

## PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRODUTOS QUÍMICOS HIDRO-ÓLEO-REPELENTES UTILIZADOS EM ROCHAS ORNAMENTAIS

Carla Gonzalez Galan<sup>1</sup>, Eleno de Paula Rodrigues<sup>2</sup> e Gilmar Silveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UNESP, Av. 24A, 1515 – Bela Vista – Rio Claro - SP

<sup>2</sup>SENAI-SP, Av. José Odorizzi, 1555 – Bairro Assunção – 09861-000 - São Bernardo do Campo – SP  
Fone: (11) 4109-9499 r. 169 - Fax: (11) 4351-6985 - E\_mail: eleno@sp.senai.br

### RESUMO

O desempenho dos produtos químicos hidro-óleo-repelentes para a proteção de rochas ornamentais depende tanto das propriedades físico-químicas dos produtos, como das características petrográficas e tecnológicas das rochas.

A partir de estudos laboratoriais envolvendo análises químicas, mineralógicas e petrográficas, e ensaios de caracterização tecnológica em rochas silicáticas (granitos) e carbonáticas (mármore), submetidas a tratamentos superficiais com cinco produtos impermeabilizantes, correntemente, utilizados no País, procedeu-se à análise previewal do desempenho destes materiais, simulando-se as condições reais que ocorrem durante a sua utilização (umedecimento, ataque químico, manchamento, abrasão, etc.).

Os resultados obtidos revelaram que os produtos impermeabilizantes compõem-se basicamente de hidrocarbonetos alifáticos e metilsiliconatos de potássio. Tais produtos, quando aplicados em rochas ornamentais, promovem considerável melhoria de performance em diversas situações de uso.

Estabeleceu-se, ainda, uma proposta de metodologia para a avaliação de desempenho do conjunto rocha-impermeabilizante, considerando-se as principais formas e ambientes de utilização.

### INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais ou de revestimento, utilizadas na forma de placas dimensionadas ou aparelhadas, são consideradas componentes de construção que se destinam ao embelezamento das edificações, além de lhes propiciar funcionalidade. O emprego destes materiais é devidamente orientado pelo conjunto de normas brasileiras, produzidas pela ABNT.

A utilização de materiais rochosos como revestimento esta intimamente ligada às suas características de durabilidade, resistência e coesão, propriedades estas que apresentam tendências naturais à modificação ao longo do tempo, podendo ou não esse processo ser acelerado pelas condições de uso.

Desta forma, é de extrema importância que a escolha de uma rocha seja embasada não somente em aspectos estéticos mas, principalmente, nas suas características tecnológicas. No entanto, mesmo com os cuidados tomados na escolha dos materiais e na

execução do projeto, as características tecnológicas das rochas podem apresentar alterações (patologias), que freqüentemente estão relacionadas com as condições de uso nos diversos ambientes.

Tendo em vista as patologias originadas por infiltrações de água, poluentes dissolvidos em água, e outros produtos naturais ou químicos, além das originadas por desgaste abrasivo (tráfego, limpeza, etc.), procurou-se investigar as características tecnológicas das rochas ornamentais e as metodologias de avaliação do desempenho de produtos químicos impermeabilizantes que têm a função de proteger e valorizar estes materiais.

Os estudos realizados visaram destacar a importância do emprego de metodologias de avaliação do desempenho de produtos químicos impermeabilizantes, considerando-se as relações entre os parâmetros petrográficos e físicos das rochas e o desempenho dos produtos químicos impermeabilizantes.

### METODOLOGIA DA PESQUISA

O desenvolvimento dos trabalhos envolveu a caracterização tecnológica das rochas ornamentais em seu estado natural, ou seja, com placas de rocha apresentando uma superfície polida, sem aplicação de qualquer produto que pudesse provocar alteração das suas características físicas, químicas ou estéticas, além da caracterização de corpos-de-prova impermeabilizados, ou seja, com a aplicação de uma película de produtos químicos impermeabilizantes no estado líquido.

Este procedimento permitiu avaliar as mudanças e variações ocorridas nas características físico-químicas e mecânicas das rochas quando da aplicação dos produtos hidro-óleo-repelentes.

### Materiais Utilizados

Foram selecionados para esta pesquisa oito tipos de rochas ornamentais, dentre estes cinco "granitos" (ou rochas silicáticas) e três "mármore" (ou rochas carbonáticas), conforme pode ser observado na Tabela 1. Os corpos-de-prova possuem dimensões 10 cm x 10 cm x 2 cm e apenas uma das faces 10x10 cm apresenta-se polida conforme os padrões de comercialização dos materiais como rochas para revestimento.

**Tabela 1** Rochas Ornamentais selecionadas para ensaios de caracterização tecnológica.

Tipos Rochosos	Nome Comercial da Rocha	Padrão Cromático
Silicáticos	Capão Bonito	Vermelho
	Branco Cotton	Branco
	Preto São Gabriel	Preto
	Cinza Andorinha	Cinza
	Café Imperial	Marrom
Carbonáticos	Travertino	Bege
	Bianco Carrara	Branco
	Nero Marquina	Preto

Os produtos impermeabilizantes, aqui denominados hidro-óleo-repelentes, foram selecionados de acordo com a oferta de mercado e com base em informações cedidas por profissionais da área, compondo um conjunto de cinco materiais, conforme pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2** Produtos químicos utilizados para impermeabilização dos corpos-de-prova.

Produto Impermeabilizante	Especificação (segundo o fabricante)
A	Hidro-óleo-repelente
B	Hidro-óleo-repelente
C	Hidro-repelente
R	Hidro-repelente
T	Hidro-óleo-repelente

### Caracterização Tecnológica das Rochas Ornamentais

Os ensaios de caracterização tecnológica das rochas ornamentais estão, sucintamente, descritos a seguir. Alguns destes ensaios possuem normalização para cerâmica, porém foram adaptados e utilizados para as rochas, visto que ambos os produtos são submetidos à mesma forma de utilização, sobretudo em revestimentos de pisos e paredes. Outro conjunto de ensaios que não possui normalização, foi cuidadosamente desenvolvido nesta pesquisa e elaborado para obtenção de resultados seguros e significativos.

A Apreciação Petrográfica das rochas ornamentais foi realizada através de lâminas delgadas, objetivando a obtenção das composições modais e classificação petrográfica das rochas, bem como a análise de suas relações texturais através do microscópio.

A Determinação dos Índices Físicos das rochas ornamentais engloba a avaliação de parâmetros como: massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente das rochas cujos ensaios foram realizados segundo as normas da ABNT-NBR 12766 (Rochas para Revestimento - Determinação da Massa Específica Aparente, Porosidade Aparente e Absorção D'água Aparente), de outubro de 1992

Os ensaios para Determinação da Resistência ao Manchamento foram realizados segundo as normas da ABNT-NBR 13818 - Anexo G (Determinação da Resistência ao Manchamento) de 1997. Os agentes manchantes utilizados para execução do ensaio foram: óxido de cromo III (verde) em óleo leve e óxido de ferro III (vermelho) em óleo leve (que possui ação penetrante), solução alcoólica de iodo 13 g/L (possui ação oxidante) e óleo de oliva (agente com formação de película).

O ensaio para Determinação da Resistência ao Ataque Químico foi realizado segundo as normas estabelecidas pela ABNT-NBR 13818, 1997 (Placas Cerâmicas Para Revestimento, Especificação e Método de Ensaio) - Anexo H (Determinação da Resistência ao Ataque Químico). Para execução deste ensaio, foram utilizados, como reagentes, produtos químicos semelhantes aos produtos de limpeza domésticos como cloreto de amônio (NH<sub>4</sub>Cl) 100g/L; produtos para tratamento de água de piscina, como a solução de hipoclorito de sódio (NaClO) 20 mg/L, ácidos de baixa concentração, como ácido clorídrico (HCl) 3% e o ácido cítrico 100 g/L; e álcalis de baixa concentração, como o hidróxido de potássio (KOH) 30 g/L.

A Determinação do Nível de Lustro foi realizada na superfície polida dos materiais rochosos através do equipamento denominado Gloss Checker, modelo IG 310, Horiba Ltd. Este equipamento avalia o lustro da superfície por comparação a um espelho padrão, acoplado no equipamento, que possui 90 pontos de brilho.

O ensaio de Determinação da Resistência à Abrasão Superficial foi realizado segundo as normas da ABNT-NBR 13818, 1997 - Anexo D (Determinação da Resistência à Abrasão Superficial). Para execução deste ensaio, utilizou-se um equipamento denominado abrasímetro, da marca Gabrielli, modelo W1, pertencente ao Laboratório de Ensaios em Revestimentos Cerâmicos da Escola SENAI Mario Amato.

O ensaio para Determinação da Absorção por Coluna D'água foi realizado segundo o item Q.3.2 (Determinação da Absorção de Água na Superfície dos Blocos de Concreto), da ABNT-NBR 13818 - Anexo Q - Determinação da Resistência ao Impacto, porém com algumas adaptações para corpos-de-prova rochosos. Os intervalos de leitura do nível da água necessitaram de modificações, pois as rochas possuem valores de absorção d'água muito menores que o concreto. As leituras do nível d'água das provetas graduadas foram realizadas nos tempos 0, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas após o enchimento da proveta.

O ensaio para Determinação da Resistência ao Ataque Fotohidrotérmico foi realizado conforme a norma ASTM G 26 - Standard Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials, onde os corpos-de-prova ficaram expostos à luz contínua de uma lâmpada de gás xenônio, de 6.500 W, cujo espectro de emissão é semelhante ao da luz solar do meio dia. A cada 102 minutos, foi pulverizada

água desmineralizada por 18 minutos. A análise dos resultados é realizada visualmente e através do medidor de lustro Gloss Checker, e geralmente feita por comparações entre os materiais ensaiados com diversos tipos de impermeabilizantes e também por medição da Abrasão por Coluna D'água.

Para Avaliação do Grau de Alteração Cromática das rochas ornamentais quando submetidas à saturação com água foi desenvolvida uma metodologia de ensaio que detecta as alterações da cor original da rocha em presença de água, óleo ou qualquer outro líquido, que, porventura permaneça em contato prolongado com a superfície rochosa. Os corpos-de-prova foram submetidos à saturação com água por 24 horas. Este tempo também é utilizado para saturação dos corpos-de-prova que são submetidos ao ensaio de índices físicos (ABNT - NBR 12766). Após saturação, os corpos-de-prova são enxugados com pano e procede-se à comparação da tonalidade de cada material rochoso, com o seu correspondente seco.

Para Avaliação da Resistência a Ciclos de Limpeza das rochas ornamentais, utilizou-se a absorção por coluna d'água como parâmetro de referência. Para a simulação dos ciclos de limpeza, utilizou-se uma escova rotativa acoplada a um dispositivo que a faz girar a 500 rpm. Estes procedimentos tendem a provocar o desgaste abrasivo da superfície das rochas e a conseqüente remoção dos impermeabilizantes nelas aplicados. Os ciclos de limpeza foram realizados em intervalos de 10, 30 e 60 minutos, a uma rotação de 500 ciclos por minuto.

#### Caracterização Tecnológica dos Produtos Químicos Impermeabilizantes

O ensaio de Determinação de Componentes Orgânicos foi realizado através da Espectrofotometria no Infravermelho e auxiliou na identificação da composição química básica dos produtos utilizados (hidro e óleo-repelentes) para impermeabilização dos corpos-de-prova rochosos. As análises foram realizadas no espectrofotômetro Perkin Elmer 280 pertencente ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo - USP.

A Densidade Aparente (ou massa específica aparente) dos produtos químicos impermeabilizantes foi determinada a partir da relação simples entre a massa e o volume de alíquotas dos produtos.

A Determinação da Viscosidade dos produtos químicos impermeabilizantes foi realizada com o intuito de, posteriormente, comparar os valores obtidos com os valores de consumo e densidade de cada produto. Os ensaios foram realizados utilizando-se um equipamento denominado Viscosímetro Brookfield, onde um disco (haste spindle) gira, em velocidade constante e uniforme, mergulhado num fluido. Este equipamento determina a força necessária para o disco vencer a resistência que o material fluido oferece ao movimento rotacional.

A Determinação do pH foi realizada apenas nos produtos impermeabilizantes compostos por

metilsiliconatos de potássio por compreenderem soluções aquosas. Esses materiais foram analisados através de papel indicador universal, no qual a classificação foi efetuada por comparação cromática com o auxílio do padrão.

O ensaio de Absorção D'água Através da Superfície e Evaporação D'água Através da Superfície foram realizados conforme as diretrizes da Norma BS 6477 de 1992 - Water Repellents for Masonry Surfaces, Apêndice F e Apêndice G, respectivamente. A realização destes dois ensaios permitiu determinar a Capacidade de Impermeabilização dos produtos químicos hidro-óleo-repelentes. Para tal, foram utilizados corpos-de-prova de argamassa, pois estes apresentarem valores constantes de absorção d'água, proporcionando, assim, a avaliação do desempenho dos produtos químicos, sem a interferência de outros fatores variáveis, intrínsecos às rochas.

A Determinação do Consumo de produtos impermeabilizantes para os diferentes tipos rochosos estudados foi efetuada através de pesagem dos produtos aplicados, em duas demãos, considerando-se a área de cada corpo-de-prova.

#### RESULTADOS OBTIDOS

Os principais produtos químicos hidro-repelentes ou hidro-óleo-repelentes, disponíveis no mercado nacional de rochas ornamentais, compõem-se, basicamente, de hidrocarbonetos alifáticos (produtos A, C e T) e metilsiliconatos de potássio (produtos B e R).

Os produtos químicos com base em hidrocarbonetos alifáticos apresentam menores índices de densidade aparente e de viscosidade (Tabela 3), quando comparados aos produtos com base em metilsiliconato de potássio. Tais características lhes conferem um maior rendimento (menor consumo por unidade de área, e maior facilidade na aplicação dos produtos nas superfícies rochosas.

**Tabela 3** Densidade e Viscosidade aparente dos produtos químicos impermeabilizantes.

GRUPO COMPOSICIONAL	PRODUTO IMPERMEABILIZANTE	DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	VISCOSIDADE APARENTE (cps)
HIDROCARBONETO ALIFÁTICO	A	0,78	7
	C	0,82	7
	T	0,81	7
METIL SILICONATO DE POTÁSSIO	B	1,00	10
	R	1,35	34

Após a aplicação dos produtos impermeabilizantes em superfícies rochosas polidas, os níveis de lustro são conservados ou mesmo incrementados (Tabela 4), valorizando a beleza natural da rocha ornamental.

Esses produtos, quando aplicados em superfícies rochosas, promovem considerável redução na capacidade de absorção d'água, mantendo, no entanto, a propriedade de permitir a evaporação da água absorvida pelas rochas

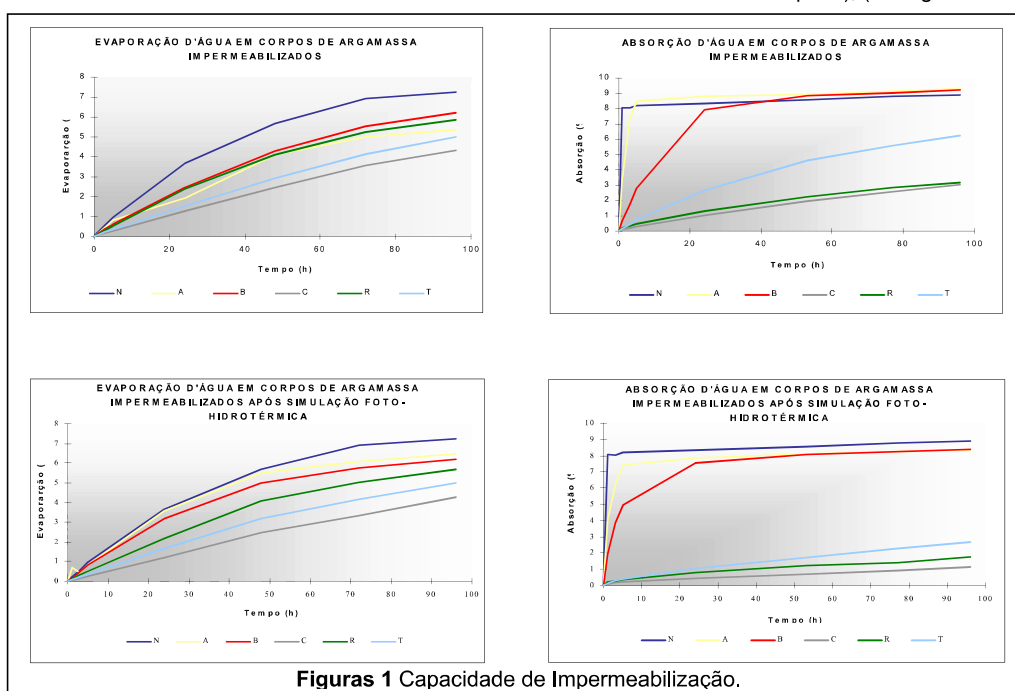
impermeabilizadas. Tais propriedades conservam a mesma característica diante da ação de agentes atmosféricos, conforme demonstrado através de ensaios de simulação fotohidrotérmica, não se dispondo ainda de informações acerca desse comportamento ao longo do tempo. (Ver figuras 1)

**Tabela 4** Determinação do nível de lustro das rochas ornamentais.

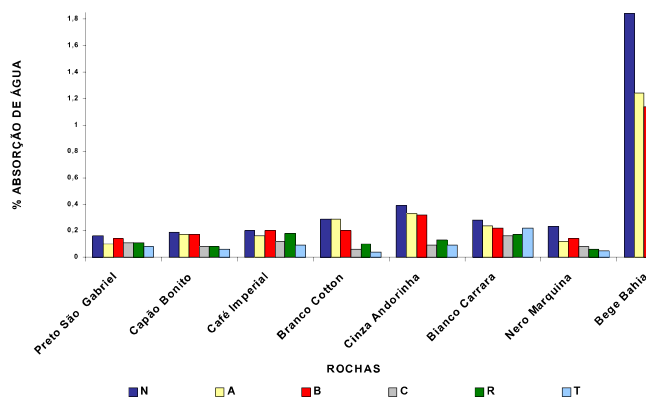
Grupo Composicional	Rocha	N	A	B	C	R	T
SILICÁTICAS	Preto São Gabriel	64	84	82	71	66	76
	Capão Bonito	73	73	73	78	71	74
	Café Imperial	67	76	78	79	65	72
	Branco Cotton	70	72	78	71	67	75
	Cinza Andorinha	69	71	76	77	69	71
CARBONÁTICAS	Nero Marquina	68	58	62	66	62	72
	Bianco Carrara	89	81	82	92	73	90
	Bege Bahia	47	60	56	58	46	48

As rochas que apresentam índices de absorção d'água mais elevados, e ou revelam forte alteração cromática após serem saturadas com água, são as que mais requerem a aplicação dos produtos impermeabilizantes para sua proteção. Neste trabalho, os produtos com base em de hidrocarboneto alifático (sobretudo os designados C e T), além do metilsiliconato de potássio R, foram os que se mostraram mais eficazes na redução da absorção d'água. O hidrocarboneto alifático C e o metilsiliconato de potássio B foram os mais eficientes na preservação da tonalidade natural das rochas após a saturação, figura 2.

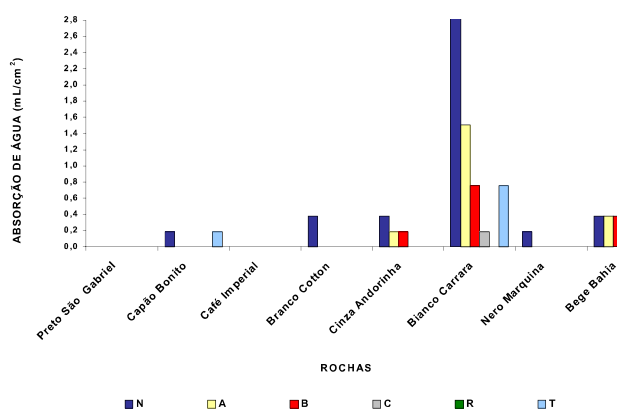
Em todas as rochas estudadas, a película de proteção impermeabilizante resistiu razoavelmente à ação abrasiva a seco (avaliada através do ensaio de abrasão superficial - PEI) e a úmido (avaliada através do ensaio de ciclos de limpeza), (Ver figuras 3 e 4).



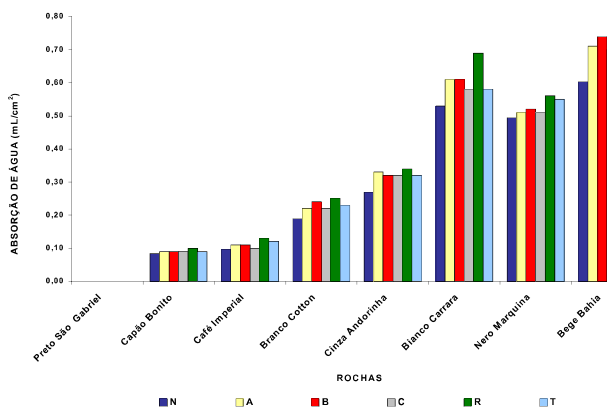
**Figuras 1** Capacidade de Impermeabilização.



**Figura 2** Absorção D'água - Desempenho dos Impermeabilizantes



**Figura 3** Absorção por Coluna D'água após 150 ciclos PEI - Desempenho dos Impermeabilizantes



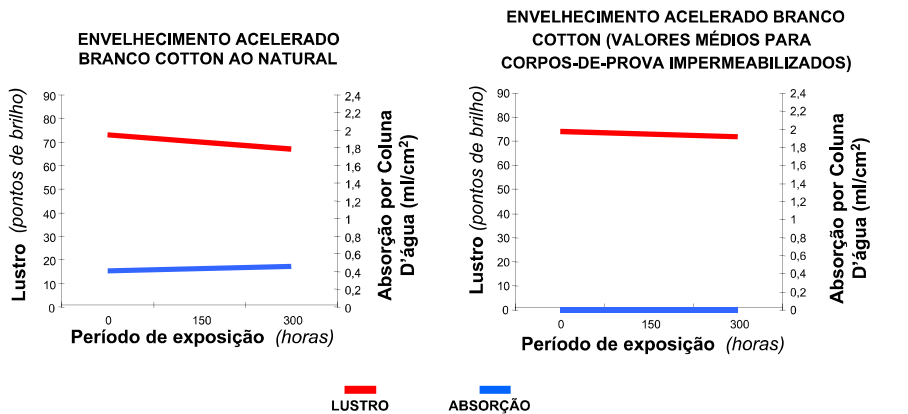
**Figura 4** Absorção por Coluna D'água após ciclos de Limpeza - Desempenho dos Impermeabilizantes

Após a exposição ao intemperismo, as películas de proteção impermeabilizantes se mantiveram intactas na rocha silicática e praticamente perderam sua eficácia na rocha carbonática, na qual se notou, inclusive, perda parcial de lustro e aumento da absorção por coluna d'água. (Ver figuras 5)

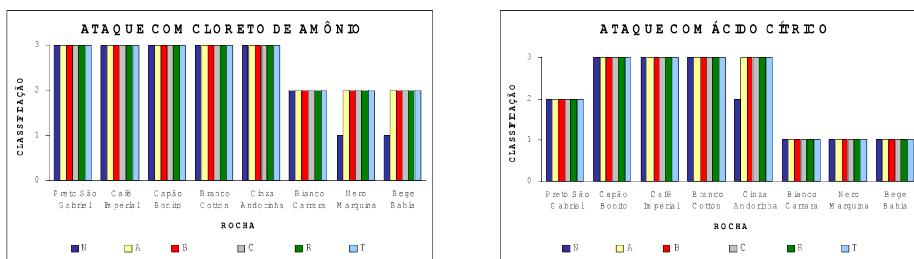
A resistência ao ataque químico por ácidos (clorídrico e cítrico), hidróxido de potássio, hipoclorito de sódio e cloreto de amônia, apresentada pelas rochas (tanto silicáticas como carbonáticas) no estado natural, praticamente não sofreu alteração com a aplicação de qualquer dos produtos químicos impermeabilizantes. Tais produtos não ofereceram nenhuma proteção adicional contra a ação dos produtos químicos utilizados, os quais representam os principais agentes presentes em produtos de limpeza, frutas cítricas, refrigerantes, etc., comumente colocados em contato com as rochas ornamentais durante o uso. (Ver figuras 6)

A resistência ao manchamento diante dos agentes de ação oxidante (iodo), ação penetrante (óxido de cromo e óxido de ferro) ou formadores de película (azeite) obteve significativo aumento em

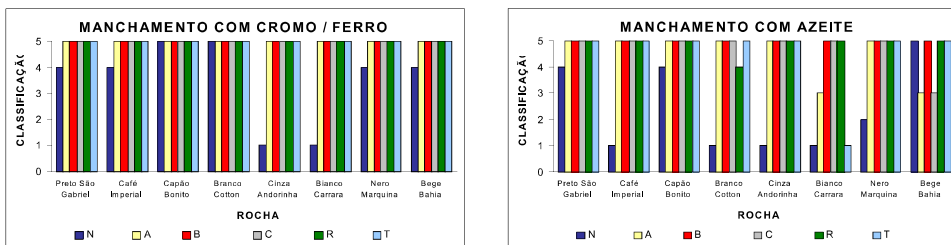
rochas silicáticas e carbonáticas de tonalidades média a escura (exemplificadas nesta pesquisa pelos granitos Café Imperial, Preto São Gabriel, Capão Bonito e Cinza Andorinha; e pelo mármore Nero Marquina), após a aplicação de qualquer dos cinco produtos impermeabilizantes. Para rochas claras (como o granito Branco Cotton e os mármore Bianco Carrara e Bege Bahia), os produtos impermeabilizantes R e C foram os que ofereceram maior proteção contra manchas, sobretudo as de ação oxidante. (Ver figuras 7)



Figuras 5 Resistência ao Ataque Químico - Desempenho dos Impermeabilizantes



Figuras 6 Resistência ao Ataque Químico - Desempenho dos Impermeabilizantes



Figuras 7 Resistência ao Manchamento - Desempenho dos Impermeabilizantes

## **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO CONJUNTO ROCHA-IMPERMEABILIZANTE**

Esta proposta de metodologia para avaliação de desempenho do conjunto foi elaborada para a orientação da escolha do produto químico impermeabilizante adequado, que promova a proteção do revestimento rochoso, diante das diferentes solicitações a que a rocha ornamental estará exposta durante o uso.

Primeiramente, procede-se à realização de três ensaios, considerados essenciais, para determinação das principais propriedades tecnológicas dos materiais rochosos utilizados como revestimento, conforme apresentado a seguir:

1. determinação dos índices físicos, segundo as diretrizes da ABNT-NBR 12766;
2. determinação da resistência ao manchamento, segundo as diretrizes da ABNT-NBR 13818 Anexo G;
3. determinação da alteração cromática após saturação com água.

Se a rocha ensaiada apresentar índice de absorção d'água elevado (superior a 0,3 %); ou forte alteração cromática após saturação com água; ou baixa resistência ao manchamento, proceder à aplicação do produto químico impermeabilizante objetivado, em cinco corpos-de-prova 10 cm x 10 cm. Realizar os mesmos ensaios referidos no procedimento anterior (item 1), utilizando os corpos-de-prova impermeabilizados. Se os resultados mostrarem eficácia na ação protetora dos produtos, no que se refere à alteração cromática após saturação com água, resistência ao manchamento e absorção d'água, o conjunto rocha-impermeabilizante será considerado qualificado; caso contrário, inadequado.

Conforme as condições de utilização previstas para o revestimento de rocha ornamental, considerado qualificado pelos procedimentos anteriores, recomendam-se:

- Se as condições de uso previstas incluírem desgaste abrasivo pelo tráfego de pedestres, realizar o ensaio de determinação da resistência à abrasão superficial, conjugado ao ensaio de absorção por coluna d'água e à medição de lustro;
- Se as condições de uso previstas incluírem exposição a agentes atmosféricos, realizar os ensaios: simulação fotohidrotérmica, conjugado ao ensaio de absorção por coluna d'água e determinação da resistência ao ataque químico, utilizando como reagentes as substâncias químicas supostamente presentes na atmosfera do local da obra (ácidos clorídrico, sulfúrico, nítrico, etc.);
- Se as condições de uso previstas incluírem procedimentos de limpeza frequentes, realizar os ensaios: determinação da resistência a ciclos de limpeza, conjugado aos ensaios de absorção por coluna d'água e determinação da resistência ao ataque

químico, utilizando reagentes supostamente presentes em produtos de limpeza (hipoclorito de sódio, hidróxido de amônia, etc.).

Efetuar a avaliação final e definição sobre a adequabilidade do conjunto rocha-impermeabilizante para as finalidades do revestimento, obedecendo-se aos seguintes parâmetros e limites sugeridos:

- Uso em situações de tráfego abrasivo - se o círculo abrasivo no corpo-de-prova natural não for perceptível; se a absorção por coluna d'água dos corpos-de-prova impermeabilizados for igual ou menor em relação aos corpos-de-prova ao natural; e se não houver redução do nível de lustro da rocha, então o conjunto rocha-impermeabilizante é considerado adequado à utilização prevista;
- Uso em situações de exposição a intempéries - se a absorção por coluna d'água dos corpos-de-prova impermeabilizados for igual ou menor em relação aos corpos-de-prova ao natural; se a alteração visual provocada pelos reagentes químicos for nula; e se não houver redução do nível de lustro da rocha, então o conjunto rocha-impermeabilizante é considerado adequado à utilização prevista;
- Uso em situações de limpeza frequente - se a absorção por coluna d'água dos corpos-de-prova impermeabilizados for igual ou menor em relação aos corpos-de-prova ao natural; se a alteração visual provocada pelos reagentes químicos for nula; e se não houver redução do nível de lustro da rocha, então o conjunto rocha impermeabilizante é considerado adequado à utilização prevista.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) - 1995 - G 26 - Standard Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) - 1992 - ABNT-NBR 12766 - Rochas para Revestimento - Determinação da Massa Específica Aparente, Porosidade Aparente e Absorção D'água Aparente.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) - 1992 - ABNT-NBR 12768 - Rochas para Revestimento - Análise Petrográfica.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) - 1997 - ABNT-NBR 13818 - Placas Cerâmicas para Revestimento. Especificação e Método de ensaio - Determinação da Resistência ao Manchamento - Anexo G.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) - 1997 - ABNT-NBR 13818 - Placas Cerâmicas para Revestimento.

- Especificação e Método de ensaio -  
Determinação da Resistência ao Ataque  
Químico - Anexo H.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS  
TÉCNICAS) - 1997 - ABNT-NBR 13818 -  
Placas Cerâmicas para Revestimento.  
Especificação e Método de ensaio -  
Determinação da Resistência à Abrasão  
Superficial - Anexo D.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS  
TÉCNICAS) - 1997 - ABNT-NBR 13818 -  
Placas Cerâmicas para Revestimento.  
Especificação e Método de ensaio -  
Determinação da Resistência ao Impacto -  
Anexo Q.
- GALAN, C.G. - 2001 - Avaliação do Desempenho de  
Produtos Químicos Hidro-óleo-repelentes  
Como Fator de Proteção e Valorização de  
Rochas Ornamentais. Rio Claro. Dissertação  
de Mestrado. Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas- Universidade Estadual  
Paulista (UNESP).