

Impacto do Intemperismo no Arenito de Revestimento do Teatro Municipal de São Paulo

Eliane Aparecida Del Lama¹ (edellama@usp.br), Gergely Andres Julio Szabó¹ (gajszabo@usp.br),
Lauro Kazumi Dehira² (lkdehira@ipt.br), Yushiro Kihara¹ (yushiro@usp.br)

¹Departamento de Mineralogia e Geotectônica - Instituto de Geociências - USP
R. do Lago 562, CEP 05508-080, São Paulo, SP, BR

²Centro de Tecnologia de Obras de Infra-estrutura - Seção de Geotecnia - IPT, São Paulo, SP, BR

Recebido em 21 de novembro de 2007; aceito em 18 de março de 2008

Palavras-chave: Teatro Municipal, arenito, Itararé, Ipanema, intemperismo, São Paulo.

RESUMO

Um dos cartões postais da cidade de São Paulo, o Teatro Municipal, construído em 1911, tem sua fachada frontal revestida pelo Arenito Itararé. O arenito é proveniente da área da Flona (Floresta Nacional) de Ipanema em Iperó - SP, outrora Real Fábrica de Ferro de Ipanema, constituindo-se hoje num patrimônio histórico, arqueológico e natural. A fachada está bastante deteriorada, por causa do litotipo escolhido na sua construção. O Arenito Itararé é estratificado, com marcante característica sigmoidal, e tem granulação variada, desde fina a grossa. Petrograficamente, é um arenito feldspático com matriz argilosa em proporção variável. Análises de difração de raios X apontam que a matriz argilosa é constituída por argilominerais do grupo da esmectita, com contribuição de clorita e illita. Apresenta porosidade de 10% a 18%, indicada por porosimetria de mercúrio. O mapeamento da fachada identificou as seguintes formas de intemperismo: colonização biológica, concreção, erosão, escamação, fissura, incrustação, junta aberta, lascagem, mancha, placa, plaqueta e vegetação. A industrialização e o crescimento da cidade não tiveram grande impacto na alteração do revestimento do Teatro Municipal de São Paulo. Este processo é intrínseco, devido às características petrográficas (presença de argilominerais expansivos e alta porosidade) e a estrutura do arenito utilizado, inabilitando-o como pedra de revestimento.

Keywords: Municipal Theater, sandstone, Itararé, Ipanema, weathering, São Paulo.

ABSTRACT

The Municipal Theater is one of the post cards of São Paulo city. It was built in 1911 and its frontal façade is revested with Itararé Sandstone. This sandstone comes from the *Flona de Ipanema* (Ipanema National Forest) area, located in Iperó, São Paulo State. Formerly this place included the Royal Ipanema Iron Factory, and nowadays it is a historical, archaeological and natural heritage site. The theatre façade is quite deteriorated due to the petrographic composition of the rock. The Itararé Sandstone is stratified with sigmoidal features and with grain size ranging from fine to coarse. Petrographically it is a feldspathic sandstone with clayey matrix in variable proportions. X-ray diffractometry analyses revealed that this matrix is constituted mainly by clay minerals of the smectite group with additional contributions of chlorite and illite. Mercury porosimetry shows that the porosity ranges from 10% to 18%. Mapping of the façade identified the following alteration forms: biological colonization, concretion, erosion, peeling, fissure, incrustation, open joint, spalling, stain, plaque, plaquette and vegetation. The industrialization and city growth did not play a significant role in the alteration of the building stone of the São Paulo Municipal Theater. Instead, this process is intrinsic to the petrographic characteristics (presence of expansive clay minerals, high porosity) and structure of the sandstone utilized, making it unsuitable as building stone.

INTRODUÇÃO

O Teatro Municipal de São Paulo, inaugurado em 1911, é um dos maiores representantes do patrimônio cultural da cidade de São Paulo. Grandes artistas de renome internacional e nacional já passaram pelo seu palco, além da realização da Semana de Arte Moderna em 1922.

Toda a fachada frontal inferior e os balcões das laterais do teatro são revestidos de arenito do Grupo Itararé. Atualmente, estes arenitos estão bastante deteriorados. É objetivo deste trabalho mapear as diferentes formas de intemperismo no arenito e discutir sua adequabilidade como pedra de revestimento, a partir de sua composição mineralógica e estruturas sedimentares.

A realização deste trabalho constou das seguintes etapas: pesquisa histórica, mapeamento das formas de intemperismo das fachadas do teatro, levantamento fotográfico detalhado da fachada frontal do teatro, petrografia dos arenitos e realização de análises de difração de raios X e porosimetria de mercúrio.

TEATRO MUNICIPAL DE SÃO PAULO

A construção do teatro (Figura 1) teve a fiscalização do engenheiro-arquiteto Francisco de Paula Ramos de Azevedo. Externamente, tem estilo renascentista e foi inspirado na Ópera de Garnier de Paris. Está localizado no centro da cidade, na Praça Ramos de Azevedo. Sua construção iniciou-se em 1903 e levou oito anos para ser finalizado, custando o dobro do orçamento aprovado (Haag, 2006).

Foi inaugurado com a ópera Hamlet, com um dia de atraso da data prevista. Como houve atraso na entrega dos cenários, a estréia foi transferida para o dia seguinte: 12 de setembro de 1911.

Foi reformado pela primeira vez entre 1952 e 1955 e, posteriormente, entre 1985 e 1991. Na primeira reforma a cantaria não foi restaurada.

O edifício é tombado nas três esferas de governo: federal (Iphan), estadual (Condephaat) e municipal (Conpresp).

O teatro é revestido em sua fachada frontal inferior por arenito do Grupo Itararé, da Bacia do Paraná, pro-



Figura 1. Teatro Municipal de São Paulo (Foto de 14 de outubro de 2007).

veniente da atual Floresta Nacional (Flona) de Ipanema, no município de Iperó (SP), próxima à cidade de Sorocaba. Essa localidade dista cerca de 120 km da cidade de São Paulo, sendo acessada pela rodovia Castelo Branco, até o km 99B, ou pela rodovia Raposo Tavares, até o km 112,5.

A Flona de Ipanema é mais conhecida pelo minério de ferro, onde funcionou a Real Fábrica de Ferro de Ipanema entre 1811 a 1895 e, posteriormente, pela exploração de apatita para a produção de superfosfato, constituindo-se hoje num patrimônio histórico, arqueológico e natural.

Os arenitos desta pedreira (Figura 2) foram utilizados para o revestimento de muitos prédios brasileiros, além dos próprios fornos da fábrica de ferro que funcionou na Flona.

Durante o desenvolvimento deste trabalho não se obteve informações acerca da extração dos arenitos. As pesquisas do registro histórico foram realizadas na sede da Flona de Ipanema, no Arquivo Histórico Municipal Washington Luís, no Arquivo Público do Estado, no Departamento de Patrimônio Histórico (DPH) e no Museu do Teatro Municipal.

A proveniência dos arenitos foi atestada em uma monografia distribuída no dia da inauguração, além de um exemplar de semanário da época.

Na monografia, o autor lista ao final todos os fornecedores que contribuíram para a construção do teatro, citando os Arenitos de Ipanema na parte referente aos fornecedores de materiais de cantaria que incluía também os Granitos de Lageado e Itaquera e os Granitos Porfiróides de Itupararanga (Severo, 1911).

O semanário Ilustração Paulista nº 35, em edição especial sobre o Teatro Municipal datada de 12 de setembro de

1911, aponta que foi utilizado na construção o “grés amarelo de Ipanema”.

Conhecida a proveniência dos arenitos, por ocasião da última reforma do Teatro entre 1985 e 1991, foi necessário um acordo entre Prefeitura e União para que esta autorizasse a retirada de material da então Fazenda Ipanema, visto que as pedreiras estavam fechadas há muito tempo e se tratava de área de preservação federal. Uma vez concedida a autorização, procurou-se por trabalhadores que soubessem como fazer a cantaria do início do século (Brandão, 1993).

A empresa responsável pela última restauração, em relatório entregue ao Departamento de Patrimônio Histórico, aponta que o serviço de cantaria foi classificado como: substituição ou enxerto, obturação e consolidação (Método Engenharia, 1991). Ao final dos trabalhos de restauração, toda fachada de arenito foi aspergida com uma camada impermeabilizante de verniz à base de silicone.

ARENITOS ITARARÉ

Os arenitos que revestem parcialmente o Teatro Municipal constituem parte do que é geologicamente denominado Grupo Itararé, dentro da Bacia do Paraná, uma área de acumulação de rochas sedimentares e efusivas a sub-efusivas de idade paleozóica a mesozóica, que abrange territórios do Brasil (estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e de outros países limítrofes, como Argentina, Paraguai e Bolívia.

A localidade da Flona de Ipanema situa-se numa feição geológico-geomorfológica denominada Domo de Araçoiaba da Serra, um imponente morro com cotas em torno de 930 m que se destaca do relevo de colinas suaves adjacentes sobre rochas sedimentares da Bacia do Paraná, com cotas em torno de 630 a 640 m. Nesse domo afloram rochas do embasamento cristalino dos sedimentos paleozóicos, constituindo-se numa janela estrutural, isto é, a ocorrência de rochas de idade mais antiga em meio às rochas mais jovens. Nessa janela estrutural também afloram rochas de natureza alcalina, mais jovens que o arenito, com idade mesozóica, e que contém minério de ferro, sendo a área mais conhecida devido a essa exploração.

O Grupo Itararé é constituído por um conjunto de rochas sedimentares com ambientes de deposição que englobam desde plataforma continental, ambiente costeiro e ambiente continental, este representado por ambiente deltáico e fluvial, em um período de ocorrência de geleiras, há cerca de 280 milhões de anos atrás. Esse é o quadro de deposição do Grupo Itararé, uma subdivisão do Supergrupo Tubarão, que se desenvolveu durante o Carbonífero Superior ao início do Permiano, de 280 a 250 milhões de anos atrás. As rochas e formações que compõem este grupo apresentam



Figura 2. Pedreira de arenito desativada nos arredores da Flona de Ipanema, Iperó (SP).

características diferenciadas no Estado de São Paulo, onde foi obtido o arenito do Teatro Municipal, em relação aos estados do sul, onde esse grupo ocorre com maior expressão e maior extensão.

O arenito do Teatro Municipal, pelas suas características, é classificado como sendo de ambiente deltáico, que neste caso é derivado do avanço de sedimentos continentais em direção a um golfo que se situava a oeste, onde outrora havia um mar continental, na América do Sul, local onde se instalava a Bacia do Paraná.

As características desse arenito são sua granulometria variada, desde areia fina a grossa, apresentam estratificação de suas camadas com marcante característica sigmoidal, isto é, eles mostram claramente uma indicação de uma direção para onde as correntes fluviais caminhavam, assim como estratificações cavalgantes, estruturas de corte e preenchimento de canais uma vez que apresentam regime fluvial. As características glaciais não são observadas na localidade em que foram extraídos os arenitos do teatro, mas, nas proximidades, evidências de ambiente glacial, ou mesmo periglacial, estão impressas nas rochas, como atestam os varvitos de Itu e presença de seixos caídos (“seixos pingados”) de rochas graníticas em meio às camadas sedimentares.

As características acima enumeradas são observadas em um exame um pouco mais detalhado nas placas que recobrem as paredes externas do Teatro Municipal, como apresentado na Figura 3.

Um interessante aspecto é observado no que se refere à direção dos cortes das placas de arenito, em relação às estruturas sedimentares, que proporciona um aspecto visual diferenciado e em alguns casos acelera o processo intempérico. Nas placas aplicadas nas paredes, observam-se as estruturas sedimentares, principalmente as estratificações, tanto com corte em perfil lateral, como cortes em posição paralela à estratificação (Figura 3C). Na primeira situação, com aplicação das placas mostrando o perfil da estratificação em posição horizontal e em posição vertical, as estratificações são facilmente observáveis e identificáveis, porém, na outra situação, a que se refere aos cortes em posição paralela à estratificação, as suas características não são diagnósticas, apresentando um desenho irregular, não característico de qualquer tipo de estrutura. Essa situação é também observada nas figuras dos Atlantes (gigantes da Mitologia observados nas fachadas 3 e 7).

Métodos analíticos

Petrografia

A caracterização petrográfica do arenito foi feita por meio de descrições macroscópicas em campo e de descrições de seções delgadas de rocha ao microscópio petro-



Figura 3. Estruturas sedimentares observadas na fachada do Teatro Municipal. **A.** Estratificação cavalgante. **B.** Estratificação sigmoidal. **C.** Diferentes posições da estratificação observada nas placas de revestimento: **1.** estratificação em posição horizontal, **2.** estratificação em posição vertical, **3.** corte paralelo à estratificação (similar à vista em planta).

gráfico. As amostras foram coletadas no Teatro Municipal, na Flona de Ipanema, tanto de blocos e matacões do núcleo de visitação como dos locais de extração dos arenitos para a construção e reforma do Teatro, e de um depósito da Prefeitura de São Paulo, localizado ao lado do Teatro Municipal Flávio Império, na Zona Leste de São Paulo, onde estão guardados blocos de arenito remanescentes da reforma entre 1985 e 1991. Vale mencionar que a coleta de amostras na Flona foi autorizada pelo Ibama, por se tratar de área de preservação federal. Foram descritas 11 seções delgadas, sendo um do Teatro Municipal, cinco da Flona de Ipanema e cinco dos blocos do depósito da Prefeitura.

Nos afloramentos e nos blocos cortados, o arenito apresenta coloração creme a alaranjado, com estratificação cruzada paralela, de porte métrico a decimétrico e granulação de areia fina a grossa, com variação granulométrica entre as diversas camadas. É feldspático, poroso e friável e apresenta matriz argilosa em proporção variável, geralmente em torno de 10% a 20%, segundo estimativa visual. Alternam-se camadas de arenito grosso e mal selecionado com leitos de arenito fino com laminação plano-paralela oblíqua. Localmente, ocorrem lentes de arenito sem estratificação aparente, de granulação média a grossa, bem selecionado e com pouca matriz.

Ao microscópio, o arenito exibe feições texturais bastante heterogêneas, indicativas de alto grau de imaturidade. A composição mineralógica é variada, predominando quartzo (65% a 85% em volume, segundo estimativa visual), mas com feldspatos sempre presentes em quantidades que variam entre 5% e 30%. Dentre os feldspatos, predomina plagioclásio, com teores de anortita e grau de saussuritização variáveis; microclínio é freqüente, mas subordinado. Os grãos de quartzo variam de grãos límpidos não deformados, às vezes até com feições sugestivas de origem vulcânica (hábito cristalino bipiramidado com embainhamentos), a grãos deformados, com extinção ondulante ou mesmo policristalinos. Em terceiro lugar em abundância entre os grãos estão os fragmentos líticos, a maioria de origem vulcânica e alguns de rochas sedimentares finas (siltitos, silixitos) e de rochas metamórficas (quartzitos). Componentes adicionais mais freqüentes são representados por turmalina, zircão, muscovita, anfibólios, minerais opacos (muitos substituídos por hidróxidos de Fe), rutilo, apatita e biotita (alterada em vermiculita). A matriz varia de menos de 5% até em torno de 20% em volume (estimado) em algumas amostras, e é constituída predominantemente por filossilicatos muito finos, possivelmente argilominerais. A granulação dos grãos de areia varia de fina a grossa, com seleção moderada na maioria das amostras a boa em algumas lentes maciças. O arredondamento dos grãos cobre todo o espectro, desde

grãos bem arredondados até angulosos, mas com predomínio de grãos subarredondados a subangulosos. A esfericidade também é variada, com predomínio de grãos com esfericidade mediana.

Difração de raios X

Análises por difração de raios X foram executadas no Laboratório de Difração de Raios X do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do Instituto de Geociências da USP, pelo método do pó, utilizando-se um difratômetro Siemens D5000, operando com tubo de cobre (Cu K α), 40 Kv, 40 mA, com varredura em passos, intervalo de amostragem de 0,05°, tempo de contagem de 1 s e intervalo angular 2 θ entre 3° e 65°. Os difratogramas foram indexados e interpretados utilizando o banco de dados PDF-2 (JCPDS – ICDD) e o programa Diffrac AT PLUS. As análises tiveram por objetivo identificar os filossilicatos finos presentes na matriz, além de eventuais outras fases minerais indistintas ao microscópio petrográfico.

As primeiras análises identificaram picos de 14 Å, o que poderia representar um dos seguintes minerais: esmectita, vermiculita, clorita ou argilominerais de camadas interestratificadas. Por isso, foi separada a fração argila e saturada com etilenoglicol, cujas análises apontaram pico de 17 Å e o desaparecimento do pico de 14 Å. Como resultado, determinou-se que a matriz argilosa é constituída predominantemente por argilominerais do grupo da esmectita, com alguma contribuição adicional de cloritas e illita sugerida por análise microscópica.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Bocardi et al. (2006), Morengi (2007) e M. H. B. de O. Frascá (comunicação pessoal), que também determinaram a presença de argilominerais expansivos do grupo da esmectita em Arenitos Itararé.

Porosimetria de mercúrio

Para a análise de distribuição do tamanho dos poros e determinação da porosidade utilizou-se um porosímetro modelo AUTOPORE II-9215, fabricado pela Micromeritics Instrument Corporation, Estados Unidos. As análises foram realizadas na Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

Foram analisadas seis amostras: uma do Teatro Municipal, duas da Flona de Ipanema e três do depósito ao lado do Teatro Municipal Flávio Império (Zona Leste).

Os dados de porosimetria indicam uma distribuição de diâmetro de poros médio bimodal, variando de 1,5 μ m a 2,3 μ m e 7,2 μ m a 12,9 μ m. A participação percentual destes intervalos é de aproximadamente 33% e 67%, respectivamente.

A porosidade variou de 14% a 18% nos estratos de granulação maior e de 10% a 13% nos estratos de granulação menor. Estes valores são condizentes com a porosidade dos Arenitos Itararé.

A amostra coletada no teatro apresentou maior porosidade e o maior diâmetro de poros médio, o que pode ser devido ao maior grau de intemperismo dessa amostra.

Os dados de porosimetria mostraram que o arenito do teatro tem distribuição do tamanho dos poros, similar aos arenitos da Flona de Ipanema, ratificando sua proveniência.

FORMAS DE INTEMPERISMO NO REVESTIMENTO DO TEATRO MUNICIPAL

As formas de intemperismo devem ser mapeadas em uma fase preliminar de avaliação do estado de conservação de edifícios. A identificação dessas formas são aspectos descritivos, sem conotações genéticas.

Um método de mapeamento das formas de intemperismo é proposto por Fitzner e Heinrichs (2004) com um atlas com 110 fotos. Apesar de predominar fotos de monumentos da Alemanha neste atlas, aparecem também monumentos de Minas Gerais, tais como: Congonhas, Ouro Preto e Caraça.

Muitos pesquisadores têm adotado este método, com modificações ou não, como Silva e Roeser (2003), que investigaram duas esculturas da arte barroca brasileira em Ouro Preto.

Neste trabalho, optou-se por utilizar a sistemática apresentada por Henriques et al. (2005), por se tratar de uma classificação mais simples e mais prática, contendo 28 formas de intemperismo. Este método foi utilizado por Silva (2007), com modificações, no estudo do pórtico da Igreja do Outeiro da Glória no Rio de Janeiro. No mapeamento das formas de intemperismo, foram reconhecidas 12 dessas formas no Teatro Municipal (Figura 4).

Os seguintes tipos foram identificados: colonização biológica, concreção, erosão, escamação, fissura, incrustação, junta aberta, lascagem, mancha, placa, plaqueta e vegetação.

Várias formas de intemperismo podem estar presentes num mesmo trecho, sendo que a forma cartografada foi a dominante.

A fachada referente ao mapeamento é a fachada sul que corresponde à fachada frontal do teatro, de aproximadamente 42 m de extensão. Para facilitar a visualização, esta fachada foi subdividida em nove subfachadas, e numeradas da esquerda para a direita (Figura 5).

As formas mais presentes são colonização biológica, escamação e fissura.

A colonização biológica (Figuras 4A a 4D e 4F), estrato superficial fino de natureza biológica, está mais presente

nos rejuntas de argamassa nas bordas dos blocos e no material de preenchimento das partes danificadas. É bastante comum nas subfachadas 1, 2, 8 e 9, que são as subfachadas “descobertas” e, no geral, são mais intemperizadas.

Concreção (Figura 4B), depósito compacto na superfície, podendo assumir formas estalactíticas, só aparece na subfachada 2 e é constituída por calcita.

A erosão é caracterizada pela perda de massa da superfície do revestimento. É distinguida nas subfachadas intermediárias (3 a 7).

A diferença entre as formas escamação/lascagem é a espessura, menor que 0,5 cm e centimétrica, respectivamente, configurando-se no destaque de fragmentos em extensão reduzida (Figuras 4A a 4D e 4F). Plaquetas (Figura 4D) e placas têm extensão maior, com espessura menor que 0,5 cm e maior, respectivamente. Seu aparecimento é favorecido pela estrutura sedimentar e pela presença de minerais argilosos expansivos. Este tipo de alteração é também observada na Catedral de Lausane, Suíça, estando neste caso associada à presença de argilominerais (Scherer e Jimenez Gonzáles, 2005).

A presença de argilominerais expansivos pode provocar um certo estufamento na rocha, feição também observada *in situ* em rochas na Flona de Ipanema (Figura 6). Este fato aponta que, apesar da poluição e do tráfego intenso podem acelerar mecanismos de degradação, como é o caso do centro da cidade de São Paulo, a alteração é causada principalmente pelas características intrínsecas da rocha, predominantemente mineralógica e textural.

No caso do revestimento do teatro, este estufamento e conseqüente escamação da rocha foi acelerada pela aplicação da camada de verniz na última reforma.

É muito comum a ocorrência de fissuras (Figuras 4C a 4E), superfícies de quebra, por todo o revestimento de arenito, sendo de origem estrutural da rocha.

Incrustação (Figura 4E), junta aberta, mancha e vegetação têm ocorrências localizadas. Incrustação é um depósito compacto e aderente ao substrato. Junta aberta é um espaço com perda de material de preenchimento. Mancha é uma alteração cromática restrita. Vegetação é a presença de musgos e plantas superiores.

Foi identificada também a interferência antrópica. No geral, são feições do serviço de cantaria realizado na última reforma, tais como substituição de partes dos blocos de arenito ou obturação realizados nestes blocos. Também foram identificadas manchas de colagem de papel e de chicletes.

Sujeiras de pombos (Figura 4G) devido às fezes são visualizadas nas subfachadas 1, 2 (predominante) e 3.

Em todo o revestimento, notam-se pequenos sulcos (Figura 4H), provavelmente decorrentes das estruturas sedimentares e da diferença de granulometria.



Figura 4. Formas de intemperismo observadas no Arenito Itararé na fachada frontal do Teatro Municipal. De A a F, terminologia de Henriques et al. (2005). **A.** Colonização biológica (c) e escamação (e). **B.** Concreção (co, em branco), colonização biológica e lascagem (l). **C.** Escamação e fissuras (f). **D.** Plaqueta (p), colonização biológica, fissuras e escamação. **E.** Incrustação (i) e fissuras. **F.** Lascagem e colonização biológica. **G.** Mancha no braço do Atlante devido às fezes de pombos. **H.** Presença freqüente de sulcos no arenito.

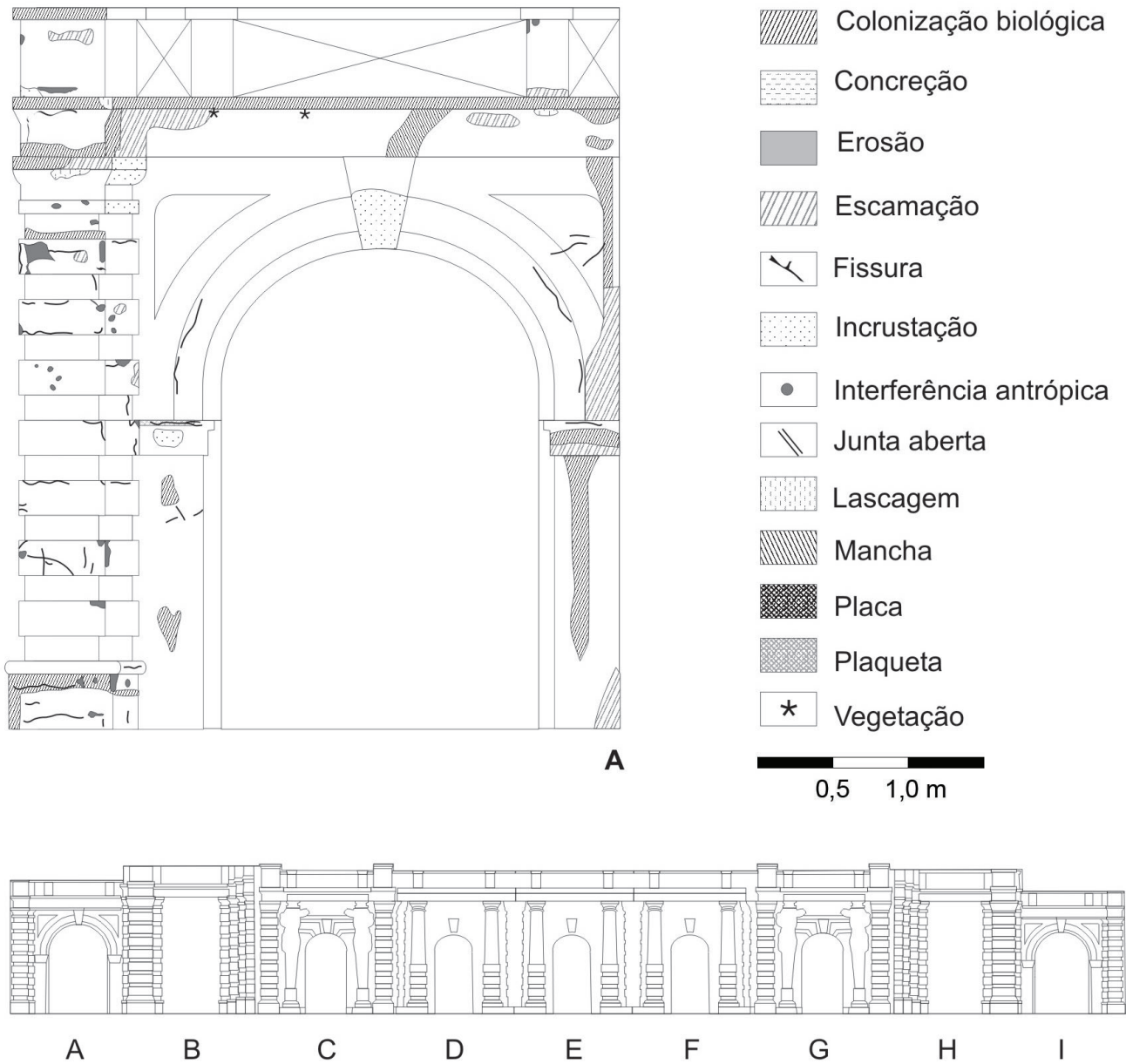
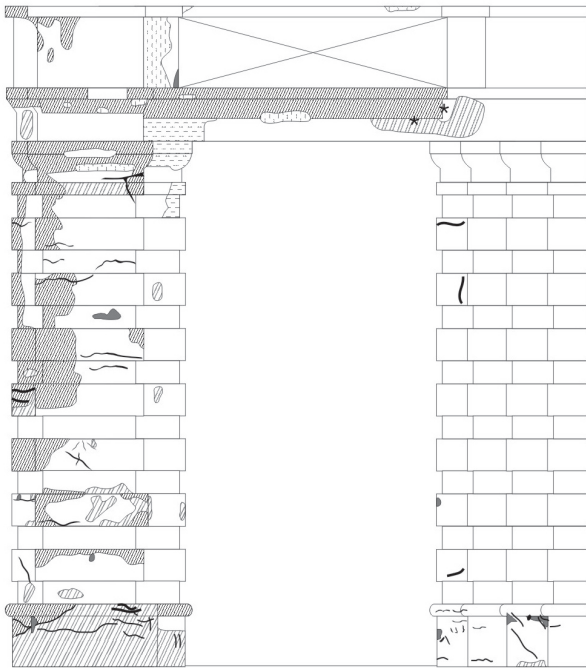
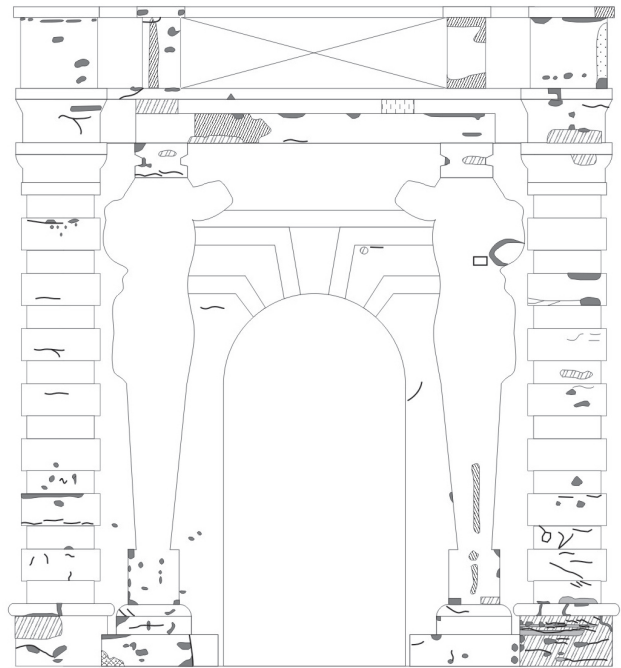


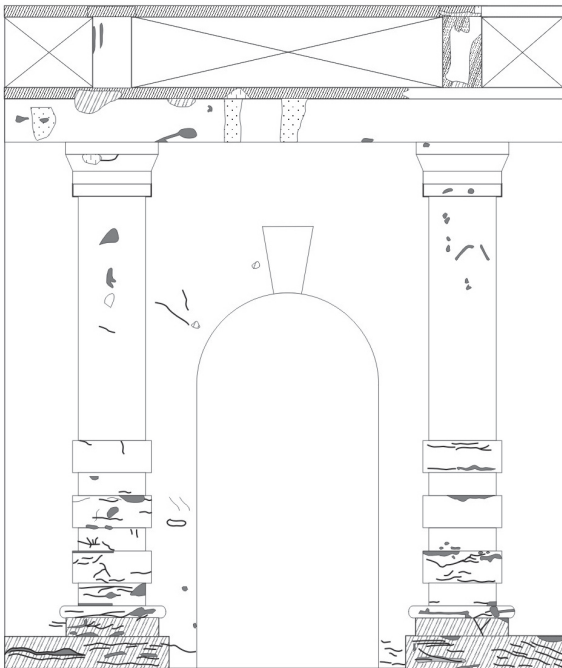
Figura 5a. Mapeamento das formas de intemperismo da fachada frontal (42 m), subdividida em nove subfachadas. **A.** Subfachada 1. **B.** Subfachada 2. **C.** Subfachada 3. **D.** Subfachada 4. **E.** Subfachada 5. **F.** Subfachada 6. **G.** Subfachada 7. **H.** Subfachada 8. **I.** Subfachada 9.



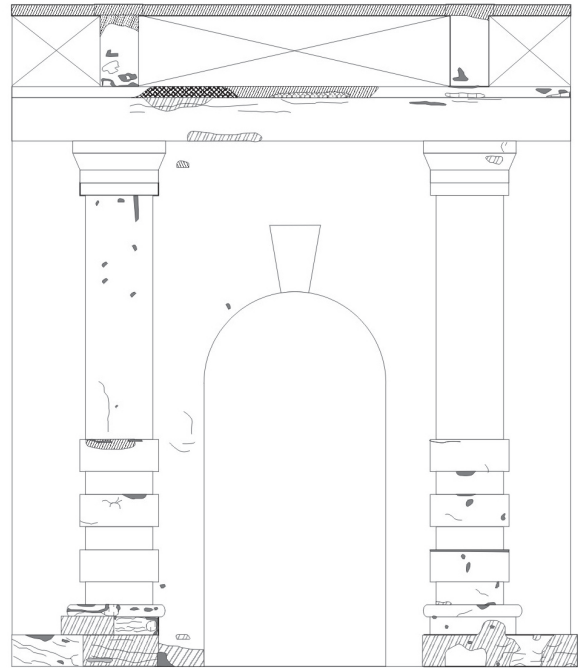
B



C



D



E

Figura 5b. Detalhes das subfachadas 2, 3, 4 e 5 (B a E, respectivamente).

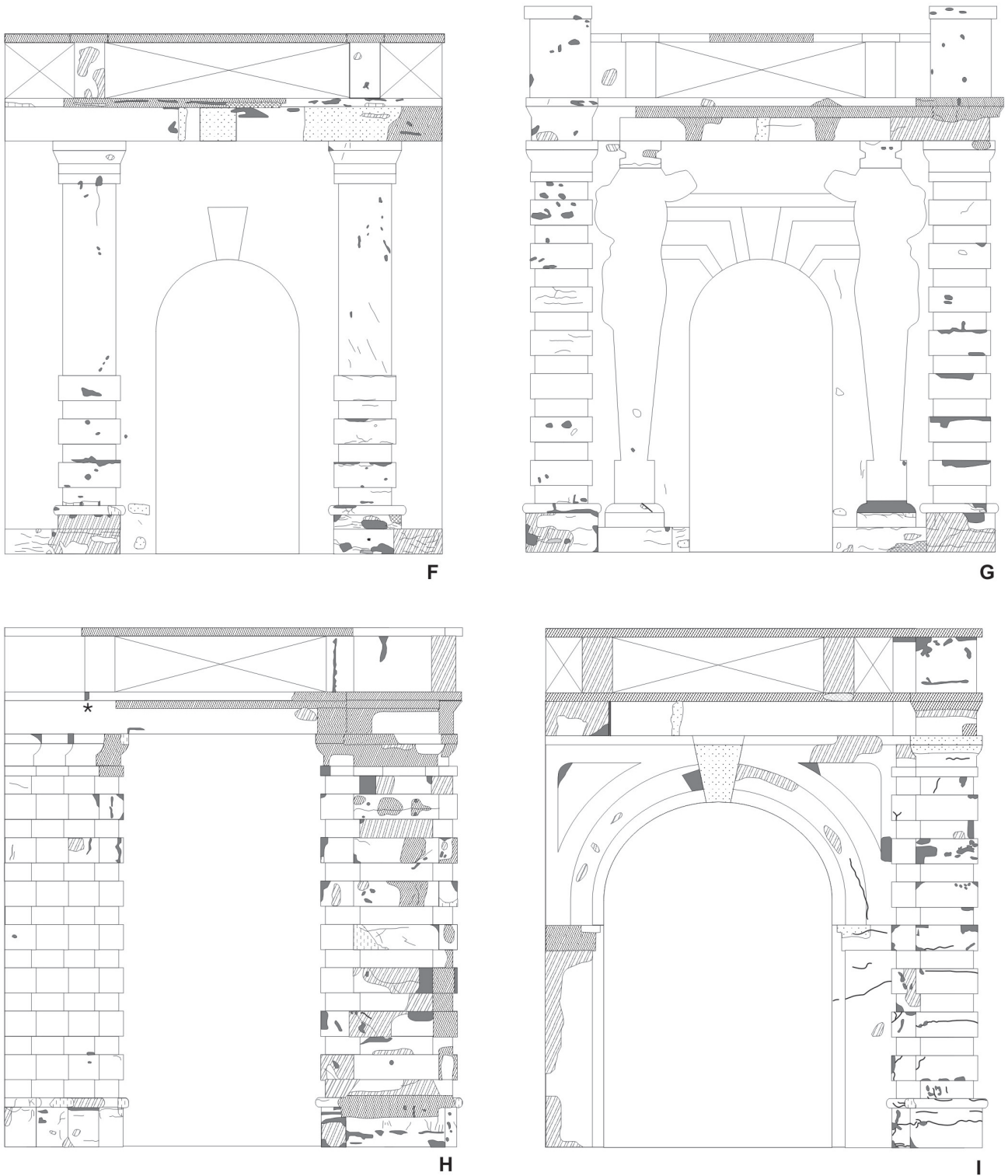


Figura 5c. Detalhes das subfachadas 6, 7, 8 e 9 (F a I, respectivamente).



Figura 6. Estufamento da rocha, provavelmente devido à presença de argilominerais expansivos. Flona de Ipanema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Às vésperas de completar seu centenário o Teatro Municipal encontra-se bastante deteriorado.

O mapeamento da fachada frontal, aqui subdividido em nove subfachadas, indica uma alta porcentagem de áreas intemperizadas. As subfachadas 1, 2, 8 e 9 estão mais intemperizadas uma vez que estão mais sujeitas às intempéries.

O tipo de alteração apresentado no arenito do teatro é também observado nos afloramentos *in situ* na Flona de Ipanema, indicando que a poluição e o tráfego intenso do centro de São Paulo, mesmo que importantes, são coadjuvantes neste processo.

Nota-se que o produto usado no tratamento da superfície do arenito (verniz à base de silicone – Método Engenharia, 1991) não se adequou e possivelmente é o causador da intensa escamação presente em toda a fachada.

O Arenito Itararé não se mostra adequado como pedra de revestimento pois suas características intrínsecas aceleram sua deterioração. Contribuem para este processo sua forte estratificação, alta variação granulométrica, porosidade, alta porcentagem de feldspatos alterados em sua constituição e principalmente a presença de argilominerais expansivos.

Pelos motivos apresentados, a restauração da fachada do Teatro Municipal de São Paulo torna-se um problema de difícil solução no âmbito da conservação, uma vez que a substituição do Arenito Itararé pelo mesmo tipo de material provocará a sua deterioração em intervalo de tempo similar ao que se observou na restauração anterior.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Janeth Gutierrez e José Lara, da Flona de Ipanema, e a Márcio Sgreccia, do Museu do Teatro Municipal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOCARDI, L. B.; FERNANDES, L. A.; ROSTIROLLA, S. P.; APPI, C. J. Diagênese dos arenitos do Grupo Itararé, permocarbonífero, Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 36, n. 7, p. 221-231, 2006.

BRANDÃO, I. L. *Teatro municipal de São Paulo: grandes momentos*. São Paulo: DBA Artes Gráficas, 1993. 120 p.

FITZNER, B.; HEINRICH, K. *Photo atlas of weathering forms on stone monuments*. 2004. Disponível em <<http://www.stone.rwth-aachen.de>>. Acesso em 13 ago. 2007.

HAAG, C. São Paulo nova, ato I. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, n. 121, p. 86-89, 2006.

HENRIQUES, F. M. A.; DELGADO RODRIGUES, J.; AIRES-BARROS, L.; PROENÇA, N. *Materiais pétreos e similares – terminologia das formas de alteração e degradação*. Lisboa: LNEC, 2005. 39 p.

MÉTODO ENGENHARIA. Obras de reforma e restauro. 2ª fase. Dez 90 – set 91. (Relatório disponível no Departamento de Patrimônio Histórico da Prefeitura Municipal de São Paulo).

MORENGHI, C. L. *Arcabouço estratigráfico e potencial de armazenamento em arenitos permocarboníferos do Grupo Itararé na região do Alto Estrutural de Pitanga, centro-leste do estado de São Paulo*. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SCHERER, G. W.; JIMENEZ GONZÁLES, I. Characterization of swelling in clay-bearing stone. In: TURKINGTON, A. V. *Stone decay in the architectural environment*. Lexington: The Geological Society of America, 2005. p. 51-61. (Special Paper, 390).

SEVERO, R. *O teatro municipal de São Paulo*. São Paulo: Oficinas de Pocaí & Weiss, 1911. 42 p.

SILVA, V. da S. *Alteração de rochas e a conservação do patrimônio arquitetônico: estudo de caso do pórtico da Igreja do Outeiro da Glória*. 2007. Dissertação (Mestrado) –

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, M. E. da; ROESER, H. M. P. Mapeamento de deteriorações em monumentos históricos de pedra-sabão em Ouro Preto. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 329-336, 2003.