Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS EM CONSTRUÇÕES HISTÓRICAS DE ALVENARIA VERNACULAR: CASOS DE ESTUDO

A. CAVALCANTE
Aluno de Graduação
LAER, Engenharia Civil
UVA
caio_andradecavalcante@hotmail.com

L. MOTA
Aluna de Graduação
LAER, Engenharia Civil
UVA
larissagmota@gmail.com

E. ARAUJO
Aluno de Graduação
LAER, Engenharia Civil
UVA
emanoel.cunha@hotmail.com

A. DIÓGENES
Professora, M.Sc.
LAER, Engenharia Civil
UVA
aldecira@yahoo.com.br

E. MESQUITA
PhD Student
CONSTRUCT - LESE
FEUP
e.mesquita@fe.up.pt

H. VARUM
Professor Catedrático
CONSTRUCT- LESE
FEUP
hvarum@fe.up.pt

RESUMO

As construções históricas são bens materiais que necessitam ser conservadas para a preservação da identidade cultural de uma comunidade. Os desgastes causados pela ação de intempéries, isto é, fatores ambientais externos, associados com a má conservação, e ainda à própria degradação dos materiais construtivos, são razões pelas quais a manutenção estrutural torna-se uma ferramenta indispensável para a conservação de obras patrimoniais. Assim, como forma de contribuir para a tomada de decisões no que concerne a manutenção do patrimônio histórico, este trabalho faz a análise dos danos mais comuns nas fachadas de duas importantes construções históricas de alvenaria vernacular do Centro Histórico Sobralense, ambas inseridas na área tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), quais sejam: Teatro São João, construído em 1889, sendo o primeiro do Estado do Ceará e o quarto no âmbito nacional em arte sacra e Art Déco; e a Igreja do Menino Deus construída em 1810, em que se percebe a forte influência da escola tardo-barroca, ou, segundo alguns autores, rococó, sobre cujas bases produziam-se a arquitetura religiosa no Brasil, mais especificamente das cidades do Maranhão e Pernambuco. As caracterizações geométricas dos danos bem como o diagnóstico de suas causas permitiram esclarecer se os danos encontrados nas construções ocorreram devido à incompatibilidade dos materiais, à falta de manutenção, a ações naturais de degradação ou ainda por fatores ambientais externos, o que justifica este estudo, e assim promover informações úteis que podem ser utilizadas para o delineamento de uma intervenção nos dois casos de estudo abordados.
Palavras-chave: Caracterização dos danos, alvenaria vernacular, construções históricas, Igreja do Menino Deus, Teatro São João.

SUMMARY

The historic buildings are material goods that need to be maintained to preserve the cultural identity of a community. The damage caused by the action of weather, that is, external environmental factors associated with poor maintenance, and even the very degradation of building materials, are reasons why the structural maintenance becomes an indispensable tool for the conservation of heritage works. Thus, in order to contribute to the decision-making regarding the maintenance of historical heritage, this work is the analysis of the most common damage to the facades of two important historical buildings of vernacular masonry of Sobralense Historical Center, both inserted in the area listed by Institute of Historical and Artistic Heritage (IPHAN), namely: Saint John Theatre, built in 1889, the first of Ceará and fourth nationally in religious art and art Deco; and the Church of Baby Jesus built in 1810, in which one perceives the strong influence of the late-Baroque school, or, according to some authors, Rococo, on whose bases produced to religious architecture in Brazil, more specifically in the cities of Maranhão and Pernambuco. The geometric characterizations of the damage as well as the diagnosis of the causes allowed clarify whether the damage found in buildings occurred due to incompatibility of materials, lack of maintenance, the natural actions of degradation or by external environmental factors, which justifies this study, and thus promote useful information that can be used for designing an intervention in the two cases discussed study.
Keywords: characterization of the damage, vernacular masonry, historic buildings, Church of Baby Jesus, Saint John Theatre.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

As construções históricas são bens materiais que devido ao seu valor cultural fazem parte do registro histórico que resguarda uma época do desenvolvimento de uma determinada sociedade, e que necessita de intervenções rotineiras de manutenção com vista à preservação da integridade estrutural destas construções. Todavia, é no momento da elaboração do projeto/etapas de manutenção ou reparo das construções históricas que se torna necessária à definição de materiais e técnicas construtivas adequadas, compatíveis aos materiais e técnicas presentes nas edificações históricas como modo de preservação das características do edificado, e é ainda neste momento que o mapeamento de danos torna-se essencial ao processo de avaliação e diagnóstico estrutural.

Tendo em consideração a necessidade de organizar e normalizar os dados acerca de construções históricas e sua respetiva manutenção, foi que recentemente um guia foi apresentado por Tavares, Costa e Varum (2014) [1], em que os autores apresentam um *check-list* que pode ser aplicado no momento da inspeção na construção, além de informações sobre a prevenção e intervenção em uma série de manifestações patológicas. Há um destaque dos autores acerca dos principais fatores que contribuíram para a ausência de práticas de manutenção (caso haja), destacando a aceleração na execução por questões econômicas e a perda de conhecimentos das técnicas construtivas antigas, e da aplicação de produtos contemporâneos durante as intervenções.

Neste contexto, a cidade de Sobral, situada na Região Norte do Estado do Ceará, a 240 quilômetros de Fortaleza, capital do Estado, apesar de ser uma pequena cidade, possui um vasto acervo cultural e uma grande história possuindo o maior centro histórico do Estado, constituído de arquitetura original com 1.200 imóveis tombados em 2000 pelo Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN) só na área de proteção rigorosa, que se estende da margem do rio Acaraú à Rua Coronel Monte Alverne [2] (Figura1).



Figura 1: Mapa de Sobral com indicação dos imóveis na área tombada pelo IPHAN em 2000 com demarcação das duas construções em estudo (Igreja do Menino Deus e Teatro São João).

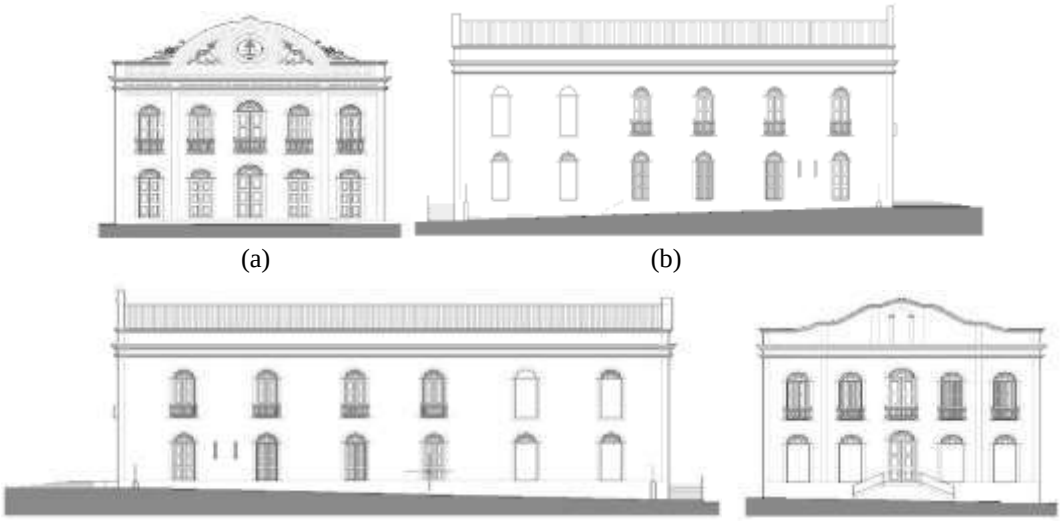
Em Sobral, verifica-se atualmente, que os ambientes tradicionais se encontram em processo de desvalorização e perda do seu caráter cultural e social, onde os proprietários, principais responsáveis para a manutenção e reabilitação destas construções históricas, que nos remetem ao passado e tanto influem na cultura local, não visam mais seu caráter tradicional e as vêm como obras que se afastam do caráter da nova modernidade. A tendência para a homogeneização cultural, derivada da globalização, tem justificado o desprezo de muitas destas obras históricas, onde muitas vezes em seus reparos e manutenções não há um levantamento construtivo, geométrico ou um referente às anomalias encontradas. Assim, devido ao descaso na organização da manutenção das construções históricas, se vêm danos frequentes e recorrentes que podem ocorrer devido à incompatibilidade dos materiais, a ações naturais de degradação, por fatores ambientais ou ainda pela falta de manutenção.

Se a ocorrência de danos é frequente nos edifícios atuais, é bem mais em construções antigas quando não mantidas adequadamente. Assim, este trabalho leva em consideração a análise de danos de duas importantes construções históricas sobralenses, nomeadamente o Teatro São João, construído em 1889, e a Igreja do Menino Deus. O presente trabalho tem por objetivo contribuir para a adoção de medidas de preservação e reparo do patrimônio, e ainda implementação do conhecimento sobre o estado de conservação e práticas de registro das intervenções construtivas, essencialmente através da identificação e discussão dos danos encontrados nas fachadas dessas construções.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

2. . ASPECTOS HISTÓRICOS DAS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS EM ESTUDO

O Teatro São João, localizado na Travessa da Praça São João possui sua fachada principal direcionada para esta mesma Praça. Sua estrutura é constituída, basicamente, de tijolo maciço e na fachada principal constata-se a presença de platibandas e marquises em todo o seu perímetro, que segundo Herbert Rocha fazendo referência à estética da fachada: "A fachada do São João, em uma única volumetria, é sua principal característica, cujo frontão em arco rompia com o paradigma do frontão triangular sem, entretanto, fugir ao desenho de padrão neoclássico. Esta originalidade torna o São João um exemplar raro no Brasil". A figura 2 mostra as fachadas do Teatro São João, em que na Figura 2 (a) observa-se a fachada frontal e principal meio de acesso ao interior do edificado, na Figura 2 (b) a fachada na orientação Noroeste, na Figura 2 (c) a fachada na orientação Sudeste e na Figura 2 (d) a fachada na orientação Nordeste.

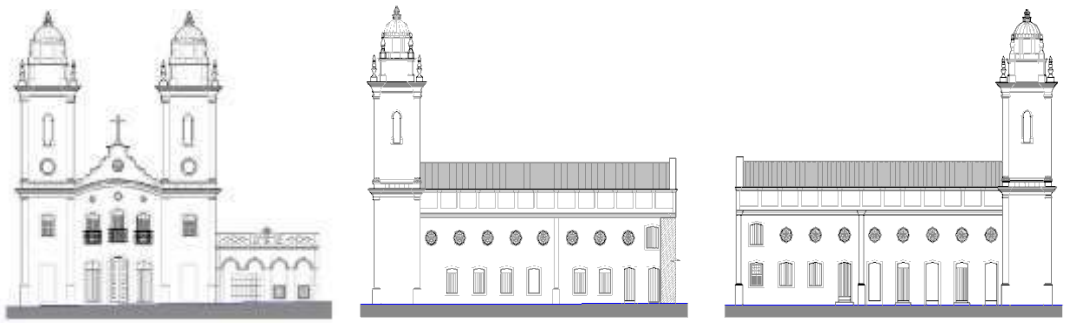


(a) (b)

(c) (d)

Figura 2: Fachada frontal em (a); na orientação Noroeste em (b); na orientação Sudeste em (c); na orientação Nordeste em (d).
Fonte: IPHAN [2]

A Igreja do Menino Deus tem como endereço a Rua Jornalista Deolino Barreto sendo propriedade da Diocese de Sobral, e apresentando as mesmas características estruturais do Teatro São João. O imóvel encontra-se situado em área urbana. Localiza-se num pólo cultural da cidade próximo à Casa da Cultura, ao Museu Dom José, ao Teatro São João e junto à Praça São João. A vizinhança, no entanto, é heterogênea possuindo, além destes monumentos, muitas residências e também pontos comerciais. A igreja se impõe como um marco do local destacando-se na paisagem por suas altas torres em contraponto ao Teatro que se destaca por sua implantação isolada na praça. A Figura 3 apresenta as fachadas da Igreja do Menino Deus, em que na Figura 3 (a) observa-se a fachada frontal na orientação Sudoeste e principal meio de acesso ao interior da Igreja, na Figura 3 (b) a fachada na orientação Sudeste, na Figura 3 (c) a fachada na orientação Noroeste.



(a) (b) (c)

Figura 3: Fachada frontal e na orientação Sudoeste em (a); na orientação Sudeste em (b); na orientação Noroeste em (c).
Fonte: IPHAN [2].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

3. MÉTODOS DE INSPEÇÃO

A metodologia de inspeção empregada seguiu as recomendações de Mesquita et al. [3]: pesquisa bibliográfica; estudo de manutenção de construções históricas tombadas e em áreas tombadas; estudo de casos: análise, inspeção preliminar, pesquisa em campo datada em Setembro de 2015, deteção da necessidade de intervenção; análise das condições de manutenção de bens públicos (análise histórica dos edifícios, levantamento fotográfico dos danos encontrados, seleção da estratégia a adotar, levantamento e diagnóstico).

Durante a inspeção no campo foram realizadas visitas as duas obras em estudo, em que as fachadas dessas estruturas foram criteriosamente analisadas, e os danos foram registrados em fotos, onde depois houve um processo de análise descritiva e houve ainda a deteção dos danos mais frequentes, discussão sobre suas possíveis causas e alguns métodos para reabilitação e preservação dos exemplares.

4. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DOS DANOS DAS FACHADAS

As fachadas do Teatro São João e da Igreja Menino Deus, assim como qualquer outra construção, estão submetidas às agressões externas, como variações de temperatura, ação dos ventos, umidade e sais presentes no ar. Contudo, não foram evidenciadas atuação de sobrecargas que comprometessem a integridade da fachada das duas estruturas, ou que possa provocar a separação física da fachada do corpo das edificações. Desse modo, este trabalho foca-se na análise de pequenas alterações nas fachadas que, se não podem por si só provocar maiores danos, pode prejudicar o desempenho visual das obras e funções básicas, como a valorização estética do edificado, o tempo de vida útil da fachada e provocar o surgimento de mais zonas afetadas pelos danos constatados neste trabalho.

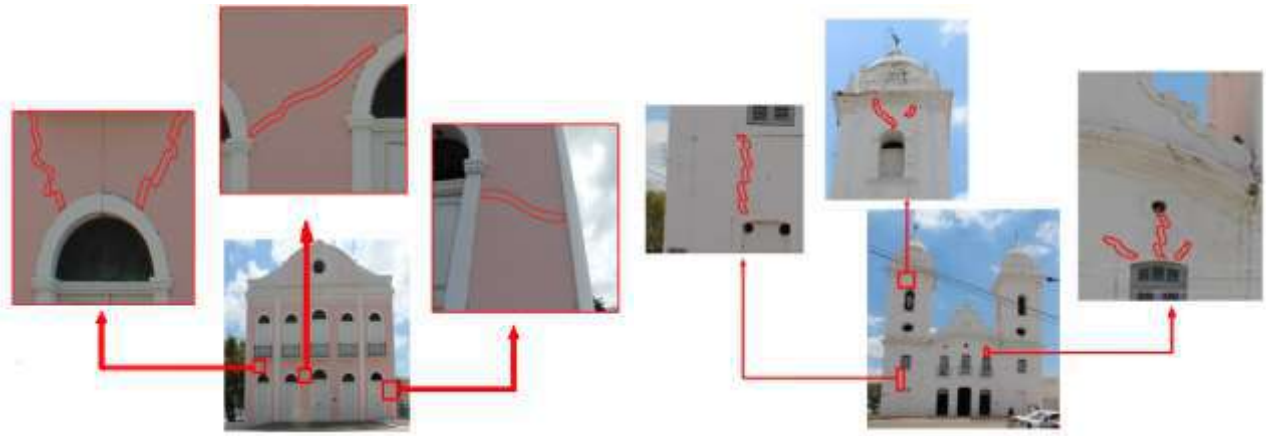
Segundo Isaias [4], a grande maioria dos danos encontrados em estruturas de concreto armado apresentam evidências características que permitem ao especialista determinar a sua origem, as causas que conduziram ao seu aparecimento e as consequências que poderão ocorrer caso as causas não sejam devidamente corrigidas. No que diz respeito a construções históricas de alvenaria, o mesmo princípio de análise pode ser adotado. Essencialmente, as causas das manifestações patológicas envolvem, normalmente, fatores diversos, complexos e de difícil diagnóstico. Portanto, uma estratégia adequada de inspeção e de manutenção rotineiras poderá proporcionar à estrutura um melhor desempenho global em toda a sua vida útil.

4.1 Fissuras ocasionadas devido à sobrecarga nas aberturas de janelas e portas

As fissuras observadas, tanto na fachada do Teatro São João quanto na fachada da Igreja do Menino Deus, encontram-se concentradas nas laterais das janelas e portas, em sua maioria formando ângulos com cerca de 45° (quarenta e cinco graus), como destacados na Figura 4, ocasionadas pela ausência e/ou deficiência de vergas e contra-vergas. De modo mais específico, o surgimento destas fissuras, dano este relacionado com o baixo desempenho das vergas e contra-vergas, especialmente nos arqueamentos, pois elementos com função de redistribuição de cargas, como é o caso das vergas e contra-vergas, devem ter dimensões suficientes para suportar as tensões concentradas decorrentes da descontinuidade da alvenaria.

De acordo com Helene [5], as fissuras nas laterais de aberturas em alvenarias, podem ocorrer também quando o projetista subdimensiona a estrutura, ou seja, quando não é feita uma avaliação correta da sobrecarga que atuará. Ou ainda, a fissura pode ser consequência da deficiência dos materiais empregados na execução e também por mudança no tipo de utilização da estrutura, causando cargas maiores que as previstas em projeto.

As fissuras encontradas na fachada do Teatro São João estão localizadas ao nível do térreo, na região dos arcos das portarias frontais, enquanto que na Igreja do Menino Deus, as fissuras surgem na janela frontal da torre sineira lateral esquerda, e no topo da janela secundária da fachada, ao nível do segundo pavimento. Numa primeira análise, pode-se dizer que há uma ineficiência de performance dos elementos estruturais que deveriam promover a redistribuição de cargas nas regiões das aberturas nas fachadas, o que é ainda mais potencializado, na fachada do Teatro São João, em que as aberturas das portarias induzem a esbelteza dos panos de alvenaria. Na janela frontal da torre sineira da Igreja do Menino Deus, a ocorrência de fissuras esta relacionada com o sobrepeso provocado pelo sino de bronze, também motivado pela ineficiência de elementos de redistribuição de cargas.



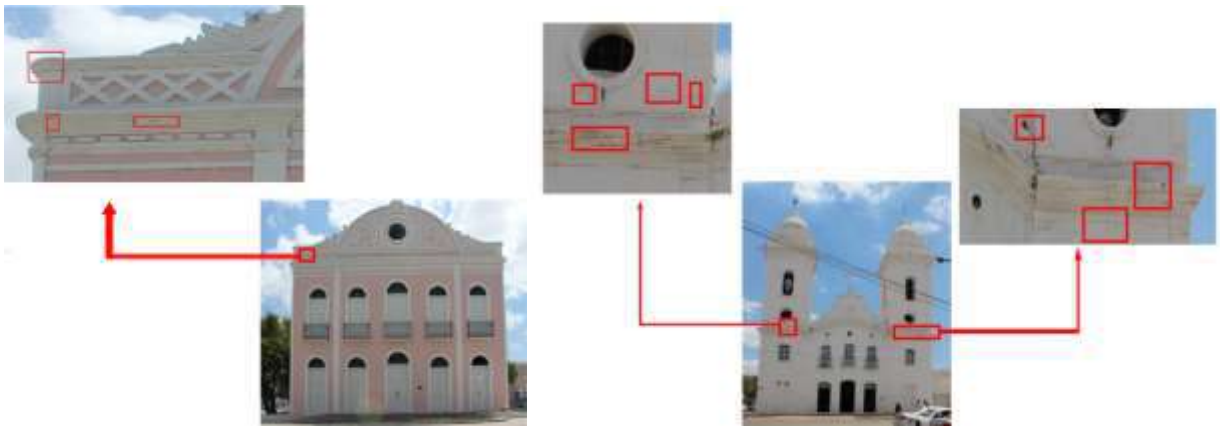
(a) (b)

Figura 4: Mapeamento do contorno das fissuras na fachada do: (a) Teatro São João; e (b) Igreja Menino Deus.

4.2 Degradação das paredes das fachadas pela presença de bolor

De modo geral, em ambas as fachadas inspecionadas foram evidenciadas a presença de bolor, que segundo Alucci *et al.* [6], o bolor é uma alteração observável macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos, que se proliferam com a presença de umidade e temperatura amena. Nas edificações, o bolor promove a decomposição, por ação biológica, de diferentes tipos de componentes, notadamente revestimentos, ou de material orgânico sobre estes depositados. Constataram-se também danos acarretados devido à ausência de pingadeira causando o desprendimento do emboço nas extremidades das marquises, conforme mostrado na Figura 5.

.



(a) (b)

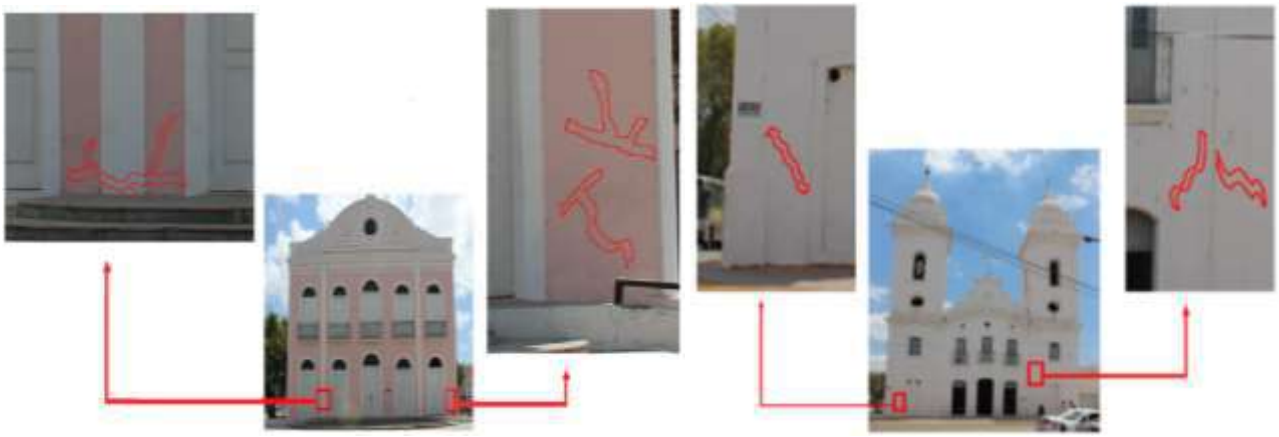
Figura 5: Mapeamento das degradações das paredes em relação à umidade das fachadas principais do: (a) Teatro São João; e (b) Igreja Menino Deus.

É importante salientar que o bolor ocasiona a degradação dos materiais constituintes devido às movimentações higroscópicas, e deve ser bastante frisado já que os problemas de umidade quando surgem nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras. Pode-se citar como um fator que gera aumento do número e intensidade dos danos ocasionados por umidade em construções históricas os novos materiais das características construtivas adotadas pela arquitetura moderna, assim como os novos materiais e sistemas construtivos empregados nas últimas décadas [7].

4.3 Fissuras decorrentes da hidratação retadardada da cal

Durante a etapa de inspeção aos edificados, constatou-se a presença de fissuras superficiais e com aberturas micrométricas nas paredes das fachadas, essencialmente decorrentes da absorção excessiva de água da argamassa de assentamento, e potencialmente a hidratação retardada dos cales, que por sua vez ocasionou uma retração em zonas do revestimento, e o surgimento de fissuras conforme observado na Figura 6. A cal mal hidratada pode apresentar elevados

teores de óxido livre de cal e magnésio, que na presença de umidade irão se hidratar e consequentemente aumentar de volume, podendo chegar ao dobro do tamanho anterior, ocasionando fissuras [8].



(a) (b)

Figura 6: Mapeamento do contorno das fissuras das paredes, devido materiais distintos das fachadas principais do: (a) Teatro São João; e (b) Igreja Menino Deus.

4.4 Eflorescência

A eflorescência em revestimentos de alvenaria é caracterizada pela cristalização de sais, transportados pela água na forma solubilizada através do fenómeno conhecido com capilaridade, nos poros da superfície do revestimento. O processo de expansão destes sais ocasiona o surgimento de tensões que, em sua maioria, provocam pontos ou faixas de desagregação do revestimento.

Quer no Teatro São João, quer na Igreja do Menino Deus, foram evidenciados pontos de ocorrência de eflorescência, conforme se pode observar na Figura 7. Contudo, é importante ressaltar que a ocorrência destes danos se dá numa área mínima e a uma cota máxima de 0.80 m (na Igreja do Menino Deus).

Apesar de que a natureza dos danos encontrados relacionados com ocorrência da eflorescência não apresentaram grandes riscos pra segurança dos edificados, é recomendável o tratamento destas áreas pela retirada da argamassa contaminada, impermeabilização da parede, e posterior aplicação de uma argamassa impermeabilizante, compatível com as características construtivas de ambas as construções históricas.



(a) (b)

Figura 7: Mapeamento da eflorescência das fachadas do: (a) Teatro São João; e (b) Igreja Menino Deus.

4.5 Destacamentos em parte das paredes

O destacamento de camadas da pintura é mais frequente de ocorrer numa fase pós-manutenção, propriamente na camada de reboco, onde a cal age com efeitos diferentes, quer se trate do óxido de cálcio ou do óxido de magnésio presentes em sua composição. Existindo óxido de cálcio livre, na forma de grãos grossos, os produtos da expansão da cal não podem ser absorvidos pelos vazios de argamassa e o efeito é o de formação de vesículas, observáveis nos primeiros meses de aplicação do reboco. Ao ser a hidratação do óxido de magnésio muito mais lenta, ela se dá simultaneamente à carbonação. O revestimento endurecido empola gradativamente deslocando-se do emboço causando as manifestações patológicas de destacamento, as quais ocorrem devido a um conjunto de fatores: chuva, vento e variação de temperatura, que caracterizam a perda de aderência como observado no Teatro São João e na Igreja do Menino Deus, vide Figura 8.



(a) (b)

Figura 8: Destacamento das fachadas do: (a) Teatro São João; e (b) Igreja Menino Deus.

5. MAPEAMENTO DOS DANOS NAS FACHADAS

O mapeamento dos danos de uma construção histórica como um todo ou em suas partes, como o relatado no trabalho que frisou a fachada principal do edificado, significa identificar as manifestações e sintomas das falhas, determinar as origens e mecanismos de formação e estabelecer procedimentos e recomendações para a prevenção. A partir do mapeamento é possível planejar as atividades de recuperação, manutenção, dentre outras. Estes dados apóiam os serviços de manutenção, que busca maximizar o desempenho quanto à segurança dos edifícios e minimizar os custos dos serviços e as intervenções a serem efetuadas nas construções históricas.

5.1 Teatro São João

Foi identificado no Teatro São João uma grande incidência de fissuras, se comparado com os demais danos encontrados, ver na Figura 9. No entanto nenhuma fissura que viesse a apresentar risco à estabilidade da fachada do edificado, onde a provável origem dessas fissuras poderá estar relacionada com a ação isolada ou em conjunto, da falha nas escolhas dos materiais e da falha no próprio processo de execução. Como visto na Figura 9, o edificado apresenta a maior concentração de fissuras no nível médio do pavimento, onde se estendem desde a sacada das portas do segundo pavimento até o limite dos arqueamentos do primeiro nível, vê-se também, que os danos por oxidação e destacamento apresentam escalas bem inferiores quando comparados com as fissuras no edificado. Como já evidenciado, o Teatro, apresenta fissuras no revestimento, oxidação nas grades e destacamento em parte das paredes, no entanto em um contexto geral, a construção apresenta um bom estado de conservação.

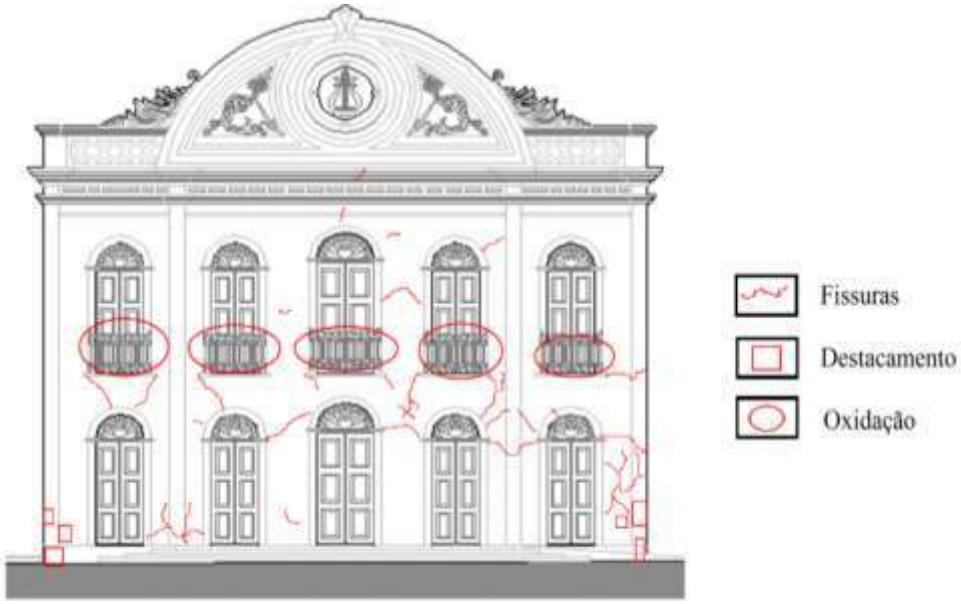


Figura 9: Mapeamento dos danos da fachada principal do Teatro São João.

5.2 Igreja do Menino Deus

Foi identificado na Igreja do Menino Deus uma grande incidência de fissuras e destacamento da pintura e do reboco, e em menor escala uma oxidação nas grades e o crescimento de vegetação de pequeno porte, como observado no mapeamento na Figura 10. As fissuras observadas na Igreja, em sua maioria, são superficiais e ocasionadas pela ineficiência de elementos de redistribuição de cargas, já o destacamento, observado em grande parte da fachada, está relacionado, prioritariamente, à pintura e encontra-se em maior escala no primeiro pavimento. No entanto, ao mesmo modo do Teatro São João, nenhum dano que viesse a apresentar perigo à estabilidade do edificado, apresentando assim, em seu contexto geral, um bom estado de conservação.

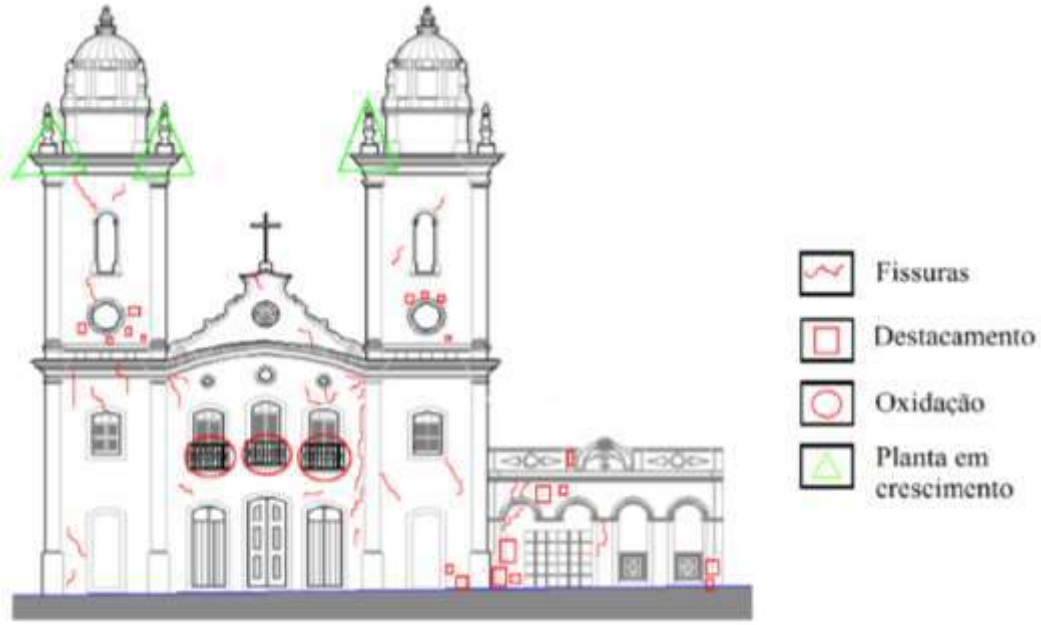


Figura 10: Mapeamento dos danos da fachada principal da Igreja do Menino Deus.

6. CONCLUSÕES

Sendo a Igreja do Menino Deus e o Teatro São João dois importantes exemplares do patrimônio histórico sobralense, buscou-se nesse trabalho caracterizar os danos em suas fachadas e demonstrar alguns meios de manutenção e de

tratamento dos danos encontrados, essencialmente fissuras, mas nenhuma que promovesse maiores danos à estrutura. A fissuração na fachada das estruturas afeta a aparência e estética das construções, contudo, quando superficiais, não caracterizam a iminência de risco para as construções. Todavia, no que se refere ao património histórico, à ocorrência de danos, de qualquer natureza, requer um cuidado especial, não só para a deteção nas primeiras idades, como também na adoção de medidas de reparo adequadas e compatíveis com os métodos construtivos do edificado.

O levantamento de danos realizado através da inspeção *in situ* nas edificações do Teatro São João e Igreja do Menino Deus permitiram a elaboração do mapeamento de danos nas fachadas, fornecendo informações compatíveis e que podem ser utilizadas num potencial processo de recuperação das fachadas. De modo específico, os resultados deste trabalho evidenciaram a presença de danos superficiais, em grande parte relacionados com a atuação da humidade, neste estagio sem grande influencia para o comprometimento da segurança estrutural das edificações.

Espera-se que os resultados deste trabalho auxiliem na manutenção e preservação dos edificados em estudo, já que a falta de manutenção pode vir a tornar-se fator responsável pelo aparecimento de problemas estruturais de maior gravidade, implicando, potencialmente, em grandes gastos e, dependendo da situação, podendo levar até mesmo ao comprometimento da segurança destas estruturas.

7. AGRADECIMENTOS

Agredece à Fundação Cearense de Amparo à pesquisa (FUNCAP) pela concessão de bolsa de estudo como apoio financeiro ao desenvolvimento científico, ao Instituto o Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e a Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).

8. REFERÊNCIAS

[1] TAVARES, A.; COSTA, A.; VARUM, H.; *Manual de manutenção de edifícios em adobe.* Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, Aveiro, 1 ed., v. 24, p. 80, 2014.
[2] IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e artístico Nacional (1999). Manual de conservação preventiva para edificações. IPHAN: Fortaleza, 2014.
[3] MESQUITA, E.; PAUPÉRIO, E.; ARÊDE, A.; VARUM, H.; Boletim Técnico ALCONPAT: Caracterização, avaliação e recuperação estrutural de construções históricas. ALCONPAT-BRASIL: janeiro, 2016.
[4] ISAIAS, G. C. Livro: *Concreto: Ciência e Tecnologia.* Volume 2. 1ª ed. IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto - Editor: Geraldo Cechella Isaias. São Paulo. 2011.
[5] HELENE, P. R. L. *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.* 2ª ed - São Paulo: PINI, 1992.
[6] ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. *Bolor em edifícios: causas e recomendações.* In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988. (Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT)
[7] ROCHA, Herbert. *O lado esquerdo do rio*. Sobral: Editora Ucitec, 2003.
[8] MARCELLI, M. *Sinistros na construção civil*. São Paulo: PINI, 2007.
[9] GRANATO, J. E. *Apostila: Patologia das* construções. São Paulo, 2002.
[10] SOUZA, V.; RIPPER, T. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. – São Paulo: Pini, 1998.