



EIXO TEMÁTICO:

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ambiente e Sustentabilidade | <input type="checkbox"/> Crítica, Documentação e Reflexão | <input type="checkbox"/> Espaço Público e Cidadania |
| <input type="checkbox"/> Habitação e Direito à Cidade | <input type="checkbox"/> Infraestrutura e Mobilidade | <input checked="" type="checkbox"/> Novos processos e novas tecnologias |
| <input type="checkbox"/> Patrimônio, Cultura e Identidade | | |

Patologias em revestimentos com placas pétreas em edificações e espaços urbanos no Brasil

Pathological in Claddings with Dimension Stones in Buildings and Urban Space in Brazil

Patologías en los revestimientos con placas de rocas en edificios y espacios urbanos en Brasil

FLAIN, Eleana Patta (1);

RIGHI, Roberto (2);

FRAZÃO, Ely Borges (3)

(1) Professora Mestre, Universidade Presbiteriana Mackenzie, UPM, São Paulo, SP, Brasil; e-mail: eleana.flain@mackenzie.br

(2) Professor Doutor, Universidade Presbiteriana Mackenzie, UPM, PGFAU, São Paulo, SP, Brasil; e-mail: roberto.righi@mackenzie.br

(3) Pesquisador Doutor, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, São Paulo, SP, Brasil; e-mail: elyfrazaoglobo.com

Patologias em revestimentos com placas pétreas em edificações e espaços urbanos no Brasil

Pathological in Claddings with Dimension Stones in Buildings and Urban Space in Brazil

Patologías en los revestimientos con placas de rocas en edificios y espacios urbanos en Brasil

RESUMO

Os revestimentos com placas pétreas estão em acelerado crescimento no Brasil, o que se reflete em arrojados projetos com a utilização de grande diversidade de tipos de rochas em múltiplos usos e com variados e bons resultados estéticos, como pode ser visto na cidade de São Paulo e em outras cidades brasileiras. Este fato se deve ao intenso esforço de atualização tecnológica dos profissionais envolvidos, ao aumento do conhecimento das características das rochas, às opções para sua fixação e à adoção de modernos critérios de projetos.

Sabe-se que os revestimentos pétreos estão sujeitos à ocorrência de patologias diversificadas, dependendo, principalmente, das características dos materiais utilizados e do processo para a fixação das placas ao suporte. Neste trabalho apresentam-se exemplos típicos de patologias em revestimentos com placas pétreas ocorridos em edificações e obras urbanas.

Considerando a adicional complexidade da interação da ação do meio ambiente com a obra, cujas verdadeiras conseqüências são de difícil previsão, considera-se de fundamental importância documentar e difundir alguns casos de insucessos, como forma de alerta, para que as obras arquitetônicas de hoje, revestidas com pedras, possam corresponder à expectativa de durabilidade e de efeito estético inicial.

PALAVRAS-CHAVE: patologias, revestimentos, rochas, espaços urbanos

ABSTRACT

The claddings with dimension stones are in accelerated growth in Brazil, which is reflected in bold designs with the use of wide diversity of rock types in multiple uses and with varied and good aesthetic results, as can be seen in the city of Sao Paulo and other Brazilian cities. This fact is due to the intense effort of technological updating of professionals involved, the increased knowledge of the characteristics of the rocks, the options for their attachment and adoption of modern project criteria.

It is known that the claddings with dimension stones are subject to the occurrence of diverse pathologies, depending on features, the materials used and the process for fixing support plates. In this work we present typical examples of pathologies in the claddings with dimension stones occurred in buildings and urban works. Considering the additional complexity of interaction of environmental action with the building, whose real consequences are difficult to predict, it is considered of fundamental importance to document and disseminate some cases of failures, as a way to alert the architectural works of today, lined with stones, can match the expectation of durability and initial aesthetic effect.

KEY-WORDS: pathologies, coatings, rocks, urban spaces

RESUMEN

Los revestimientos con losas de piedras están en un crecimiento acelerado en Brasil, que se refleja en los diseños atrevidos con el uso de la amplia diversidad de tipos de roca en usos múltiples y variados y buenos resultados estéticos, como puede verse en la ciudad de São Paulo y otras ciudades brasileñas. Este hecho es debido al intenso esfuerzo de actualización tecnológica de los profesionales involucrados, el aumento del conocimiento de las características de las rocas, las opciones para su apegos y adopción de criterios de proyecto moderno.

Es sabido que losas de piedras están sujetos a la ocurrencia de diversas patologías, que dependen, sobre todo, las características de los materiales utilizados y el proceso para la fijación de las placas de apoyo.



En este trabajo presentamos ejemplos típicos de las patologías en los revestimientos con losas de piedras ocurrieron en edificios y obras urbanas.

Teniendo en cuenta la complejidad adicional de interacción de acción ambiental con el trabajo, cuyas consecuencias reales son difíciles de predecir, se considera de fundamental importancia para documentar y difundir algunos casos de fracasos, como una forma de alertar a las obras arquitectónicas de hoy, repleta de piedras, puede coincidir con la expectativa de durabilidad y efecto estético inicial.

PALABRAS-CLAVE: patologías, recubrimientos, rocas, espacios urbanos

1 INTRODUÇÃO

Os revestimentos com placas pétreas estão em acelerado crescimento no Brasil, que se reflete em arrojados projetos, com a utilização de grande diversidade de tipos de rochas em múltiplos usos e com variados e bons resultados estéticos. Este fato se deve ao intenso esforço de atualização tecnológica dos nossos profissionais da arquitetura, da engenharia e da geologia, ao crescente treinamento da mão-de-obra, ao aumento do conhecimento das características das rochas (que permite uma melhor seleção das mais adequadas ao uso pretendido), às opções para sua fixação e à adoção de modernos critérios de projetos.

Este procedimento possui hoje grande importância para o mercado imobiliário ao criar novas condições para o desenvolvimento de um novo produto. As necessidades e desejos do consumidor estão intimamente ligadas a maior sofisticação exigida do produto imobiliário final. (RIGHI; CASTRO, 2007)

Tal conduta não existia, entretanto, no passado, e sua ausência refletiu na ocorrência de inúmeras manifestações patológicas, que só com o passar do tempo têm vindo a se revelar, principalmente, através de diferentes aspectos que degradam a estética e que podem comprometer o revestimento como um todo.

Segundo FRAZÃO; CARUSO (1989), a patologia das pedras de revestimento está ligada a alterabilidade das rochas da qual provêm e é o reflexo da interação dos parâmetros de natureza da rocha, além de propriedades induzidas pelo beneficiamento e agentes ambientais.

No Brasil as pesquisas referentes a ocorrência de patologias em pedras cresceram nas últimas duas décadas mas, pode-se considerar ainda insipientes comparadas a países da Europa, por exemplo, onde há muito se estuda esse assunto por se tratar de grande relevância para as obras construídas em rochas naqueles países. Dentre diversos pesquisadores na área, pode-se citar Luís AIRES-BARROS, professor do Instituto Superior Técnico, Lisboa - Portugal, autor de cerca de 250 artigos científicos publicados e de cinco livros¹, dedicados à alterabilidade de rochas ornamentais e às patologias.

No Brasil, destacam-se alguns centros relevantes de pesquisas sobre o assunto, o Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura (CT-Obras) do IPT, São Paulo-SP, com linhas de pesquisas para estudos de patologias de revestimentos de edificações e preservação de monumentos e edificações históricas; o Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos-SP, o CETEM - Centro de Tecnologia Mineral, através de inúmeros pesquisadores têm organizado diversos eventos onde são publicados e divulgados trabalhos desenvolvidos nos diversos setores das rochas mas, também, em patologias.

¹ Um destes: **Alteração e alterabilidade de rochas**. 1ª. ed. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa, 1991.

Destaca-se um dos primeiros trabalhos sobre patologias apresentado e publicado no Brasil FRAZÃO; CARUSO (1989).

Dentre os eventos que marcaram a divulgação das pesquisas na área no Brasil, destacam-se o I Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais (Salvador-Bahia, 2001), o III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais e o VII Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste (Fortaleza, 2009).

Quando se opta por revestimentos pétreos acredita-se que esses serão concebidos de forma a terem maior durabilidade, refletirem solidez e nobreza à edificação. Por estas e outras razões, geralmente, apresentam custos iniciais mais elevados porém com algumas vantagens, tais como, reduzida manutenção e estética agradável.

Observa-se, no entanto, grande ocorrência de patologias, principalmente em fachadas, pisos de edifícios e em obras urbanas construídas recentemente, traduzindo-se em perdas das suas características iniciais e em comprometimento da sua estabilidade, o que viria contrariar as razões iniciais pelas quais se optou por estes revestimentos.

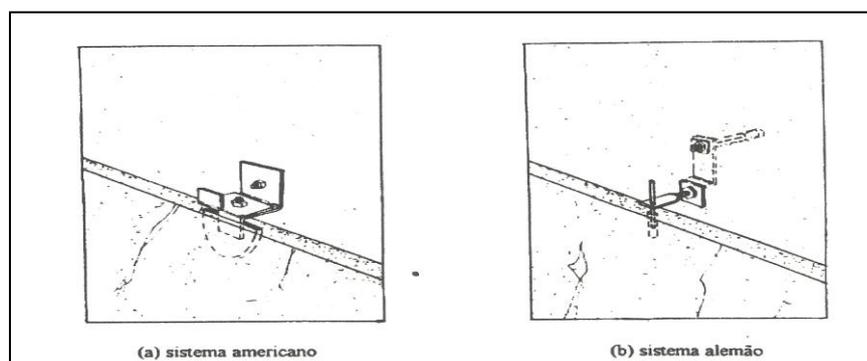
Devido a adicional complexidade da interação entre o meio ambiente e a obra, cujas verdadeiras conseqüências são de difícil previsão, considera-se de fundamental importância documentar e difundir alguns casos de insucessos, como forma de alerta e de ensinamento, para que as obras arquitetônicas de hoje, revestidas com pedras, possam corresponder à expectativa de grande durabilidade e de permanência do efeito estético inicial.

Segundo SCHIOCHET (2009), as inovações tecnológicas aumentaram significativamente a complexidade das fachadas dos edifícios, exigindo projetos específicos para a sua produção e mão de obra especializada para o seu projeto e execução. Concordando-se com esse autor tais exigências, também, contribuem para minimizar a ocorrência de patologias nos revestimentos pétreos.

2 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE FIXAÇÃO

A fixação da camada de acabamento com placas de pedra nas fachadas de edifícios pode se dar de duas maneiras: por colagem (adesão físico-química ou aderência mecânica) com ou sem ancoragem de segurança (grampos) e por ancoragem mecânica. Na primeira utiliza-se argamassa convencional ou argamassas colantes e na segunda, componentes metálicos. Com componentes metálicos, afim ilustrativos, apresenta-se na Figura 1, são conhecidos comercialmente como "sistema americano" e "sistema alemão".

Figura 1 : Sistemas de fixação com componentes metálicos.



Atualmente, no Brasil, as técnicas utilizadas para a fixação dos revestimentos pétreos em vedações verticais exteriores, são por colagem, com ou sem grampos, utilizando argamassa convencional (processo tradicional), e por ancoragem mecânica com auxílio de dispositivos de fixação (processo racionalizado). A fixação da camada de acabamento com placas de pedra em pisos de obras urbanas pode se dar por colagem, nestes casos através de argamassa convencional ou argamassa colante (FLAIN, 1995).

Considerando-se que os revestimentos com placas pétreas estarão fixados através de um ou outro processo, para se evitar a ocorrência de patologias nestes revestimentos são necessários alguns procedimentos adotados na etapa de projeto, como por exemplo: escolha do material adequado ao local de utilização e ao processo de fixação, entre outros.

A escolha dos materiais mais adequados para o revestimento deve estar ligada, principalmente, às características dos mesmos considerando-se a sua utilização, no caso da pedra, se exterior ou interior, conforme NBR 15.846 (ABNT, 2010).

CARACTERÍSTICAS DAS ROCHAS

Nas obras de vulto, previamente ao projeto, é importante que seja efetuada uma pesquisa da jazida para verificar a capacidade de fornecimento da mesma considerando-se o atendimento ao cronograma da obra, a homogeneidade litológica e estética da rocha.

Além dos aspectos estéticos considerar:

- a) as características petrográficas que eventualmente possam influir na durabilidade da rocha, tais como: estado microfissural e presença de materiais deletérios e alterados;
- b) as propriedades físico-mecânicas da rocha, determinadas de acordo com as normas NBR 15.845;
- c) a porosidade e a absorção da água, determinadas de acordo com a NBR 15.845;
- d) a viabilidade da rocha ser submetida aos processos de beneficiamento necessários à obtenção dos efeitos desejados (superfície polida, serrada, apicoada, flamejada, etc.)
- e) as alterações na aparência a que as placas estão sujeitas quando: submetidas a lavagens e à ação de produtos químicos de qualquer natureza; expostas às intempéries, principalmente, à poluição atmosférica e à morfologia do projeto, de modo a garantir que as águas das chuvas proporcionem uma lavagem uniforme; assentadas com argamassa.

CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES METÁLICOS PARA A FIXAÇÃO

Os componentes metálicos de fixação devem ser constituídos de metais inalteráveis, isto é, que não sofram degradação devido ao ataque de substâncias existentes na atmosfera, em forma de gás ou vapor, dissolvidos na água da chuva ou na água de limpeza. Os principais metais que poderão ser utilizados são: aço inoxidável; cobre e suas ligas e alumínio.

É importante que os metais escolhidos sejam compatíveis entre si, de modo a evitar a corrosão galvânica.

CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

As argamassas convencionais sem adição são ainda muito utilizadas no Brasil para a fixação das placas pétreas, constituem-se de uma mistura de cimento e areia, traço 1:3 (em volume), utilizando-se a mínima quantidade de água, a fim de assegurar máxima resistência de aderência e mínima retração. Além disso, deve ter consistência e fluidez compatível com o uso. Normalmente são produzidas nos canteiros de obra sem que recebam um controle tecnológico adequado, tanto no recebimento dos materiais quanto na sua produção. A falta ou deficiência de controle, associados às características da rocha, tem contribuído para o surgimento de patologias como manchamentos generalizados e eflorescências em revestimentos pétreos.

CARACTERÍSTICAS DOS SELANTES

Os selantes devem ser resistentes aos agentes atmosféricos; apresentarem boa aderência aos materiais nos quais são aplicados; ser estanques ao ar e à água e não causarem manchas ou alterações nos materiais aos quais são aplicados; ser inertes em presença de substâncias químicas normalmente encontradas nos edifícios (alcalinidade das argamassas e produtos de limpeza) e ter elasticidade suficiente e mantê-la ao longo do tempo.

3 PATOLOGIAS LIGADAS ÀS CARACTERÍSTICAS DAS ROCHAS

Dentre as características indesejáveis das rochas está a alta capacidade de absorção d'água, por propiciar manifestações patológicas após a interação com as argamassas e com os agentes degradadores ambientais. Esta propriedade pode estar ligada a um alto grau de alteração mineralógica e de microfissuração.

O grau de alteração, mesmo que inicialmente baixo, poderá, entretanto, evoluir se condições ambientais e microambientais muito desfavoráveis agirem sobre as placas. Neste processo o grau de microfissuração também poderá aumentar e gerar fraturas (FRAZÃO; FARJALLAT, 1995) (FLAIN et al. 2000).

As fissuras resultam em decréscimo da resistência físico-mecânica e redução da vida útil do revestimento.

O alto grau de absorção poderá criar condições propícias para instalação de fungos e outros organismos biológicos ou microbiológicos.

A presença de minerais alterados ou potencialmente alteráveis, sob condições ambientais e micro ambientais agressivas, poderá provocar manchamentos, tanto devido aos próprios produtos de alteração (óxidos de ferro ou argilominerais) ou por propiciar a ocorrência de eflorescências na superfície das placas, independentemente daquelas que poderão surgir a partir das juntas. Manchamentos, por alteração mineralógica ou por eflorescências, têm, infelizmente, marcante efeito negativo na estética do revestimento, a Foto 1 ilustra estes efeitos em revestimento de piso.

Segundo AIRES-BARROS (1991), alterabilidade é a capacidade que a rocha possui de se alterar.

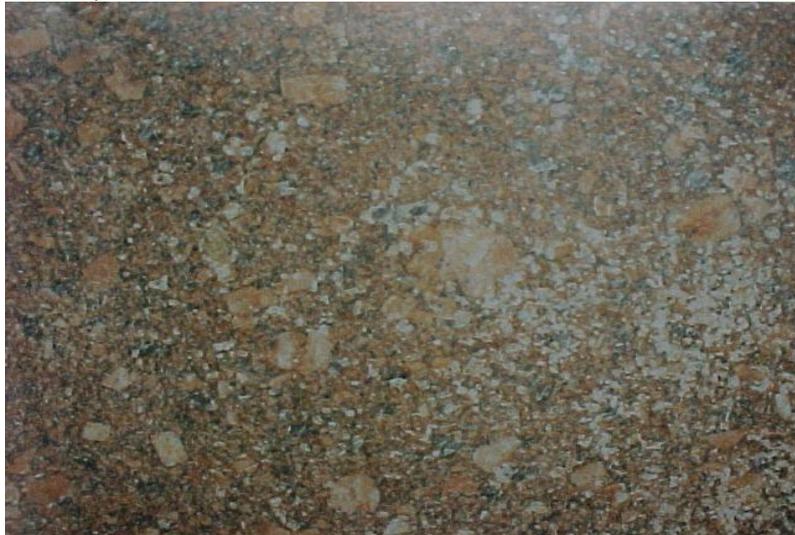
Outra patologia relacionada ao fenômeno da eflorescência, decorrente do destacamento de fragmentos minerais (*scaling*) da face polida, devido ao efeito da pressão exercida pela cristalização dos sais em fissuras subsuperficiais, subparalelas á essa face, é ilustra pela Foto 2 (FRASCÁ; QUITETE, 1999).

Foto 1 : Manifestação de alteração mineralógica da pedra e ocorrência de eflorescência. Piso de hall de edifício, revestido com Granito Café Bahia, na cidade de Salvador.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Foto 2: Deterioração da rocha pelo destacamento de fragmentos minerais da superfície polida, devido á cristalização subsuperficial de sais. Piso térreo de residência no interior do Estado de São Paulo.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Acima de todos estes fatores estão, entretanto, as propriedades petrográficas e mineralógicas da rocha das quais as placas provieram, se esta for de natureza carbonática, como os mármore e os calcários, sua solubilidade frente aos produtos naturais e artificiais de caráter ácido será

muito maior e de efeitos muito mais danosos do que se a rocha for de natureza silicática, como os granitos.

Essas características quando associadas a um processo inadequado de assentamento, também provocam o manchamento e a degradação do revestimento, conforme pode ser observado na Foto 3.

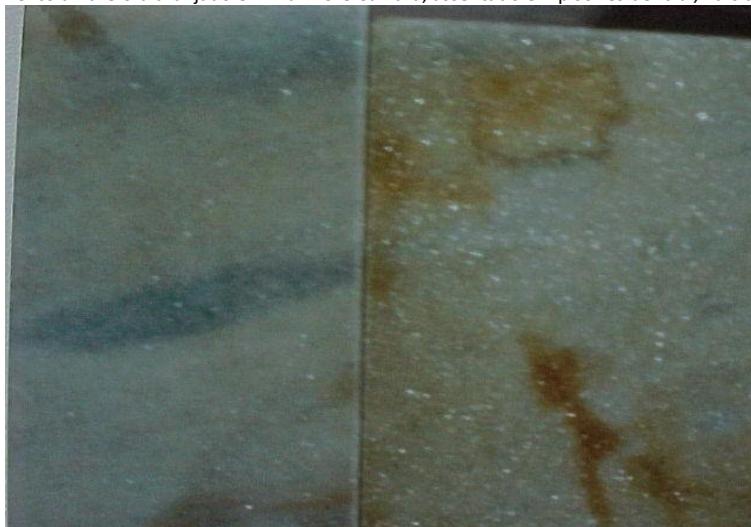
Foto 3 : Manchamento por decomposição de minerais da pedra, Mármore Bege Bahia, na cidade de Salvador.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

A Foto 4 ilustra o manchamento de mármore branco Carrara após o assentamento em piso de apartamento, com o uso de argamassa convencional. Pode ter ocorrido a oxidação de minerais ferrosos presentes na rocha por interação com atmosfera agressiva e ou úmida e elementos da argamassa, eventualmente intensificado pelo carregamento de ferro contido na argamassa. Depreende-se daí a importância de se ter conhecimento desses fatores previamente, para mais bem compatibilizar as características das rochas com as do processo de fixação a ser adotado.

Foto 4 : Manchamento amarelo-alaranjado em Mármore Carrara, assentado em piso residencial, na cidade de São Paulo.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

4 PATOLOGIAS LIGADAS À FIXAÇÃO POR ARGAMASSA CONVENCIONAL

Manchamento, fissuramento e descolamentos das placas, são as patologias mais freqüentes nos revestimentos pétreos de fachadas e de pisos fixados pelo processo tradicional. É comum a ocorrência de manchas provocadas, principalmente, por excesso de água da argamassa, impurezas do cimento e da areia. Estes fatores, aliados a uma alta porosidade da rocha, poderão reforçar o manchamento. A causa de excesso de água está na dosagem inadequada da argamassa que, pela exsudação, penetra nos poros da pedra. Se na permeação da água pela placa de pedra houver transporte de íons do cimento, nela dissociados, pode ocorrer precipitação destes em poros da pedra. Isto poderá causar manchas indelévels e, portanto, permanentes. Quando houver a carreação dos sais solúveis para a superfície da placa, haverá a formação de eflorescências (manchas de coloração esbranquiçada) por precipitação desses sais. Fissuração das placas poderá ocorrer se houver aumento de tensão de tração provocado pela expansão dos sais no seu interior. Essas patologias podem ser observadas na Foto 5.

A presença de impurezas nas areias, tais como óxidos e hidróxidos de ferro, particularmente nas suas frações finas ($\# < 100$), podem, num meio altamente alcalino, como aquele promovido pela mistura água-cimento, se dissociarem e migrarem, por capilaridade, para a superfície da pedra aí se precipitarem e provocarem manchamento.

As manchas podem estar distribuídas em toda a superfície das placas e nos entornos das juntas; este caso é agravado pela percolação de águas de limpeza, ou pluviais, que lixiviam a argamassa de assentamento, ou de rejuntamento, produzindo substâncias que acelerarão o manchamento.

Além das causas apontadas acima, manchas em revestimentos pétreos poderão estar associadas a fase de uso e a manutenção inadequada (FRAZÃO; CARUSO, 1989).

Foto 5-Manchas, fissuras e eflorescências distribuídas na superfície do revestimento.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

O descolamento de placas pétreas (Foto 6), tem causa no excesso de água da argamassa de assentamento, na falta de preparo do substrato e na diferença entre os coeficientes de dilatação dos materiais constituintes das camadas (substrato, argamassa e pedra), agravado por outros fatores. Segundo NOGAMI (2013), a aderência de todas as argamassas está relacionada à rugosidade das placas e às características mineralógicas nos caso dos "granitos".

Foto 6-Descolamento de placas por deficiência na distribuição da argamassa.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

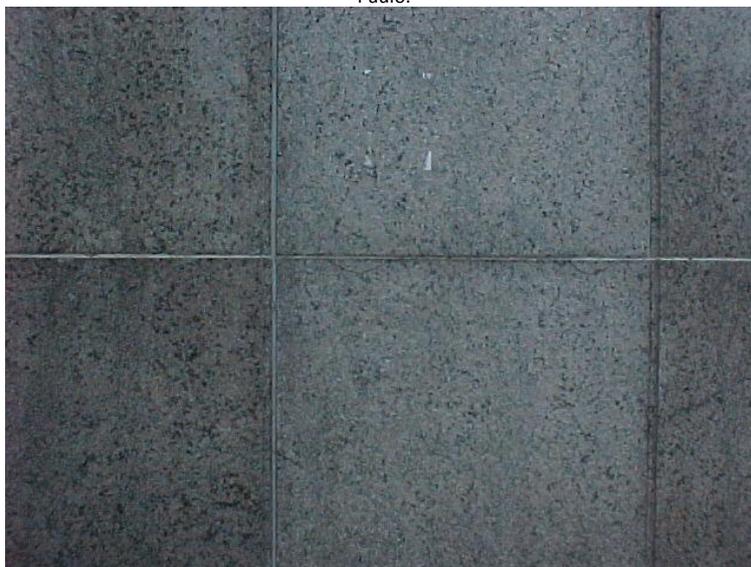
5 PATOLOGIAS LIGADAS À FIXAÇÃO POR DISPOSITIVOS METÁLICOS

Quando da fixação das placas, em fachadas, por dispositivos metálicos as patologias mais comuns são: manchamentos contornando os rasgos efetuados para introdução dos dispositivos metálicos, e juntas das placas, corrosão dos dispositivos metálicos, fissuramento, descolamento, descontinuidade e rugosidade do selante provocado, principalmente, pelo mau posicionamento do fundo de junta². Este último caso é freqüente em juntas de movimentação.

Fissuramentos em revestimentos de fachadas, fixados por este processo, são, muitas vezes, decorrentes da ação dos ventos, particularmente nos pontos mais elevados da edificação, quando a pedra apresenta baixa resistência à flexão (Foto 7).

Fraturas podem também ocorrer devido ao transporte e a estocagem inadequados, ao mau nivelamento e prumo das placas.

Foto 7 : Fissuras nas placas pétreas na posição dos fixadores metálicos. Revestimento em fachada de edifício na cidade de São Paulo.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

6 PATOLOGIAS LIGADAS À NATUREZA DA PEDRA EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE FIXAÇÃO

Independentemente do tipo de fixação adotado para os revestimentos pétreos, atenção especial deve ser dada à natureza desses materiais, tanto no aspecto composicional, quanto nas características físico-mecânicas (FRAZÃO, FARJALLAT, 1995).

² Cordões de polietileno, polipropileno ou poliuretano colocados no interior da junta para impedir a adesão do selante no terceiro plano da junta, proporcionando a deformação do selante sem que ocorra a sua ruptura. Também tem a função de proporcionar economia de selante servindo como material de enchimento (FLAIN, 1995).

As rochas são constituídas de minerais ditos essenciais, que servem para classificar o tipo de rocha; outros minerais podem estar presentes, subsidiariamente, e são ditos acessórios ou varietais. Dentre estes há aqueles que podem se decompor ante condições ambientais, ou microambientais, a eles desfavoráveis e, como consequência, produzir manchas. Exemplo são os sulfetos de ferro (pirita, pirrotita e calcopirita) que podem estar presentes em granitos comuns, calcários metamórficos e mármore; granadas ferríferas em granitos brancos (albititos), nódulos de argila em granitos pretos (diabásios) e hiperstênio em granitos verdes (charnockitos).

Outra propriedade intrínseca às pedras é a sua capacidade de absorção d'água, a qual se for de valor acima de 0,4 % (FRAZÃO; FARJALLAT, 1996), podem facilitar sobremaneira, os manchamentos, principalmente, quando a fixação das pedras for executada com argamassa convencional. Por outro lado a própria coloração da pedra, dada pela sua constituição mineralógica, pode evidenciar as manchas em maior ou menor intensidade. Os granitos brancos e cinzas, por exemplo, propiciam maior contraste decorrentes de manchas indeléveis, ou de umidade (que podem desaparecer quando da evaporação da água), do que granitos marrons e vermelhos, mesmo que a capacidade de absorção d'água seja semelhante.

No caso de revestimento de fachadas fixados por dispositivos metálicos, são o coeficiente de dilatação térmica da rocha e a sua resistência à flexão as principais propriedades físicas e físico-mecânicas que intervêm na ocorrência de patologias. A primeira, juntamente com outros fatores, como por exemplo, posição e localização dos revestimentos, intervêm no dimensionamento e na distribuição das juntas entre componentes e de movimentação, ante o fenômeno de dilatação/contração, por variação diária e sazonal da temperatura. A segunda influi nos critérios de dimensionamento das placas (relação área/espessura) para que estas possam suportar as ações a que estarão sujeitas, tais como, ação do vento e movimentações do suporte sem que se fissurem ou quebrem.

7 CRITÉRIOS DE PROJETOS

Recomenda-se que para se chegar a etapa final da fase de projeto os profissionais (arquiteto ou projetista) envolvidos com a elaboração do mesmo, considerem todos os fatores importantes, principalmente no que diz respeito a qualidade, ao desempenho e ao custo do produto final. Aliado a isso, é necessário o conhecimento de parâmetros, que poderão interferir de forma direta ou indiretamente no resultado final do projeto (FLAIN; CAVANI, 1992).

Alguns cuidados necessários estão relacionados com a preparação e revisão dos projetos de execução do revestimento, que deverão estar, segundo GERE (1981), claros, logicamente numerados e com os desenhos bem detalhados, com a compra técnica, o transporte e estocagem dos materiais e o emprego de mão-de-obra adequada.

Ressalta-se que segundo MOREIRAS (2014), os sistemas não aderentes de fixação com placas pétreas comparados com os que empregam argamassas, exigem maior acuidade no projeto e uma avaliação estrutural criteriosa.

O projeto de revestimento de vedações com placas de rocha deve ser constituído por:

a) vista frontal e ou planta baixa (vertical e ou horizontal) dos suportes a serem revestidos com a distribuição (paginação) das placas e a posição dos componentes de fixação quando do uso destes, em escala adequada;

b) detalhes construtivos dos encaixes, ranhuras e furos das placas, componentes metálicos, juntas de dilatação, fixações ao suporte, entre outros, quando do uso destes;

c) memorial descritivo com especificações dos materiais e serviços, apresentando inclusive a tolerância máxima permitida para os desvios de prumo e planura do revestimento com placas de rocha e as exigidas para os suportes. Deverá constar, ainda, um roteiro e a periodicidade para a realização das inspeções, que deverá abranger os seguintes aspectos:

a) estado dos selantes (continuidade, adesão às superfícies das juntas, coesão e presença de fissuras);

b) existência de corrosão dos componentes metálicos de fixação quando estes forem utilizados;

c) indícios de falta de aderência (som cavo ao serem percutidas) das placas fixadas com argamassa; e

c) eventual deslocamento das placas, entre outros aspectos relevantes para o desempenho e durabilidade do revestimento.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As patologias apresentadas aqui são decorrentes das diferentes respostas das rochas, e conseqüentemente de suas características mineralógicas e físico-mecânicas, aos processos de beneficiamento e de fixação, às modificações climáticas e aos cuidados de manutenção e limpeza.

Entretanto, a maioria das patologias ainda são de difícil correção, quando não incorrigíveis, a despeito de cada vez mais serem lançados produtos para retirada de manchas e pichações, para impermeabilização e para assentamento e fixação.

Por isto, enfatiza-se a importância do conhecimento das propriedades petrográficas e físicas de cada tipo de rocha antes do uso, visto que estas informações direcionarão a melhor utilização e a maneira mais correta de colocação de rochas ornamentais, além de possibilitarem redução de custos. Também, faz-se necessário um maior conhecimento técnico do desempenho dos diversos produtos comerciais que se propõem a corrigir ou prevenir as deteriorações em rochas.

Quando as características e propriedades dos materiais utilizados nos revestimentos pétreos são devidamente consideradas pelos projetistas e, pelos construtores, e com a adoção de controle do processo de produção pode-se obter melhor desempenho e maior durabilidade dos revestimentos pétreos.

Dada a complexidade do assunto tratado, acredita-se que o levantamento e análise das patologias presentes nos revestimentos pétreos, são importantes contribuições para o aprimoramento do processo de produção desses revestimentos, servindo, também para a retroalimentação da etapa de projeto e escolha das rochas mais adequadas ao uso.

REFERÊNCIAS

- AIRES-BARROS, L. Alteração e alterabilidade de rochas. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.846 - "Rochas para revestimento - Projeto, execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas fixadas por insertos metálicos". Rio de Janeiro, ABNT, 2010.
- . NBR 15.845 - "Rochas para revestimento - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, ABNT, 2010.
- FLAIN, E. P.; CAVANI, G. de R., "Revestimentos verticais com placas de rocha", *Téchne*, Pini, São Paulo, 1992. v. 10, pp. 59-63.
- FLAIN, E. P. "Tecnologia de produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas", Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1995. 183 p.
- FLAIN, E. P. et al., "Registro de manifestações patológicas em revestimentos com rochas em Salvador", *Rochas de Qualidade*, São Paulo, EMC, 2000, n. 152, pp. 82-92.
- FRASCÁ, M.H.B.O.; QUITETE, E.B., "Estudos diagnósticos de patologias em rochas de revestimento", *Memorias/Proceedings... VII Congreso Iberoamericano de Patología de las Construcciones*, Montevideo, Uruguai. Asiconpat/CIB:Montevideo, 1999, v. 2. pp. 1367-1373.
- FRAZÃO, E. B.; CARUSO, L. G. "Manutenção em revestimentos de pedra." In : SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 10., São Paulo, 1989. *Anais*. São Paulo, EPUSP, 1989. p. 89-99.
- FRAZÃO, E. B; FARJALLAT, J. E. S., "Seleção de pedras para revestimentos e propriedades requeridas, Rochas de Qualidade, São Paulo, EMC, 1995, n.124, pp. 80-94
- FRAZÃO, E. B. "Características tecnológicas de rochas silicáticas brasileiras de revestimento: proposta para fixação de especificação brasileira". *Rochas de Qualidade*. São Paulo, EMC, 1996. n. 128, p. 80-94.
- GERE, Alex S. Recommended practice for the use of natural stones in building construction. New York, *Building Stone Magazine*, 1981.
- GRILLO, K. V. F. "Análise comparativa da aderência de tipos rochosos assentados com três argamassas", Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.
- NOGAMI, L. "Investigação da influência das características petrográficas e da rugosidade de placas de "granitos e mármore" fixadas com argamassas.", Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.
- MOREIRAS, S. T. F. "Metodologias para dimensionamento de placas de granito em sistema não aderente de fixação.", Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.
- RIGHI, Roberto e CASTRO, Luiz Guilherme Rivera de. *A edificação como produto imobiliário no desenvolvimento da arquitetura contemporânea em São Paulo*. In DUARTE, Cristiane Rose et ali. (Org.) O lugar do projeto no ensino e na pesquisa em arquitetura e urbanismo. Contra capa e Proarq UFRJ, 2007.
- SCHIOCHET, Í. M. "Caracterização dos aspectos projetuais e construtivos de fachadas em edifícios residenciais na Av. Beira Mar Norte em Florianópolis", Dissertação (Mestrado) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.