

CAPÍTULO 10

PATOLOGIAS EM PLACAS PÉTREAS DE REVESTIMENTOS EXTERNOS NA REGIÃO LITORÂNEA DO RECIFE

Suely Andrade da Silva¹, Felisbela Maria da Costa Oliveira, Julio César de Souza

RESUMO

A importância das rochas ornamentais na arquitetura é histórica; tanto para as áreas internas como a externa. A indústria da construção civil utiliza nas edificações os mais variados tipos de revestimentos entre estes as placas rochosas (granito e mármore).

As patologias que ocorrem nas placas pétreas em revestimentos externos são problema aparentemente de difícil solução e que afetam várias cidades no Brasil, principalmente aquelas situadas em regiões litorâneas. Diversas patologias podem ser diagnosticadas nestes revestimentos, alterando suas aparências estéticas e funcionais. Acredita-se que as alterações ocorram decorrentes: de especificação das argamassas de assentamento e rejuntamento, causando o surgimento de manchas, fissuras e destacamento; escolha do tipo de rocha, onde, não raro, há uma incompatibilidade entre os agentes de degradação e as propriedades das rochas causando a perda de brilho, o surgimento de sulcos e arranhões nos revestimentos; e o uso de alguns tipos de produtos "impermeabilizantes", que causam os manchamentos e influenciam negativamente na resistência de aderência.

Além do que já foi citado, sabemos que as placas pétreas tendem, naturalmente, a se alterar, devido à agressividade da atmosfera (salina e de fortes ventos com particulados em suspensão), assim como pela emissão de resíduos gasosos do trânsito, característicos destas áreas. De modo geral, estes fatores alteram as características estéticas do revestimento, causando a desvalorização dos imóveis e a desfiguração da paisagem arquitetônica.

Em Recife, na zona litorânea, bairro de Boa Viagem, estas patologias se manifestam principalmente através de manchas, alteração na cor, perda de brilho, descolamento de placas, crostas, eflorescência, desgaste por abrasão, oxidação.

Nesse trabalho – com base em estudos laboratoriais, visita na área, revisão bibliográfica sobre o tema - realizou-se uma análise crítica desses fenômenos e, a partir disso, propôs-se uma série de recomendações para aplicação de placas pétreas como revestimento que apresentem menor probabilidade do surgimento de problemas patológicos.

Acredita-se que, as recomendações aqui propostas, possam vir a contribuir para a minimização dessas patologias nos revestimentos.

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

INTRODUÇÃO

Além da conotação de “luxo” e do caráter de durabilidade, os materiais pétreos têm grande importância na construção civil. Diversos tipos de patologias ocorrem nos revestimentos em placas pétreas, desde simples manchas que interferem apenas na estética, até mesmo fissuras, quebras e destacamentos, que causam grandes prejuízos e comprometem toda a sua funcionalidade e segurança.

Percebendo a necessidade de consolidar, organizar e ampliar os conhecimentos nesta área, a indústria da construção civil junto com a arquitetura, vem buscando incessantemente novas tecnologias para minimizar as patologias que ocorrem nas placas pétreas.

Os materiais pétreos usados como revestimento de edificações não são eternos; degradam-se ao longo do tempo, podendo estas degradações ser aceleradas em condições climáticas mais agressivas, ambientes poluídos, ou pela utilização de procedimentos construtivos ou de manutenção inadequados.

Acredita-se que as principais causas dos problemas patológicos são a má aderência entre a placa e a argamassa de assentamento ou desta com o substrato, a alteração da argamassa de assentamento ou de rejuntamento, a alteração de produtos “impermeabilizantes” e a agressividade da atmosfera (salina e de fortes ventos com particulados em suspensão), assim como a emissão de resíduos gasosos do trânsito, característicos destas áreas, e as alterações na própria rocha.

Os problemas patológicos observados nas edificações, independentemente das suas formas de manifestação, podem ter origem em uma enorme gama de fatores, em função da grande complexidade dos vários sistemas envolvidos, inerente aos processos construtivos. Geralmente, as falhas não ocorrem devido a uma única razão, mas provavelmente decorre de uma combinação delas segundo CASIMIR, (1994).

O foco desse estudo é identificar as patologias que ocorrem nos revestimentos com placas pétreas nas fachadas da região litorânea do Recife considerando os insumos utilizados para a produção dos mesmos (argamassas de assentamento e de rejuntamento, placas de rochas, produtos impermeabilizantes) e indicar procedimentos e recomendações que possam contribuir para minimizar a ocorrência de tais problemas.

METODOLOGIA

Os edifícios observados em nossa pesquisa estão situados na praia de Boa Viagem, bairro da cidade do Recife, capital de Pernambuco. Recife nasceu na foz dos rios Capibaribe e Beberibe. Além dos rios, Recife possui inúmeros canais e pontes, e por isso é conhecida como a “Veneza Brasileira” (Figuras 1).

Observaram-se as principais patologias que ocorrem nas edificações desta região do Recife. Verificou-se, então, que grande parte destes defeitos poderia ser evitada se houvesse, por parte dos profissionais da área de Engenharia e Arquitetura, conhecimento prévio das características e maneiras de assentamento dos vários tipos de materiais pétreos para revestimento. Levantamento fotográfico.



Figura 1: Orla Marítima Boa Viagem – Fonte: Google Earth - 19/03/2007)

RESULTADOS

As principais patologias observadas foram registradas através de fotografias. Observaram-se vários defeitos ocasionados pela má adequação das placas e dos insumos utilizados. Verificamos manchamentos, Perda de Brilho, descolamento, de placas, fissuras, crostas, oxidações, eflorescências, , etc. (Figura 2,3 4,5,6,7 e 8)



Fonte: Silva, S.A

Figura 2: Manchamento –Mármore Travertino



Fonte: Silva, S.A.

Figura 3: Perda de Brilho –Granito Amarelo Florença



Figura 4: Descolamento de Placas
Granito Vermelho Ventura
Fonte: Silva, S.A.



Figura 5: Fissuras (Mármore Branco)
Fonte: Silva, S.A.



Figura 6: Mármore Travertino (Crosta)
Fonte: Silva, S.A.



Figura 7: Granito Marrom Imperial (Eflorescência)
Fonte: Silva, S.A.



Figura 8: Granito Arabesco (Oxidação)
Fonte: Silva, S.A.

CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DAS ROCHAS

A adequação de uma rocha para utilização como material de construção está relacionada com a capacidade de preservar as suas características originais durante um período longo de tempo.

As rochas ornamentais pelo fato de serem aplicadas em ambientes com características diferentes daqueles onde foram formadas, ficam sujeitas a processos “agressivos”, quer antrópicos (atrito ou desgaste, choques, contato com produtos de limpeza domésticos e industriais) quer “naturais” (variações de temperatura, exposição solar, água e gelo) e, para se adaptarem ao novo meio o fazem através de processos de alteração.

Desta forma, para poder verificar a adequação de uma rocha para um determinado fim, é necessário conhecer, quantificar e qualificar algumas das suas características petrográficas, químicas, físicas e mecânicas.

A descrição petrográfica de uma rocha ornamental é importante para estabelecer a sua classificação e destacar uma série de características, tais como a porosidade, textura, descontinuidades, fissuras, estado de alteração, etc. A textura da rocha, as proporções dos diferentes minerais constituintes, assim como a sua natureza, origem, dimensões dos grãos e características dos materiais cimentantes, são determinantes para conhecer o comportamento da rocha perante determinadas agressões físicas e químicas.

A composição química de uma rocha serve para destacar a presença de alguns compostos que, mesmo em pequenas quantidades, podem afetar a durabilidade estética da rocha num determinado meio, além de informar quais os elementos que mais contribuem para sua alteração.

As características físicas mais significativas são o peso específico aparente, porosidade e coeficiente de absorção de água. Estas determinações podem ser obtidas no mesmo ensaio, e entre a primeira e as restantes existe uma relação inversa. Assim, para o mesmo tipo de rocha, quanto menor for o peso específico aparente, maior será a porosidade da rocha e, se os poros estiverem interconectados, maior será o coeficiente de absorção de água.

Uma rocha muito porosa, com os poros interconectados, absorverá mais água na sua estrutura, tornando-a mais vulnerável à alteração do que outra rocha similar menos porosa. Também uma rocha menos porosa apresenta valores mais altos de resistência aos esforços mecânicos não dinâmicos.

As características mecânicas mais usualmente determinadas são a resistência à compressão, a resistência à flexão, à resistência ao choque, a resistência à compressão após os ciclos de gelo-degelo, a resistência ao desgaste, a dilatação térmica, o módulo de elasticidade, e a micro dureza.

As características tecnológicas das rochas são obtidas através de análises e ensaios laboratoriais, executados segundo procedimentos rigorosos e normalizados.

PROBLEMAS DECORRENTES DOS INSUMOS

Argamassa de assentamento

Existe uma grande variedade de argamassas para assentamento de placas pétreas em revestimento externo.

As "farofas", encontradas em canteiro-de-obras, são assim denominadas por possuírem uma consistência semi-seca e serem confeccionadas, de maneira artesanal, a base de cimento cal e areia. São aplicadas em camada única, não sendo usual a preparação prévia da base, e com uma espessura superior a 20 mm (grande espessura).

A utilização de argamassa colante para assentamento de placas pétreas em revestimento verticais vem crescendo cada vez mais, sendo empregada com espessura 10 mm (média espessura).

Acredita-se que a argamassa de assentamento pode ser responsável pelo surgimento de diversos problemas patológicos, dentro os quais os mais importantes são: destacamentos e manchamentos.

Os destacamentos decorrem de uma ineficiente aderência entre a argamassa de assentamento e a placa pétrea ou o substrato.

Maranhão, F.L. e Barros, M.M.S. (2005), ao investigarem a resistência de aderência de diferentes argamassas utilizadas para o assentamento de mármore e granitos, constataram que nas do tipo "farofa", a proporção cimento: areia e a pulverização de cimento, anteriormente às atividades de assentamento, exercem grande influência na resistência de aderência; concluíram que, apenas naquelas em que há pulverização de cimento e onde o teor de cimento é superior a 25%, a resistência de aderência mostra-se satisfatória. Na argamassa colante, por sua vez, os resultados apresentam elevada variação, em função do tipo de argamassa, sendo que mais de 50% dos tipos testados apresentaram valores abaixo ou muito próximos de 0,50 MPa, estabelecidos pela NBR 14084 como sendo o mínimo, e que todas as classificadas como ACI e algumas como ACII apresentaram valores para a resistência de aderência insatisfatória. O tipo mais comum de manchamento é devido à umidade existente na própria argamassa de assentamento que provoca alterações cromáticas, não uniformes, nas superfícies das rochas e, dependendo das condições atmosféricas, demanda um longo período para o retorno à coloração inicial.

Segundo Frascá e Quintete (1999) "... da utilização de materiais inadequados para o assentamento de determinados tipos rochosos, resultam os manchamentos que, em geral, traduzem-se na forma de áreas de coloração amarela ou esverdeada, irregulares ou não, dispersas nas rochas".

Maranhão, F. L. (2002) ao investigar a influência do tipo de argamassa de assentamento no surgimento de manchas de umidade, constatou que os do tipo colante reduzem em até 65% o tempo necessário para o seu desaparecimento, quando comparada com às do tipo "farofa" e mistas.

Um tipo particular de manchas é a eflorescência que ocorre pela cristalização de sais solúveis oriundos da argamassa de assentamento e de regularização, quando existir, sobre as placas de

rochas (Figura 8), ocorrendo com mais freqüência quando se utiliza a técnica de grande espessura.

Os sais mais comumente encontrados nas eflorescências são os carbonatos de cálcio (CaCO_3) e de magnésio (MgCO_3), decorrentes de processos de carbonatação dos seus respectivos óxidos hidratados do cimento e a cal.

Segundo Maranhão, F. L. (2002), além dos sais citados, encontra-se em bibliografias como Fassina (1983), Uemoto (1988), Jones (1990), O'Brien; Sentamaria; Bouyland; Cooper (1995), Rivas (1996), Perry; Duffy (1996) e Ashurst; Dimes (1998), referências a diversos outros sais que podem ser encontrados em eflorescências (CaSO_4) sulfato de cálcio, (NaSO_4) sulfato de sódio, (MgSO_4) sulfato de magnésio, (NaCl) cloreto de sódio, (KCl) cloreto de potássio e (KNO_3) nitrato de potássio.

Placas de rochas

Na produção de revestimento, são utilizados diversos tipos de placas pétreas, sendo que aqui são abordados apenas os mármore e "granitos" que integram o grupo de rochas ornamentais.

Denominam-se por mármore como sendo quaisquer rochas cristalinas, compactas, capazes de receber polimento e principalmente constituídas por minerais de dureza 3 a 4 na escala de Mohs; e por granitos como as rochas fenocristalinas, compactas, capazes de receber polimento e constituídas predominantemente de minerais com dureza de 6 a 7 na escala Mohs.

As propriedades de cada tipo rochoso como resistência mecânica, dureza, resistência a agentes químicos, entre outras, dependem da sua composição química e mineralógica.

As manchas normalmente estão ligadas à presença de minerais que se alteram nas condições ambientais e produzem manchas. Esse é o caso das placas pétreas que possuem ferro em sua composição (Fe^{+2}) que, quando oxidado, transforma-se em Fe^{+3} produzindo manchas amarelas e, quando lixiviado, embranquece a superfície das placas. Os inserts em alguns casos podem também ser a causa dessas oxidações.

Rejuntamento

Nos revestimentos de placas pétreas, são usados diversos tipos de rejuntamento como as argamassas industrializadas e aditivadas com produtos poliméricos, as resinas epóxi, os matiques e as pastas e argamassas de cimento produzidos no próprio canteiro-de-obras.

Nas eflorescências, o fator o que se destaca de forma mais significativa é a presença de fissuras e descolamentos do rejuntamento, visto que esse tipo de patologia decorre da presença de grande quantidade de água para dissolver sais existentes nas demais camadas. Esses problemas estão associados à:

- Espessura de juntas entre placas muito reduzidas dificultando o preenchimento das juntas;
- Má aderência entre a placa pétrea e o rejunte;
- Retração por secagem, em decorrência do excesso de água de amassamento e de condições inadequadas de cura.

Impermeabilizantes

Com o objetivo de minimizar, ou mesmo evitar o surgimento de manchas causadas pela absorção de líquidos, vários produtos “impermeabilizantes” vêm sendo aplicados nas placas pétreas, tanto na superfície como no tardo.

Segundo Frazão & Farjallat (1996), esses produtos dividem-se em dois grupos: os de superfície, que modificam a tensão superficial dos materiais, e os endurecedores, que atuam através da precipitação de sais pouco solúveis ou na formação de gel que preenchem os vazios da placa.

Os problemas que podem ser atribuídos a utilização de produtos “impermeabilizantes” são:

- Alteração do aspecto superficial: Seja pela formação de uma película superficial, seja pela sua degradação em função dos agentes de degradação (temperatura e umidade), os produtos “impermeabilizantes” podem provocar a perda de transparência e o surgimento de manchas, normalmente amarelas, que alteram completamente o aspecto superficial das placas pétreas.
- Redução na resistência de aderência: Quando aplicado no tardo, anteriormente ao assentamento da placa pétrea, o “impermeabilizante” poderá influenciar na resistência de aderência, pois reduz a permeabilidade à água, dificultando, assim, a penetração de pasta para ancoragem placa-argamassa.

ESPECIFICAÇÕES

Recomenda-se ao profissional responsável pela especificação do material pétreo (arquiteto/projetista) que o mesmo observe o seguinte roteiro afim de que possa escolher materiais que possam garantir um adequado desempenho do revestimento e que estas especificações sejam compatíveis com o ambiente.

Especificações quanto aos insumos

Argamassa de assentamento: Maranhão, F. L. (2002), sugere que, no método construtivo de grande espessura, use-se a argamassa do tipo farofa constituída apenas de cimento e areia de granulometria média. A argamassa de assentamento deve ser constituída por um traço 1: 4 (cimento: areia úmida) e a água a ser acrescentada deve ser apenas a necessária para que a argamassa se torne trabalhável, conferindo-lhe em uma consistência semi-seca.

Quando se usa o método de média espessura a escolha da argamassa deve estar baseada em resultados fornecidos pelo fabricante da argamassa que comprovem a sua eficiência, devendo-se sempre evitar o uso de argamassas classificadas como ACI pela NBR 14081 (ABNT,1996).

Neste caso, as argamassas devem ser produzidas em indústrias específicas e respeitadas o tempo de descanso, de abertura e de utilização. A água a ser acrescida deve ser àquela indicada pelo fabricante, tomando-se cuidado para que não fique muito fluida.

Placas pétreas: Como roteiro para especificação do material pétreo, são sugeridas as etapas seguintes:

- Identificar os agentes de degradação característicos do ambiente a ser revestido (condições climáticas);

- Pesquisar as possíveis placas pétreas que mais se adaptam ao ambiente. Neste item é muito importante conhecer as características físicas, químicas e mecânicas do material que se pretende usar; ter sempre em mente que existem disponíveis no mercado muitas rochas com padrão estético semelhante, mas com propriedades diferentes;
- Visitar outras edificações em fase de uso, que estejam revestidas com as rochas pré-selecionadas, procurando observar se há perda de brilho, manchas de umidade, entre outros problemas;

Material de rejuntamento: Deve apresentar uma boa trabalhabilidade permitindo um total preenchimento das juntas; evitar o uso de rejantes produzidos no canteiro de obras, sendo preferível o uso de produtos impermeáveis.

Produto impermeabilizante: Não devem ser utilizados produtos “impermeabilizantes” de uso genérico, mas apenas os específicos para mármore e granitos. Não devem ser utilizados produtos formadores de películas no dorso e laterais das placas, pois influencia na resistência de aderência da rocha e quando for usar na superfície, verificar se os produtos têm resistência a radiação ultravioleta, de modo a evitar as manchas amareladas.

Especificações para recebimento e armazenamento dos insumos na obra

Placas de rocha: É importante conferir se o material que está sendo entregue na obra está de acordo com o especificado, observando as tolerâncias dimensionais, de cor, brilho e a presença de trincas, lascas e aranhões na superfície das placas (figura 9).



Figura 9: Armazenamento - Fonte: Santana,O.J.

Argamassas, rejantes e impermeabilizantes: O cimento, as argamassas colantes e os rejantes devem ser verificados quanto à validade do lote e seu grau de hidratação. Os materiais industrializados (argamassa, cimento e rejunte) devem ser estocados em pilhas máximas de 10 unidades, em local protegido da ação de intempéries e sobre estrado (os sacos não podem

estar empedrados). A areia deve ser inspecionada quanto à granulometria e a concentração de matéria orgânica, limitando o seu limite a 300 ppm medidos segundo os procedimentos da NBR 7220; a areia deve ficar em baias protegidas do contato direto com o solo natural.

CONCLUSÕES

A importância do conhecimento das placas pétreas, suas propriedades e métodos de produção, e das técnicas e materiais de assentamento são indispensáveis na prevenção das patologias.

De um modo geral, as patologias não têm sua origem concentrada em fatores isolados, mas sofrem influência de um conjunto de variáveis, que podem ser classificadas de acordo com o processo patológico, com os sintomas, com a causa que gerou o problema ou ainda a etapa do processo produtivo em que ocorrem.

Como é sabida, a ocorrência de manifestações patológicas nos revestimentos torna-se grave ao comprometer o desempenho e a estética dos edifícios, e sua recuperação, além de gerar gastos significativos, atenta contra a tranqüilidade e segurança dos moradores. Esta situação vem comprometendo a especificação dos revestimentos com materiais pétreos em razão do número de problemas apresentados.

No entanto, o importante nesses casos é compreender a necessidade de se estudar as manifestações patológicas no sentido de evitar a sua ocorrência no presente, precavendo também, com isso, problemas futuros.

Nesse trabalho, as visitas na área, revisão bibliográfica sobre o tema fundamentaram uma análise crítica desses fenômenos e, a partir disso, propôs-se uma série de recomendações para aplicação de placas pétreas como revestimento que indiquem menor probabilidade do surgimento de problemas patológicos.

Acredita-se que, as recomendações aqui propostas, possam vir a contribuir para a minimização dessas patologias nos revestimentos. Em síntese a pesquisa indicou a necessidade de:

- Execução e melhoria de qualidade dos projetos de revestimento;
- Melhoria do controle das fases de planejamento, suprimentos, produção e;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa Colante Industrializada para Assentamento de Placas Cerâmicas- Determinação da Resistência de Aderência NBR 14084/1998.
- AIRES-BARROS, L.a. 1991. Alteração e Alterabilidade de rochas. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Nacional de Investigação Científica 384 p.
- AMOROSO G.G.; FASSINA V., Stone decay and conservation - atmospheric pollution, cleaning, consolidation and protection. Elsevier, Amsterdam, 1983. 453 p.

- ASHURST, John; DIMES, Francis G, Conservation of building and decorative stones. Butterworth-Heinemann, London 1990 .
- BARROS, Mercia & MARANHÃO, Flávio. Influência do Método de Assentamento no Surgimento de Manifestações Patológicas em Revestimentos com Placas de Rocha. Relatório FAPESP do Auxílio na pesquisa, N. 00/14331-9, não publicado. São Paulo, 2003.
- BT/PCC/246 Tecnologia e Projeto de Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios. JONAS SILVESTRE MEDEIROS, FERNANDO HENRIQUE SABBATINI. 28 p.
- CAMPANTE. Edmilson. Metodologia para diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada. São Paulo, 2001. 407 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- CAMPANTE, E.F.; SABATINI, F.H. Durabilidade de revestimentos cerâmicos de fachada. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIAS DE LAS CONSTRUCCIONES, V. Montevideu, 1999, Anais Montevideu 1999.
- CASIMIR, C. Testing, evaluation and diagnostics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING ENVELOPE SYSTEMS AND TECHNOLOGY. Singapore, 1994. Proceedings. Singapore, 1994, p-79-84.
- FLAIN, E.P. Recomendações para Revestimentos de fachadas de rochas ornamentais. São Paulo: Rochas de Qualidade. N 132, p. 76-92, 1997.
- 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.
- FRASCÁ, M.H.B. de O. & QUITETE, E.B. Rochas Ornamentais do Estado de São Paulo – Características Tecnológicas. Rochas de Qualidade, n. 154, p. 154-171, 2000
- FRASCÁ, M.H.B. de O. Qualificação de rochas ornamentais e para revestimento de edificações: caracterização tecnológica e ensaios de alterabilidade. In: Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais, 1 / Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste, 2, 2002, Salvador. Anais... Rio de Janeiro: CETEM, 2002, p. 53-59.
- FRAZÃO, E.B.; FARJALLAT, J.E. Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA PEDRA NATURAL, 1, 1995, Lisboa, Anais. Lisboa, 1995, p. 47-58.
- JONES, Melaine Suzan. The Degradation of Building Stone. Tese (Doutorado). Corrosion and Protection Center. University of Manchester, 1990, 569p.
- JUST, Ângelo C.S. Deslocamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife. São Paulo, 2001 – Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MARANHÃO, Flávio Leal. Patologias em revestimentos aderentes com placas de rocha – São Paulo, 2002 – Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
- O'BRIEN, P.F; BELL, E.; SANTAMARIA, S.P.; BOYLAND, P.; COOPER, T.P.;. Role of mortars in the decay of granite. The Social of Total Environment, n.167, 1995. P.103-110.
- PERRY, S.H.; DUFFY, A.P.; The Short-Effects of mortar joint on salt movement Stone. Atmospheric environmet, V.31, n. 9, p.1297-1305, 1997. Elsvier Science Ltda, 1997.

RIVAS, Teresa Brea. Mecanismos de alteration de las rocas graniticas en la construcción de edificios antiguos em galicia. Tese (Doutorado). Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. 1996. 366 p.

UEMOTO, Kai L. Umidade nas edificações. Tecnologia de Edficações 3. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, PINI. 1988.