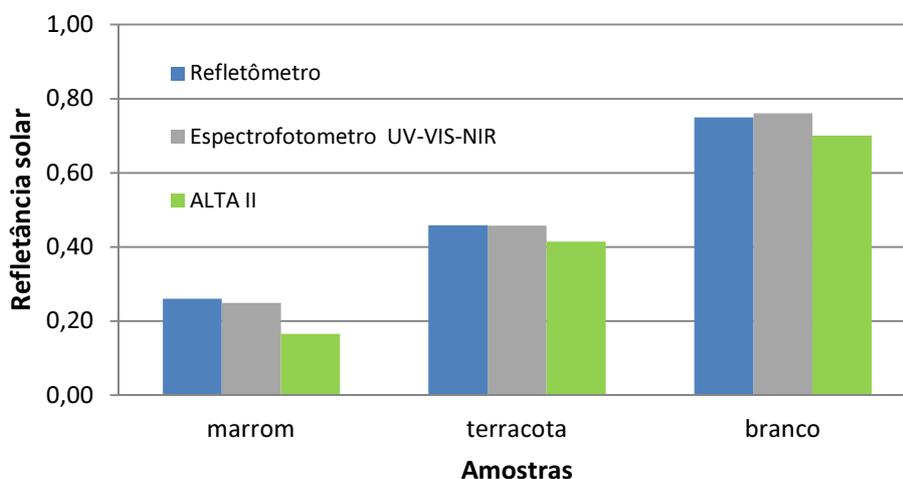


Figura 7. Comparação das refletâncias obtidas em cada equipamento.

A Tabela 4 apresenta um resumo das variações absolutas observadas entre os equipamentos para os resultados de refletância de todas as amostras.

Tabela 4. Variação absoluta da refletância solar.

Variação (em módulo)			
Equipamentos	Amostras		
	Branca	Terracota	Marrom
(UV/VIS/NIR) - (REFLET.)	0,011	0,000	0,011
(UV/VIS/NIR) - (ALTA II)	0,060	0,043	0,084
(REFLET.) - (ALTA II)	0,049	0,043	0,095

Através da Figura 8 é possível observar o comportamento das curvas espectrais da refletância solar, obtida para cada amostra, nas medições utilizando o espectrofotômetro UV-VIS-NIR e o espectrômetro portátil ALTA II (OBS.: o refletômetro fornece apenas o valor integrado (total), por isso não é possível gerar curvas em função do comprimento de onda). Na medição com o espectrofotômetro UV-VIS-NIR fica evidente a características de alta reflexão da amostra de cor branca ao longo de todo o espectro. Já a refletância da cor terracota tem aumento significativo a partir do comprimento 480 nm chegando a um ponto de estabilização próximo ao comprimento 900 nm e se estende até o fim da faixa de análise. Na amostra de cor marrom o valor da refletância espectral cresce até alcançar o comprimento 1800 nm, depois disso estabiliza, se mantendo praticamente em uma linha que sobrepõe os valores observados na amostra terracota.

Fica evidente também na Figura 8 a limitação no intervalo espectral coberto pelo ALTA II em relação ao espectrofotômetro UV-VIS-NIR, o que se reflete em variações mais elevadas entre os resultados, conforme já indicado na Tabela 4. Assim como indicado pelos valores de variação absoluta, observa-se graficamente, através da curva espectral, que a melhor aproximação entre os resultados do ALTA II e o espectrofotômetro UV-VIS-NIR ocorre na cor com refletância considerada média (amostra terracota).

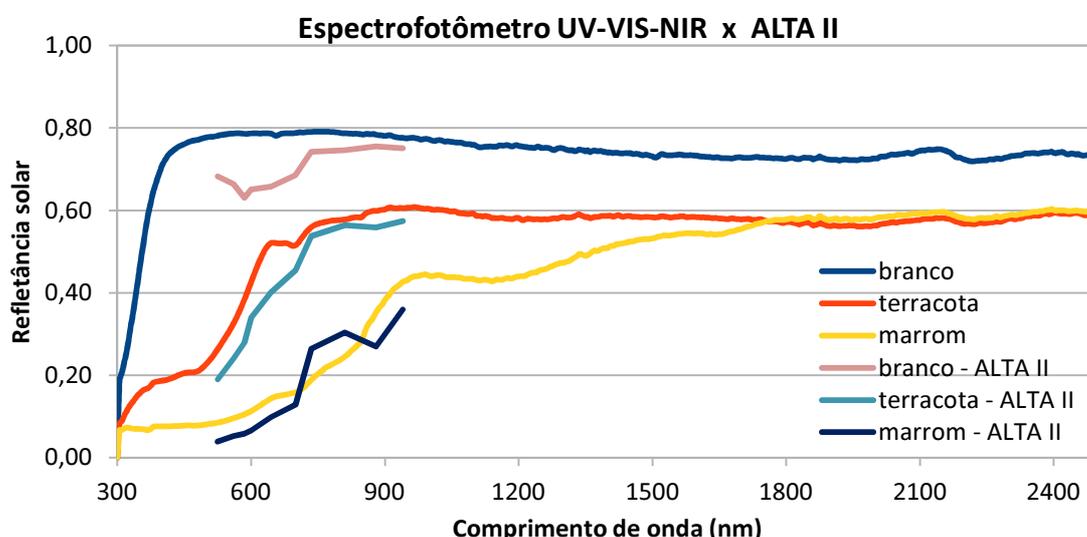


Figura 8. Curvas espectrais das amostras

#### 4.3 Resultados de emitância

Na verificação das emitâncias térmicas das três amostras cerâmicas analisadas (branca, terracota e marrom), foi observado o mesmo resultado, ou seja, o valor de 0,83 (absoluto). Um valor elevado de emitância já era esperado para as três amostras. Apesar do acabamento esmaltado (“brilhoso”) da superfície, estes tipos de pastilhas cerâmicas não tem o comportamento de um material polido baixo emissivo.

### 5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou a verificação da refletância solar de três amostras de pastilhas cerâmicas com aplicação em fachadas (cores: branca, terracota, marrom) através de diferentes equipamentos de medição: um espectrofotômetro UV-VIS-NIR PerkinElmer, um refletômetro D&S e um espectrômetro portátil ALTA II.

Todos os equipamentos são importados, sendo que o espectrofotômetro UV-VIS-NIR e o refletômetro atendem aos requisitos técnicos para medições segundo as normas ASTM E903 e ASTM C1549, respectivamente. Já o espectrômetro ALTA II é um equipamento de uso didático e de pesquisa, que ainda não tem aplicação normativa.

A medição utilizando o espectrofotômetro UV-VIS-NIR é considerada mais precisa (de referência) uma vez que o intervalo de comprimentos de onda (300-2500 nm) coberto na medição corresponde a maior parte do espectro solar.

Os resultados das medições mostraram uma ótima aproximação entre os resultados do espectrofotômetro UV-VIS-NIR e do refletômetro. A variação absoluta máxima foi de apenas  $\pm 0,011$ , o que em termos percentuais significa um erro médio menor do que 1,5%.

Na comparação entre o espectrofotômetro UV-VIS-NIR e o ALTA II, observou-se uma variação relativa dos resultados num intervalo de 7,9% (par cor branca) a 34% (para cor marrom).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKBARI H, LEVINSON R. Evolution of cool roof standards in the United States. **Advances in Building Energy Research**. 2008;2:1-32. Disponível em: <<http://repositories.cdlib.org/lbnl/LBNL-736E>>.
- AKBARI, H., MATTHEWS, H.D. Global cooling updates: Reflective roofs and pavements. **Energy and Buildings**, v. 39, p. 2-6, 2012.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C1549-02**: Standard Test Method for Determination of Solar Reflectance Near Ambient Temperature Using a Portable Solar Reflectometer, 2002.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **E903-96**: Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres, 1996.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C1371 – 10**: Standard Test Method for Determination of Emittance of Materials Near Room Temperature Using Portable Emissometers. 2010.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **G173-03**: Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances - Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface. ASTM International, 2003.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-1**: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.
- CASTRO, A.P.A.S. **Análise da refletância de cores de tintas através da técnica espectrofotométrica**. 2002. 127 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2002.
- DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- D&S – DEVICES AND SERVICES. **Solar Spectrum Reflectometer Model SSR Version 6**. Disponível em: <<http://www.devicesandservices.com/SSR%20Spec%20Sheet.pdf>>. Acesso em: março/2013.
- KARLESSI, T., SANTAMOURIS, M., POSTOLAKIS, K., SYNNEFA, A., LIVADA, I. Development and Testing of Thermochromic Coatings for Buildings and Urban Structures. **Solar Energy**, v. 83, n. 4, p. 538–551, abril 2009.
- LEVINSON, R.; AKBARI, H.; BERDAHL, P. Measuring Solar Reflectance—Part II: Review of Practical Methods. **Solar Energy**, v. 84, p. 1745-1759, 2010.
- PERKINELMER, 2013. **Technical Specifications for Spectroscopy the LAMBDA 1050 UV/Vis/NIR and LAMBDA 950 UV/Vis/NIR Spectrophotometers**. Disponível em: <[http://www.perkinelmer.com/CMSResources/Images/44-74789SPC\\_LAMBDA1050LAMBDA950.pdf](http://www.perkinelmer.com/CMSResources/Images/44-74789SPC_LAMBDA1050LAMBDA950.pdf)>. Acesso em: março/2013.
- SANTAMOURIS, M.; SYNNEFA, A; KARLESSI, T. Using Advanced Cool Materials in the Urban Built Environment to Mitigate Heat Islands and Improve Thermal Comfort Conditions. **Solar Energy**, v. 85, p. 3085–3102, 2011.
- SANTOS, E. S.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. **Influência do Ambiente de Medição sobre a Verificação da Absortância de Superfícies Opacas Utilizando um Espectrômetro Portátil**. X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC, Natal, 2009.
- SYNNEFA, A.; SANTAMOURIS, M.; AKBARI, H. Estimating the Effect of Using Cool Coatings on Energy Loads and Thermal Comfort in Residential Buildings in Various Climatic Conditions. **Energy and Buildings**, v. 39, n. 11, p. 1167–1174, nov. 2007.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), ao MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação) e a ELETROBRAS/PROCEL pelos recursos financeiros aplicados no financiamento dos projetos que proporcionaram o desenvolvimento deste trabalho.