

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Geociências

**Mapeamento da degradação da fachada frontal do Teatro Municipal de São
Paulo**

HEITOR ROCHA TSUJI CUNHA

Monografia de Trabalho de Formatura

TF-20/09

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Aparecida Del Lama

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Serviço de Biblioteca e Documentação do IGc/USP. Ficha catalográfica gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a) via programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP
Bibliotecários responsáveis pela estrutura de catalogação da publicação: Sonia Regina Yole Guerra - CRB-8/4208 | Anderson de Santana - CRB-8/6658

Cunha, Heitor Rocha Tsuji
Mapeamento da degradação da fachada frontal do
Teatro Municipal de São Paulo - São Paulo, 2020.
32 p.: il.

Trabalho de formatura : IGc/USP
Orient.: Del Lama, Eliane Aparecida

1. Teatro Municipal de São Paulo 2. Arenito
Itararé 3. Degradação 4. ICOMOS I. Título

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Eliane Aparecida Del Lama, não só pelo auxílio e disponibilidade para a confecção desta monografia, mas também pela fagulha inicial que a ela deu início.

À USP, ao Instituto de Geociências, e seus inúmeros funcionários e professores que me permitiram evoluir não só como pesquisador, como também como pessoa.

À minha mãe, Lourdes, pelo seu apoio incondicional durante toda a minha vida e ao meu pai, Robertson, que me instigou no caminho das geociências.

À minha irmã, Isabela, e seu marido Cristiano, ambos profissionais impecáveis que me motivam a superar desafios.

Ao meu sobrinho Martin, cujo sorriso me faz sorrir.

Aos meus numerosos tios e tias, com os quais sempre pude contar. À tia Josy, tio Renato e prima Renata, que sempre me acompanharam e tenho a alegria de poder conviver.

Aos meus colegas da turma 58 e agregados, Ana, Arthur, Geovana, Ana, Daniella, Cezar, Carol, Ana (Caracu), Alex (Éd), Felipe (Menoseu), Rafael (Caipiroto), Victor (Paul), Vitor (Kibe), Camila (Mim), Anya, Mikhael, Milena (Baby), Francesco (Chicó), Thaiz, Daniel (Samara), Pedro (Biskate), André (Catota), Christian, Guilherme (Cumpádi), Raquel (Lina), Luana, e tantas outras pessoas maravilhosas que fizeram as aventuras dentro e fora da USP muito mais divertidas.

Aos meus eternos “bixos” Rodrigo (Prepara), Degan, Giovanna (Duba), Alexandre (Shakira), Henrique (Waze), Amanda (Nit), Mário (Sisu), Massari (Rico), Davi (Sarjeta), Ricardo (Boi), Verônica (Levi), Vinícius (Muriçoca), Caio (Marmita), Bárbara (Trops), Lígia (Futrika), Wesley (Jay), Giovana (Mutano) e demais colegas das turmas 59, 60 e 61, agradeço pelo convívio, camaradagem e espero ter ajudado mais que atrapalhado a graduação de vocês.

Aos meus exemplares veteranos Júlia (Cangaça) e Rafael (Bilbo) pela ajuda, amizade e conversas.

Às demais pessoas que um dia passaram ou ainda se mantêm na minha vida, que me permitiram ser do jeito que hoje sou.

RESUMO

Cunha, H.R.T., 2020, Mapeamento da degradação da fachada frontal do Teatro Municipal de São Paulo [Monografia de Trabalho de Formatura], São Paulo, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 31p.

Inaugurado em 1911, o Teatro Municipal de São Paulo é um patrimônio cultural da cidade, tombado em níveis federal, estadual e municipal. Suprindo as exigências culturais da elite paulistana, o local foi construído com o intuito de desenvolver a cultura teatral e estabelecer a vida noturna em uma cidade então primariamente rural. Em si, apresentaram-se grandes artistas de renome nacional e internacional, com destaque para a Semana de Arte Moderna de 1922. Obra de Ramos de Azevedo, sua fachada frontal é constituída do Arenito Itararé, rocha de idade carbonífera da Bacia Sedimentar do Paraná, proveniente da Floresta Nacional de Ipanema em Iperó (SP), atualmente área de preservação ambiental. Devido às características intrínsecas do Arenito Itararé, em destaque sua alta porosidade (10 a 18%) e principalmente pela presença de argilominerais expansivos, essa pedra apresenta-se inadequada para revestimento, como demonstrado por mapeamento de danos já realizado. Este trabalho tem como foco a reavaliação e reclassificação da degradação da fachada do teatro, tendo como base o glossário publicado pela ICOMOS - International Council of Monuments and Sites/Conselho Internacional de Monumentos e Sítios. O monumento apresenta como principais formas de degradação colonização biológica, descamação e fenda; ocorrendo também crosta, destacamento pelicular, erosão diferencial, estalado, incrustação, lascagem, mancha e plantas. O monumento também apresenta interferência antrópica relacionada principalmente a restaurações anteriores. Além disso, dados da colorimetria do local, obtidos por medições realizadas e relatadas em trabalhos anteriores, indicam forte dissonância cromática, com forte diminuição no parâmetro de luminosidade do arenito.

Palavras-chave: Teatro Municipal, Arenito Itararé, degradação, ICOMOS

ABSTRACT

Cunha, H.R.T., 2020, Degradation mapping of the front facade of the Municipal Theater in São Paulo [Undergraduate Thesis] São Paulo, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 31p.

Inaugurated in 1911, the Municipal Theater of São Paulo is a cultural heritage of the city, listed at federal, state and municipal levels. It was built with the intention of developing the theatrical culture and establishing nightlife in a city primarily rural in order to satisfy the cultural demands of São Paulo's elite. Not only did great artists of national and international renown perform there, but also important events such as the Modern Art Week of 1922 were held in the theater. The frontal facade of this theater designed by Ramos de Azevedo is composed of Itararé Sandstone, a carboniferous-aged rock found in the sedimentary Paraná Basin, coming from the Ipanema National Forest in Iperó (SP), currently an area of environmental preservation. Due to the intrinsic characteristics of Itararé Sandstone, in particular its high porosity (10 to 18%), and mainly to the presence of expansive clay minerals, this stone is inadequate for cladding, as demonstrated by previous mapping. This work focuses on the re-evaluation and reclassification of the degradation on the theater's facade, based on the glossary published by ICOMOS - International Council of Monuments and Sites. The facade's main degradation forms are: biological colonization, flaking and cracking; however crust, peeling, differential erosion, bursting, encrustation, chipping, staining and plants could also be observed. In addition, the monument shows anthropic interference resulting mainly from previous restorations. Moreover, colorimetry data from the site, obtained from measurements made and reported in previous works indicate strong chromatic dissonance, with a sharp decrease in the luminosity parameter of the sandstone.

Keywords: Municipal Theater, Itararé Sandstone, degradation, ICOMOS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Fundamentos da colorimetria	6
4. MATERIAIS E MÉTODOS	8
5. RESULTADOS OBTIDOS	9
5.1 Formas de alteração	9
5.2 Colorimetria	18
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	21
7. CONCLUSÃO	23
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

Sendo entendido “patrimônio” como edificações que carregam em si vasto valor histórico e cultural para a memória coletiva, o Artigo 1º do Decreto-lei nº25 de 30 de novembro de 1937 define:

Constitue o patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.

Além de uma edificação, o conceito de patrimônio histórico é expandido para patrimônio cultural, ligando os elementos físicos a elementos inatingíveis do passado de uma determinada população ou nação, trazendo em si a memória de uma época. A preservação de um patrimônio representa não apenas a conservação de um bem físico perante ao tempo, mas também a continuidade dos bens nas vidas das pessoas tanto quanto ao seu uso quanto à sua importância cultural.

Este trabalho trata de um patrimônio da cidade de São Paulo.

Influenciada pelos novos ares trazidos pelo estabelecimento da República, São Paulo, então cidade dos barões do café, viu-se culturalmente carente quanto a um local para encontros da elite, vida noturna e, principalmente, apresentações de óperas, fatores intimamente ligados às ideias de requinte e bom gosto da época, motivada pelos hábitos europeus, em destaque os hábitos parisienses (Bernardes, 2004). Com obras a cargo de Ramos de Azevedo, arquiteto proeminente com muitas obras na cidade de São Paulo, e projeto por Claudio Rossi e Domiziano Rossi, foi inaugurado em 1911, o Teatro Municipal de São Paulo, cujo principal objetivo seria suprir as exigências culturais da elite paulistana, sendo um marco inicial no desenvolvimento da cultura teatral e do estabelecimento da vida noturna em uma cidade então primariamente rural, hoje sendo aspectos intrínsecos à cultura paulistana. Em si, apresentaram-se grandes artistas de renome nacional e internacional, com destaque para a Semana de Arte Moderna de 1922. Um importante símbolo e ponto turístico da cidade, o Teatro Municipal mantém seu status como palco para variadas apresentações, sendo ainda um objeto de admiração por sua bela arquitetura nos moldes europeus. Sua fachada frontal é revestida pelo Arenito Itararé, de idade carbonífera da Bacia Sedimentar do Paraná,

proveniente da Floresta Nacional de Ipanema em Iperó (SP), atualmente área de preservação ambiental.

Devido às características intrínsecas do Arenito Itararé, em destaque sua alta porosidade (10 a 18%) e principalmente pela presença de argilominerais expansivos, essa pedra apresenta-se inadequada para revestimento, como demonstrado anteriormente no mapeamento de danos realizado por Del Lama et al. (2008), utilizando da sistemática de Henriques et al. (2005). Neste mapeamento foram diagnosticadas as seguintes formas de degradação nos arenitos do revestimento da fachada: colonização biológica, concreção, erosão, escamação, fissura, incrustação, junta aberta, lascagem, mancha, placa, plaqueta e vegetação. Dentre elas, a escamação e lascagem, aliadas ao estufamento observado nas rochas, são de suma importância por eventualmente comprometer a estabilidade da fachada, sendo essas feições de alteração originadas devido à presença de argilominerais expansivos na constituição do arenito.

Entre os anos de 2008 a 2011, foi realizada sua terceira e última restauração, que contou com a participação de mais de 60 profissionais, tendo como foco a conservação e limpeza do Teatro Municipal (Grossi, 2016).

O mapeamento das formas de alteração de um edifício faz parte da etapa de diagnóstico de um projeto de restauração. Assim, atualizar o mapeamento feito no teatro em 2008 com a nomenclatura mais atual publicada pela ICOMOS - International Council of Monuments and Sites/Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS, 2008) pode auxiliar em futuros projetos de restauração deste imponente edifício paulistano.

2. OBJETIVOS

O estudo e conservação de um patrimônio cultural é inevitavelmente pautado na multidisciplinaridade, envolvendo diversos profissionais provenientes de diferentes ramos de especialização para que em um dado projeto hajam os devidos esforços para manter não apenas a memória de uma sociedade viva, mas também fac-símile aos momentos que lhes garantiram tal relevância. Com isso, nota-se que um dos obstáculos perante a restauração e preservação de monumentos é o uso de termos diferentes para a descrição de formas similares, podendo decorrer de diferenças de áreas de estudo, de língua ou simplesmente da bibliografia consultada.

Esforços tais como a redação do Glossário ICOMOS demonstram um desejo de padronizar os termos utilizados a fim de não apenas facilitar a comunicação e a compreensão entre diferentes ramos perante um trabalho, mas que também independente de onde seja realizado um trabalho de preservação, seja possível consultá-lo de modo que a nomenclatura utilizada seja familiar e invoque as formas de degradação nele demonstrados.

Assim, este trabalho objetivou reavaliar e reclassificar as formas de degradação encontradas na fachada do Teatro Municipal de São Paulo de acordo com o Glossário ICOMOS, padronizando-as com a nomenclatura deste órgão internacional.

Além disso, informações obtidas com resultados referentes à colorimetria derivados de trabalhos anteriores foram complementadas.

3. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

O mapeamento de degradação é a etapa inicial na detecção de como uma obra, monumento ou edifício vem sendo afetado com o passar do tempo, seja por causas naturais, como por exemplo o intemperismo e características do material usado ou por causas antrópicas, como vandalismo ou reformas. Ao ser realizado, permite localizar onde se apresentam os maiores problemas e, assim, melhor dirigir possíveis ações de manutenção e conservação. Aplicado amplamente, trabalhos como Silva e Roeser (2003), que realizaram o mapeamento da deterioração de duas esculturas barrocas em pedra-sabão; Grossi e Del Lama (2012), cujo foco era as formas de alteração apresentadas pelo Monumento a Ramos de Azevedo e Kuzmickas e Del Lama (2014), que mapearam a degradação da escultura *O Sepultamento* de Victor Brecheret; demonstram o uso do mapeamento de degradação para esculturas. Em maior escala, temos Kuzmickas (2013), que desenvolveu extenso mapeamento dos monumentos pétreos do Cemitério da Consolação. Esses trabalhos demonstram importante referencial teórico e metodológico não só quanto ao uso do mapeamento com foco na conservação de monumentos, mas também quanto aos métodos analíticos, com Kuzmickas (2013), Kuzmickas e Del Lama (2014) e Machado (2015) apresentando uso da colorimetria. Destaca-se, também, Grossi e Del Lama (2012) que utilizaram do mesmo sistema de classificação de degradação usado no desenvolvimento deste trabalho.

Quanto ao Teatro Municipal de São Paulo em si, a principal referência deste trabalho é Del Lama et al. (2008), onde foi realizado o mapeamento usado como fonte das fotos e como critério comparativo quanto aos resultados aqui obtidos. Como objeto de estudo quanto a sua história como monumento, Bernardes (2004) retrata sua função como local de encontro da elite e sua evolução aliada ao movimento modernista no período entre 1911 a 1938, consagrando-o com o peso cultural com o qual é reconhecido. Além disso, Grossi (2016), atesta-se também como relevante por compilar informações quanto aos restauros, à legislação e à conservação do patrimônio construído, tendo em si também extenso histórico sobre a conservação e o desenvolvimento de seus conceitos.

Ao utilizar-se do mapeamento como metodologia, implica-se o uso de uma nomenclatura a fim de diferenciar e classificar os diferentes tipos de alteração encontrados. O uso de atlas visuais, onde associam-se imagens a nomes permite que ocorra uma padronização de termos perante a comunidade, permitindo uma classificação mais objetiva. No Brasil, Fitzner e Heinrichs (2004) teve uso extensivo por seu fácil acesso via internet, porém devido à quantidade elevada de formas listadas, existia a necessidade de modificá-lo para uma maior acessibilidade ao seu uso no contexto de cada trabalho, tal como fora feito em Silva e Roeser (2003). Nomenclaturas mais simplificadas, como Henriques et al. (2005), apresentaram-se mais adequadas para aplicação, sendo utilizadas em trabalhos como Del Lama et al. (2008). Em 2008, a publicação do Glossário Ilustrado das Formas de Deterioração da Pedra, pela ICOMOS, consolidou o histórico e literatura especializada baseado em sete trabalhos (Del Lama, 2016). Apresentando tradução para 11 diferentes línguas, tal glossário tornou-se referência para a confecção de trabalhos por sua acessibilidade e por impor um padrão que permite um maior diálogo entre a comunidade internacional. Ressalta-se que em 2016 houve a publicação do glossário em português (de Portugal), e os termos utilizados no presente trabalho são aqueles encontrados na versão em português do glossário. No entanto, a relação entre a teoria e a prática pode apresentar problemas, como discute Delgado Rodrigues (2015), que reforça que há a necessidade de reduzir a ambiguidade de certos termos entre o pesquisador e o conservador, isto é, aquele que identifica e o que intervém no objeto de estudo. Assim, o uso adicional de atlas como Fitzner e Heinrichs (2004) e Henriques et al. (2005), complementa e beneficia o uso do Glossário, podendo servir para impedir eventuais ambiguidades aliados à metodologia descrita por Delgado Rodrigues (2015) nesses casos. Além deles, Del Lama (2016), discute diversos temas a respeito da conservação da pedra, complementando o referencial teórico além do aqui já descrito; e apresentando conteúdo visual referente à degradação do patrimônio e descrição dos métodos analíticos tradicionais referentes à conservação de monumentos.

3.1 Fundamentos da colorimetria

Quanto à colorimetria, os dados espectrofotométricos mais recentes da fachada frontal do Teatro Municipal são encontrados em Grossi (2016), obtidos de 2014 a 2016. A colorimetria permite avaliar mudanças de cor em um monumento, sendo associada a fatores como o uso de substâncias químicas na limpeza e conservação ou agentes do intemperismo e ação antrópica como chuvas, poluição e biocolonização.

A colorimetria em si parte do princípio de quantificação das cores, isto é, quantificar numericamente uma cor. A primeira escala foi desenvolvida por A. H. Munsell, que classificou as cores segundo tonalidade (Munsell Hue), luminosidade (Munsell Value) e saturação (Munsell Chroma). Com atualizações, o Sistema de Notação Munsell segue sendo utilizado até hoje. Internacionalmente, a *Commission Internationale de L'Eclairage* (Comissão Internacional de Iluminação, CIE), é o órgão responsável pelas recomendações para o uso da colorimetria e fotometria. Existem 3 espaços de cores utilizados para definir numericamente cores utilizados pela CIE, sendo eles: CIE XYZ, CIE L*a*b* e CIE L*C*h°. Dentre a bibliografia, Grossi (2016) dispõe de dados das cores do arenito da fachada do teatro em um período de três anos (2014 a 2016) e do Arenito Itararé fresco, sendo a fonte dos dados dos quais foram utilizados neste trabalho. As medidas são apresentadas no modelo CIE L*a*b* ou CIELab, onde os parâmetros L*, a* e b* correspondem às coordenadas em um sistema tridimensional (Figura 1). O eixo L* representa a luminosidade, em valores de 0 a 100, onde L=0 corresponde à absorção completa de luz, ou seja, o preto, e L=100 corresponde à reflexão total, o branco; o centro do eixo determina-se acromático. Os eixos a* e b* correspondem à cromaticidade, variando entre -60 e 60, onde o limite positivo de a* é o vermelho e o negativo é o verde e, respectivamente em b*, amarelo e azul. Ao utilizar-se do espectrofotômetro, as 3 medidas são obtidas automaticamente.

A variação total de cor, ΔE , é obtida pela seguinte equação:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

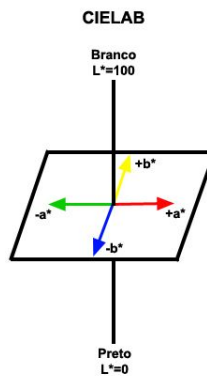


Figura 1 - Espaço de cor CIELAB (Kuzmickas, 2013).

Vidal et al. (2019) discutiu os valores para ΔE , apontando que não há um consenso quanto a detecção do olho humano. Segundo Vidal et al. (2019), há autores que afirmam que $\Delta E > 1$ já seria detectável pelo olho humano. Sasse e Snethlage (1997), entretanto, apontam que um $\Delta E < 3$ não é perceptível ao olho humano. Outros autores apresentam diferentes limites para detecção do olho humano, tais como $\Delta E > 4$ (De Ferri et al., 2013; Torreno et al., 2018), $\Delta E > 5$ (Maravelaki-Kalaitzaki et al., 2008) e mesmo valores altos como $\Delta E > 10$ (Ortiz et al., 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho baseou-se na reinterpretação de dados de artigos anteriores, principalmente Del Lama et al. (2008) e Grossi (2016).

A etapa inicial consistiu na revisão de artigos relevantes à degradação de monumentos, buscando a familiarização com o tema para o desenvolvimento do trabalho.

Em sua concepção, este trabalho pretendia realizar trabalhos de campo, porém, com a impossibilidade da realização de tais perante a pandemia do vírus COVID-19, esta atividade foi substituída por trabalhos de escritório, usufruindo-se de dados obtidos e disponibilizados por trabalhos anteriores, permitindo sua adaptação e continuidade perante a situação ímpar do ano de 2020.

O foco principal do trabalho foi a reclassificação do mapeamento da degradação da fachada frontal do Teatro Municipal, desenvolvida por meio da interpretação de fotos do local, com o objetivo de confeccionar ilustrações correspondentes ao estado de degradação do edifício. O critério de classificação das diferentes formas de degradação encontradas foi visual-comparativo, tendo como base o Glossário Ilustrado das Formas de Deterioração da pedra (ICOMOS, 2008). Fotografias, ilustrações e demais dados utilizados na confecção do artigo de Del Lama et al. (2008) foram disponibilizados, permitindo a comparação entre as nomenclaturas de Henriques et al. (2005) e do Glossário ICOMOS. Com isso, foi possível observar, em primeiro momento, quais termos possuíam equivalências e, além disso, classificar quanto a qual das 5 famílias (Fenda e deformação, Destacamento, Formas devidas à perda de material, Alteração cromática e depósito, Colonização biológica) a forma de degradação melhor se encaixava, podendo então ser melhor definida sob um dos subtipos da devida família. Definidas as famílias e subtipos, os dados foram dispostos em ilustrações representativas da fachada.

Adicionalmente, foram reinterpretados os dados colorimétricos da fachada, dados estes obtidos com o uso do espectrofotômetro. A partir dos parâmetros colorimétricos obtidos da literatura, calculou-se o ΔE para a fachada frontal do Teatro Municipal de São Paulo.




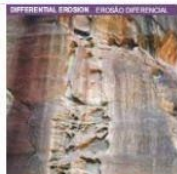




5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Formas de alteração

Ao se realizar uma reclassificação de termos, espera-se que, em algum grau, haja uma certa equivalência entre seus significados, notando quais poderiam ser simplesmente intercambiados e quais possuem as maiores diferenças e, portanto, ressignificações. Em Del Lama et al. (2008), foi utilizado a nomenclatura de Henriques et al. (2005), devido à sua maior simplicidade e praticidade quando comparada às demais opções presentes na época. Nela, o objetivo dos autores era a elaboração de definições simples e abrangentes, com o adicional de uma simbologia gráfica e exemplo prático do uso de tal nomenclatura em projetos de conservação da Torre de Belém e Claustro do Mosteiro dos Jerónimos, ambos monumentos de Portugal. Segundo os próprios autores, o documento não tem a intenção de ser exaustivo, apresentando em si 28 formas de alteração e degradação de ocorrência mais comum em situações reais. Em contrapartida, o Glossário Ilustrado das Formas de Deterioração da Pedra, realizado pela ICOMOS, tem em si o objetivo do estabelecimento de uma linguagem comum entre os diversos profissionais das áreas de conservação, permitindo a comunicação eficaz entre eles sem o problema anterior de multitudine e intercambiabilidade de termos presentes na literatura. De fato, o glossário apresenta-se como um compilado feito a partir da análise cuidadosa de glossários anteriores, sendo atualmente o mais completo guia de termos disponíveis para casos usuais. O Glossário divide-se entre cinco famílias: Fenda e deformação, Destacamento, Formas devidas à perda de material, Alteração cromática e depósito, e Colonização biológica. Dentre essas famílias, podem existir de 2 a 11 termos adicionais.

No mapeamento anterior, foram identificados 12 das 28 formas de alteração pela classificação de Henriques et al. (2005), sendo elas: colonização biológica, concreção, erosão, escamação, fissura, incrustação, junta aberta, lascagem, mancha, placa, plaqueta e vegetação. Assim, comparando tais termos e suas dadas definições com os termos do glossário, é possível, em um primeiro momento, estabelecer as equivalências apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Equivalências de termos entre as sistemáticas de Henriques et al. (2005) e Glossário ICOMOS (2008). Os termos elencados de Henriques et al. (2005) são aqueles encontrados em Del Lama et al. (2008).

Henriques et al. (2005)	Definição	Exemplo	Glossário ICOMOS (2008)	Definição	Exemplo
<i>Colonização Biológica</i>	Estrato superficial geralmente fino, de natureza biológica e coloração diversa, do tipo das algas e líquens		<i>Colonização Biológica</i>	Colonização da pedra por plantas e microorganismos como bactérias, cianobactérias, algas, fungos e líquens (simbioses dos três precedentes). A colonização biológica inclui ainda outras influências tais como as de animais que fazem o ninho sobre ou dentro da pedra.	
<i>Concreção</i>	Depósito compacto à superfície do material de extensão limitada com desenvolvimento preferencial não-paralelo a essa superfície. Pode assumir a formas de tipo estalactítico ou estalagmítico.		<i>Incrustação</i>	Camada mineral exterior, compacta e endurecida, aderente à pedra. A morfologia e cor da sua superfície são geralmente diferentes das da pedra.	
<i>Erosão</i>	Termo genérico caracterizado pela perda de massa da superfície do material. Frequentemente assume uma morfologia contrastante com zonas vizinhas, designando-se então por <i>erosão diferencial</i> .		<i>Erosão</i>	Perda de superfície original conducente à suavização dos contornos ou à modificação da rugosidade.	
<i>Escamação</i>	Destaque total ou parcial de escamas (fragmentos achatados com extensão reduzida e espessura inferior a 0,5 cm).		<i>Descamação</i>	Separação em escamas finas ou encurvadas de espessura submilimétrica ou milimétrica, organizadas de forma similar às escamas de peixe.	
<i>Fissura</i>	Caso particular de fratura em que pelo menos uma das extremidades não atinja o contorno do objeto em questão.		<i>Fenda</i>	Superfície de rotura, claramente visível a olho nu, que resulta na separação da pedra em partes.	
<i>Incrustação</i>	Depósito estratiforme, compacto e em geral aderente ao substrato, composto por substâncias inorgânicas ou de natureza biológica.		<i>Crosta/Incrustação</i>	Transformação ocorrida na parte superficial da pedra por acumulação de matéria exógena. /Camada mineral exterior, compacta e endurecida, aderente à pedra. A morfologia e cor da sua superfície são geralmente diferentes das da pedra.	

<i>Lascagem</i>	Destaque de fragmentos de extensão lateral reduzida e espessura centimétrica, subparalelos à superfície.		<i>Fragmentação</i>	Rotura completa ou parcial da pedra, com divisão em partes de dimensões variáveis e de forma, espessura e volume irregulares.	
<i>Mancha</i>	Alteração cromática numa zona circunscrita e contrastante com as zonas vizinhas.		<i>Alteração Cromática</i>	Mudança de pelo menos um dos três parâmetros que caracterizam a cor da pedra: tom, luminosidade e saturação.	
<i>Placa</i>	Destaque de fragmentos achatados paralelos à superfície, com grande extensão lateral e espessura superior a meio centímetro.		<i>Desplacamento</i>	Destacamento em espessura quando ocorre em superfícies planas.	
<i>Plaqueta</i>	Destaque de fragmentos achatados paralelos à superfície, com grande extensão lateral e espessura inferior a meio centímetro.		<i>Destacamento em Espessura</i>	Destacamento de elementos, individuais ou em grupo, com espessura mínima comparada com a respectiva área, que não segue a estrutura da pedra. A espessura dos elementos varia de submilimétrica a centimétrica.	
<i>Vegetação</i>	Presença de manifestações biológicas do tipo dos musgos e plantas de ordem superior.		<i>Colonização Biológica</i>	Colonização da pedra por plantas e microorganismos como bactérias, cianobactérias, algas, fungos e líquenes (simbioses dos três precedentes). A colonização biológica inclui ainda outras influências, tais como as de animais que fazem o ninho sobre ou dentro da pedra.	

Observa-se, então, que dentre os termos ocorrem equivalências diretas (como com “erosão”) e repetição (como com “colonização biológica” e “vegetação”). Isso ocorre, pois ao analisar as definições em ambas as sistemáticas, existem definições mais abrangentes e outras mais específicas; no caso de “erosão”, por exemplo, define-se como termo único em Henriques et al. (2005), enquanto no Glossário ICOMOS este termo pode ser estendido e classificado ainda sobre 5 diferentes subtipos. “Colonização biológica”, por sua vez, é classificada como uma das 5 famílias do Glossário ICOMOS, sendo subdividida em termos mais específicos (algas, líquenes, musgo, bolor e plantas). Além disso, nota-se que há recorrência de termos com diferentes definições, como por exemplo, “incrustação”, que difere entre as obras, sendo mais genericamente usado em Henriques et al. (2005) e de forma mais específica no Glossário ICOMOS, que é usado apenas quando há evidências de precipitação após percolação, sendo o termo “crosta” utilizado quando tal

situação não corresponder. O termo “junta aberta” não tem correspondência no glossário do ICOMOS.

Com isso, é possível compreender que, com a disponibilidade do material fotográfico realizado no mapeamento de 2008, é necessária a revisão criteriosa dessas imagens, a fim de definir em quais tipos e subtipos as formas de degradação melhor se encaixam. Embora alguns termos utilizados sejam de fato praticamente equivalentes, a variedade de subtipos definidos no Glossário ICOMOS permitem uma classificação mais exata das degradações observadas.

Configura-se em outra questão a interferência antrópica na fachada. Sendo localizado no centro da cidade de São Paulo, o Teatro Municipal recebe uma grande quantidade de visitas diariamente, sendo passível de atos que podem configurar a alteração de suas feições, eventualmente causando danos a sua estrutura. Além disso, o Teatro já foi restaurado em três diferentes ocasiões, de modo que práticas realizadas para tal como a substituição de blocos total ou parcialmente também configuram uma interferência antrópica. Em Del Lama et al. (2008), houve o esforço de catalogar também essas interferências, sendo documentadas como, em geral, feições do serviço de cantaria, manchas de colagem de papel e chicletes. Embora a classificação ICOMOS apresente em si termos relativos à interferência antrópica, como danos de origem mecânica, perfuração e graffiti, não há termos que se equivalem propriamente às tais formas observadas e descritas em Del Lama et al. (2008). A percepção bem como a descrição dessas formas também é dificultada por sua recorrência perante suas diminutas dimensões. Assim, optou-se por manter a notação como interferência antrópica, termo não pertencente ao glossário.

As Figuras 2 a 4 apresentam as ilustrações correspondentes às formas de degradação encontradas. A fachada frontal do Teatro Municipal foi subdividida em 9 subfachadas (A a I).

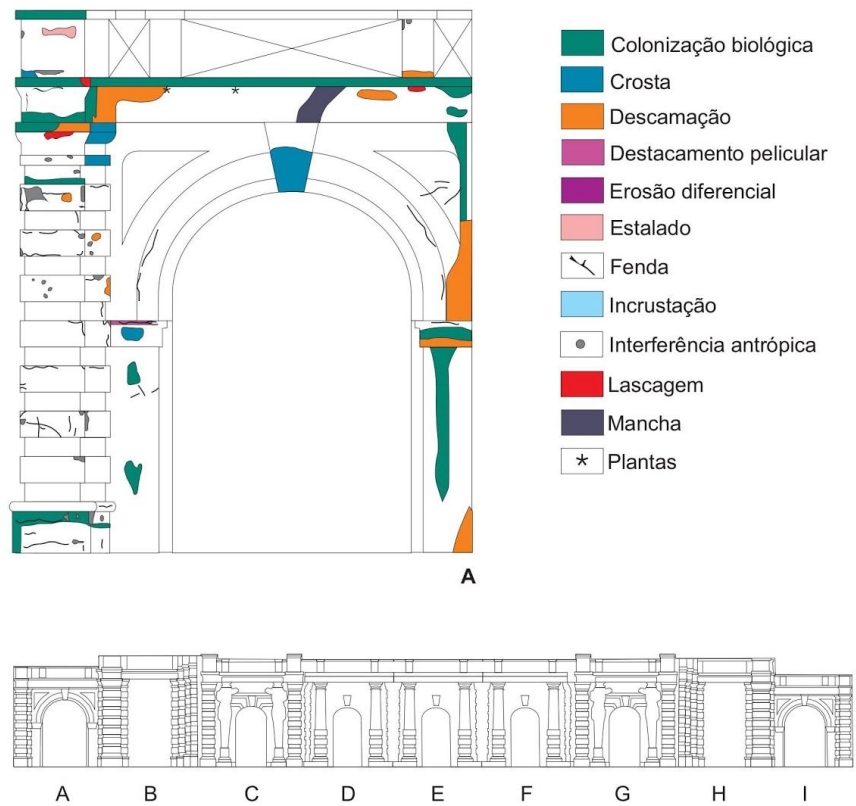


Figura 2 - Mapeamento das formas de degradação encontradas na subfachada frontal A do Teatro Municipal e disposição das subfachadas.

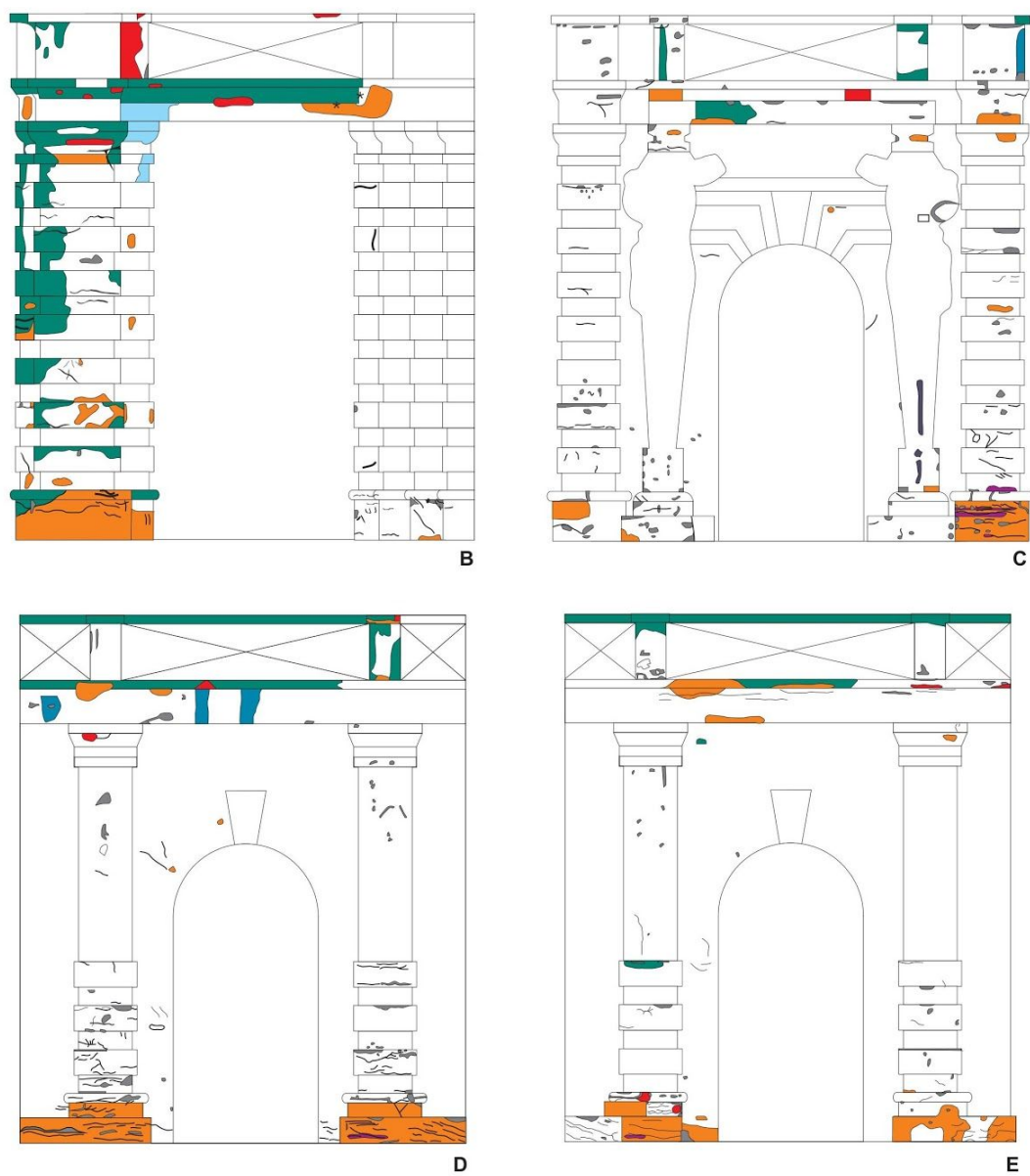


Figura 3 - Mapeamento das formas de degradação encontradas nas subfachadas frontais B a E do Teatro Municipal.

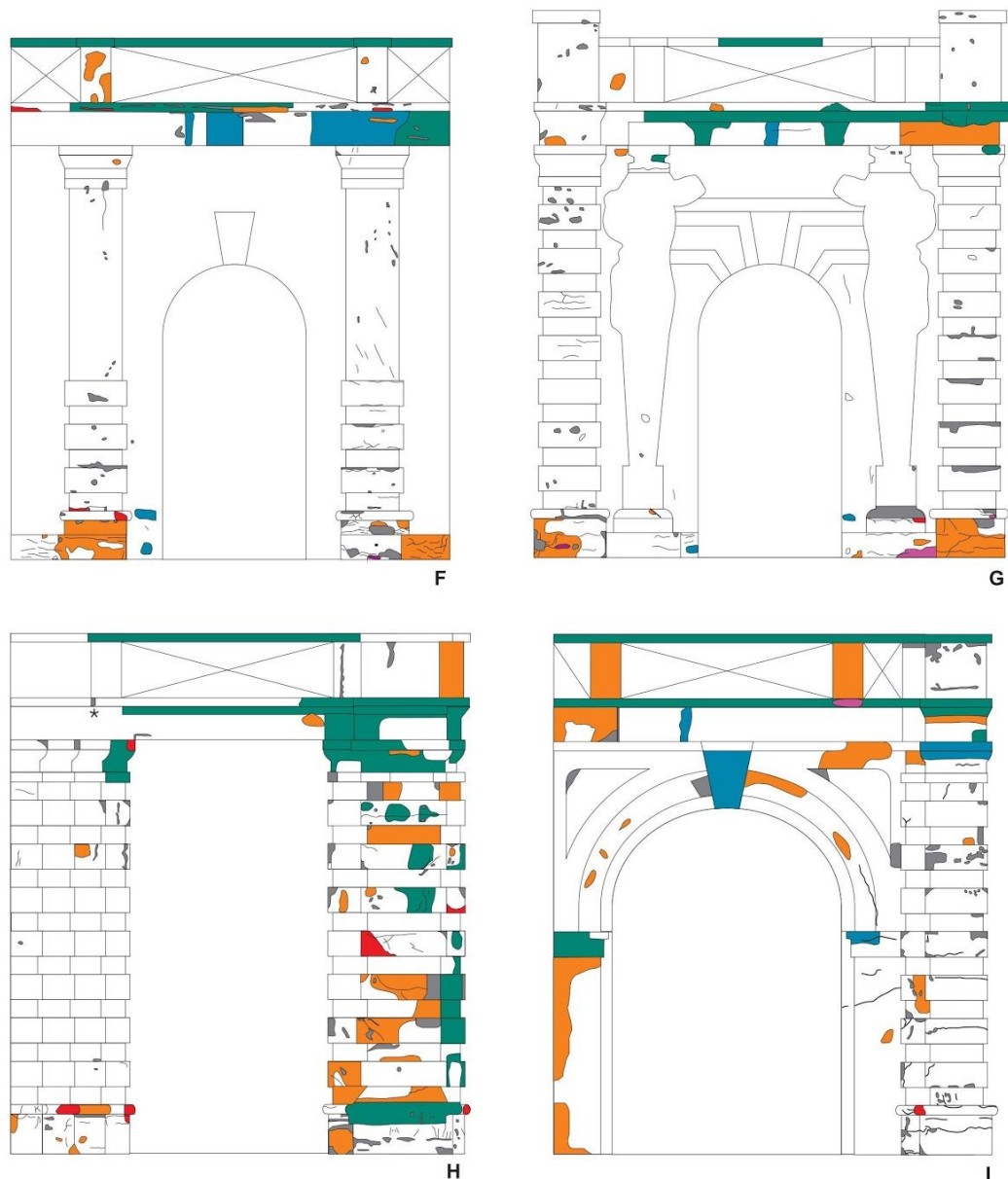


Figura 4 - Mapeamento das formas de degradação encontradas nas subfachadas frontais F a I do Teatro Municipal.

Dentre as formas de degradação encontradas, há destaque para colonização biológica, descamação e fenda. A colonização biológica em si (Figura 5A) corresponde a finas camadas de material biológico de difícil distinção, podendo possivelmente configurar um biofilme. Destaca-se que as áreas mais afetadas pela

colonização biológica tendem a ser as porções relacionadas aos beirais das varandas, no topo da fachada e dos lados esquerdo e direito, respectivamente, das subfachadas B e H. Pequenas plantas também podem ser encontradas pontualmente. A descamação (Figura 5A) corresponde ao destacamento de elementos milimétricos a submilimétricos, ocorrendo de forma mais grave na base da fachada, associada a outras formas de degradação. A presença de fendas diversas (Figura 5D) na fachada decorre principalmente de características estruturais da rocha, seguindo sua estratificação.

Quanto às demais formas presentes, o acúmulo de material exógeno forma camadas finas, escuras, notadas como crostas (Figura 5B). O termo “crosta” é utilizado de forma preferencial pois dentre as formas observadas, não foram encontradas evidências visíveis de percolação seguida de precipitação além de uma ocorrência marcante na subfachada B (Figura 3), configurando uma incrustação (Figura 5C) descrita anteriormente como uma concreção formada por calcita (Del Lama et al., 2008). O destacamento pelicular é uma forma de destacamento mais suave, desprendendo material em volumes milimétricos a submilimétricos. A erosão diferencial (Figura 5D) ocorre em alguns dos blocos da base nas subfachadas C, D, E, F e G, em geral associada aos processos de descamação. É uma perda de massa seletiva, podendo ser associada a heterogeneidades da estrutura do arenito. Um possível estalado (Figura 2) foi observado na subfachada A, identificado por sua forma arredondada podendo indicar o processo de estufamento da rocha. A lascagem (Figura 5A) é o destacamento de fragmentos, sendo uma forma mais agressiva que a descamação. Sua ocorrência pode indicar possível sobrecarga dos blocos. Manchas (Figura 5B) ocorrem nas subfachadas A e C, diminuindo a luminosidade da rocha; visualmente não foi possível distinguir sua origem.

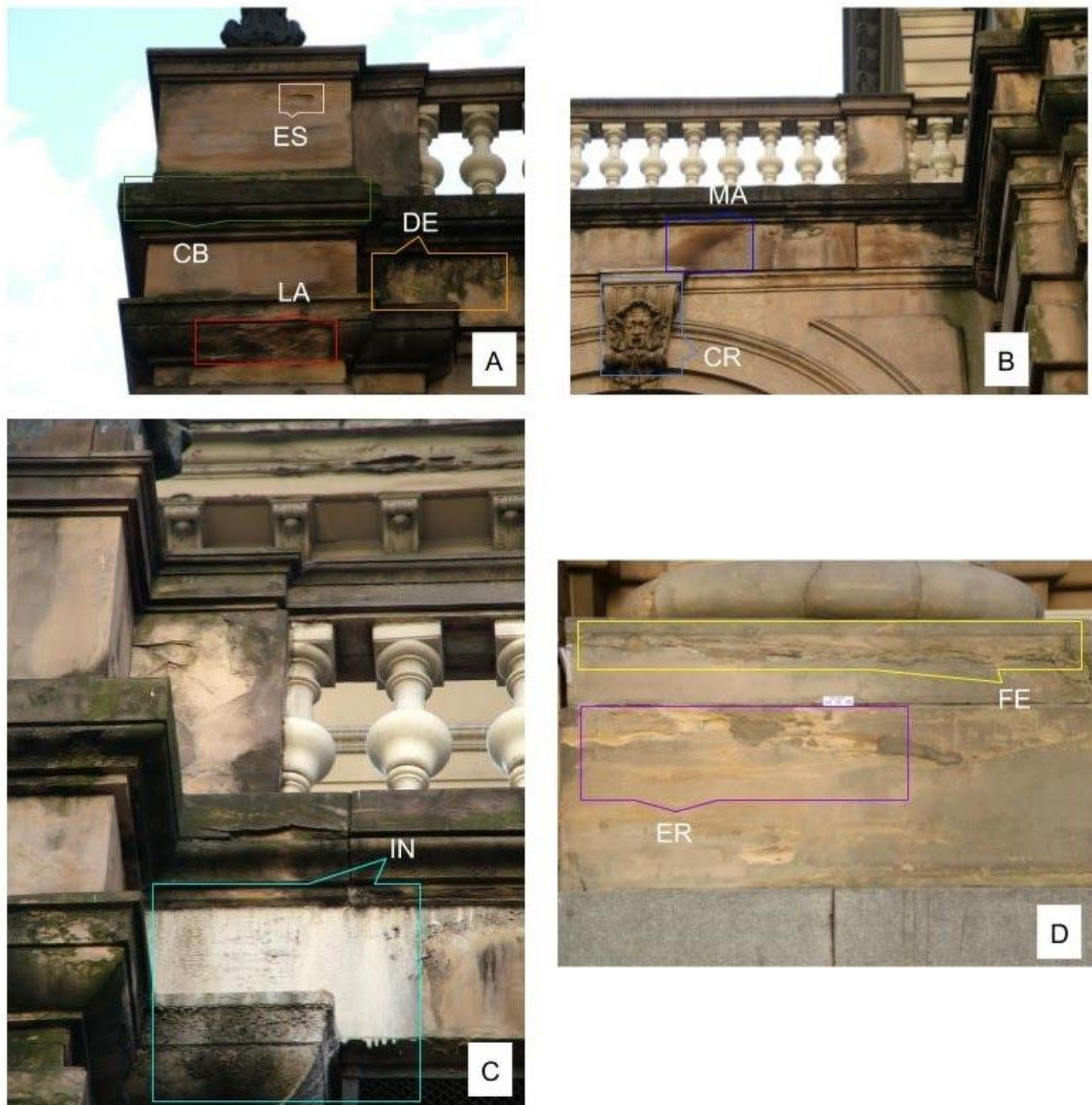


Figura 5 - Formas de degradação encontradas na fachada. A. Colonização biológica (CO), descamação (DE), estalado (ES) e lascagem (LA). B. Crosta (CR) e mancha (MA). C. Incrustação (IN). D. Erosão diferencial (ER) e fendas (FE). Notar que o bloco em que se encontra está em processo de descamação.

5.2 Colorimetria

Grossi (2016) apresenta dados da colorimetria para 27 pontos distintos da fachada frontal do Teatro Municipal (Figura 6), retirados de sua base no período de 2014 a 2016. Foram realizadas também 45 medidas de quatro amostras do Arenito Itararé fresco apresentando média de valores $L=71$, $a^*=4,2$ e $b^*=19$ e desvio padrão $L=3,2$, $a^*=0,5$ e $b^*=0,1$. Os resultados obtidos para os três parâmetros são apresentados na Figura 7.

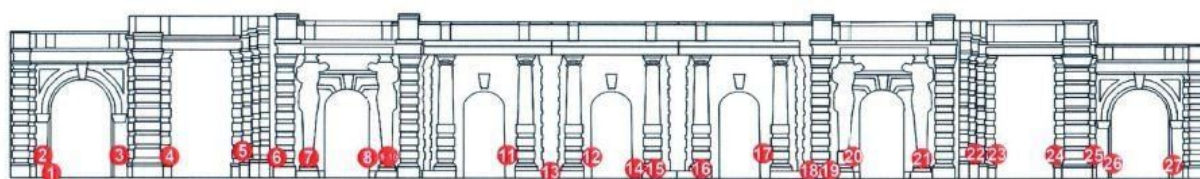


Figura 6 - Localização dos pontos de coleta de dados de cor (Grossi, 2016).

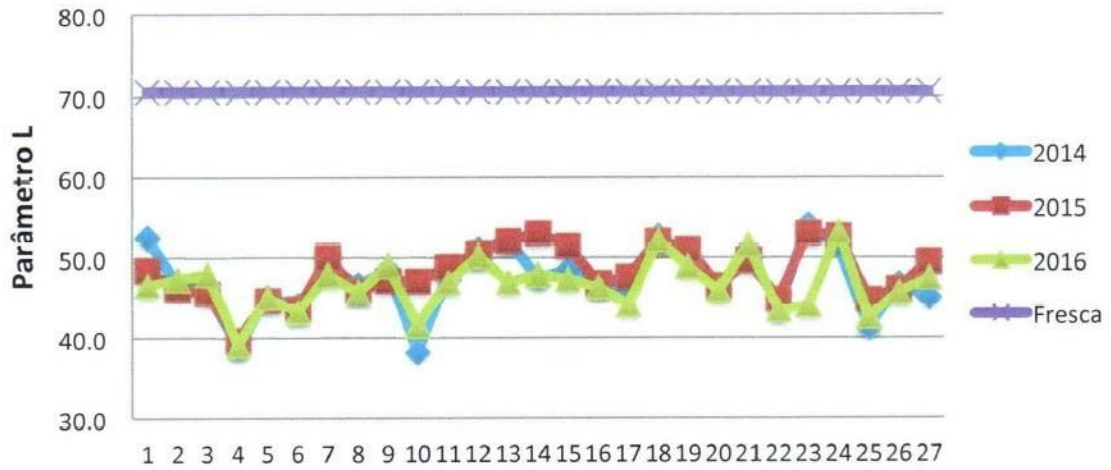
A partir dos valores obtidos, é possível utilizar-se de seus valores médios para observar possíveis tendências quanto à rocha fresca. Grossi (2016) apresenta os valores médios e o desvio padrão para cada um dos três parâmetros. Para L , temos 2014=47, 2015=48 e 2016=47, indicando uma variação de -33%, -32% e -33% em relação à rocha fresca com desvio padrão 2014=4,1, 2015=4,0 e 2016=3,4. Para a^* , seus valores médios são 2014=5,6, 2015=5,3 e 2016=5,1, respectivamente 31%, 24% e 20% de variação em relação à rocha fresca, com desvio padrão 2014=1,9, 2015=1,5 e 2016=1,6. Finalmente, b^* apresenta valores médios de 2014=16, 2015=16 e 2016=15, respectivamente -16%, -16% e -18%, sendo seu desvio padrão 2014=3,5, 2015=2,9 e 2016=2,7. Conclui-se, a partir desses valores, que as rochas do teatro apresentam perda de luminosidade, aumento da tonalidade vermelha e perda da tonalidade amarela em relação à rocha fresca.

O parâmetro ΔE foi calculado para este trabalho utilizando como valores iniciais os valores médios de L , a^* e b^* da rocha fresca e valores finais os valores médios ano a ano das rochas do teatro. Os valores e resultados são apresentados na Tabela 2.

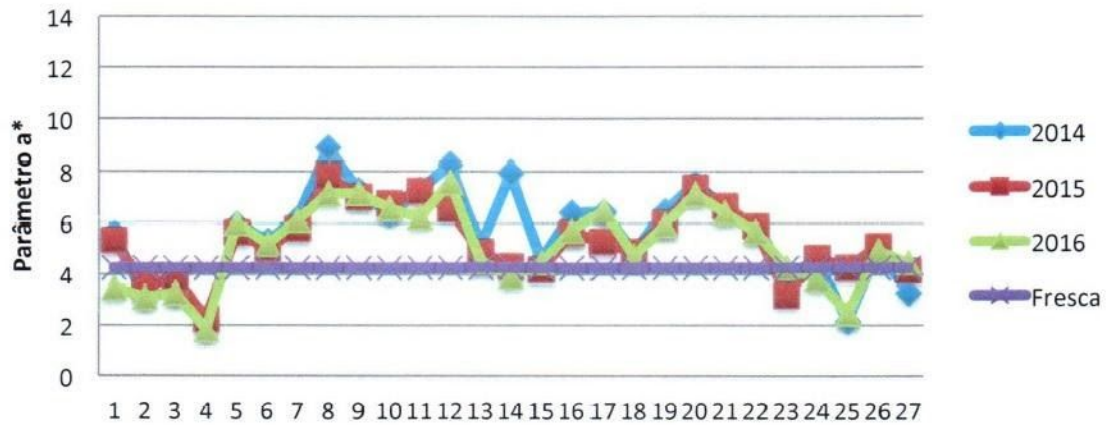
Tabela 2 - Valores dos parâmetros L, a* e b* e valores obtidos dos respectivos ΔE .

	Rocha Fresca	2014	2015	2016
L	71	47	48	47
a*	4,2	5,6	5,3	5,1
b*	19	16	16	15
ΔE	-	24	23	24

Parâmetro L



Parâmetro a*



Parâmetro b*

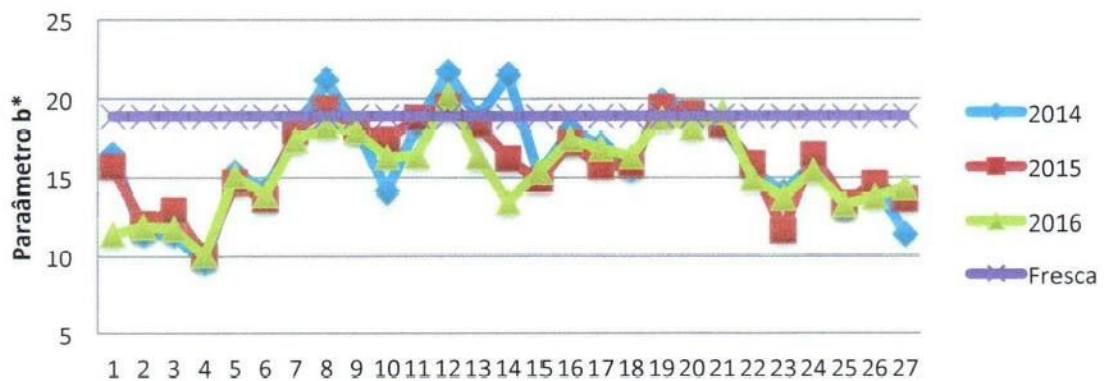


Figura 7 - Variação nos diferentes parâmetros de cor na fachada frontal do Teatro Municipal (Grossi, 2016).

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o mapeamento da degradação, é possível perceber quais formas são as mais recorrentes ao longo da fachada e quais seriam, portanto, os principais objetivos em uma futura obra de restauração. Dentre as formas observadas, o grande volume de áreas afetadas pela colonização biológica indicam em si uma falta de manutenção do local, seja pelo descaso, pela dificuldade ou pelo uso de produtos possivelmente comprometer a rocha. A presença de descamação, destacamento pelicular, erosão diferencial, estalado e lascagem nas rochas da fachada demonstram fortemente a carência como revestimento do Arenito Itararé, que ao ser exposto ao ambiente urbano e em contato com a água apresenta ao longo do tempo perda de sua coesão e forte presença de tipos de degradação relacionados ao destacamento em área. Não apenas isso, as fendas também ocorrem, relacionadas à estratificação natural ao arenito, dando a tal outra carência estrutural além da presença de argilominerais em sua composição.

As outras principais formas de degradação encontradas, crosta e incrustação, decorrem da deposição de material exógeno nas superfícies das rochas. Essas finas camadas não chegam a, em primeiro momento, afetar a sanidade estrutural da rocha tal qual as outras, porém afetam a aparência do local conferindo-lhe um aspecto de sujeira e falta de cuidado. Manchas e outros aspectos ainda não citados, como as fezes de pássaros e interferência humana também contribuem para esse aspecto de sujeira, criando também uma falta de coesão visual ao longo da fachada.

A colorimetria também contribui para reforçar essa conclusão; para os valores de ΔE obtidos, 2014=24, 2015=23, 2016=24, observa-se que mesmo considerando os valores relativamente elevados de Ortiz et al. (2013), que consideram $\Delta E > 10$ para a percepção do olho humano, eles em muito são superados, demonstrando a forte dissonância visual entre a rocha fresca e a da atual fachada. Dentre os parâmetros, o principal contribuinte para tal é L, a luminosidade, apresentando a maior diferença e demonstrando um palpável escurecimento da rocha. Pode-se correlacionar a localização da edificação com este resultado; dado o centro da cidade de São Paulo, o local apresenta grande movimentação não só de pessoas

como também de veículos, responsáveis pela emissão de fuligem que, com o passar do tempo, é impregnada à rocha, forçando seu escurecimento. Outro fator para o escurecimento é a aplicação de Paraloid B72 na superfície da rocha ocorrida na última restauração. É cabível, porém, notar que o espaço amostral da colorimetria do Teatro Municipal apresenta um possível viés devido às medidas serem colhidas em sua base e não na totalidade da fachada.

7. CONCLUSÃO

O Glossário ICOMOS apresenta-se como um apto guia para a nomenclatura das formas de degradação de um dado monumento, porém com o seu uso fica claro que tal tem certa carência quanto a descrição de formas devidas à ação humana, principalmente quando tais formas estão diretamente relacionadas a esforços de conservação anteriores, como no Teatro Municipal.

A preservação do Teatro Municipal demonstra-se como um grande desafio para os profissionais de conservação perante a atual legislação. Embora seu aspecto seja afetado pelo ambiente urbano, é a sua estrutura que o torna invariavelmente carente como revestimento, sendo suscetível a formas de degradação que afetam sua coesão como rocha, mesmo *in situ*.

Nota-se, portanto, que as restaurações anteriores não foram efetivas na preservação da fachada e que esforços futuros devem ater-se ao fato da rocha em si não ser própria para a função que tal exerce.

Após 12 anos do mapeamento das formas de alteração do teatro, teria sido importante um novo mapeamento para avaliar a evolução, ou não, das formas de alteração, mas infelizmente a situação epidemiológica de Covid19 não permitiu a realização de trabalhos de campo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernardes, M.E., 2004. O estandarte glorioso da cidade: Teatro Municipal de São Paulo (1911-1938) [Tese de Doutorado]: Campinas, Universidade de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/280693>.
- De Ferri, L., Lottici, P.P., Lorenzi, A., Montenero, A., Vezzalini, G., 2013, Hybrid sol-gel based coatings for the protection of historical window glass: Journal of Sol-Gel Science and Technology, n° 66, p. 253-263, doi:<https://doi.org/10.1007/s10971-013-3002-0>.
- Del Lama, E.A., 2016, Estudos de conservação em pedra [Tese de Livre Docência]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, doi:<https://doi.org/10.11606/T.44.2017.tde-21022017-095626>.
- Del Lama, E.A., Szabó, G.A.J., Dehira, L.K., Kihara, Y., 2008, Impacto do intemperismo no arenito de revestimento do Teatro Municipal de São Paulo: Geologia USP - Série Científica, v. 8, n° 1, p. 75-86, doi:<https://doi.org/10.5327/Z1519-874x2008000100006>.
- Delgado Rodrigues, J., 2015, Defining, mapping and assessing deterioration patterns in stone conservation projects: Journal of Cultural Heritage, v. 16, n° 3, p. 267-275, doi:<https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.06.007>.
- Fitzner, B., Heinrichs, K., 2004, Photo atlas of weathering forms on stone monuments: Geological Institute, RWTH Aachen University-Working Group Natural stones and weathering, <http://www.stone.rwth-aachen.de/atlas.htm>.
- Grossi, D., 2016, Avaliação da aplicação de consolidantes no Arenito Itararé, constituinte da fachada do Teatro Municipal de São Paulo [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, doi:<https://doi.org/10.11606/T.44.2018.tde-28062018-085428>.
- Grossi, D., Del Lama, E.A., 2012, Mapeamento das formas de intemperismo do Monumento a Ramos de Azevedo: Revista CPC, v. 14, p. 169-187, doi:<https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v0i14p169-187>.

- Henriques, F.M.A., Rodrigues, J.D., Aires-Barros, L., Proença, N., 2005, *Materiais Pétreos e Similares - Terminologia das Formas de Alteração e Degradação*: Lisboa, LNEC, 39 p.
- ICOMOS - International Council on Monuments and Sites,. 2008,. *Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns*. Versão Inglês-Português: Champigny/Marne, França, ICOMOS, 80 p., http://www.icomos.pt/images/pdfs/Glossario_Pedra_Icomos.pdf.
- Kuzmickas, L., 2013, *Estado de conservação dos monumentos pétreos do Cemitério da Consolação, São Paulo [Dissertação de Mestrado]*: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, doi:<https://doi.org/10.11606/D.44.2013.tde-18112013-104436>.
- Kuzmickas, L., Del Lama, E.A., 2014, *Utilização de métodos não destrutivos no patrimônio histórico: estudo de caso da escultura O Sepultamento de Victor Brecheret*: Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA), v. 4, n° 1, p. 9-22, <https://www.abge.org.br/downloads/revistas/artigo1-dellama2015100813351380545.pdf>.
- Machado, D.F.R., 2015, *Análise das rochas da Catedral Metropolitana de São Paulo por métodos não destrutivos e o seu potencial para geologia eclesiástica [Dissertação de Mestrado]*: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, doi:<https://doi.org/10.11606/D.44.2015.tde-27052015-090139>.
- Maravelaki-Kalaitzaki, P., Kallithrakas-Kontos, N., Agioutantis, Z., Maurigiannakis, S., Korakaki, D., 2008, *A comparative study of porous limestones treated with silicon-based strengthening agents*: Progress in Organic Coatings, v. 62, n° 1, p. 49-60, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2007.09.020>.
- Ortiz, P., Antunez, V., Ortiz, R., Martin, J.M., Gomez, M.A., Hortal, A.R., Martinez-Haya, B., 2013, *Comparative study of pulsed laser cleaning applied to weathered marble surfaces*: Applied Surface Science, v. 283, p. 193-201, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.06.081>.

- Sasse, H.R., Snethlage, R., 1997, Methods for the evaluation of stone conservation treatments, *in* Baer, N.S., Snethlage, R., eds, Saving our architectural heritage: The conservation of historic stone structures, Chichester and New York: John Wiley & Sons, p. 223-244.
- Silva, M.E.D., Roeser, H.M.P., 2003, Mapeamento de deteriorações em monumentos históricos de pedra-sabão em Ouro Preto: Brazilian Journal of Geology, v. 33, n° 4, p. 331-338, https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8338/1/ARTIGO_MapeamentoDeteriora%C3%A7%C3%B5esMonumento.pdf.
- Toreno, G., Isola, D., Meloni, P., Carcangiu, G., Selbmann, L., Onofri, S., Zucconi, L., 2018, Biological colonization on stone monuments: a new low impact cleaning method: Journal of Cultural Heritage, v. 30, p. 100-109, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2017.09.004>.
- Vidal, F., Vicente, R., Silva, J.M., 2019, Review of environmental and air pollution impacts on built heritage: 10 questions on corrosion and soiling effects for urban intervention: Journal of Cultural Heritage, v. 37, p. 273-295, doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.11.006>.