



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ESTUDO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS

Rebecca M. G. de M. Barros (1), Sílvia B. B. Uchôa (2), Karoline A. Melo (3)

(1) Mestranda, Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: becckinha@gmail.com.br

(2) Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: sbuchoa@gmail.com.br

(3) Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: melokarol@gmail.com

RESUMO

O principal propósito de um Sistema de Revestimento de Fachadas é separar o ambiente interno do ambiente externo, funcionando simultaneamente como uma barreira ou um filtro seletivo, que possa controlar uma série de forças e ocorrências. Dentro desse contexto, tem-se diversas técnicas aplicadas em fachadas, destacando-se o Revestimento Cerâmico de Fachadas (RCF), largamente utilizado devido a sua durabilidade, facilidade de limpeza e estética. Para o revestimento conseguir cumprir as suas funções, deverá resistir às diferentes solicitações a que estará sujeito, sejam elas físicas e mecânicas, entre outras, decorrentes das condições de exposição e localização da edificação. É imprescindível entender o funcionamento do sistema de revestimento e também os agentes que podem interferir neste, o que pode ser feito através da elaboração de um projeto voltado à execução dos revestimentos de fachadas. Mas este, infelizmente, ainda é encarado como um custo desnecessário, o que pode levar a diversos problemas nos revestimentos. A falta de planejamento pode ocasionar desempenho insuficiente e o aparecimento de manifestações patológicas no revestimento. Este trabalho realizou uma série de medições de temperaturas superficiais de fachadas de edifícios, procurando avaliar o efeito das cores do revestimento superficial na temperatura da fachada, considerando a orientação da superfície e a existência ou não de obstáculos. A variação de temperatura nas diversas camadas do revestimento gera tensões, podendo provocar descolamentos e perda de integridade do sistema. Os resultados mostraram que as fachadas expostas, sem obstáculos, apresentaram a maior variação de temperaturas entre cores claras e escuras, enquanto as fachadas que tinham alguma proteção, mesmo indireta, como outro edifício, apresentaram menor variação. A partir dos valores encontrados, pode-se concluir que há necessidade de se considerar a cor da superfície em conjunto com as condições de orientação e exposição, para evitar que as diferenças de temperatura levem ao aparecimento de manifestações patológicas.

Palavras-chave: revestimento de fachadas; temperatura superficial; desempenho.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Revestimento cerâmico de fachadas

Dentre os diversos sistemas em um edifício, tem-se o sistema de revestimento de fachadas cujo propósito é separar o ambiente interno do ambiente externo, funcionando simultaneamente como uma barreira ou um filtro seletivo, que possa controlar uma série de forças e ocorrências (GOLDBERG, 1998).

Em meio aos diversos tipos de revestimentos de fachadas, os revestimentos cerâmicos ocupam uma posição de destaque na construção de edifícios no Brasil, podendo ser enfatizadas a sua importância econômica e a sua participação no mercado. Pode-se dizer que os revestimentos cerâmicos e as pinturas são a preferência do consumidor em praticamente todas as regiões do país (MEDEIROS e SABBATINI, 1999). Este fato pode ser entendido devido às inúmeras vantagens dos revestimentos cerâmicos em relação aos demais revestimentos: entre as quais se destacam a grande durabilidade, a valorização estética, a facilidade de limpeza, as possibilidades de composição harmônica, a melhoria de estanqueidade da vedação, o conforto térmico e acústico da fachada e a valorização econômica do empreendimento.

Em trabalho anterior realizado em Maceió- AL, Gomes et al. (1997) encontraram um alto índice de ocorrência de manifestações patológicas, sendo a grande maioria fissuras, manchas e descolamentos de placas cerâmicas. As normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - referentes aos revestimentos de fachadas são relativamente recentes, o que justificaria os dados contendo o grande número de manifestações patológicas. Porém, verificou-se que mesmo em fachadas recentes ou que foram recuperadas nos 8 anos anteriores a pesquisa, podem ser encontrados os problemas e o não cumprimento das normas técnicas da ABNT (GOMES e UCHOA, 2004).

As placas cerâmicas podem apresentar diferentes tamanhos e cores, contribuindo com as suas características para o desempenho do revestimento. Considerando os aspectos ligados às deformações higrotérmicas sofridas pelo revestimento, este trabalho procurou avaliar o efeito dos diversos materiais na temperatura do revestimento e, a partir destes dados, avaliar a possível ocorrência de manifestações patológicas.

As condições de exposição e localização da edificação influenciam de forma variada o desempenho da fachada, a depender do tipo de revestimento adotado. Guimarães et al. (2002) realizaram um teste com diversos materiais de revestimento utilizados na construção civil e verificaram uma variação acentuada das temperaturas superficiais desses materiais relacionadas com as suas cores, com as condições de exposição à luz solar e com relação às orientações Norte, Sul, Leste e Oeste. Segundo Thomaz (apud GUIMARÃES et al., 2002), a amplitude e a taxa de variação da temperatura de um componente sob incidência solar vão depender da intensidade da radiação solar, da absorvância, que depende da cor da superfície, da emitância da superfície, da condutância térmica, entre outros fatores.

2 OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo realizar medições de temperatura superficial e de umidade relativa do ar em fachadas de edifícios localizados na orla de Maceió, procurando identificar a ocorrência de manifestações patológicas e a possível correlação destas com as medidas realizadas.

3 METODOLOGIA

3.1 Escolha dos Edifícios

A primeira etapa consistiu na escolha dos edifícios a serem estudados. Previu-se o estudo de edifícios com fachadas de diferentes cores e diferentes orientações. Como havia necessidade de acesso à área interna dos mesmos, foi feita a escolha baseada na possibilidade de acesso para realização das medidas. Na Figura 1 são mostrados os pontos aproximados de localização dos locais de medidas, nos bairros de Jatiúca e Ponta Verde. Estes bairros concentram grande número de edifícios e coincidem com área estudada anteriormente (GOMES e UCHÔA, 2004).

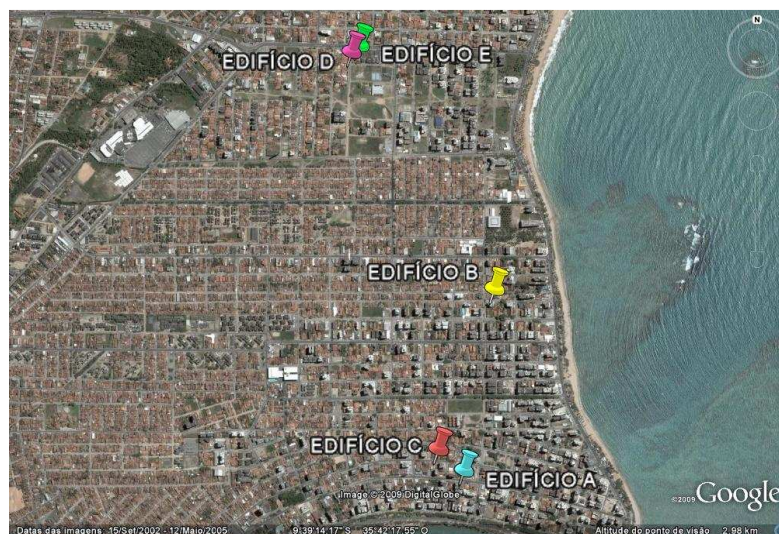


Figura 1 – Localização aproximada dos edifícios (Google maps)

3.2 Dados dos edifícios

Para auxiliar na caracterização das condições de exposição a que o edifício está sujeito, fez-se uso de um questionário para caracterizar o entorno do edifício (mapa), reunindo informações sobre a idade dos edifícios, se houve intervenções de manutenção ou reparo na fachada, existência dos projetos do edifício, existência de juntas de movimentação nas fachadas, entre outras. Esses dados são úteis na compreensão dos resultados das temperaturas nas fachadas e sobre eventuais manifestações patológicas encontradas. O questionário foi respondido pelo síndico de cada edifício.

3.3 Medições

As medidas realizadas foram:

- temperatura superficial externa e interna na parede;
- temperatura e umidade relativa do ar na altura da medida da temperatura e no pilotis do edifício.

Para as medições de temperatura das superfícies foi utilizado um termômetro infravermelho digital com resolução de 0,1°C para temperaturas até 200°C e de 1°C para temperaturas acima de 200°C. A mínima leitura do termômetro de operação é de -50°C e a máxima de 750°C. A emissividade pré-ajustada do termômetro é 0,95, por isso deve-se evitar utilizá-lo para medir a temperatura em superfícies metálicas que apresentam emissividade diferente do aparelho. O termômetro tem uma ferramenta de mira laser que auxilia na precisão do ponto em que se quer medir a temperatura. Deve-se ter cuidado ao utilizar o raio laser a pequenas distâncias, pois ele é deslocado 16 mm acima do centro do aparelho. Sendo assim, a temperatura obtida com o uso do laser é a do ponto 16 mm acima da área que se pretende medir. A medida é obtida apontando-se o termômetro para a superfície que se deseja obter a temperatura. Quanto maior for a distância entre o termômetro e a superfície, maior será o raio de medição da temperatura. Essa proporção entre distância e diâmetro da circunferência é de 12:1. Ou seja, se o termômetro estiver distante 12 m da superfície que se pretende medir a temperatura lida neste será a média das temperaturas em um raio de 1m. É recomendada a medida até a distância de 14 m.

As medições das temperaturas nos edifícios foram feitas no período da tarde entre 14 h e 16 h, devido a incapacidade de se realizar medições em diversos horários do dia, em vista da dificuldade dos apartamentos estarem disponíveis. As medições foram feitas dentro dos apartamentos, apontando-se o termômetro a uma distância média de 5cm das paredes. As paredes com aberturas ou janelas possibilitaram a medição da temperatura dentro e fora dos apartamentos, já que o termômetro digital é portátil, de modo que pode ser facilmente manuseado pela parte externa, apontando-se a mira laser para a placa cerâmica da fachada. Dessa forma, conseguiu-se a temperatura na superfície da parede dentro do apartamento e na placa cerâmica na fachada, em pontos equivalentes. Por isso, para medição dentro dos apartamentos, utilizaram-se as paredes que continham janelas ou aberturas, como mostradas na Figura 2. Este ponto foi escolhido para as medições, primeiramente, por se tratar de um local de fácil acesso do termômetro para qualquer tipo de esquadria. Além de ser um ponto central do

pano cerâmico que nos fornece uma média da temperatura neste, minimizando a interferência da esquadria e das paredes. Não estavam sendo utilizados aparelhos de condicionamento de ar e/ou ventiladores no aposento e como as medidas foram realizadas no horário da tarde, o uso durante o período noturno não teve influência sobre os resultados.

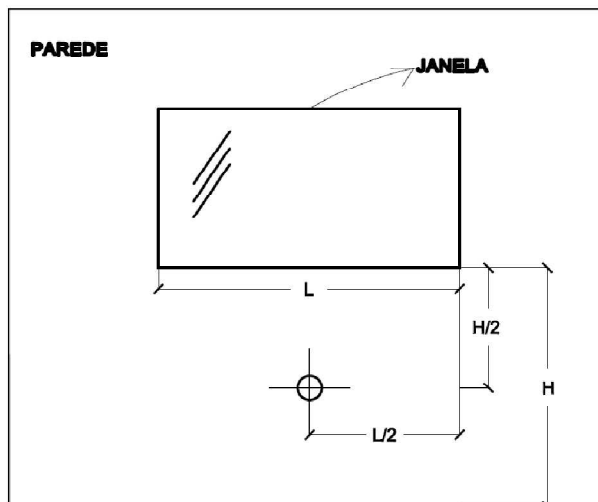


Figura 2. Posição das medidas realizadas nas superfícies.

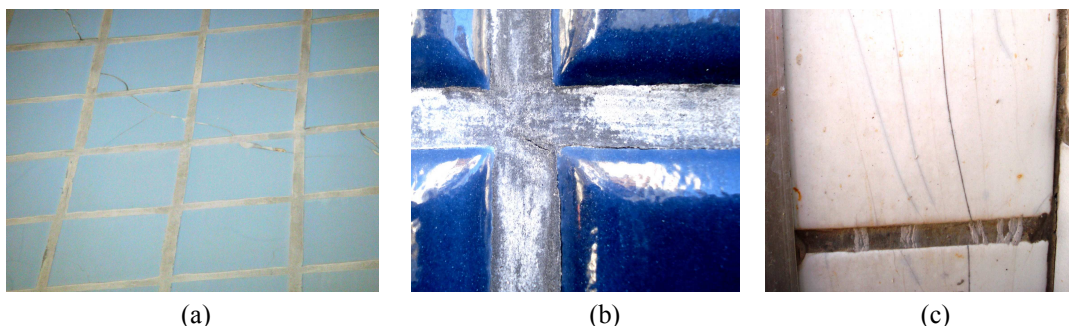
Para as medidas de temperatura e umidade relativa do ar foi utilizado um termohigrômetro digital. A função higrômetro do aparelho tem escala de 0 a 100% UR, resolução de 0,1% e precisão em torno de $\pm 3,5\%$ UR. A função termômetro apresenta escala entre -20°C a 60°C , resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$ e precisão em torno de $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$. Suas condições de operação estão entre 0°C e 50°C . As medidas foram feitas na área externa a distância média de 2,5 m da fachada e altura de 1,50m.

3.4 Levantamento de manifestações patológicas

Em cada edifício foi realizada uma inspeção das fachadas à procura de evidências de manifestações patológicas. Foram observados detalhes das fachadas, com anotações quanto à existência e localização de juntas de movimentação e outros detalhes construtivos, além de um levantamento fotográfico das fachadas e das manifestações patológicas.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados estão agrupados em duas tabelas, sendo a primeira referente às temperaturas superficiais das placas cerâmicas, às temperaturas e umidades relativas do ar e a presença ou não de elementos de sombreamento na fachada (tabela 1) e a segunda referente às manifestações patológicas encontradas nas fachadas e idade dos edifícios (tabela 2). Para o sombreamento, foram considerados tanto a presença de elementos da própria construção como também de obstruções externas, como outros edifícios. Todas as fachadas foram referidas a sua orientação aproximada (Leste, Oeste, Norte e Sul) e o sombreamento relativo a estas orientações, por exemplo: a fachada Leste sombreada pela manhã enquanto a fachada Sul praticamente não recebia insolação na época do ano em que as medidas foram realizadas. As fachadas Oeste quando sombreadas foram no período vespertino. As fachadas Norte sofreram sombreamento em quase todo o dia.



(a)

(b)

(c)

Figura3. Trincas (a), fissuras no rejunte (b) e na placa cerâmica (c).

Tabela1 – Temperaturas e umidade relativa do ar , com respectivas orientações e sombreamento

Edifício	Orientação	Cor do revestimento	Temp.Sup. Externa	Temp. Sup. Interna	Temp. ar	UR (%)	Sombreamento
A	Leste	Branca	24,5	26,9	25,3	68,2	Sim
	Oeste	Branca	33,9	27,6	27,2	65,5	Não
		Cinza	24,4	-			Sim
	Norte	Branca	18,4	-	28,5	65,5	Sim
	Sul	Branca	29,2	-	26,0	67,0	Sim
		Verde	29,4	-			
B	Leste	Branca	25,4	26,2	30,1	70,2	Parcial
		Preta	22,2	-			Sim
		Branca	39,9	30,6			Não
	Oeste	Cinza	56,4	-	30,6	67,9	
		Preta	64,6	-			
	Norte	Branca	30,3	27,5	31	67,0	Não
		Preta	33,8	29,2			
	Sul	Branca	27,2	-	30	69,0	Parcial
		Cinza	36,1	-			
C	Leste	Cinza	29,3	27,9	29,7	76,6	Sim
	Oeste	Cinza	39,6	31,8	30,5	73,5	Não
	Norte	Cinza	35,0	30,6	30,4	74,5	Não
		Grafite	25,3	-			Sim
	Sul	Cinza	32,2	31,6	30,2	75,5	Parcial
		Grafite	33,3	-			
D	Leste	Bege	30,6	-	32,2	65,4	Não
		Azul	33,6	30,4			Sim
		Preta	30,1	29,4			
	Oeste	Azul	52,6	32,5	33,9	60,4	Não
		Bege	29,6	28,0			
	Norte	Azul	31,3	-	33,4	64,2	Não
		Bege	32,7	31,3			
	Sul	Azul	46,6	-	30,3	70,8	Não
E	Leste	Bege	30,2	29,4	-	-	Parcial
	Oeste	Preta	36,1	29,9	-	-	Parcial
	Norte	Bege	31,3	29,2	-	-	Não
		Preta	36,1	29,9	-	-	
	Sul	Bege	33,8	29,2	-	-	Não
		Preta	33,8	29,7	-	-	Sim

As manifestações patológicas são mais acentuadas nos edifícios mais antigos. Foram observados principalmente problemas referentes ao gretamento da placa cerâmica, mostrando que a mesma já está perdendo a capacidade de proteção, pois permite a penetração de umidade através das fissuras e também referentes a fissuras nos rejuntas. Trincas nos revestimentos também foram observadas (Figura 3).

Tabela 2. Manifestações Patológicas observadas

Edifício	Idade	Orientação	Manifestação(ões) Patológica(s)
A	17 anos	Leste	Gretamento das placas cerâmicas, fungos e manchas no rejunte
		Oeste	Gretamento das placas cerâmicas e descolamento de placas cerâmicas
		Norte	Manchas no rejunte
		Sul	Gretamento e perda da camada esmaltada das placas cerâmicas
B	7 anos	Leste	Manchas no rejunte e eflorescências
		Oeste	Manchas no rejunte
		Norte	Manchas no rejunte e fissuras no rejunte
		Sul	Manchas no rejunte e eflorescências
C	17 anos	Leste	Trincas e fissuras (Fig. 3)
		Oeste	Trincas, fissuras e descolamento das placas cerâmicas
		Norte	Fissuras, gretamento e descolamento de placas cerâmicas
		Sul	Fissuras, gretamento e descolamento de placas cerâmicas
D	1 ano	Leste	Manchas no rejunte
		Oeste	
		Norte	
		Sul	
E	Recém-construído	-	Não apresentou

Quanto à presença de juntas de movimentação, os edifícios A e C não apresentam juntas de movimentação e os demais, apenas juntas de movimentação horizontais. Esta informação corrobora trabalhos anteriores (Gomes e Uchôa, 2004) que detectaram a tendência de uso das referidas juntas em edifícios mais recentes. No entanto, mesmo no edifício recém construído, não foi encontrado um projeto de revestimento que especificasse os materiais e definisse as placas cerâmicas e as juntas, mostrando uma deficiência já detectada anteriormente por Barros e Uchôa (2009).

Com os resultados apresentados na Tabela 1, percebe-se que a coloração da placa cerâmica influencia na absorção de calor, e consequentemente, no aumento das tensões no revestimento. Pôde-se observar que nas áreas sombreadas das fachadas, a diferença de temperatura entre as cores clara e escura foi pequena, porém nas áreas sem proteção, a temperatura variou consideravelmente com a cor da placa cerâmica. Observando-se as temperaturas no edifício A, que praticamente tinha todas as suas fachadas sombreadas, não foram observadas variações consideráveis de temperatura. Já o edifício B, na orientação oeste, que é poente, a variação de temperatura entre as cores branca e cinza chegaram a 17,4°C e entre as cores branca e preta, essa diferença alcançou 25,6°C. No edifício D, teve-se a diferença de temperatura entre as placas cerâmicas bege e azul de 13,90°C, na orientação sul, e de 1,7°C, na orientação norte; estando as duas fachadas sem sombreamento; o que mostra a diferença na absorção de calor em relação a orientação da fachada. Além disso, observou-se que as placas cerâmicas que apresentaram as maiores temperaturas foram as da fachada com orientação poente, em seguida as de orientação sul. As placas cerâmicas com orientação leste e norte foram as que apresentaram as menores temperaturas. Isto fica bem visível, ao de observar o edifício D, para as cores bege e azul. Este trabalho confirma o estudo feito por Guimarães et al. (2002), com placas cerâmicas

colocadas em painéis em cada orientação solar, em que se percebeu esse aumento na absorção de temperatura em revestimentos escuros.

5 CONCLUSÕES

O trabalho mostrou, em edifícios em uso, a importância da escolha adequada da cor do revestimento, considerando a orientação e a presença de elementos de sombreamento da fachada. O sombreamento é um recurso que pode ser usado para amenizar os efeitos do aquecimento das placas cerâmicas.

A grande variação de temperatura em revestimentos de diferentes cores evidencia a necessidade de se ter cuidado com as dilatações diferenciais destes materiais, que podem levar ao surgimento de tensões e de manifestações patológicas. Há que se considerar o uso adequado das juntas de movimentação para absorção destas tensões.

Não foram analisadas questões relativas ao conforto térmico dos edifícios, o que certamente deve ser levado em conta ao se observar a grande elevação de temperatura nas placas cerâmicas de cor escura e com orientação Oeste.

A escolha da técnica de revestimento da fachada de um edifício deve considerar o tipo de material de acabamento, incluindo a sua coloração e características técnicas, a orientação de cada pano de fachada e seus detalhes construtivos. Também deve ser considerada a orientação e a inserção do edifício no entorno.

6 REFERÊNCIAS

BARROS, D. C. M. ; UCHÔA, S. B. B. Estudo sobre o processo de planejamento e execução de revestimento cerâmico em fachadas de edifícios com mais de cinco pavimentos em Maceió. In: VIII Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 2009, Curitiba. **Anais do VIII SBT**A - Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Curitiba : UFPR, 2009.

GOLDBERG, R. P. **Direct Adhered Ceramic Tile, Stone and Thin Brick Facades**. Technical Manual. Bethany: Laticrete, 1998.

GOMES, M. F. N. et al. Patologia em fachadas de edifícios com mais de cinco pavimentos na orla de Maceió – AL . In: IV Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções. **Anais...** Porto Alegre: 21-24 de outubro de 1997. v.2. p. 419-425.

GOMES, M. F. N.; UCHOA, S. B. B. Análise de Manifestações Patológicas de Fachadas de Edifícios Revestidas com Placas Cerâmicas e Pétreas na Orla de Maceió-AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo. **Anais...** 1 CD-ROM.

GUIMARÃES, L. E. et al. Acompanhamento das variações das temperaturas superficiais dos principais Materiais utilizados em fachadas. In: ENCONTRO SOBRE PESQUISA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, 2., 2002, Goiás. **Anais...** Disponível em: < http://www.padrao.eng.br/padrao/downloads/2002-II_EPMAC-variacaoes_de_temperaturas_em_fachadas.pdf >. Acesso em: 24 set. 2009.

MEDEIROS, J. S. & SABBATINI, F. H. **Tecnologia e Projeto de Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. 32 p. (Série Boletim Técnico, BT/PCC/246).