

## CAPÍTULO 8

---

### AVALIAÇÃO DA PERDA DE BRILHO EM PLACAS PÉTREAS DA REGIÃO LITORÂNEA DO RECIFE – BAIRRO BOA VIAGEM

*Suely Andrade da Silva<sup>1</sup>, Felisbela Maria da Costa Oliveira, Júlio César de Souza*

#### RESUMO

As alterações que ocorrem nas placas pétreas em revestimentos externos é um problema aparentemente de difícil solução e que afetam várias cidades no Brasil, principalmente aquelas de regiões litorâneas, e geram conflitos de interesses, onde as verdadeiras causas das alterações acabam por serem desconhecidas.

As placas pétreas tendem a se alterar devido às agressões do clima, ação de poluentes atmosféricos e adoção de procedimentos construtivos e de manutenção inadequados. De modo geral, estes fatores alteram as características estéticas do revestimento, causando a desvalorização dos imóveis e a desfiguração da paisagem arquitetônica.

A perda de brilho dos materiais pétreos usados como revestimento, em fachadas, compromete o aspecto estético da obra. A observação deste fato é importante na elaboração de projetos arquitetônicos, pois, o que se deseja é que a placa pétrea conserve a sua característica estética durante o maior período de tempo possível.

A metodologia aplicada consiste na medição da reflexão de luz (índice de brilho) através de aparelho eletrônico portátil (Gloss Checker IG 330 Sanwa Kenma), com ângulo de incidência de 60°, em sete tipos de placas pétreas, sendo cinco "granitos" e dois "mármore".

O brilho foi medido na superfície dos vários litotipos comparando-se uma placa sã (nova, obtida em marmoraria) e placas de diversas idades de aplicação em revestimento de fachadas (tempo de construção dos edifícios), o que traduz estágios variados de alteração. Observou-se que a perda de brilho é função do tipo de rocha e do período de exposição aos agentes intempéricos. Materiais silicáticos apresentam menores perdas de brilho que aqueles carbonáticos.

#### INTRODUÇÃO

As rochas tiveram suas primeiras aplicações no período datado a mais ou menos 500 mil a.C. Pode-se afirmar que o uso da pedra nasceu com o homem e tem sido caracterizado em cada momento da evolução, satisfazendo vários fatores técnicos, funcionais, estéticos, entre outros.

---

<sup>1</sup> Mestranda PPGEMinas/UFPE. E-mail: suelyandrade@ufpe.br

Os revestimentos estão sempre presentes e, a cada dia, mais utilizados em diversos países, principalmente, em fachadas de edifícios comerciais e /ou residenciais, que não só têm marcado a história da arquitetura assim como também das construções em geral.

É preciso ter claro que a estética depende de brilho, mas nem sempre a rocha com mais brilho é adequada a um determinado uso pretendido. A funcionalidade e aplicabilidade são os critérios primordiais para direcionar a utilização da rocha.

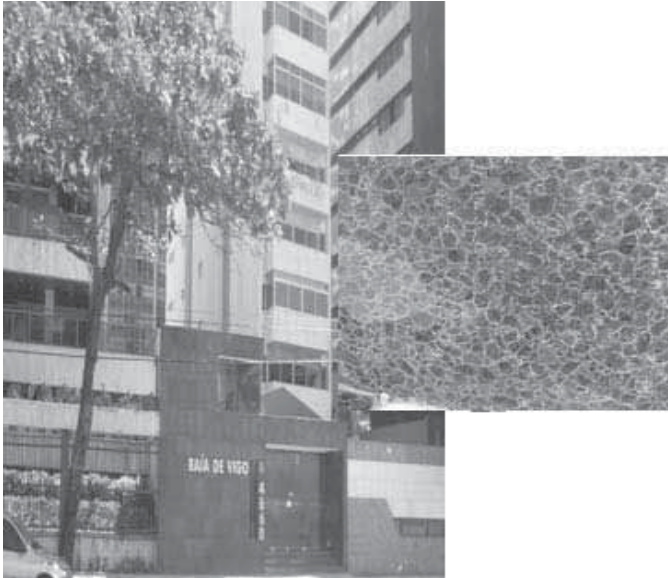
As rochas mais importantes usadas comercialmente para revestimentos são os “granitos” (silicáticas) e os “mármore” (carbonáticas). Estes tipos de materiais são passíveis de polimento. O polimento, realizado na superfície da rocha, aumenta a sua capacidade de refletir a luz, o que confere ao material a característica de refletir as ondas de luz visível (brilho). Este aspecto é bastante importante quando se considera as questões estéticas e muito valorizado nos projetos arquitetônicos.

Um dos fatores que pode contribuir para ocorrência de alterações são as condições climáticas (aerossóis salinos, fortes ventos com particulados em suspensão, etc). Outros fatores importantes são a emissão de gases no trânsito, tipo e qualidade da argamassa de assentamento, rejuntamento ou a impermeabilização. De modo geral, estes fatores alteram as características estéticas do revestimento, causando a desvalorização dos imóveis e a desfiguração da paisagem arquitetônica.

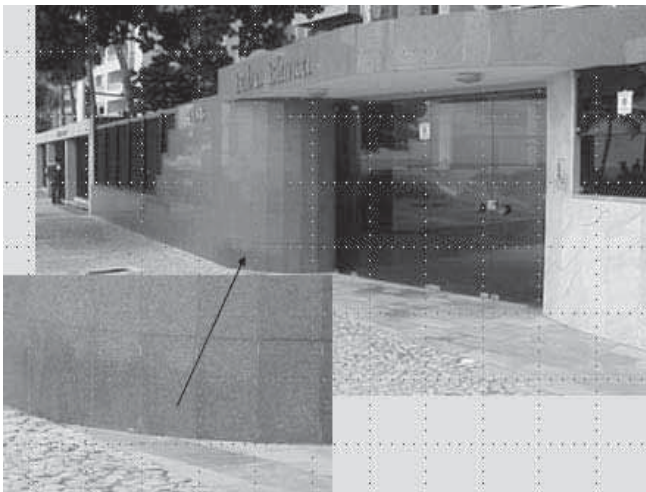
Dentre as alterações encontradas em revestimentos externos executados com placas pétreas, a que mais se destaca é a perda de brilho. Além desta, existem ainda o manchamento, alteração de cor e degradação física.



**Figura 1** – Alteração na cor - Granito Amarelo Florença



**Figura 2** – Perda de brilho - Granito Marrom Imperial



**Figura 3** – Manchamentos – Granito Vermelho Ventura

## **METODOLOGIA**

O método usado para estimar a intensidade de brilho, neste trabalho, foi a medição direta da reflectância das placas pétreas com o auxílio de um medidor de brilho modelo IG-330 – GLOSS CHECKER.



Figura 4 – Gloss Checker IG 330, SANWA KENMA

Os materiais pétreos estudados foram selecionados devido à sua alta incidência como revestimento externo nas edificações da beira-mar. São eles: Marrom Imperial, Vermelho Ventura, Arabesco, Verde Meruoca Clássico, Amarelo Florença, Mármore Travertino. As rochas silicáticas foram aplicadas em revestimentos de muros e guaritas há cerca de 5 anos, enquanto que as carbonáticas encontram-se expostas em períodos que variam de 5 a 15 anos.

Foram realizadas trinta medidas de brilho, em cada um dos litotipos polidos, em estado são. O mesmo número de medidas foi também realizado, durante o período de inverno (meses de abril, junho e agosto, do corrente ano), nos revestimentos externos nos vários condomínios. O processo de medição *in situ* é mostrado na figura 5.



Figura 5 – medição do brilho em revestimento pétreo

Os procedimentos para as determinações de índices físicos foram através da NBR 12766 ABNT onde:

NBR 12766	
<b>OBJETIVO:</b>	
Determinação da massa específica aparente (seca e saturada com a superfície seca), porosidade e absorção d'água aparentes de rochas, que se destinam ao uso como materiais de revestimentos de edificações.	
<b>CORPOS-DE-PROVA:</b>	
Dez para cada amostra, com diâmetro em torno de 7 cm ou massa ao redor de 250g.	
<b>PROCEDIMENTOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lavar os corpos-de-prova em água corrente;</li> <li>▪ Colocar em estufa com temperatura em (110+ - 5)°C e deixar secar por 24 h.;</li> <li>▪ Retirar os corpos-de-prova da estufa e deixar resfriar à temperatura ambiente;</li> <li>▪ Pesquisar os corpos-de-prova individualmente ao ar, com precisão de 0,01 g. (massa "A")</li> <li>▪ Colocar os corpos-de-prova na bandeja e adicionar água. Até 1/3 de sua altura. Após 4 h completar a submersão dos corpos-de-prova e deixar completar o tempo total de 24 h, ou proceder à saturação com auxílio da bomba de vácuo por 3 h.</li> <li>▪ Retirar os corpos-de-prova da água, enxugar suas superfícies com um pano absorvente e pesar ao ar; massa "B".</li> <li>▪ Pesquisar os corpos-de-prova individualmente, na condição submersa, utilizando-se o corpo-de-prova para pesagem hidrostática, amarrando-se o corpo-de-prova com fio de massa desprezível; massa "C";</li> </ul>	
<b>PARÂMETROS OBTIDOS:</b>	
Massa específica aparente seca (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{a_{sec}} = A / (B - C) \text{ (kg/m}^3\text{);}$
Massa específica aparente saturada (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{a_{sat}} = B / (B - C) \text{ (kg/m}^3\text{);}$
Porosidade aparente (%)	$\eta_a = B - A / (B - C) \times 100;$
Absorção, em peso (%)	$\alpha_a = (B - A) / A \times 100.$

As análises petrográficas foram realizadas para determinação da textura, composição mineralógica, natureza e classificação da rocha, segundo a NBR 12768.

Também foram feitos registros fotográficos das várias edificações observadas.

## RESULTADOS OBTIDOS

As medições de brilho efetuadas nos vários tipos de rochas são mostradas na tabela 1. Foram realizadas medidas da intensidade de brilho da rocha no estado são e nos meses de abril, junho e agosto de 2007, em vários condomínios da região litorânea de Boa Viagem, de acordo com a idade do revestimento.

LITOTIPOS	São	5 Anos	10 Anos	15 Anos
Travertino	52,0	21,3	15,3	14,3
Marrom Imperial	60,6	50,3	50,1	
Arabesco	65,9	55,7	54,5	
Vermelho Ventura	64,3	50,2	50,1	
Amarelo Florêça	65,9	56,2	56,0	
Verde Meruoca Clássico	54,7	50,2	49,4	

Tabela 1 – Demonstrativo dos litotipos x perda de brilho

Os índices físicos, massas específicas aparentes seca e saturada, porosidade e absorção, determinados para os vários litotipos em apreço estão listados na tabela 2.

Análises Índices Físicos	Travertino	Marrom Imperial	Arabesco	Vermelho Ventura	Amarelo Florêça	Verde Meruoca
Massa Esp. Apar. Seca	2,724	2,590	2,648	2,642	2,640	2,590
Massa Esp. Apar. Saturada	2,734	2,600	2,658	2,653	2,650	2,609
Porosidade	1,014	1,027	1,055	1,144	0,986	1,912
Absorção d'água	0,373	0,394	0,398	0,434	0,373	0,739

Tabela 2 – Demonstrativo dos índices físicos dos litotipos

As análises petrográficas estão dispostas na tabela 3.

	Travertino	Marrom Imperial	Arabesco	Vermelho Ventura	Amarelo Florêncã	Verde Meruoca
Quartzo	12	2	30	38	27	40
Feldspato	Plagioclásio		8	25	25	35
	Microclina	3		25	25	
K-Feldspato		75			18	40
Biotita		2	18	10	15	5
Granada			2	2	5	
Acessórios		1				
Anfibólio		12				15
Calcita	58					
Outros (Bioclastos-areia calcários-intraclastos)	27					

Tabela 3 – Resumo análise petrográfica dos litotipos

## DISCUSSÃO

As placas pétreas tendem a se alterar devido, principalmente, à agressividade climática e à adoção de procedimentos construtivos e de manutenção inadequados.

As causas físicas da perda de brilho estão relacionadas ao desgaste abrasivo de particulados transportados por ação eólica que se chocam com os revestimentos de fachadas, ou o desgaste mecânico provocado em pisos polidos por tráfego intenso de pedestres/veículos. O vento, nesta região, apresenta ação abrasiva significativa, principalmente devida à presença de partículas finas (areia).

As causas químicas ocorrem pela ação de poluentes, atmosferas agressivas ou pelo uso indevido de produtos de limpeza que podem provocar a oxidação, alteração cromática, inchamento, escamação e destacamento dos minerais. Estas patologias denotam também perda de brilho do material.

Na região litorânea de Boa Viagem, os revestimentos externos dos edifícios sofrem sobremaneira a ação dos principais agentes de degradação e decomposição que atuam sobre as rochas. A água é o veículo para praticamente todos os agentes químicos, ainda que sob a forma de umidade. A elevada umidade da região litorânea aliada a sua característica salina é um dos principais fatores de intensa alteração das placas pétreas.

Também a poluição automotiva, representada na região pela grande circulação de veículos na Avenida Boa Viagem, é um dos fatores importantes na degradação dos revestimentos.

Os agentes químicos mais agressivos são o dióxido de carbono e os gases sulfurosos. Estes elementos, que em ambientes poluídos apresentam níveis de concentração elevados, reagem quimicamente com os minerais constituintes das rochas, reduzindo a sua coesão interna. O material do interior da placa pétreas poderá tornar-se pulverulento e desagregado. Assim a porosidade aumenta e, conseqüentemente, há queda na resistência mecânica do material. Em decorrência o brilho da placa também sofre decaimento.

Alguns pássaros, como por exemplo, os pombos, provocam a corrosão química através dos seus dejetos, de origem orgânica, que têm uma composição bastante ácida. Os

microrganismos, como os fungos, as algas, os líquens e as bactérias, que se multiplicam sob condições propícias de umidade e de luz, podem ser prejudiciais, ao nutrirem-se dos sais e matérias que retiram do próprio material em que se fixam. A colonização de microorganismos está associada à disponibilidade de água, bastante presente nas regiões litorâneas e observadas nas jardineiras nos prédios e guaritas.

A refletância ou o brilho é uma das características estéticas mais importantes da rocha ornamental. A perda total ou a redução do brilho, provocadas por processos físicos e químicos, durante a vida útil da rocha, é um indicativo de patologia.

As variáveis que mais influem na capacidade de uma determinada superfície de rocha polida refletir a luz são:

- Irregularidades de superfície – tais feições podem refletir a luz incidente em diferentes ângulos gerando uma diminuição no brilho da superfície.
- Propriedades do material rochoso – mineralogia, proporção relativa e tamanho dos cristais, direção de corte em relação à orientação dos cristais e preenchimentos de macro e micro descontinuidades. O brilho de uma superfície de rocha polida também é função da diafanidade dos cristais, visto que os mesmos, muitas vezes, refratam a luz incidente diminuindo assim, a quantidade de luz refletida.

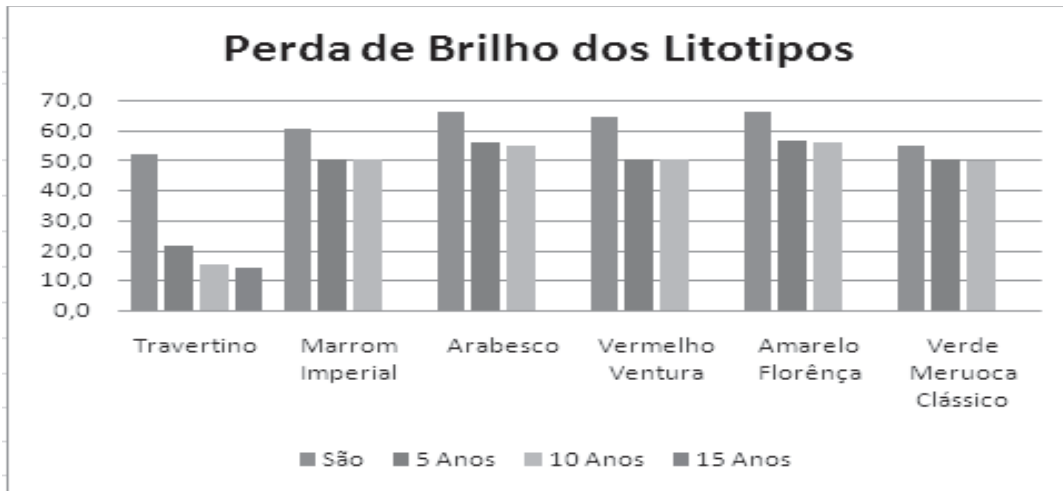
Assim, os processos de alteração físicos, químicos e biológicos das rochas geram aumento de porosidade e irregularidades na superfície das mesmas; a luz refletida nessas superfícies sob vários ângulos induz a uma menor refletância.

Analisando os valores do gráfico 1, verifica-se que as variações mais significativas ocorreram no mármore Travertino: no intervalo de 0 a 5 anos de exposição, a perda de brilho foi a mais importante. Este fato pode ser observado mais claramente no gráfico 1.

Em cinco anos de instalação em revestimento externo, o mármore Travertino teve decaimento do brilho da ordem de 60%. Observa-se que, a partir dessa idade, a taxa de perda de brilho diminui consideravelmente e conserva esta tendência ao longo do tempo. Com relação aos outros litotipos estudados, constata-se que a perda de brilho tem variação em torno de 20% nos cinco primeiros anos do revestimento. Depois, aos 10 anos, não há praticamente diminuição do brilho dos materiais.

O granito Verde Meruoca Clássico apresenta, inicialmente, brilho inferior às demais rochas silicáticas (54,7), entretanto a taxa de decaimento de brilho, nos anos que se seguem à sua instalação, é metade daquelas referentes às outras rochas graníticas, não havendo praticamente variação entre cinco e dez anos de aplicação.





**Gráfico01** – Litotipos x Perda de Brilho – Região litorânea do Recife

Quanto às rochas silicáticas estudadas, observa-se que, aquelas que mostram maior índice de reflectância, apresentam em sua composição, de acordo com a tabela 4, teores modais mais elevados de plagioclásio, o proporciona melhor “fechamento” quanto ao processo de polimento.

Os índices de porosidade e absorção elevados em algumas das rochas estudadas traduzem teores de quartzo aumentados. Sendo este mineral naturalmente microfissurado, estes parâmetros revelam esta condição.

As composições mineralógicas juntamente com valores de porosidades e absorção explicam o decaimento do brilho mais acentuado nos seguintes litotipos: Marrom Imperial, Vermelho Ventura e Verde Meruoca Clássico. Vermelho Ventura e Verde Meruoca Clássico apresentam percentuais de quartzo em torno de 40%; seus índices de porosidade e absorção mais elevados, fazem com que a água e outros fluídos possam ser absorvidos mais intensamente o que acarreta alteração nos vários minerais constituintes dessas rochas.

Quanto ao Marrom Imperial, baixos teores de quartzo são observados; o feldspato potássico é o mineral mais presente o que explica a alteração mais acentuada que é traduzida pela perda de brilho (tabela 4).

LITOTIPOS	BRILHO		COMPOSIÇÃO MINEROLOGIA										ÍNDICE FÍSICOS			
	São	Alterado	Quartzo	Feldspato		K-Feldsp.	Biotita	Granada	Acessórios	Anfibólio	Calcita	Outros	Massa Esp. Apar. seca (kg/m³)	Massa Esp. Apar. Saturada (kg/m³)	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)
	%	%		Plagioclásio	Microelina											
Travertino	52,0	21,3	12		3						58	27	2,724	2,734	1,014	0,373
Marrom Imperial	59,4	48,8	2	8		75	2		1	12			2,590	2,600	1,027	0,394
Arabesco	65,9	55,7	30	25	25		18	2					2,648	2,658	1,055	0,398
Vermelho Ventura	64,3	50,2	38	25	25		10	2					2,642	2,653	1,144	0,434
Amarelo Florença	65,9	56,2	27	35		18	15		5				2,640	2,650	0,986	0,373
Verde Meruoca Clás	54,7	50,2	40			40	5			15			2,590	2,609	1,912	0,739

Tabela 4 – Demonstrativo dos Litotipos (Brilho, Composição Mineralógica e Índice Físico)

## CONCLUSÕES

Os principais mecanismos condicionantes e fatores que ocasionam a perda de brilho em placas pétreas utilizadas em edificações estão relacionados principalmente ao clima, condições atmosféricas - fatores extrínsecos -, e mineralogia constituinte da rocha e sua porosidade e absorção –fatores intrínsecos. O tempo de exposição aos agentes externos atua de forma importante principalmente nos períodos iniciais da instalação do material. Observamos que, no caso das rochas graníticas, esta importância é válida para os cinco primeiros anos de revestimento, a partir desta data não se observa perda de refletância significativa. No caso do mármore travertino, este período de decaimento é mais longo; a perda de brilho é muito grande nos primeiros cinco anos, decaindo depois em taxas bem menores para se estabilizar a partir de dez anos de instalação.

Dentre as sete amostras de litotipos estudados, o travertino foi quem apresentou maior perda de brilho, que indica que os materiais carbonáticos sofrem uma maior degradação física quando comparadas aos materiais silicáticos.

Quanto às rochas silicáticas estudadas, observa-se que aquelas que mostram maior índice de refletância apresentam em sua composição teores modais mais elevados de plagioclásio, o proporciona melhor “fechamento” quanto ao processo de polimento; as variações do brilho ao longo dos anos foi menos significativa que no caso do mármore travertino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, M.M.B. et. Al. *Patologia em revestimentos verticais*. São Paulo, EPUSP. PCC. 2000.
- BAUER, L.A.F. NORONHA, M.A.A.; BAUER, R.J.F. *Falhas em revestimento, suas causas e sua prevenção*. São Paulo. 1987. (Boletim L.A. FALCÃO BAUER nº 05)
- CAPAZZI, S. Fachada: atração fatal. *Construção Norte Nordeste*, n.274, mar. 1996. p. 14-9.
- FLAIN, Eleana Patta. *Recomendações para revestimentos de fachadas de rochas ornamentais*. São Paulo: Rochas de Qualidade. n. 132, p. 76-92, 1997.

- \_\_\_\_. *Uso e Aplicação de Revestimento com Placas de Rochas*. In 1º Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste 1, Recife, 1998.
- FRASCÁ, M.H.B.O. *Estudos experimentais de alteração acelerada em rochas graníticas para revestimento*. 2003. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003, 264 p.
- MORAIS, M.C. & RODRIGUES, E.P. *Exemplo de aplicação de coloração seletiva de feldspato potássio e cálcicos – Técnica auxiliar no estudo de rochas*. Revista Cerâmica, v. 24, n. 97, p. 32-35, 1978.
- SILVEIRA, L. L. *Um enfoque tribológico ao processo: o polimento de granitos ornamentais*. Revista Rochas de Qualidade, Ed. 195, p. 156-164, 2007.