



## **INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL SOBRE OS VALORES DA ABSORTÂNCIA SOLAR DETERMINADOS COM O ESPECTRÔMETRO PORTÁTIL ALTA II**

**Elisiane I. dos Santos<sup>a</sup> (1); Isadora L. Coimbra<sup>a</sup> (2);  
Deivis L. Marinoski<sup>a</sup> (3); Roberto Lamberts<sup>a</sup> (4); Kelen A. Dornelles<sup>b</sup> (5).**

<sup>a</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Cx Postal 476, CEP 88040-970, Florianópolis-SC

<sup>b</sup> Universidade do Estado de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Av. Trabalhador São-Carlense, 400, CEP 13566-590, São Carlos-SP

(1) Física e Matemática, Mestranda em Engenharia Civil PPGEC/UFSC, [elisiane@labeee.ufsc.br](mailto:elisiane@labeee.ufsc.br)

(2) Acad. de Eng. Mecânica, Bolsista IC PIBIC/CNPq [isadoralimas@gmail.com](mailto:isadoralimas@gmail.com)

(3) Eng. Civil, Dr, Pesquisador PNPd/CAPES, [deivis@labeee.ufsc.br](mailto:deivis@labeee.ufsc.br)

(4) Eng. Civil, PhD, Professor do Dep. de Eng. Civil da UFSC, [lamberts@labeee.ufsc.br](mailto:lamberts@labeee.ufsc.br)

(5) Eng.<sup>a</sup> Civil, Dra, Pesquisadora FAPESP, [kelend@terra.com.br](mailto:kelend@terra.com.br)

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo sobre a influência da rugosidade superficial sobre os valores da absorptância solar, determinados com o espectrômetro portátil ALTA II. Foram utilizadas 24 amostras de testes em cinco cores (branco, preto, verde, vermelho, azul) de tintas disponíveis comercialmente. Algumas das cores selecionadas têm mais de um tipo de acabamento, tal como: emborrachada, acrílica semibrilho, acrílica fosca e PVA. As tintas foram aplicadas sobre superfícies com três texturas diferentes, sendo estas superfícies: cerâmica; lixa com granulometria P24 e lixa com granulometria P36. Os testes foram realizados em uma câmara escura e os valores encontrados no intervalo espectral de medição são ajustados ao espectro solar padrão. Valores de referência para a absorptância das amostras cerâmicas e o perfil de rugosidade dos três substratos utilizados foram determinados com equipamentos de precisão. A influência das diferentes rugosidades superficiais para cada tipo de tinta é apresentada por meio de suas curvas espectrais. Os resultados da absorptância solar total, para todas as amostras, também são comparados com os valores de referência. Observa-se que, praticamente, todos os valores de absorptância nas amostras cerâmicas são inferiores aos valores obtidos nas amostras de lixas.

Palavras-chave: Tintas, Absortância à Radiação Solar, Espectrômetro Portátil, Rugosidade.

### **ABSTRACT**

This paper presents a study about the influence of surface roughness on the values of solar absorptance, determined with the portable spectrometer ALTA II. We used 24 test samples in 5 colors (white, black, green, red, blue) of paints commercially available. Some colours have different types of finishing (rubber, acrylic semi-gloss, matte acrylic and PVA). Paints were applied on surfaces with 3 texture types. The surface textures are: ceramic surface and sandpapers type P24 and P36. The tests were accomplished into a dark chamber and the values of the spectral range of measurement were adjusted to standard solar spectral. Reference values of absorptance for ceramic samples and too roughness profiles of the 3 substrates were determined with precision equipments in laboratory. The influence of surface roughness variability for each type of paints is presented through spectral curves. Also, results of total solar absorptance for all samples and reference values are compared. It is observed that almost all values of absorptance in ceramic samples are lower than those obtained from samples of sandpaper.

Keywords: Paints, Solar Radiation Absortance, Portable Spectrometer, Roughness.

## 1 INTRODUÇÃO

É quase um senso comum a idéia de que o clima está mudando devido à ação humana. Nas grandes cidades cada vez mais a pavimentação e a construção de edifícios têm contribuído para o fenômeno da formação das chamadas “ilhas de calor urbanas”. Áreas com este tipo de condição climática apresentam temperaturas médias do ar durante o dia, cerca de 2°C a 5°C maiores do que em zonas rurais (SYNNEFA; SANTAMOURIS; AKBARI, 2007).

A incidência e distribuição da radiação solar estão entre os fatores que mais contribuem para o ganho térmico em construções, bem como para o agravamento das ilhas de calor no meio urbano. A maneira como esta energia (luz e calor) será dissipada dependerá, entre outros fatores, das propriedades termofísicas dos elementos de fechamento das edificações. A absorvância solar dos elementos opacos é uma destas importantes propriedades, sendo essa absorvância definida como a razão entre a energia solar absorvida pela superfície e o total da energia solar incidente na superfície (ABNT, 2005).

As absorvâncias do envelope construtivo determinam o impacto da radiação solar na edificação, pois indicam qual a fração da radiação solar que efetivamente afeta as temperaturas internas, e qual é a fração refletida para o meio externo (GIVONI, 1981). Estudos indicam também que a diminuição da temperatura superficial dos materiais contribui diretamente para o desempenho térmico de uma edificação, atenuando os efeitos negativos das ilhas de calor (FIGUEIREDO et al., 2009).

Com o desenvolvimento mundial as construções ganharam muitos tipos de acabamentos superficiais que geram diferentes valores de absorvância. Esse acabamento final é, na maioria das vezes, adquirido com a utilização de tintas industriais. Dornelles (2008) estudou a aplicação do espectrômetro portátil ALTA II para a análise da absorvância solar de diferentes cores de tintas comercialmente disponíveis aplicadas em superfícies opacas. Além dele, Santos, Marinoski e Lamberts (2009) analisaram a influência do ambiente de medição no valor da absorvância determinada com o ALTA II.

No entanto, não somente o tipo de acabamento (cor) é responsável pela absorvância solar. De acordo com Dornelles (2009), a rugosidade superficial também deve ser considerada. Esse fato já foi analisado por Seker e Tavit (1996) e eles encontraram um aumento linear da absorvância devido à rugosidade, sendo que cada 0,08mm de acréscimo na rugosidade elevam a absorvância da superfície em até 23%.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo é analisar a influência da rugosidade de superfícies opacas, com a aplicação de alguns tipos de tintas comercialmente disponíveis, sobre os valores da absorvância solar determinados com o espectrômetro portátil ALTA II.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 Equipamento de medição

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 470nm e 940nm, com medições pontuais no espectro visível e infravermelho (Tabela 1). 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. Essa energia quando refletida é detectada por um sensor no centro do orifício circular na base do aparelho (Figura 1).

Para chegar à quantidade de energia que é refletida pelas superfícies, os valores de refletância obtidos para cada amostra devem ser corrigidos de acordo com a intensidade da radiação solar para cada comprimento de onda, a partir do espectro solar padrão. Neste estudo foram adotados os valores do espectro solar padrão segundo a ASTM (2003), 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). Por fim, para determinar a refletância total das amostras (ou absorvância, que corresponde ao complemento numérico) foi adotado o procedimento de cálculo apresentado por Santos, Marinoski e Lamberts (2009).

Tabela 1. 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

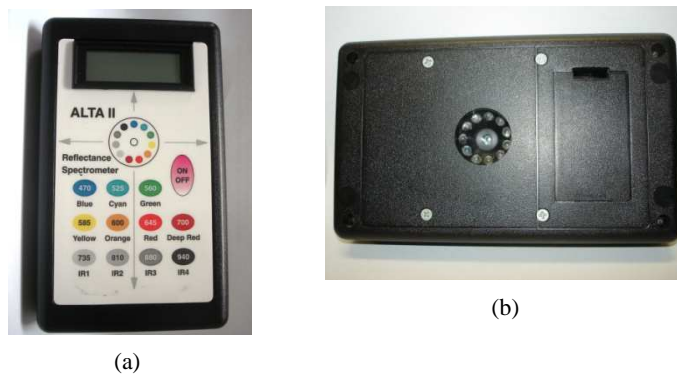


Figura 1. Espectrômetro ALTA II: vista frontal (a) e base do aparelho (b).

### 3.2 Preparação das amostras

As amostras foram confeccionadas utilizando cerâmicas sem acabamento superficial (10 cm x 10 cm) e duas lixas comercialmente vendidas com granulométrica de P36 e P24, cortadas em dimensões de 3,5 cm x 3,5cm. Para pintura das amostras foram escolhidas cinco cores de tintas: branco, preto, vermelho, azul e verde, todas oriundas de fabricantes nacionais.

A cor azul é representada por três tipos de acabamento: PVA, acrílica semibrilho e acrílica fosca. Já as tintas das cores, preta, verde e vermelha possuem apenas o acabamento do tipo acrílico fosco. A tinta PVA tem seu uso recomendado para ambientes internos de construções por ter pouca resistência às intempéries, entretanto, é uma das tintas com menor custo no mercado, sendo, portanto, utilizada também em fachadas externas. Já a tinta acrílica semibrilho é um produto indicado tanto para áreas externas quanto internas de edificações, já que essa cobertura proporciona certa medida de impermeabilidade, durabilidade e resistência à aderência de resíduos. A tinta acrílica fosca é a escolha para a maioria das paredes interiores e tetos, ela não apresenta brilho algum, e esse fato não reduz e nem modifica a sua qualidade. Portanto, a tinta fosca, por ter um teor de resina mais baixo que a tinta semibrilho, apresenta resistência menor às intempéries.

A cor branca foi apresentada com duas formas de acabamento: acrílica fosca e emborrachada. As características sobre o uso da tinta acrílica fosca branca são as mesmas apresentadas anteriormente. Já a tinta emborrachada forma uma película impermeável e flexível sobre a superfície que é aplicada, capaz de acompanhar o efeito de dilatação pela mudança de temperatura. Possui resistência e durabilidade, conseqüentemente, é aplicada geralmente em ambientes externos e telhados.

Cada uma das tintas foi aplicada sobre as lixas e as cerâmicas, totalizando 24 amostras com três rugosidades (Figura 2). A aplicação foi feita com compressor de ar e pistola (jato de tinta). A Tabela 2 contém a nomenclatura de cada amostra de acordo com a rugosidade, cor e tipo de tinta, possibilitando uma melhor organização e entendimento do processo.

Todas as tintas foram diluídas com água, na proporção de 3/2, ou seja, três medidas de tinta para duas de água. Essa proporção foi escolhida, devido à dificuldade da pistola para fazer a sucção da tinta quando esta é pouco diluída. Previamente, uma base cinza foi aplicada sobre os substratos (lixas e cerâmica). Após isso, foi aplicada cada uma das cores selecionadas, em três demãos.

Na Figura 3, que apresenta as amostras pintadas com a tinta branca acrílica fosca, é possível notar visivelmente a diferença nas rugosidades entre a cerâmica e as lixas P36 (canto inferior direito) e P24 (canto superior direito).

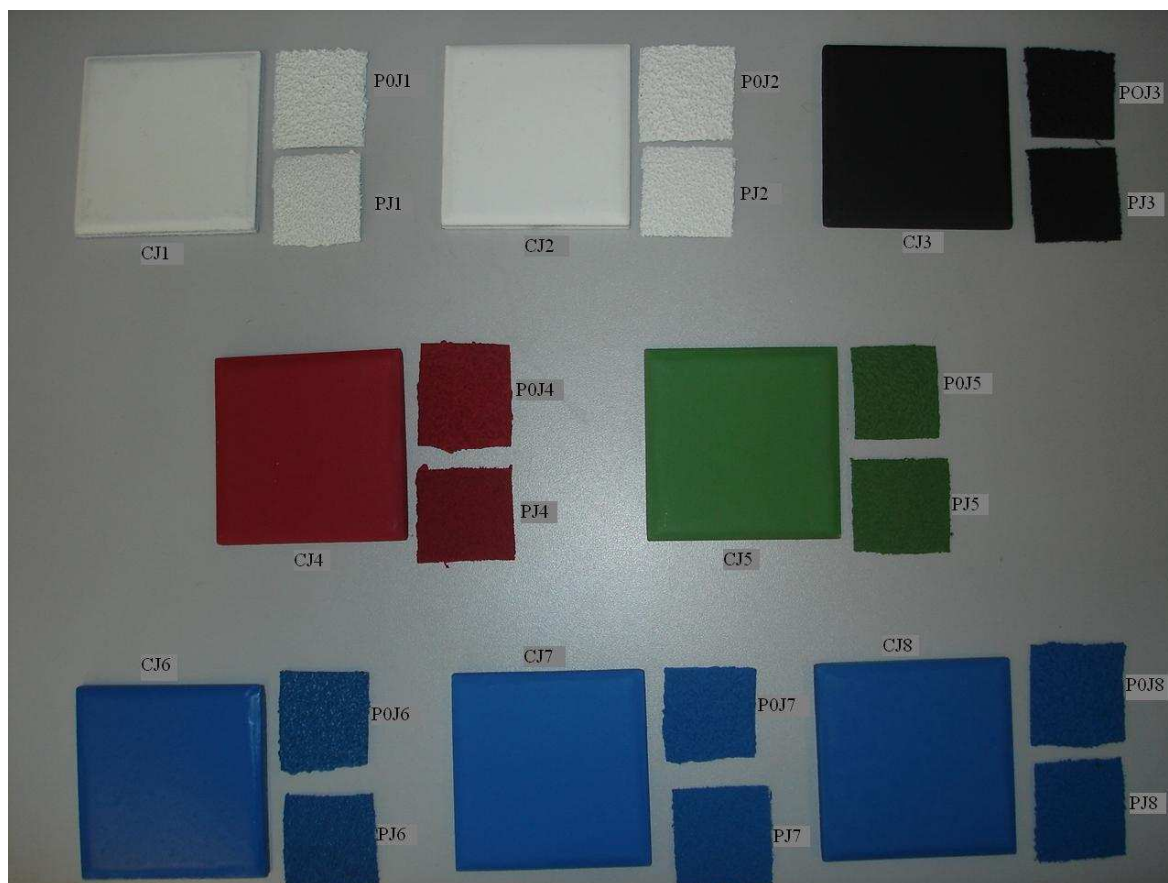


Figura 2. Amostras analisadas.

Tabela 2. Nomenclatura das amostras cerâmica e de porosidades P 36 e P24.

Cores e tipos de tintas	Cerâmica	Lixa P 36	Lixa P 24
Branca Emborrachada	CJ1	PJ1	P0J1
Branca Fosca	CJ2	PJ2	P0J2
Preta Fosca	CJ3	PJ3	P0J3
Vermelha Fosca	CJ4	PJ4	P0J4
Verde Fosca	CJ5	PJ5	P0J5
Azul Acrílica Semi-brilho	CJ6	PJ6	P0J6
Azul PVA	CJ7	PJ7	P0J7
Azul Fosca	CJ8	PJ8	P0J8



Figura 3. Amostra na cor branca acrílica fosca em suas três rugosidades.

### 3.3 Ambiente de medição

Os ensaios foram realizados dentro de uma câmara escura (caixa pintada de preto) montada especificamente para o uso do ALTA II. O aparato foi cuidadosamente vedado para impedir qualquer tipo de infiltração de luz, deixando apenas uma abertura frontal (Figura 4) onde fica exposta a frente do espectrômetro, permitindo assim o acionamento dos botões e visualização do display.



Figura 4. Abertura na câmara, deixando exposta a frente do espectrômetro.

### 3.4 Valores de referência

Como valores de referência para um comparativo com os resultados do ALTA II, foram determinadas as absorvâncias das amostras cerâmicas que receberam a aplicação das tintas selecionadas. A verificação desses valores foi realizada de acordo com o procedimento proposto por Dornelles (2008), sendo utilizado um espectrofotômetro da marca Varian, modelo CARY 5G, que pertence ao Instituto de Química da UFSCar (SP). Esse equipamento permite cobrir a maior parte do espectro solar, sendo que as medidas foram tomadas a cada 1nm, na faixa de 300nm a 2500nm.

### 3.5 Verificação rugosidade

A superfície das amostras foi analisada também em relação a sua rugosidade. Para tal, foi utilizado um medidor de rugosidade (rugosímetro) modelo Taylor Hobson, série 654, pertencente à Fundação CERTI – Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras. O rugosímetro determina o perfil da textura da amostra no comprimento de amostragem (cut-off) e diversos parâmetros de rugosidade. Para este estudo foram obtidos os parâmetros de Ra e Rz. O parâmetro Ra é a rugosidade média do perfil da amostra e o Rz corresponde à média das distâncias entre o ponto máximo e mínimo do perfil em cada módulo de medição (ZANETTINI, 2004), sendo que o comprimento da amostragem é dividido em cinco módulos de medição. As incertezas metrológicas, para Ra e Rz, são respectivamente iguais a  $0,005+R/57$  e  $0,034+R/68$ , onde R é o resultado da medição do parâmetro em questão em  $\mu\text{m}$ .

As análises das lixas foram realizadas em moldes das amostras, confeccionados com gesso odontológico (Figura 5), pois os grãos de areia das lixas poderiam danificar o equipamento.

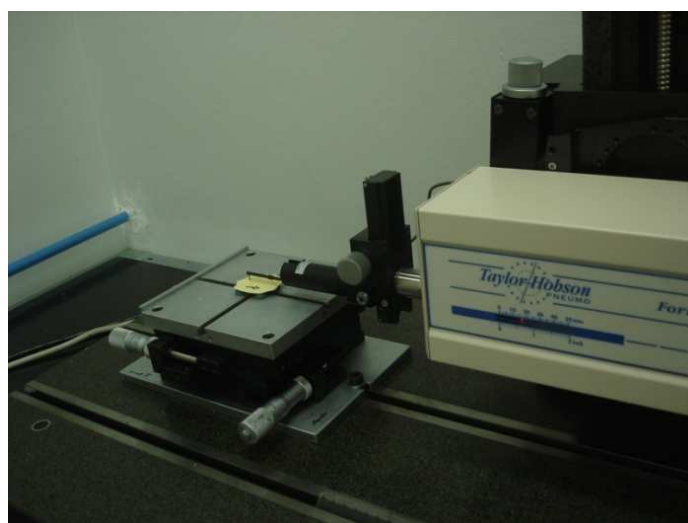


Figura 5. Molde da amostra sendo analisado pelo rugosímetro.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Valores de referência

Os valores das absorvâncias de referência, obtidos no espectrofotômetro CARY 5G e integrados no intervalo de 300nm a 2500 nm, são apresentados na Tabela 3. A ordem da nomenclatura segue as cores e tipos de tintas aplicadas nas cerâmicas conforme a Tabela 2.

Tabela 3. Valores das absorvâncias de referência (amostras cerâmicas).

Amostra	CJ.D1	CJ.D2	CJ.D3	CJ.D4	CJ.D5	CJ.D6	CJ.D7	CJ.D8
Absortância	0,22	0,11	0,97	0,67	0,86	0,71	0,64	0,71

### 4.2 Perfil de rugosidade

O perfil de rugosidade das amostras é apresentado na Figura 6, onde os gráficos CJ001, PJ001, POJ001 referem-se às amostras cerâmicas (CJ) e às lixas P36 e P24, respectivamente.

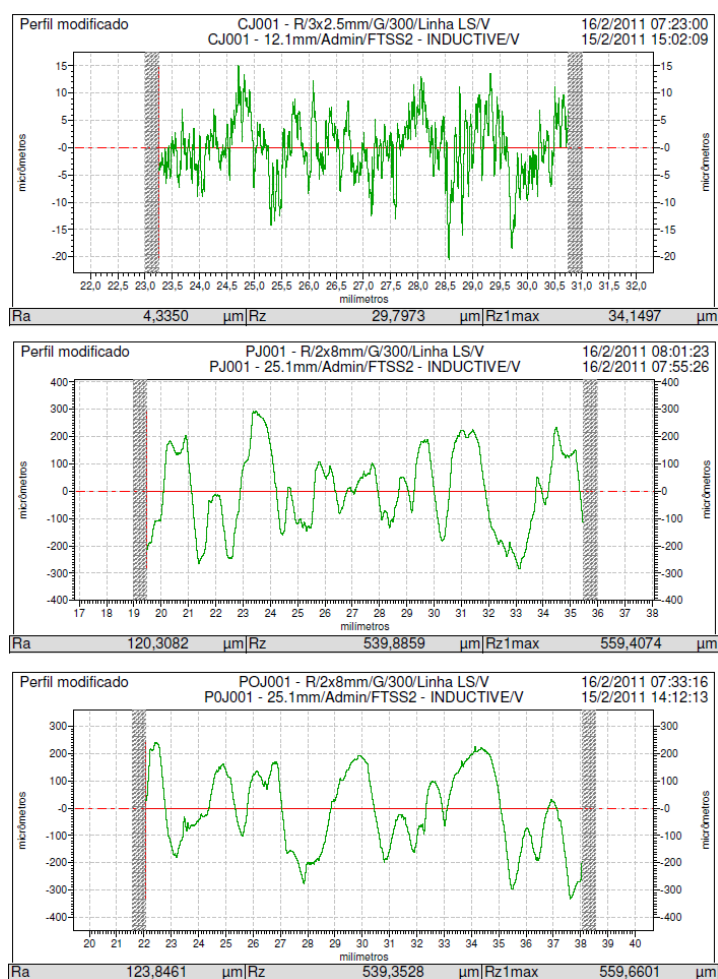


Figura 6. Perfil de rugosidade das amostras CJ, P36 e P24.

### 4.3 Medições com o ALTA II

Na Figura 7 são apresentados os resultados das medições realizadas com o ALTA II para cada cor selecionada, comparando os diferentes substratos de aplicação.

Tratando do comportamento espectral de cada tinta, é interessante destacar, no caso das tintas brancas, que em quase todo o espectro de medição com o ALTA II, os valores medidos nas lixas se mantêm acima na linha do resultado da amostra cerâmica.

As amostras pintadas com a tinta preta não apresentam diferenças relevantes no comportamento de suas curvas espectrais, apesar de a amostra cerâmica ter valores levemente mais baixos.

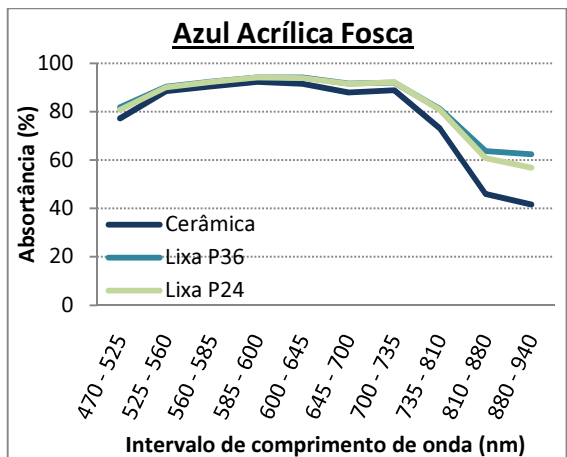
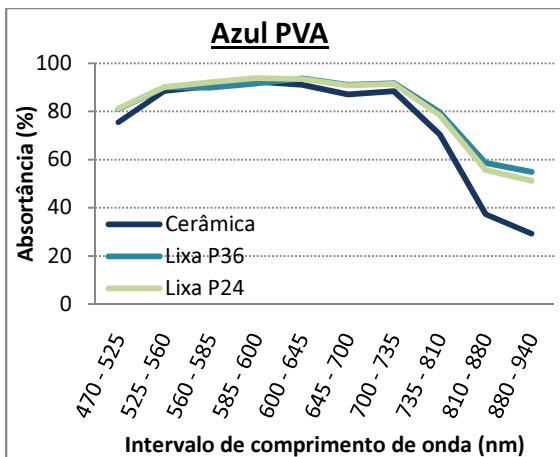
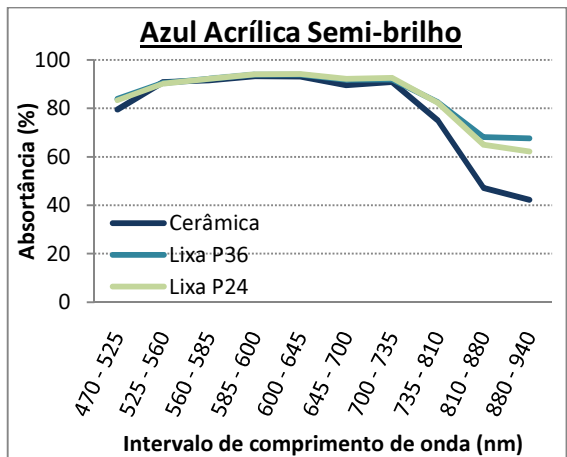
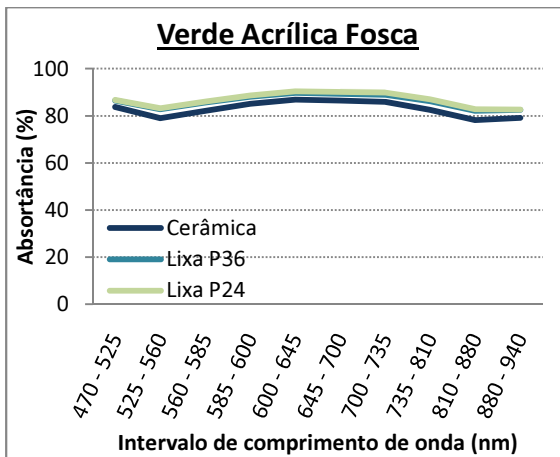
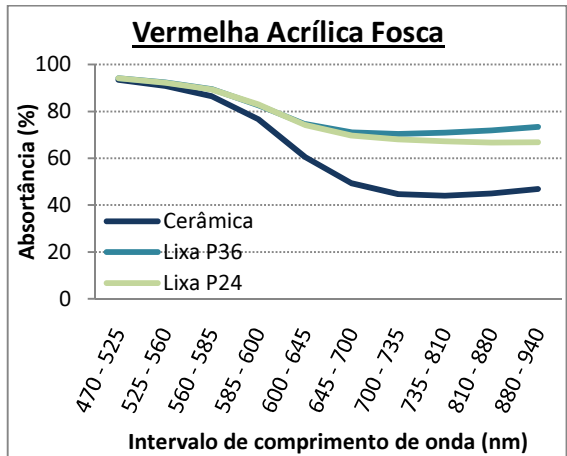
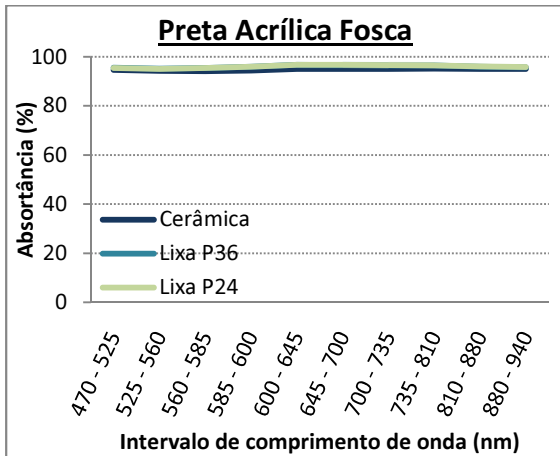
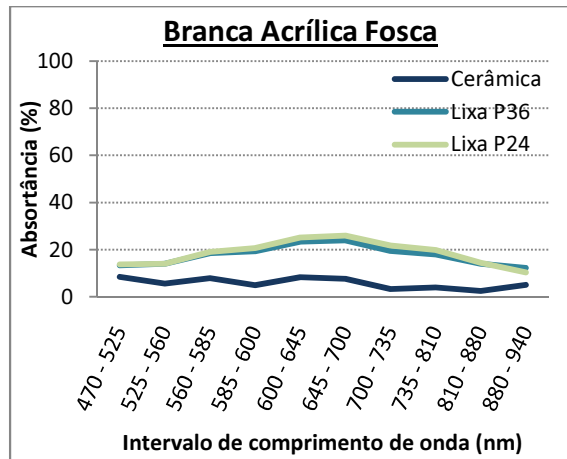
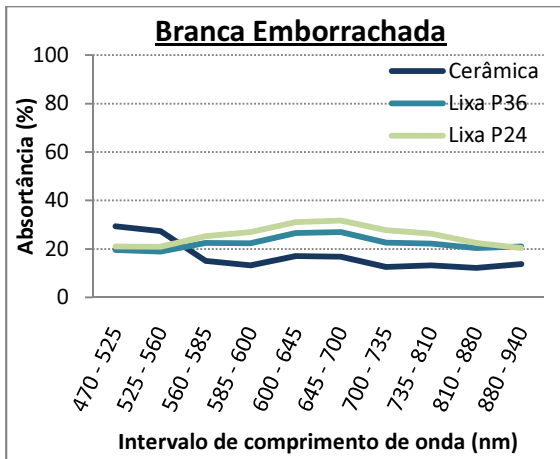


Figura 7. Curvas espectrais das absorções das tintas selecionadas, para as três superfícies.

Nas amostras pintadas com a tinta vermelha, pode-se observar que a cerâmica tem uma queda mais rápida de seus valores de absorvância a partir dos 600nm e na região do infravermelho ocorre uma pequena elevação desses valores. Enquanto isso, nas amostras rugosas se observa uma queda constante de seus valores, diferenciando-se estes um pouco quando dentro da região do infravermelho.

Na tinta verde, as três amostras apresentam o mesmo comportamento em suas curvas espectrais, apesar da amostra cerâmica ter seus valores levemente menores. Esta estabilidade nas curvas, que também ocorre na cor preta, é observada nessas tintas que possuem um aspecto mais escuro.

As amostras pintadas com os três tipos de tintas azuis demonstram o mesmo comportamento de valores espectrais. Para esta cor as amostras cerâmicas têm uma queda mais rápida de seus valores próximos e na região do IV, sendo que a amostra PVA tem uma queda ligeiramente mais acentuada de valores em suas três rugosidades, porém, mostrando a mesma diferença entre a cerâmica e as lixas que as amostras acrílicas.

A comparação entre os valores de absorvância solar total obtidos para as 24 amostras testadas com o ALTA II, bem como também os oito valores encontrados para as amostras de referência, são apresentados na Figura 8.

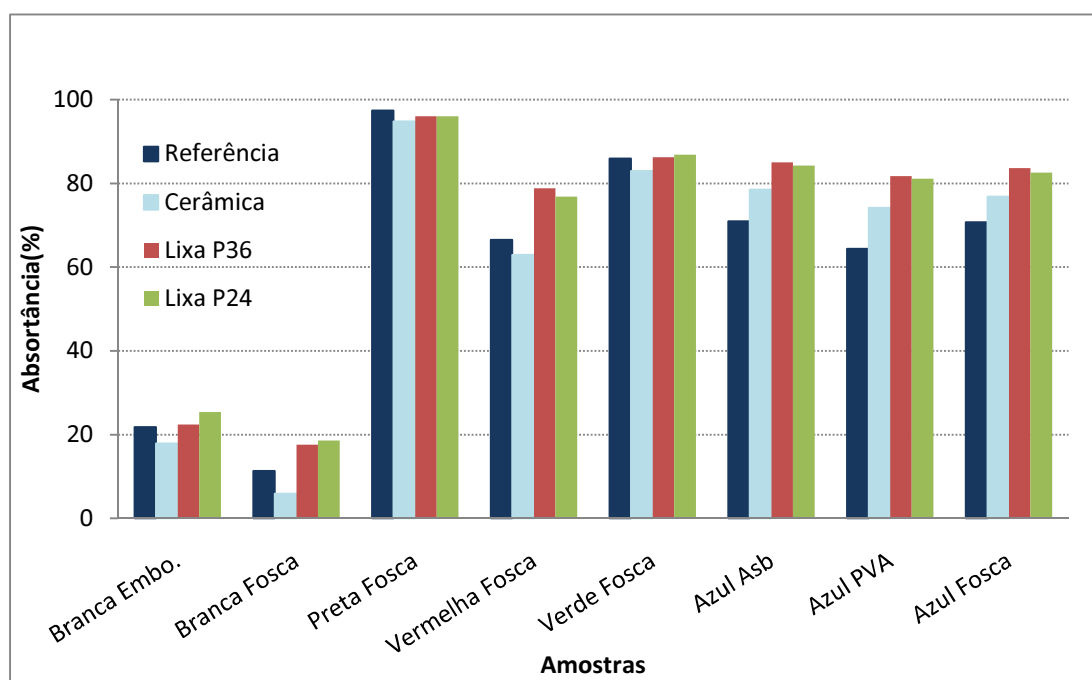


Figura 8. Comparação entre os resultados da absorvância solar para todos os casos

Novamente, agora em termos totais, evidencia-se que as duas tintas brancas (emborrachada e fosca) apresentam as maiores variações dentro do conjunto das suas respectivas quatro amostras.

Já no caso da tinta preta e da tinta verde (que possuem as maiores absorvância), nota-se que os valores totais (integrados) para cada um dos conjuntos de quatro amostras têm as menores variações entre si, independentemente do equipamento de medição utilizado (CARY 5G ou ALTA II) e do tipo de superfície de aplicação (cerâmica ou lixas). Este comportamento já era esperado, visto que a energia refletida pela superfície de volta para o sensor, neste caso, é baixa, minimizando as incertezas dos instrumentos e o efeito da diferença de rugosidade da base de aplicação.

Além disso, é possível notar, de modo geral, que a variação entre os resultados da absorvância medida pelo ALTA II para as tintas aplicadas sobre a lixa P36 e P24 é sempre muito pequena, sendo que a maior diferença não ultrapassou 0,03 (absoluto) ou 14%, no caso das amostras com tinta branca emborrachada. Esse resultado também é coerente, uma vez que os resultados de  $R_a$  e  $R_z$  obtidos para as superfícies das duas lixas são muito próximos ( $R_a = 120$  e  $123$ , e  $R_z = 539,9$  e  $539,3$ , respectivamente para P36 e P24).

Para todas as tintas, também se observou que os valores da absorvâncias medidos pelo ALTA II, nas amostras cerâmicas, são sempre inferiores aos valores obtidos nas amostras de lixas. Esta baixa pode ser atribuída basicamente ao efeito da menor rugosidade da superfície cerâmica ( $R_a = 4$  e  $R_z = 23$ ) em relação às lixas. Isto está de acordo com Dornelles (2009), que demonstra por meio de análises de regressão que o aumento da rugosidade aumenta a absorvância de cada amostra.



Entre as cores azuis, as amostras da tinta azul PVA (em suas três rugosidades) apresentam menor absorvância do que as amostras de tintas azuis acrílicas, concordando com os resultados obtidos por Santos, Marinowski e Lamberts (2009), que apresentam valores de absorvância próximos, porém diferentes para a mesma cor. Assim, demonstra-se mais uma vez que a absorvância não depende só da aparência da tinta, mas também da sua composição.

Os valores de absorvância solar total obtidos pelos equipamentos ALTA II e Espectrofotômetro CARY 5G (valores de referência), para as amostras cerâmicas, são apresentados e comparados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de absorvância da amostras cerâmicas encontrados com cada equipamento.

AMOSTRA	CJ1	CJ2	CJ3	CJ4	CJ5	CJ6	CJ7	CJ8
Espectrofotômetro	0,22	0,11	0,97	0,67	0,86	0,71	0,64	0,71
ALTA II	0,18	0,06	0,95	0,63	0,83	0,79	0,74	0,77
Diferença absoluta	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	-0,08	-0,10	-0,06
Diferença relativa	18%	48%	3%	5%	3%	-11%	-15%	-9%

A maior diferença absoluta observada é para a amostra da tinta azul PVA (CJ7) e as maiores diferenças relativas encontradas foram para as amostras brancas, em especial a amostra da tinta fosca (CJ2). Entre as tintas azuis todas as diferenças são apresentadas com valores negativos, isso se dá ao fato de os valores de absorvância encontrados pelo ALTA II serem mais elevados do que os de referências, para essas tintas.

## 5. CONCLUSÕES

A análise da rugosidade mostrou que as lixas P36 e P24, embora visualmente tenham uma textura diferente, têm valores de rugosidades semelhantes (em termos de Ra e Rz). Por isso em muitas das amostras os resultados de absorvância encontrados para os dois substratos com aplicação da mesma tinta é praticamente o mesmo.

Na aplicação das tintas com alta capacidade de absorção (ex: preto e verde, com absorvância > 80%), a variação da rugosidade do substrato (lixas e cerâmica) não causa interferência significativa sobre os resultados da medição. Esse comportamento ocorre, uma vez que a energia refletida na superfície de volta para o sensor, neste caso, é baixa, minimizando as incertezas dos instrumentos e o efeito da diferença de rugosidade da base de aplicação. Ainda concluímos que para estas duas cores, juntamente com a cor vermelha, os valores totais (integrados) de absorvância têm as menores variações entre si, independentemente do equipamento de medição utilizado (CARY 5G ou ALTA II).

Também para todas as tintas, os valores da absorvâncias medidos pelo ALTA II nas amostras cerâmicas são inferiores aos valores obtidos nas amostras de lixas. Esta baixa pode ser atribuída basicamente ao efeito da menor rugosidade da superfície cerâmica ( $R_a = 4$  e  $R_z = 23$ ) em relação às lixas. Isto está de acordo com o que encontramos em Dornelles (2009), ao apresentar análises de regressão indicativas de que o aumento da rugosidade aumenta a absorvância de cada amostra.

Entre as cores azuis, as amostras da tinta azul PVA (em suas três rugosidades) apresentam menor absorvância do que as amostras de tintas azuis acrílicas, mostrando que a absorvância não depende só da aparência da tinta, mas também da sua composição.

Considerando mais este estudo realizado com o ALTA II, é possível observar que o equipamento possui uma confiabilidade aceitável para realização de ensaios sobre absorvância solar de superfícies opacas, pois os valores de absorvância encontrados são coerentes com as análises de rugosidades superficiais.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-1: Desempenho Térmico de Edificações – parte 1: Definições, símbolos e unidades**, Rio de Janeiro, 2005.
- DORNELLES, K. A. **Absorvância Solar de superfícies opacas: Conceitos, Métodos de determinação e base de dados para tintas imobiliárias**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.

- DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: base de dados de tintas látex e PVA e a influência da rugosidade superficial.** X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC, Natal, 2009.
- FIGUEIREDO, E.; CASTRO, A. P. A. S.; LABAKI, L. C.; CARAM, R. **Medidas de refletância de cores para pintura externa exposta ao tempo.** X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC, Natal, 2009.
- GIVONI, B. **Man, climate and architecture.** Applied science publishers, London, 1981.
- 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.
- SEKER, D. Z.; TAVIL, A. Ü. **Evaluation of exterior building surface roughness degrees by photogrammetric methods.** Building and Environment, v. 31, n. 4, 1996.
- 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, 2007.
- ZANETTINI, J. J.. Mecânica Geral – Acabamento Superficial. CFP SENAI Artes Gráficas, Porto Alegre, 1994.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES, e FAPESP pelos recursos financeiros aplicados no financiamento deste estudo. Ao SENAI (Unidade Tijucas) pelo fornecimento das amostras de pastilhas cerâmicas. Também ao LabTermo (Laboratório de Ciências Térmicas - UFSC) pelo espaço físico e equipamentos de pintura. Ao cirurgião dentista João Alberto Pietruza, pelos moldes em gesso odontológico das amostras. A Fundação CERTI, pela análise de caracterização de rugosidade das superfícies usadas nas amostras.