

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

**Análise e Avaliação dos Problemas Existentes no Revestimento da Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, RS**

*Verônica Di Benedetti, Ruy Paulo Philipp*

*Pesquisas em Geociências*, 33 (1): 13-21, maio/ago., 2006.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/19523>

---

Publicado por

**Instituto de Geociências**

---



**Portal de Periódicos**  
**UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

## **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - maio/ago., 2006.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Análise e Avaliação dos Problemas Existentes no Revestimento da Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, RS

VERÔNICA DI BENEDETTI<sup>1</sup> & RUY PAULO PHILIPP<sup>2</sup>

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS-Brasil. e-mail: dibene@ig.com.br
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS-Brasil

(Recebido em 09/05. Aceito para publicação em 06/06)

**Abstract-** The Metropolitan Cathedral of Porto Alegre, in Rio Grande do Sul state, was designed by roman architect João Batista Giovenalle. This construction was developed in a long time between 1921 and 1986. The external building design has a match of granite and marble. In the body of the church was used rose granite extracted from a quarry located in Porto Alegre. Its imposing dome has covering of siliceous dolomitic marble drew out from quarry of Espírito Santo state. Originally the author of the project planned to recover this architectural element with copper, but this material was replaced by marble due to financial difficulties. However it wasn't planned the necessary suitability structures to perfect operation of this new material and resulted in a series of pathologies that damaged its aesthetic satisfactory design and the own building.

**Keywords-** Cultural heritage, ornamental rocks, conservation techniques, education.

### INTRODUÇÃO

A Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, elemento de destaque na volumetria da edificação, inicialmente foi idealizada em cobre. No entanto, acabou tendo seu revestimento substituído por placas de Mármore Branco Pinta Verde originário do Estado do Espírito Santo. Com o uso deste material surgiram inúmeros problemas ao longo dos anos, até o péssimo estado de conservação em que se encontra (Fig. 1). No intuito de identificar e avaliar de maneira correta os mecanismos de degradação presentes buscou-se a interdisciplinaridade entre a arquitetura e a geologia. Somente assim foi possível analisar e avaliar as patologias ali constatadas e fornecer orientações para um futuro projeto de restauração. A metodologia de trabalho iniciou-se pelo levantamento da técnica empregada na colocação dos revestimentos pétreos através de prospecção *in loco*, depoimentos de profissionais que estiveram envolvidos com a obra da construção da Catedral Metropolitana, levantamento de danos com respectivo mapeamento em planta, levantamento fotográfico, coleta de amostras *in loco*, análise petrográfica, análise da composição mineral com testes colorimétricos e ensaios tecnológicos. Através dessa metodologia foi possível identificar as patologias e compreender seus mecanismos geradores.

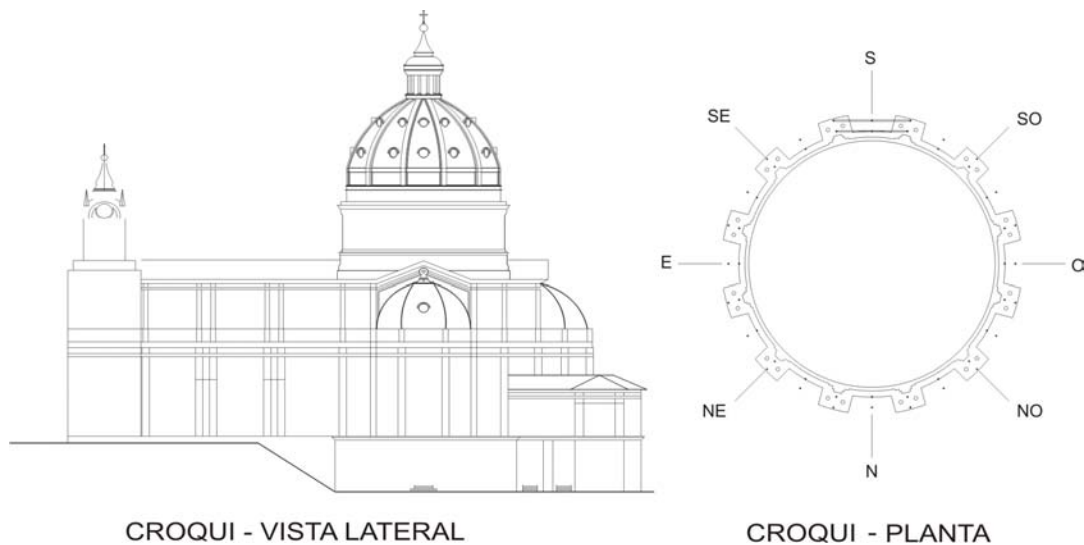
### LEVANTAMENTO DE DANOS

A geometria da Cúpula da Catedral Metropolitana resulta da intersecção de doze cilindros com linhas adjacentes sobre um plano horizontal paralelo ao terreno e orientado segundo os pontos cardeais (Fig. 2). As costelas representam as linhas de intersecção entre as quais são confinadas as velas, que correspondem às porções do cilindro interseccionado (Fig. 3). A seção ortogonal de cada vela é representada por uma cônica. A Cúpula é composta de duas cascas de concreto armado (aço CA-24) uma interna e outra externa, ambas com aproximadamente 8cm de espessura, as quais são unidas por três vigas cintas localizadas na sua base, na parte intermediária e a última na região superior onde há a intersecção das nervuras quando nasce o lanternin. As duas primeiras medem 0,40m de espessura x 1,25m de altura e a última 0,11m x 2,25m. O vão existente entre ambas é em média 1,62m de largura. O sistema de ventilação neste local é inexistente. O único local que permite uma troca insignificante entre o meio externo e o interno resume-se a pequenas aberturas existentes nos colares da base de granito as quais tem função de escoadouro. Não há comunicação com o lanternin, portanto, o mesmo não cumpre sua função de ventilação.

Os principais danos encontrados na avaliação da cúpula são resultado da atuação do intem-



**Figura 1** – Vista geral da cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre.



**CROQUI - VISTA LATERAL**

**CROQUI - PLANTA**

**Figura 2** – Croqui lateral da Catedral Metropolitana de Porto Alegre e planta baixa da Cúpula.

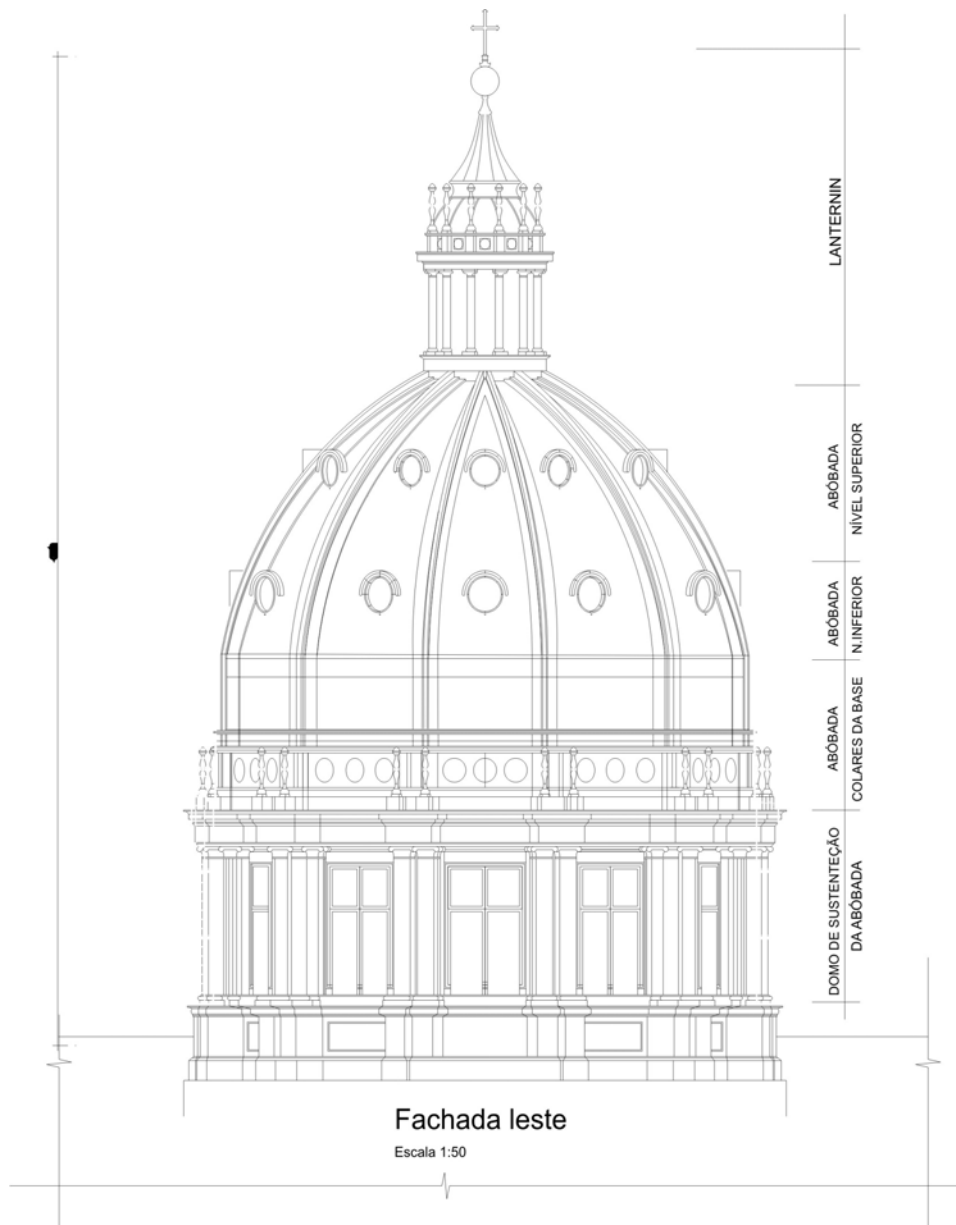
perismo químico, físico e biológico que se manifestam resultando em um conjunto de patologias onde se destaca o enegrecimento superficial por ação de microorganismos, infiltrações, fraturas de dilatação, desacoplamento das chapas de mármore do revestimento da cúpula, desgaste de material e dissoluções (Fig. 4).

### **TÉCNICA EMPREGADA NA COLOCAÇÃO DOS REVESTIMENTOS**

A abóbada apresenta um revestimento de placas de mármore com dimensões de 50cmx50cm, 36cmx50cm, 45cmx50cm, 35cmx50cm, 80cmx50cm, 12cmx50cm e espessuras entre 2cm e

2,5cm. As placas foram assentadas em argamassa de cimento, cal e areia, com junta seca, sendo fixadas através de grampos metálicos galvanizados, em tela de arame galvanizado, fixada na estrutura da cúpula. Após as placas receberem chapisco de massa forte (cimento e areia) no verso, foram feitos orifícios na espessura da placa em seu sentido horizontal em todos os quatro lados. Nesses orifícios foram introduzidos grampos metálicos de ferro Galvanizado que foram presos numa tela de metal Galvanizada atirantada à estrutura da cúpula através de grampos metálicos. Essa técnica foi alternada com o sistema de grampo que prendia uma placa a outra formando uma espécie de rede onde uma placa travava a subsequente.

As nervuras por sua vez, trabalhadas artes-



**Figura 3** – Croqui detalhado da Cúpula e seus principais elementos constituintes.

nalmente, receberam pinos metálicos galvanizados de aproximadamente 10 cm de comprimento. Os pinos situados em cada extremidade foram tensionados por um cabo metálico preso à parte superior da cúpula.

### **ESTADO DE CONSERVAÇÃO**

A Cúpula da Catedral Metropolitana, iniciada na década de 50, só veio receber o revestimento em mármore no início da década de 70. Com aproximadamente 34 anos de exposição aos mecanismos de degradação e decomposição acionados pelo intemperismo, os revestimentos pétreos da Cúpula desenvolveram uma série de problemas.

Durante análise do seu estado de conservação, foram observados diferentes mecanismos de degradação que levaram este elemento arquitetônico ao seu atual estado de preservação. Os principais agentes responsáveis por esta degradação foram: ação de poluentes atmosféricos, fatores intrínsecos ao material rochoso, variação térmica, ação do vento, tensão mecânica, organismos biológicos e, principalmente, problemas de projeto.

Os fatores acima relacionados favoreceram o aparecimento das seguintes patologias: alteração cromática, concreção, destacamento, eflorescência, erosão, fraturamento, fissuração, incrustação, lacuna, mancha, pátina biológica, *pitting* e presença de vegetação. Estas patologias foram representadas

através de mapeamento em plantas.

No que tange a estrutura da Cúpula pode-se dizer que a mesma apresenta-se em bom estado de conservação, no entanto foram constatados na sua casca externa, problemas de oxidação da armadura em pontos localizados próximos às vigas cintas, onde há o acúmulo de água sobre as mesmas. Essa umidade constante propicia a proliferação de microorganismos, o que somado a pouca cobertura sobre as armaduras, favoreceu o processo de oxidação verificado na região.



**Figura 4** – Vista geral da Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre destacando o enegrecimento parcial do revestimento de mármore.

## MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO

Para um maior entendimento da rocha que reveste a Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre e sobre as patologias que nela se instauraram é importante conhecer melhor suas propriedades físicas, mecânicas e suas características mineralógicas. Para isso o texto a seguir visa esclarecer os problemas constatados nos revestimentos da Cúpula através de uma análise das variantes que provocaram as manifestações patológicas, bem como, a interpretação dos ensaios tecnológicos.

### Fatores intrínsecos aos materiais pétreos

O mármore é uma rocha metamórfica originada a partir da transformação de um calcário, que é uma rocha sedimentar. O metamorfismo define-se como um conjunto de processos de transformação na composição mineralógica e/ou estrutural e/ou textural de uma rocha pré-existente. Esse processo ocorre no estado sólido e tem como objetivo restabelecer o equilíbrio na estrutura cristalina dos minerais que compõe a rocha, agora sob novas condições físico-químicas. Os principais agentes

dessa transformação são a temperatura, a pressão litostática e dirigida, além da atuação dos fluídos. As características finais da nova rocha estão diretamente ligadas à composição da rocha pré-existente e do grau de intensidade com que os agentes metamórficos atuaram sobre ela.

Para o revestimento da Cúpula foi utilizado o Mármore Branco Pinta Verde proveniente do estado do Espírito Santo. Este mármore foi formado por um evento de metamorfismo regional orogênico e como característica textural principal possui textura predominantemente granoblástica poligonal grossa (2 a 10 mm). Em geral, o mármore apresenta estrutura maciça, por vezes com um bandamento composicional de espessura centimétrica marcado pela alternância de níveis mais ricos em calcita e/ou dolomita, acompanhados por tremolita, diopsídio e quartzo (Fig. 5).



**Figura 5** – Aspecto geral das chapas de mármore do revestimento da Cúpula ressaltando a textura granoblástica grossa e o início da dissolução de cristais de calcita.

### Ação de Poluentes Atmosféricos

A prática de conservar e restaurar de maneira científica a rocha e em geral todos os materiais lapídeos, inicia-se por volta da metade do século passado quando constatado um excessivo aumento da degradação das obras de arte, quase que exclusivamente em função da Revolução Industrial, responsável pela poluição atmosférica.

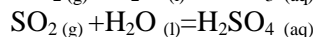
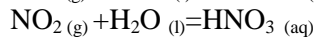
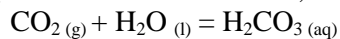
A degradação dos materiais constitutivos das obras de arte por poluentes é um fator de extrema importância nos dias atuais devido à complexidade da composição de nossa atmosfera e a elevada emissão de poluentes. Nosso ar é basicamente composto de  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$  e  $H_2O$ . O dióxido de carbono apesar de estar na composição do ar, quando eleva seus índices torna-se danoso não só aos monumentos como também à saúde do homem. Junto com



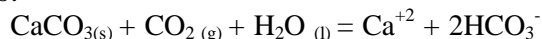
esses gases que compõem naturalmente nossa atmosfera temos os compostos de enxofre, de nitrogênio, formaldeído e acetaldeído, ácido fórmico e ácido acético, e material particulado.

Esses gases uma vez em contato com a água da chuva, e mesmo com a umidade do ar, formam compostos de caráter ácido que ao reagirem com a calcita e a dolomita, os principais minerais do mármore, provocam sua solubilização, lixiviando sua superfície até sua degradação total.

Entre as principais reações estão as formações dos ácidos carbônico, nítrico e sulfúrico:



O ácido carbônico [ $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ ] quando reage com a calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) forma íon bicarbonato de cálcio ( $\text{HCO}_3^-$ ) e  $\text{Ca}^{++}$ , permanecendo ambos em solução:



(bicarbonato de cálcio)

A calcita a temperatura ambiente é pouco solúvel na água pura (0,02 g/l), mas quando em contato com anidrida carbônica dissolvida em água torna-se muito solúvel (1 g/l). Também a dolomita, embora em menor quantidade que a calcita, é solúvel em água carbônica (0,03g/l) (Lazzarini & Tabasso, 1986).

Além do ataque químico, os revestimentos pétreos ainda sofrem com a ação dos materiais particulados. As partículas de poeira que se depositam sobre os objetos trazem consigo os esporos de microorganismos que em contato com superfícies úmidas encontram ambiente propício para se desenvolver. Esse material particulado (hidrocarbonetos) também serve de alimento aos organismos vivos, pois o carbono é indispensável a todos os microorganismos porque faz parte de quase todos os polímeros que compõem sua estrutura celular e suas enzimas (Dolcini, 1981).

Na Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, os efeitos dos poluentes atmosféricos são visíveis em todos os seus revestimentos. Através da ação destes poluentes, lixiviações foram evidenciadas na grande maioria das placas (Fig. 6). O caráter ácido das chuvas, favorecido pela ineficiência dos rejuntamentos, penetrou através das placas promovendo reações químicas de dissolução carbônica e de outros componentes do cimento. Com isso houve a desagregação da argamassa de assentamento a qual foi carregada para a superfície das placas de mármore fragilizando ainda mais o seu sistema de fixação. Nessa lixiviação estão presentes sais solúveis que, quando na evaporação da água,

cristalizam como concreções e incrustações carbonáticas que podem ser vistas em todo o seu perímetro e também nos revestimentos em granito (Fig. 7). As concreções e incrustações depositam-se sobre as chapas de mármore, ocorrendo ainda a formação de estalagmites e estalagmites (Fig. 8).



Figura 6 – Intensa dissolução de banda rica em calcita.



Figura 7 – Precipitação de cimento carbonático hidratado no contato entre a chapa de mármore e os granitos situados na parte superior do domo de sustentação da Cúpula.

### Variação térmica e mecânica

A variação térmica é um dos mecanismos de degradação que mais influenciou no atual estado de conservação dos revestimentos em mármore da Cúpula da Catedral. Favorecida pela inexistência de um sistema de refrigeração e ventilação adequado no espaço existente entre as duas cascas que constituem a abóbada, a troca térmica entre o meio externo e o interno (estrutura/revestimento) é totalmente ineficaz. Diante de temperaturas médias que se aproximam do 0°C e vão até quase 40°C, a diferença nos índices de dilatação térmica linear próprios dos materiais (concreto/argamassa de assentamento/mármore) é agravado pelo microclima que se

forma no vão existente entre as duas cascas. Por estes motivos as variações térmicas presentes no sistema são bastante acentuadas.

A Cúpula da Catedral Metropolitana encontra-se localizada na região mais alta do centro de Porto Alegre, conseqüentemente, a temperatura ambiente em torno da Cúpula é inferior a média verificada nas partes mais baixas próxima ao solo (1°C a cada 100m) (Lazzarini & Tabasso, 1986). Esse dado só vem agravar a questão de variação térmica durante a insolação diurna e o posterior resfriamento noturno.

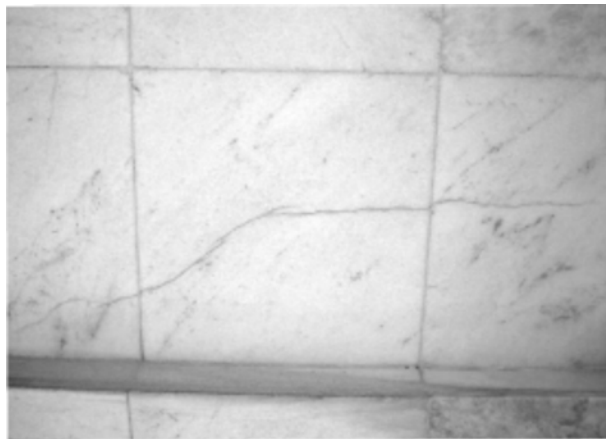
Como as rochas são péssimas condutoras de calor, acabam conservando em sua parte interna, as altas temperaturas absorvidas pela irradiação diurna. Na Cúpula da Catedral essa propriedade é agravada pela falta de refrigeração interna do sistema. Com isso a temperatura existente no interior da mesma sempre será muito mais elevada que a verificada externamente. Ao cair da noite, as baixas temperaturas são agravadas pela ação do vento existente naquela altura, diminuindo drasticamente a temperatura na superfície da placa de mármore. Essa diferença se manifesta principalmente no encontro entre as costelas e as velas, e entre as vigas cintas e a casca externa da Cúpula. No contato entre estes elementos, a diferente distribuição espacial dos vetores de contração-dilatação ocasiona o aparecimento de juntas de dilatação que se manifestam co-



**Figura 8** – Estalagmite composto por cimento carbonático hidratado originado a partir da dissolução e precipitação do cimento de fixação das chapas da Cúpula.

mo fraturas de extensão (Figs. 9 e 10). A origem das juntas de dilatação está associada às tensões diferenciais geradas entre os principais elementos estruturais da Cúpula, fazendo com que ambos os materiais apresentem diferentes comportamentos mecânicos criando assim tensões capazes de provocar rachaduras nas placas de revestimento.

Os ensaios tecnológicos demonstraram que o coeficiente de dilatação térmica do Mármore Branco Pinta Verde é muito baixo, sugerindo que as fraturas encontradas nas placas de mármore não estão relacionadas com as possíveis variações térmicas entre seus minerais constituintes.



**Figura 9** – Fratura de dilatação cortando três chapas de mármore de revestimento da Cúpula.



**Figura 10** – Fratura de dilatação parcialmente preenchida por cimento carbonático hidratado situada no parapeito dos colares da base da Cúpula.

A disposição dos minerais no espaço faz com que durante as variações térmicas que provocam a contração e dilatação dos grãos provoquem tensões internas com orientações opostas podendo contribuir para acelerar a desagregação do material. Se dois cristais de calcita são afrontados e orientados no mesmo modo vertical, na ocasião de aumento de temperatura, se expandem, um contra o outro, causando um *stress* interno no material. Já quando a temperatura diminui, os cristais crescem perpendicularmente e a tendência é o destacamento dos mesmos (Lazzarini & Tabasso, 1986).

A movimentação proporcionada pela variação térmica entre os elementos estruturais da Cúpula leva a criação de rachaduras e fissuras. Estas feições são mais evidentes na porção basal da Cúpula, ocorrendo fraturas com disposição irregular que transpassam entre várias placas de revestimento. Na porção mais superior da Cúpula, o reflexo das dilatações produzidas também afeta as placas de mármore, que foram colocadas através de junta seca, ocasionando a tensão entre as placas e, na seqüência, o seu deslocamento (Fig. 11).



**Figura 11** – Detalhe do deslocamento das placas de revestimento.

### **Ação do vento**

O vento age como potencializador de outros mecanismos de degrado. A localização geográfica da Catedral faz do vento um elemento de importância na investigação dos danos observados nos revestimentos de Mármore Branco Pinta Verde. Além de regulador de temperatura, o vento age também na dispersão dos poluentes atmosféricos. Como a Catedral se encontra em uma região alta, as correntes de vento superior criam uma espécie de vácuo puxando para cima a poluição emitida pelos automóveis e outros agentes emissores, ocasionando

uma espécie de corredor de poluição sobre essa região na qual a Cúpula está inserida.

Quando o vento se depara com um obstáculo ele gera um fenômeno de turbulência na face oposta à sua direção formando movimentos circulares de grande intensidade capaz de aumentar o descolamento das placas de mármore que se encontram em processo de desprendimento.

Um outro agravante devido à altura em que a Cúpula se encontra, é a pressão do vento que aumenta significativamente, intensificando o poder de penetração da água da chuva dentro do mármore e seu substrato, atingindo níveis mais profundos do sistema.

A ação do vento ainda vem influenciar no fenômeno de erosão, evidenciado nas molduras superiores de alguns óculos (pequenas janelas de vidro). A rocha uma vez úmida, ou mesmo seu substrato, tem o trânsito dessa água acelerado pela ação do vento. Ao passar pela superfície dos revestimentos o vento cria um “vácuo” capaz de fazer com que essa água migre para a superfície. A água pode evaporar completamente ou não. Nessa segunda hipótese ela é capaz de dissolver os minerais e sais neoformados, promovendo a solubilização e sua precipitação destes na forma de cristais, abaixo da sua superfície (criptoflorescência) ou acima (eflorescência) criando uma erosão.

### **Ação de microorganismos**

Podemos citar como agentes patológicos vários organismos biológicos. Na Cúpula estão presentes plantas aéreas e microorganismos. Os organismos biológicos contidos nas fezes dos pássaros e os esporos trazidos pelo vento são bastante danosos aos materiais pétreos. Parte do processo de intemperismo biológico, as plantas e microorganismos encontram ambientes propícios para manutenção de sua espécie como minerais, água, luz, enxofre, carbono, entre outros. Uma vez instalada, as plantas aéreas crescem e durante seu metabolismo eliminam ácidos orgânicos que atacam os minerais. Suas raízes, sejam líquens ou plantas aéreas, penetram na rocha podendo levar seu pH até 3, criando assim um ambiente totalmente ácido em seu entorno. As raízes podem penetrar em fraturas e acentuar o processo de destacamento das placas de mármore, como podemos evidenciar nos óculos situados na elevação sul. O principal problema causado pelos microorganismos é o enegrecimento da superfície da chapa ocasionado com a morte dos vegetais (Fig. 4).



## Ação da água

Todas as manifestações patológicas apresentadas até agora têm algo em comum: a ação da água. Responsável pela decomposição química dos minerais, a água uma vez em contato com os minerais inicia um processo de degradação. Lixiviação da dissolução de sais, concreções, incrustações, erosão, biodeterioração, variação térmica, todos esses mecanismos tem por trás a ação da água.

A presença das rachaduras e fissuras somadas à ausência de um rejuntamento adequado das placas favorece a infiltração das águas, que devido à altura que a Cúpula se encontra, penetra nas placas e no substrato com mais intensidade devido a força dos ventos. Essa mesma água é responsável pela oxidação do sistema metálico de fixação das placas e da armadura das cascas e da dissolução e lixiviação da argamassa de assentamento. Esses mecanismos somados à turbulência do vento levaram ao desprendimento das placas pétreas o que agravou e acelerou o processo de degradação da Cúpula.

A percolação de água tanto nas rochas quanto na estrutura das cascas, e sua permanência no sistema devido a falta de ventilação interna, favorece a proliferação de microorganismos tanto na superfície das rochas quanto no interior nas cascas de concreto. A deposição superficial de hidrocarbonetos sobre esse ambiente úmido faz com que surja um biofilme de algas que num ciclo de morte e vida cria uma pátina preta visível em praticamente toda a abóbada da Cúpula. Esses microorganismos durante seu metabolismo liberam substâncias nocivas aos mármore que em reação com os minerais carbonáticos dissolvem parcialmente a superfície da placa tornando-a rugosa.

A água que percola e oxida os elementos metálicos do sistema de fixação carrega hidróxidos de ferro em solução, ora lixiviados junto com a argamassa de assentamento ora por capilaridade, aflorando ou escorrendo na superfície da placa, conferindo à rocha uma tonalidade castanha avermelhada a alaranjada. Uma vez que os poros dos materiais constituintes do sistema (concreto/argamassa de assentamento/mármore) estejam cheios de água a condutividade do fluxo térmico é muito maior do que quando cheios de ar. A água tem o coeficiente térmico 25 vezes mais elevado que o ar (Lazzarini & Tabasso, 1986).

Como podemos concluir a água exerce papel fundamental nos processos de degradação dos revestimentos pétreos. O favorecimento de sua atuação no sistema, como foi verificado ao longo desse

trabalho, só vem acelerar o processo natural de degradação dos mesmos.

## CONCLUSÕES

Após análises das variantes responsáveis pelo estado de conservação dos revestimentos da Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre conclui-se que o material especificado não possui características tecnológicas adequadas ao uso ao qual foi submetido. Minerais como a calcita e a dolomita são facilmente solubilizados pelas águas de caráter ácido levando a sua decomposição química e auxiliando na sua desagregação física. No entanto, apesar das características tecnológicas do mármore não favorecerem a sua colocação naquelas condições, sua vida útil seria maior caso houvesse tido um projeto que respeitasse suas características e suas solicitações.

O sistema de junta seca empregado no assentamento das placas, aliado à ausência de compensação da dilatação térmica dos componentes da Cúpula, favoreceu o aparecimento de fraturas e as tensões entre as placas promoveram o seu deslocamento facilitando a ação da água. Um projeto adequado que considere a ação de todas as variantes acima explicitadas contribuiria para um maior vida útil do material.

**Agradecimentos-** À Cúria Metropolitana de Porto Alegre pelo acesso a área de estudo e de documentos históricos. Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), processo nº 309232/2003-1, de Ruy Paulo Philipp, pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa. Aos revisores anônimos pelas críticas e sugestões.

## REFERÊNCIAS

- Accardo G.; Vigliano G. 1989. **Materiali Lapidei**, in **“Strumenti e Materiali del Restauro: Metodo di analisi, misura e controllo**. Roma, Edizioni Kappa, p.77-111.
- Balém, J.M. 1941. **A Primeira Paróquia de Porto Alegre Nossa Senhora Madre de Deus**. Porto Alegre, Centro da Boa Imprensa, 3p.
- Di Benedetti, V. 2005. **Aplicação da análise petrográfica e de outras técnicas na investigação de patologias em rochas ornamentais e de revestimento**. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (dissertação de mestrado ,no prelo).
- Dolcini, L. 1981. **Elementi de Biologia per il Restauro de Opere d’arte**. Firenze, Dalle lezioni Del Dott. Piero Tiano al corso de restuaro dell’ Opificio delle Pietre Dure, 67p.
- Frazão, E. B. 2002. **Tecnologia de rochas na construção civil**. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 132p.
- Lazzarini, L. & Tabasso, M.L. 1986. **Il Restauro della Pietra**. Padova, CEDAM, 315p.
- Philipp, R.P. & Benedetti, V.D. 2005. Diagnóstico dos proble-

mas na Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre, RS: problemas de execução do projeto e/ou material inadequado? **Revista Brasileira de Geociências** (submetido).

Souza, A.C. 1994. Conservação Preventiva. **Revista da Biblio-**

**teca Mario de Andrade, Imagens Literárias de São Paulo e Prevenção de Bens Culturais, 52:** 87-93.

Teixeira, W.; Toledo, M.C.M.; Fairchild, T.R.; Taioli, F. 2000. **Decifrando a Terra.** São Paulo, Oficina de Textos-USP, 558 p.

