

ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO: ESTUDOS A PARTIR DO PATRIMÔNIO CONSTRUÍDO E DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS RECENTES

Antônio Gilberto Costa^{1*}, Cristina Calixto^{2*}, Maria Elizabeth Silva^{3*} e Javier Becerra^{4*}

¹Pesquisador. CPMTC-IGC/UFMG. E-mail: agocosta@dedalus.icc.ufmg.br

²Mestre. Projeto Pesquisa em Rochas - CPMTC-IGC/UFMG

³Doutoranda. Departamento de Geologia - IGC/UFMG

⁴Mestrando. Departamento de Geologia - IGC/UFMG. E-mail: javierbecerra2003@yahoo.com
*IGC-UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha – CEP 31270-901 – Belo Horizonte-MG
Fone: 3499-5420 / Fax: 3499-5410

RESUMO

Estão sendo investigados tipos de rochas utilizadas na construção de edificações, com ênfase para esteatitos, serpentinitos, quartzitos, xistos, calcários e mármore, além dos granitos movimentados ou não. A pesquisa em andamento, envolvendo geólogos, arquitetos e químicos, visa o levantamento de procedimentos diversos, seja na área da caracterização tecnológica, seja na área dos métodos conservativos mais recomendáveis, para frear o lento, porém inevitável processo de deterioração dos materiais pétreos. A partir do levantamento das áreas de ocorrência destes materiais, estes têm suas caracterizações físico-mecânicas estabelecidas (índices físicos, resistência à flexão, à compressão, ao desgaste, dilatação térmica etc.), com a criação de um banco de dados que poderá subsidiar um melhor aproveitamento dos mesmos, de acordo com sua mineralogia, textura, estrutura e grau de alteração. Para uma melhor avaliação do estado de conservação destas rochas com aplicação ornamental e ou de revestimento, tem-se procurado desenvolver uma pesquisa, tendo o estudo de monumentos pétreos e projetos arquitetônicos recentes como referências. Estas edificações já existentes desempenham um papel de laboratório natural para a observação e estudo das deteriorações ao longo do tempo. Estudos de caso envolvendo um levantamento de detalhe com descrição e caracterização de patologias encontram-se em andamento, envolvendo a observação de monumentos pétreos localizados em cidades brasileiras das regiões: sudeste (Belo Horizonte, Ouro Preto, Mariana, Congonhas do Campo etc.), nordeste (Recife, Olinda, João Pessoa e Salvador) e norte (Belém do Pará). Estes estudos associados aos resultados a serem obtidos a partir de ensaios de alterabilidade conduzidos em laboratório, visam fornecer elementos que deverão permitir um correto atendimento às especificações para os materiais estudados possibilitando a viabilização de propostas mais eficientes de intervenção em edificações civis atuais.

INTRODUÇÃO

No Brasil, alguns estados destacam-se por seu patrimônio histórico construído e por suas reservas em rochas com aplicação ornamental. Minas Gerais é um destes centros com grande produção de material com aplicação ornamental, concentrando um valioso patrimônio construído, assim como a Bahia,

Pernambuco e outros estados da federação. Minas destaca-se por suas reservas de rochas quartzofeldspáticas, descritas como "granitos movimentados ou não", mostrando estruturação gnáissica ou padrão isotrópico, respectivamente e também por ser um grande produtor de outros tipos pétreos ainda pouco estudados sob a ótica ornamental, como os esteatitos, os serpentinitos, os xistos, os quartzitos, as ardósias, os mármore etc.

Apesar desta situação privilegiada e dos avanços alcançados pelo Núcleo de Pesquisa do CPMTC/IGC-UFMG, na área da caracterização tecnológica de rochas com aplicação industrial, em boa parte através do apoio da FAPEMIG, os estudos existentes sobre o tema em Minas Gerais são ainda fragmentários. Pesquisas tratando das relações entre alterabilidade das rochas e os perfis e condições de extração, beneficiamento e aplicação destes materiais, ou relacionando o grau de alterabilidade com as características tecnológicas dos mesmos e as condições ambientais sob as quais estes foram aplicados, só muito recentemente começaram a ser desenvolvidas.

Enquanto esta consciência acerca da necessidade imprescindível do desenvolvimento destes estudos, só recentemente vem se tornando realidade em nosso país e em nosso estado, a nível internacional já se encontram constituídos vários grupos de trabalho neste domínio. Através da realização de cursos, congressos (International Seminar - University Postgraduate Curricula for Conservation Scientists/Bologna 1999) e dos intercâmbios internacionais de pesquisa, com envolvimento de um número cada vez maior de especialistas de diversas áreas (micologia, geologia, química, arquitetura etc.), vêm sendo determinados procedimentos diversos, seja na área da caracterização tecnológica, seja na área dos métodos conservativos mais recomendáveis, para frear o lento, porém inevitável processo de deterioração dos materiais pétreos. Em muitas outras partes do mundo, a Geologia tem contribuído nestes estudos, com ênfase para os relacionados com as deteriorações de rochas em monumentos, e que aqui podem ser citadas como exemplos as inúmeras pesquisas conduzidas pelo Prof. Aires-Barros junto ao Instituto Superior Técnico de Lisboa, por geólogos do Instituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali, em Florença, assim como o conteúdo geológico de cursos como o do Corso di laurea in Tecnologie per la conservazione e il restauro dei beni culturali da Universidade de Bologna, dentre muitos outros.

RELATO DO TRABALHO

O trabalho tem por objetivo apresentar metodologia de pesquisa voltada para o estudo e avaliação da susceptibilidade de rochas com aplicação ornamental, buscando ainda a identificação de processos de conservação de materiais pétreos à deterioração.

No âmbito da pesquisa, vêm sendo estudados tipos de rochas utilizadas na construção de edificações, quer como elementos estruturantes, quer artesanais, com ênfase para esteatitos, serpentinitos, quartzitos, xistos, mármore e calcários. A partir do levantamento/mapeamento de ocorrências em lavra ou não, estes materiais têm suas caracterizações físico-mecânicas estabelecidas, com a criação de um banco de dados que poderá subsidiar um melhor aproveitamento destes materiais em aplicações já existentes e propor alternativas para novas aplicações, de acordo com sua mineralogia, textura, estrutura e grau de alteração.

Para uma melhor avaliação do estado de conservação destes tipos pétreos com aplicação ornamental e possibilitar a viabilização de propostas mais eficientes de intervenção em edificações civis atuais, esta pesquisa tem seu andamento em parte relacionado com o estudo de monumentos pétreos. O estudo das patologias nas edificações já existentes deve desempenhar um papel de laboratório natural das deteriorações das rochas ao longo do tempo. Tais estudos associados aos resultados de ensaios de alterabilidade em laboratório visam fornecer elementos que deverão permitir atender às especificações, mas de forma menos empírica, e, conseqüentemente, mais eficaz, segura e econômica, evitando insatisfações e/ou reclamações de consumidores destes bens minerais e uma imagem negativa para as empresas projetistas e fornecedoras desses materiais.

A importância da pesquisa acerca dos processos de deterioração envolvendo as rochas aplicadas em monumentos pode ser ainda justificada, pois do ponto de vista tecnológico as rochas devem ser entendidas como corpos dinâmicos que apresentam respostas diferentes, em função do ambiente em que estão aplicadas, das condições a que estão sujeitas e do tempo de exposição. Esta pesquisa envolve uma avaliação da extensão de atuação dos processos de intemperismo, que serão determinantes ao longo das, às vezes, complexas histórias de alguns destes monumentos. Entretanto, muitos fenômenos de intemperismo podem ser elucidados, primeiramente, considerando-se as propriedades da rocha em questão, e, subseqüentemente, a partir do estudo de seus típicos comportamentos sob várias condições de exposição.

A elaboração de diagnósticos sobre o estado de conservação de monumentos em esteatito/pedrasabão, quartzito, xisto, mármore, serpentinito, ou qualquer outro material pétreo, requer um conhecimento científico sobre os agentes de deterioração e suas causas. Assim, além da necessária realização de ensaios em corpos de prova e em áreas testes, que permitem a definição da escolha dos materiais e métodos de tratamento mais

adequados para a conservação destes bens, há a necessidade de se recorrer a ensaios de envelhecimento acelerado, desenvolvidos em laboratório. Dessa forma, é que enfatiza-se a importância de realizar tais investigações também nas edificações construídas de rochas, sem perder de vista a pesquisa a ser desenvolvida nas pedreiras de onde estas rochas foram extraídas.

Problemas relacionados com a aplicação das rochas ornamentais, resultam não só da falta de conhecimento das características intrínsecas do material, mas também daquelas induzidas pelos métodos de lavras e processos de beneficiamento, bem como pela aplicação ou uso/adequação em situações que podem acelerar as alterações. Mais uma vez encontra-se justificativa seja para o estudo envolvendo os monumentos, seja para a realização de ensaios mencionados, bem como a experimentação e proposição de novos procedimentos, que são do interesse não apenas de pesquisadores e produtores de rochas ornamentais, mas também dos arquitetos, dos responsáveis pelo patrimônio histórico e dos engenheiros projetistas e especificadores, que na maioria das vezes não conhecem as características tecnológicas dos materiais com os quais estão trabalhando e, conseqüentemente, sua durabilidade e desempenho ao longo do tempo. Assim, através de análises das características dos materiais, seja nas condições de suas áreas de extração até nas condições ambientais em que os revestimentos estarão sujeitos, pode-se reunir conjunto valioso de subsídios voltados para a seleção daqueles tipos que melhor se adequem aos requisitos de projetos na construção civil.

Rochas e monumentos brasileiros

A partir do levantamento dos materiais empregados na construção de monumentos pétreos brasileiros, constata-se que no passado, calcários, mármore, esteatitos, serpentinitos, xistos diversos e quartzitos foram amplamente utilizados, seja na estruturação, seja no revestimento de igrejas e palácios, marcos, chafarizes, mausoléus etc. Da observação e descrição de parte destes monumentos, localizados em algumas cidades das regiões norte e nordeste do Brasil e de Minas Gerais, tem sido possível a percepção de patologias e uma quantificação das alterações das rochas, considerando dentre outros fatores, os seus diferentes períodos de exposição, entre 300 e 350 anos e variadas condições climáticas.

Apesar de inadequados para algumas aplicações, os calcários e mármore foram muito usados em revestimentos externos e internos de grandes conjuntos arquitetônicos em cidades litorâneas do nordeste ou ainda em algumas das principais cidades do norte do Brasil. A utilização destes materiais em Minas Gerais nunca foi expressiva em termos do seu patrimônio construído. Atualmente continuam sendo aplicados de forma indiscriminada, em projetos arquitetônicos nas regiões mencionadas e em Minas Gerais. No passado, estes materiais procediam em grande parte de Portugal e no tempo em que o Brasil permaneceu colônia, parte foi transportada como lastro de navios,

que em retorno à Europa levavam bens minerais ou outros, da colônia para a metrópole. Os melhores exemplos destas aplicações podem ser observados nas igrejas de Salvador, na Bahia; nas de Olinda e Recife, em Pernambuco; nos conventos e outros monumentos de João Pessoa, na Paraíba; ou ainda em Belém do Pará, com destaque para os mausoléus do Cemitério da Soledade. Na Minas Gerais do século XIX merecem destaque, dentre outras, as aplicações de mármore e calcários do Cemitério da Negra da Rocinha, nos arredores de Matias Barbosa, região de Juiz de Fora.

Dos materiais portugueses que chegaram ao Brasil entre os séculos XVIII e XIX, destacam-se os calcários ou os mármore, brancos, amarelos ou avermelhados. Dos cristalinos encontram-se aqueles denominados encarnadão e lioz, explorados desde há muito tempo nos arredores de Lisboa (Aires-Barros 2001) e largamente usados nas construções baianas. A brecha da Arrábida, proveniente principalmente do Calhariz e encontrada em menor volume, mas em aplicações muito detalhadas, pode igualmente ser observada, seja em Salvador, seja em Belém do Pará (Fig. 01). Para calcários de procedência local podem ser citados aqueles da região de João Pessoa que foram utilizados em construções antigas em João Pessoa, mas também em Olinda ou mesmo Recife, em Pernambuco. Atualmente, a produção destes materiais em Minas Gerais pode ser considerada decrescente. O potencial para a produção está associado às unidades geológicas do Grupo Bambuí, dos Grupos Piracicaba e Itabira (Super Grupo Minas) e do Complexo Paraíba do Sul dentre outros. Toda a produção de mármore é essencialmente comercializada no mercado interno, com algumas exceções, como o tipo Aurora Pérola, que enquanto foi comercializado, alcançou colocação garantida no mercado externo.



Figura 01: Exemplo da utilização de brecha da Arrábida na construção de pia de água benta da Igreja do Carmo, em Belém do Pará.

Do conjunto das rochas de derivação ultramáfica, registra-se a utilização dos esteatitos/pedra sabão, da pedra talco, dos serpentinitos e dos xistos verdes, predominantemente em construções localizadas em Minas Gerais. Desde o período colonial todas estas variedades, com ênfase para a pedra-sabão/esteatitos, vêm sendo utilizadas artesanalmente para a fabricação de esculturas, peças de ornamentação e de utensílios

diversos, como pode ser visto em cidades mineiras como Ouro Preto (Fig. 02), Mariana e em Congonhas do Campo, onde destacam-se as obras em pedra-sabão do grande mestre Aleijadinho, que atraem turistas do mundo inteiro. Na atualidade, os trabalhos em pedra-sabão vão desde utensílios, como as “painéis de pedra” até peças artísticas de apurado bom gosto, que são vendidas no comércio local e também exportadas. Registra-se um aumento das exportações de peças padronizadas de lareiras e fornos para o mercado europeu, sobretudo o alemão, seja para uso doméstico ou industrial. Além do uso como rocha ornamental e como matéria-prima para artesanato, os esteatitos e serpentinitos apresentam outros usos e aplicações industriais, absorvendo considerável quantidade de mão-de-obra, como, por exemplo, na produção de talco cosmético, fabricação de azulejos, pisos, refratários elétricos, etc.

A exploração de esteatitos para arte estatuária, artesanatos, peças de lareira etc, é registrada nas proximidades de Cachoeira do Campo, Santa Rita, Ouro Preto, Ouro Branco, Furquim, Santa Bárbara do Tugúrio, Acaiaca e Mariana, compondo variados tipos comerciais negociados nos mercados interno e externo.



Figura 02: Exemplo de aplicação de esteatito nas peças que compõem o frontispício da igreja de São Francisco de Assis, em Ouro Preto Minas Gerais. No mesmo monumento observa-se a aplicação de quartzito, enquanto elemento de estruturação e de revestimento. Notar distribuição não harmoniosa das cores por parte do material quartzítico.

Em muitos dos monumentos mineiros verifica-se a aplicação do serpentinito. Apesar disso, a produção de serpentinitos lavrados em Minas Gerais, considerando o volume de ocorrências no estado, é pouco expressiva frente às demais rochas. Existe a comercialização de um material serpentinitico designado Rosso Sacramento, lavrado

na região de Araxá e a lavra do Viriato, na região de Rio Acima, com a produção de um material denominado Verde Boiadeiro. No município de Ouro Branco encontram-se inúmeras ocorrências, cujos processos de lavra encontram-se em parte paralisados, assim como na região de Ipanema, no leste do estado. No município de Conselheiro Lafaiete, ao sul do Quadrilátero Ferrífero, a lavra de serpentinitos foi retomada.

Os xistos, como os clorita-xistos foram muito utilizados em construções na região de Diamantina, Serro e Conceição do Mato Dentro. Os granadíferos, contendo cianita ou não, tão comuns nas regiões de Mariana e Ouro Preto, foram com frequência utilizados em revestimentos diversos e são freqüentemente confundidos com os esteatitos. Os xistos contendo anfibólios, podem ser observados nas construções da região de Cachoeira do Campo e São Bartolomeu. Estes materiais há muito não são empregados na construção civil. Apesar da larga utilização no passado, não se tem qualquer registro sobre a localização de algumas de suas antigas áreas de lavra, o que pode comprometer o trabalho de reconstituição do patrimônio.

Os quartzitos foram e ainda são largamente aplicados em conjuntos arquitetônicos em Minas Gerais e em outras partes do país. Pode-se mesmo afirmar que nas cidades históricas de Minas não se encontra quase nenhuma construção que não tenha alguma aplicação de quartzitos (Fig. 03). De modo geral mostram grandes variações em termos de coloração, em função dos seus diferentes conteúdos mineralógicos. Dependendo ainda da mineralogia e textura, são freqüentes as esfoliações ou escamações resultantes da hidrólise de suas micas. Em Minas Gerais estão associados a seqüências metassedimentares do Proterozóico Superior, destacando-se unidades geológicas como a Araxá, Canastra, São João Del Rei/Andrelândia e Espinhaço. O principal centro produtor localiza-se na região de São Tomé das Letras, tendo-se as demais ocorrências assinaladas em Alvinópolis, Luminárias, Baependi, Conceição do Rio Verde, Ouro Preto e Diamantina. Registra-se expressiva qualificação comercial e crescimento das exportações dos quartzitos São Tomé, sobretudo para as variedades menos friáveis. As designações comerciais são aplicadas sem qualquer rigor técnico, anotando-se Quartzito São Tomé, Carrancas, Carranquinhas, Luminárias, Rio Verde, Ouro Preto, entre outras.



Figura 03: Construção histórica da região de Ouro Preto com quartzito mostrando variação de coloração, como resultado da atuação de processos de alteração de parte de seus constituintes mineralógicos.

CONCLUSÃO

Entendemos que para esteatitos, serpentinitos, xistos, mármore e quartzitos, que em parte estão colocados nos mercados, bem como comercializados na forma de produtos acabados e semi-acabados no mercado internacional, como é o caso de alguns tipos de esteatitos e quartzitos, é preciso estabelecer um programa que trate do levantamento das suas áreas de ocorrência, de suas características tecnológicas, mas com avaliação do quadro de deterioração a partir do estudo de monumentos. Estes procedimentos devem fornecer importantes informações e contribuir com a manutenção do histórico e com a prevenção em termos de usos futuros. Aqui vale lembrar, como exemplo, a situação de construções em Minas Gerais onde houve a aplicação de esteatitos. Do início de sua extração até os dias de hoje, estas aplicações apresentam graves problemas causados pela falta de seleção destes materiais, que com conteúdos mineralógicos diferentes, apresentam diferentes propriedades físico-mecânicas e resistências aos processos de alteração. Um bom exemplo é o conjunto de profetas expostos em Congonhas do Campo, Minas Gerais, que foram esculpidos a partir de esteatitos com grande variação mineralógica.

A partir dos estudos em andamento apresenta-se uma proposta de metodologia de pesquisa da alterabilidade de rochas com aplicação ornamental, que envolve as seguintes etapas:

1ª etapa - De campo:

- Levantamento dos tipos litológicos (esteatitos, serpentinitos, quartzitos, xistos, calcários etc.) utilizados como elementos estruturantes na construção de edificações, incluindo as históricas ou artesanalmente empregados para a fabricação de esculturas e peças de ornamentação, como pode ser visto na maioria das edificações históricas em Minas Gerais ou que compõem outras importantes edificações de valor artístico, nas já mencionadas regiões litorâneas do Brasil;

- Cartografia dos principais tipos de patologias observados nas rochas de monumentos, visando avaliar o estado atual desses materiais e comparar o comportamento dos tipos escolhidos, quando submetidos a diferentes condições climáticas e de utilização;
- Levantamento geológico de campo para localização das áreas de ocorrência das rochas identificadas, tendo como objetivo o cadastramento das frentes de lavra e das variedades comerciais produzidas, com documentação fotográfica e coleta de amostras para posterior estudo laboratorial (caracterização tecnológica);

2^ª etapa: De laboratório:

- Caracterização das propriedades físico-mecânicas das rochas escolhidas como objeto de estudo, com diferenciação de variações, através da utilização de critérios tais como coloração, texturas, estruturas, proporções mineralógicas e propriedades físicas;
- Caracterização de corpos de prova impermeabilizados com uma película de produtos químicos no estado líquido. Este procedimento permitirá avaliar as mudanças e variações ocorridas nas características físico-químicas e mecânicas das rochas quando da aplicação dos produtos hidro-óleo-repelentes e o desempenho de produtos químicos impermeabilizantes, considerando-se as relações entre os parâmetros petrográficos e físicos das rochas. Os produtos impermeabilizantes hidro-óleo-repelentes poderão ser selecionados de acordo com a oferta do mercado e com base em informações cedidas por profissionais da área;
- Realização de ensaios de envelhecimento acelerado através de testes de alterabilidade em laboratório com simulação de condições de atmosfera poluída, chuva ácida, etc. Estes ensaios compreendem o desenvolvimento de procedimentos envolvendo processos simulados de lixiviação contínua e estática, com avaliação de perda de massa. Com a realização destes ensaios pode-se avaliar a influência da poluição ambiental e a influência dos processos de intemperismo nos processos de deterioração;
- Análise previsional do desempenho de produtos impermeabilizantes em rochas submetidas a tratamentos superficiais com esses materiais, simulando-se as condições reais que ocorrem durante a sua utilização (umedecimento, ataque químico, manchamento, abrasão, etc), com adaptação de metodologias para avaliação e manutenção dos tratamentos de conservação de rochas;
- Correlações dos índices físicos e de outros parâmetros tecnológicos com as

características mineralógicas, texturais e estruturais objetivando uma avaliação qualitativa dessas características e a susceptibilidade das rochas em relação aos agentes de alteração a que são submetidas no cotidiano;

- Criação de banco de dados com o perfil de mercado sobre as rochas estudadas enfatizando as especificações exigidas pelo consumidor e as condições de comercialização [aplicações mundiais das rochas, transações comerciais de materiais brutos e acabados, tipos comerciais de rochas, principais exportação/ importação, ações de marketing: informações de qualificação e modernização tecnológica, estudo mercadológico para realçar melhores oportunidades de negócio, credenciamento das rochas (selo verde) junto ao mercado interno.

Espera-se que a adoção destes procedimentos, aliada aos progressos já verificados na extração, no beneficiamento, nas técnicas de aplicação e nos métodos de análise, envolvendo os ensaios de envelhecimento acelerado para testar em laboratório a durabilidade dos tratamentos, permita o fornecimento em curto prazo de bases para as soluções de conservação de rochas nestas e em outras edificações.

O desenvolvimento desta pesquisa deve contribuir sobremaneira para aumentar o grau de conhecimento mineralógico e tecnológico, tão necessário na boa gestão dos recursos geológicos, na formação de profissionais que desejem atuar no setor e, particularmente, na definição de metodologias analíticas adequadas para o estudo da susceptibilidade à alteração de rochas com valor ornamental. Além disso, a realização da mesma vai ao encontro dos objetivos do Curso de Pós-Graduação do DEGEL, do Programa de Internacionalização da UFMG, da Rede Nacional de Tecnologia e Qualidade de Rochas Ornamentais (RETEq-Rochas do CETEM/CNPq) e do LABTEC Rochas do CPMTC/UFMG, de maneira a contribuir com os seus programas, seja com o da caracterização de rochas, seja com o de formação de recursos humanos, em especial com a formação do chamado "cientista da conservação".

BIBLIOGRAFIA

- AIRES- BARROS, L. 2001. As rochas dos monumentos portugueses: tipologias e patologias. Volumes 01 e 02. Instituto Português do Patrimônio Arquitetônico, 533p.
- BEZERRA, F.N.M.; COSTA, A.G.; ARANHA, P. 1998. Ensaios Físicos em Rochas Ornamentais: Uma proposta de adequação da Norma NBR12766/1992(ABNT). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Anais...Belo Horizonte, SBG 1, p.315.
- BEZERRA, F.N.M.; COSTA, A.G. 2000. Dolomite as a dimension stone - characterization and prospection techniques. In: International Geological Congress,

- 31th, Abstracts Volume (CD-Rom) ...Rio de Janeiro. General Symposia: Geology of Mineral Deposits.
- BARSOTTELI, M.; FRATINI, F.; GIORGETTI, G.; MANGANELLI DEL FÀ, C.; MOLLI, G. 1998. Microfabric and alteration in Carrara marble: a preliminary study. *Science and Technology for Cultural Heritage*, v. 7(2), p. 115-126.
- BIANCHI H. K. (org.). 1992. Concepts and Problems of the Conservation of Historical Monuments. A Brazilian-German Workshop. Belo Horizonte, Brasil.
- BIANCHINI, P.; Fratini, F.; Manganelli Del Fà, C.; Pecchioni, E.; Sartori, R. 1999. Sette secolidi manutenzione programmata per la conservazione dei paramenti lapidei della Cattedrale di Santa Maria del Fiore in Firenze. *Scienza e beni culturali*, v. XV, p. 231-242.
- CANTISANI, E.; FRATINI, F.; MANGANELLI DEL FÀ, C.; RESCIC, S. 2000. Pore Structure transformation in a sandstone consolidated with ethly silicate - Abbey of Santa Maria di Vezzolano, Peedmont - Italy. (In): Proceedings of the New Millennium International Forum on Conservation of Cultural Property. Korea, p. 303-313.
- CANTISANI, E.; CANOVA, R.; FRATINI, F.; MANGANELLI DEL FÀ, C.; MAZZUOLI, R.; MOLLI, G. 2000. Relationships between microstructures and physical properties of white Apuan marbles: inference on weathering durability. *Per. Mineral*, v.69, no.3, p. 257-268.
- CARLOS, L.J. (ed.). 1996. Manual de Rocas Ornamentales. Prospección, Explotación, Elaboración e Colocación. Mostoles, Madrid, 696p.
- CASTRO E. de. 1977. Notas sobre Tratamento de Pedras em Monumentos. *Revista Geotecnia* N° 22, p. 85-99.
- CATHERINE, C.; Harotin, J.; Majot, J. 1990. Pierre et Marbres de Wallonie. Aam Editions, Bruxelles, 177p.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO / CESP. Ensaio de Meteorização de Rochas. Laboratório de Engenharia Civil da Companhia Energética de São Paulo/LCEC - MRL-01. São Paulo, 10p.
- COSTA, A.G.; OLIVEIRA, S.F.de; MELO, E.L.; FREITAS J. R.L.de. 1998. Caracterização de quartzitos mineiros e suas aplicações no setor das rochas ornamentais. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Anais...Belo Horizonte, SBG 1, p.307.
- COSTA, A.G. 1999. Condicionamento Estrutural, Textural e metamórfico de Quartzitos com Aplicação no Setor das Rochas Ornamentais. Submetido para apresentação no VII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, SBG/Núcleo Bahia-Sergipe.
- COSTA, A.G. 1999. Granitos ornamentais da região Sul de Minas Gerais. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, VI, Anais...São Pedro, SBG/Núcleo São Paulo, p. 141.
- COSTA, A.G. 2000. Caracterização tecnológica de granito com aplicação ornamental. Relatório Interno/Construtora Caparaó. Belo Horizonte-MG.
- COSTA, A.G.; CAMPELLO, M.S.; PIMENTA, V.B. 2000. Rochas ornamentais e de revestimentos de Minas Gerais: principais ocorrências, caracterização e aplicações na indústria da construção civil. *Geonomos*, 8 (1): 9-13.
- COSTA, A.G.; MACIEL, S.L. 2001. Granada-cianita xistos com aplicação ornamental: exemplos da cidade de Mariana, Minas Gerais. XI Simpósio de Geologia de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.
- COSTA, A. G.; MACIEL, S. L.; PIMENTA, V.B. 2001. Rochas ornamentais e de revestimento: exemplos de aplicações de esteatitos, quartzitos, clorita- e granada-cianita xistos em monumentos históricos de Minas Gerais. VII Simpósio de Geologia do Sudeste. Rio de Janeiro, RJ.
- COSTA, A. G.; CAMPELLO, M. S.; MACIEL, S. L.; CALIXTO, C.; BECERRA, J.E. 2002. Rochas ornamentais e de revestimento: Proposta de classificação com Base na caracterização tecnológica. Anais do III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Recife, PE.
- FERREIRA C.M. 1991. *Estudos da Interação dos Efluentes da Fábrica da ALCAN com as Rochas utilizadas nos Monumentos Históricos de Ouro Preto*. Convênio ALCAN/ IBPC / DEGEO - UFOP. Ouro Preto, 70p.
- LÓPEZ J. C. 1996. *Manual de Rocas Ornamentáis: Prospección, Explotación, Elaboración y Colocación*. Madrid, Gráficas Árias, 700p.
- MACIEL, S. L.; COSTA, A.G.; ROSIÈRE, C.A. 2001. Caracterização tecnológica dos esteatitos da região de Santa Rita de Ouro Preto, Acaiaca e Furquim e suas aplicações no setor da construção civil. XI Simpósio de Geologia de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.
- MARQUES A. E., Krätzig T. A. G., Herkenrath G. M. (ed.) 1994. IDEAS: *Investigations into Devices against Environmental Attack on Stones*. A German Brazilian Project. GKSS - Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht, Germany, 257p.
- OLIVEIRA, S.F.de; COSTA, A.G. 1997. Caracterização petrográfica e física de rochas com aplicação no setor de Rochas ornamentais. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 5, Atas...Penedo, SBG, Núcleo Rio de Janeiro e São Paulo, p. 414-416.
- OLIVEIRA, S.F.de; COSTA, A.G. 1998. Relações entre a petrografia e os índices físicos de mármore, quartzitos e granitos ornamentais. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Anais...Belo Horizonte, SBG 1, p.323.
- OLIVEIRA, S.F.de; COSTA, A.G. 1998. Alterações de minerais e outros problemas relacionados aos materiais com aplicação no setor das rochas ornamentais. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Anais...Belo Horizonte, SBG 1, p.301.

PECCHIONI, E.; FRATINI, F. Il marmo bianco apuano nelle opere d'arte. L'Informatore del Marmista, no. 471, p. 36-44.

PIMENTA, V.B.; COSTA, A.G. 2001. Sistemática de investigações geológicas na exploração e caracterização de rochas ornamentais com aplicação na região de Dores de Guanhães. XI Simpósio de Geologia de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.

RESENDE, M.A. 1996. Biodeterioração de monumentos históricos. Microbiologia Ambiental - Embrapa, p. 335-356.

REVISTA DO SERVIÇO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. 1942. Algumas notas sobre o uso da pedra na arquitetura religiosa do nordeste. Ministério da Educação e Saúde. Rio de Janeiro, v. 06, p. 278-289.

RIBEIRO A. F. & Vidal F. W. H. (ed.). 2001. Anais do I Simpósio de Rochas Ornamentais I^oSBRO/ .II^o SRON. Salvador BA, 145 p.

ROSSI, F. 2002. La Pittura di Pietra. Giunti Grupo Editoriale, Firenze, 177p.

SOUZA, G.G.; SANTOS, M.R.C. de; COSTA, A.G. 1999. Quartzitos da região de São Tomé das Letras: caracterização tecnológica e análise ambiental. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, VI, Anais...São Pedro, SBG/Núcleo São Paulo, p.155.

WINKLER, E.M. 1997. Stone in Architecture: Properties Durability. Springer-Verlag, Wien. With 219 Figures and 63 Tables, 311p.