

Cinpa  
2017

# XIII CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS

**Volume V**  
**Patrimônio Histórico**

**ISBN: 978-85-65425-32-2**

**07 a 09 de Setembro de 2017**  
**Centro de Convenções do Cariri**  
**Crato - Ceará - Brasil**

## REALIZAÇÃO



Universidade Regional  
do Cariri - URCA



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO CARIRI



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
VALE DO ACARAÚ



Faculdade Paraíso - CE

## APRESENTAÇÃO

Para o especialista em patologia das construções é fundamental o conhecimento da tecnologia dos materiais utilizados, os métodos de ensaios a serem realizados, os sistemas de medições da geometria das estruturas, das diversas deformações e, obviamente, os recursos da resistência dos materiais e do cálculo estrutural. Muitos desses métodos apresentam uma acelerada evolução e é bastante intensa a velocidade com que aparecem novos materiais e técnicas para o estudo das patologias, assim como para a execução dos trabalhos de reabilitação e reforços. Considerando a importância do conhecimento das manifestações patológicas nas estruturas, suas causas e principais técnicas empregadas na recuperação destas estruturas, as instituições de ensino superior URCA, UFCA, UVA e FAP promoveram no período de 7 a 9 de setembro de 2017, o **XIII CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS - CINPAR 2017**.

O CINPAR 2017 representa uma importante etapa para aquisição de novos conhecimentos, técnicas e tecnologias que sejam de grande valia para a realização dos trabalhos de restauração e recuperação das estruturas. Tem por objetivo geral promover a divulgação de novos conhecimentos sobre as manifestações patológicas das estruturas, suas causas e efeitos, assim como os mais modernos procedimentos e materiais utilizados na recuperação das estruturas.

Dentre os pesquisadores/palestrantes que compartilharam seus conhecimentos, estiveram presentes:

- Prof. Angel Oshiro (Argentina)
- Prof. Eduardo Ballan Ballan (Espanha)
- Prof. Elton Bauer (Brasil)
- Prof. Esequiel Mesquita (Brasil)
- Prof. Gibson Meira (Brasil)
- Prof. Humberto Varum (Portugal)
- Profª Irani Clezar Mattos (Brasil)
- Prof. Jefferson Luiz Alves Marinho (Brasil)
- Prof. Marcelo Marquez Marambio (Chile)
- Profª Maria Positieri (Argentina)

## **COMITÊ ORGANIZADOR**

Presidente Geral: Francisco Carvalho de Arruda – UVA – IEMAC (Brasil)

Vice-presidente: Humberto Varum – FEUP (Portugal)

Presidente Local: Jefferson Luiz Alves Marinho – ITEC – URCA (Brasil)

Janeide Ferreira Alencar de Oliveira – ITEC – URCA (Brasil)

Antonia Fabiana de Almeida – UFCA (Brasil)

Sofia Leão Carvalho – FAP (Brasil)

## **COMITÊ CIENTÍFICO**

Presidente: Jefferson Luiz Alves Marinho – ITEC – URCA (Brasil)

Alexandre Araujo Bertini – UFC (Brasil)

Angel Oshiro – UTN – FRC (Argentina)

Antonia Fabiana de Almeida – UFCA (Brasil)

Antonio Nobre Rabelo – URCA (BRASIL)

Eduardo Ballán – UCJC (Espanña)

Enio Pazini Figueiredo – ECC-UFG (Brasil)

Esequiel Mesquita – Universidade Do Porto (Portugal)

Francisco Carvalho de Arruda Coelho – UVA (Brasil)

Gibson Rocha Meira – IFPB (Brasil)

Humberto Varum – FEUP (Portugal)

Jefferson Heráclito Alves de Souza – URCA (Brasil)

José Luís Rangel Paes – Universidade Federal de Viçosa (Brasil)

Maria Josefina Positieri – UTN – FRC (Argentina)

Renato de Oliveira Fernandes – URCA (Brasil)

Soledad Gómez Lorenzini – PUC (Chile)

## SUMÁRIO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS TORRES SINEIRAS DA IGREJA DE SÃO BENEDITO, TERESINA-PI .....	4
PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DA CATEDRAL DA SÉ - OLINDA – PE .....	22
AVALIAÇÃO PATOLÓGICA E REFORÇO DOS ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA NO SÉCULO XIX – BELÉM/PA .....	36
ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM CENTRO COMERCIAL CONSTRUÍDO NA DÉCADA DE 30 .....	51
CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIO HISTÓRICO DO SÉCULO XIX – ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA FACHADA DO BLOCO A DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO .....	69
DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA IGREJA MATRIZ DE ANGICOS-RN .....	84
MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE ESTRUTURAL DE CONSTRUÇÕES HISTÓRICAS.....	101
REFORÇO DAS COLUNAS DA TORRE EPÍSTOLA DA BASÍLICA DA PENHA – RECIFE .....	118
LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM TRÊS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS NA CIDADE DE SANTANA DO ACARAÚ .....	129
ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE SÃO FRANCISCO E SUAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS .....	150
INVESTIGAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA DE ENSINO LOCALIZADA NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN .....	164
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PATRIMÔNIO CULTURAL DO PIAUÍ: ESTUDO DE CASO DO EDIFÍCIO CHAGAS RODRIGUES (DER-PI) .....	176
CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS DA ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DOUTOR JOÃO FELIPE ...	189
INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO DE CAXIAS – MA .....	207
FATORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUE INFLUENCIAM NA RESTAURAÇÃO, CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO EDIFICADO .....	220
PATOLOGIA EM REVESTIMENTO DE FACHADAS: ESTUDO DE CASO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS V .....	242



## ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS TORRES SINEIRAS DA IGREJA DE SÃO BENEDITO, TERESINA-PI

### *Analysis Of Pathological Manifestations In The Bell Towers Of The Church Of São Benedito, Teresina-PI*

Daniel Machado OLIVEIRA<sup>1</sup>, Yanna Carolina Rodrigues da SILVA<sup>2</sup>, Savina Laís Silva Nunes<sup>3</sup>, Eduarda de França Andrade<sup>4</sup>, Carlos Henrique Leal Viana<sup>5</sup>, Hudson Chagas dos SANTOS<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário UNINOVAFAPI, Teresina, Brasil, danielmpo@outlook.com

<sup>2</sup> PCA Engenharia, Teresina, Brasil, yanna-carolina@hotmail.com

<sup>3</sup> PCA ENGENHARIA, Teresina, Brasil, savinalais@hotmail.com,

<sup>4</sup> PCA ENGENHARIA, Teresina, Brasil, eduardafandrade@gmail.com,

<sup>5</sup> PCA ENGENHARIA, Teresina, Brasil, carloshenriquelev@hotmail.com,

<sup>6</sup> UFPI e IFPI, Teresina, Brasil, hudson@ifpi.edu.br

**Resumo:** Esta pesquisa analisa as manifestações patológicas especificamente nas torres sineiras da Igreja de São Benedito, localizada em Teresina, no Piauí, apontando os prováveis motivos que levaram ao colapso de parte da estrutura da cimalha e do pontalete na torre esquerda no dia 14 de setembro de 2016, baseada em relatórios, ofícios e memorandos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), e em visitas técnicas na edificação. Com base em pesquisas bibliográficas em trabalhos acadêmicos a respeito do tema tratado, nas Cartas Patrimoniais e nas recomendações do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), este estudo relata os cuidados e os procedimentos necessários para a investigação no patrimônio cultural, uma vez que a edificação em análise possui tombamento nas esferas federal, estadual e municipal. O presente trabalho ainda descreve a proposta de projeto da recuperação estrutural das torres, tanto na torre esquerda, onde ocorreu o acidente, como na direita, que também precisará de intervenções, tendo em vista que nela já se encontram manifestações patológicas que indicam um provável colapso futuro.

**Palavras-chave:** patrimônio histórico; Igreja de São Benedito; manifestações patológicas; recuperação estrutural.

**Abstract:** This research analyzes the pathological manifestations specifically in the bell towers of the Church of São Benedito, located in Teresina, Piauí, pointing out the probable reasons that led to the collapse of part of the structure of the cornice and pinnacle in the left tower on September 14, 2016, based on reports, letters and memorandum of the Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), and technical visits to the building. Based on bibliographical research in scholarly works on the treated subject, in the Heritage Letters and in the recommendations of the International Council of Monuments and Sites (ICOMOS), this study reports on the care, and procedures required for investigation into cultural heritage, since the building under analysis is deemed part of Brazil's National Heritage, been registered at federal, state and municipal levels. The present work also



describes the structural recovery of the towers, both in the left tower, where the accident happened, as well as in the right, which will also need interventions, since there are pathological manifestations that indicate a probable future collapse.

**Keywords:** cultural heritage; São Benedito Church; structural analysis, structural repair.

## 1. Introdução

A Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 216, descreve que o patrimônio cultural brasileiro se constitui de bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira.

Segundo Ghirardello e Spisso (2008), a importância do patrimônio cultural para a sociedade pode ser compreendida pela conservação da memória, do conhecimento de técnica e da identidade dos diferentes grupos sociais em determinadas épocas. A destruição dos bens culturais deixados por gerações passadas acarreta o rompimento do conhecimento herdado, levando-nos a viver experiências já vividas.



**Figura 1** – Localização do município de Teresina, Piauí. Fonte: Campos (2006).

Localizada em Teresina (Figura 1), capital do estado do Piauí, a Igreja de São Benedito (Figura 2) se consagra como um importante templo católico, possuindo grande valor arquitetônico, histórico e cultural, sendo tombada nas três esferas: federal, estadual e municipal. Portanto, a edificação se enquadrando como patrimônio cultural brasileiro, sendo indispensável sua conservação. Nessa perspectiva, deve-se garantir sua integridade física, assim como de qualquer patrimônio, evitando sua destruição e/ou descaracterização.



**Figura 2** – Igreja de São Benedito, Teresina-PI. Fonte: Frota (2010)

Nesse sentido, no dia 14 de setembro de 2016, parte da estrutura da cimbalha e um pontalete localizados na torre sineira esquerda da Igreja de São Benedito desabaram (Figura 3), caindo por cima do teto da nave principal, danificando o forro em madeira e alguns bancos presente no local, levantando o questionamento sobre o que provocou o colapso dessas estruturas e sobre seu atual estado de conservação, colocando em cheque a integridade física e a segurança do prédio.

Diante disso, a busca pelos motivos que provocaram o colapso da estrutura e a necessária consciência da proteção e da recuperação do bem em questão levaram à realização deste estudo.



**Figura 3** – Fotos do desabamento. Fonte: IPHAN (2016).



## 2. Metodologia

O delineamento metodológico deste trabalho foi norteado por meio pesquisa exploratória bibliográfica nas publicações realizadas sobre o tema, nas Cartas Patrimoniais e nas recomendações do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios - ICOMOS, o qual permitiu um maior entendimento do assunto tratado, juntamente com a leitura dos relatórios, ofícios e memorandos produzidos pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) sobre o desabamento; por visitas técnicas realizadas nos dias 07 de março e 22 de abril de 2017; e pelo acompanhamento da elaboração do projeto de recuperação estrutural da edificação em questão.

## 3. A Igreja de São Benedito



**Figura 4** – Vista frontal da Igreja São Benedito no início do século XX. Fonte: Autor desconhecido.

Construída entre os anos de 1874 e 1886, na elevação conhecida como o Alto da Jurubeba (Figura 4), limite oriental de Teresina, hoje, início da Avenida Frei Serafim, principal artéria da cidade, a Igreja de São Benedito foi idealizada pelo missionário capuchinho italiano Frei Serafim da Catânia – arquiteto formado em Milão, contando com a mão de obra de escravos, escravos libertos e seus descendentes, especialmente por a região ser o seu local de oração. (MONTEIRO, 1987 *apud* MOREIRA, 2016).

A Igreja de São Benedito foi construída em alvenaria de tijolo maciço, em estilo toscano, tal qual as igrejas italianas, seguindo os moldes da basílica medieval, com planta em formato de cruz e abside posterior ao altar-mor, com alto zimbório e uma escadaria que leva ao seu adro. A fachada da Igreja é trabalhada voltada para oeste, com telhado de cana industrial cerâmico e forro abobadado. Suas vergas são em arco pleno e o portal é arqueado. O piso externo é todo em ardósia. (LIBERATO, 2015).

A edificação em questão é composta por duas torres sineiras de aproximadamente 36 metros de altura construídas em tijolo maciço que, inicialmente, possuem seção quadrada, porém, logo acima dos sinos, por volta de 26 metros de altura, muda para a seção de um octógono regular com o auxílio de uma laje em pedra (Figura 5).



**Figura 5** – Mudança de seção com auxílio da laje em pedra. Fonte: IPHAN (2016).

Após a mudança de seção, dá-se início ao detalhe da estrutura da cimalha, constituída por alvenaria de tijolo maciço que avança gradativamente a cada fiada em relação a face da torre, apresentando uma parte em balanço que, por sua vez, sustenta quatro pontaletes de aproximadamente 500kg cada (cálculo feito levando em conta as especificações de um tijolo comum maciço 4,5x09x19), sendo finalizado com o remate de um coruchéu piramidal. Ao longo dos anos, a igreja sofreu algumas reformas que a descaracterizaram. Durante 4-5 anos, na década de 60, teve planta com forma retangular, com o acréscimo de óculos e inserção de 2 portas externas que se comunicam com as capelas laterais.

Diante disso, as portas externas da Igreja de São Benedito, construídas em madeira de jacarandá e cedro, esculpidas por Sebastião Mendes (um célebre artista nascido no Piauí), com o objetivo de salvaguarda-las, foram, em 1938, juntamente com a edificação e seu entorno, tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Processo 0184-T-38, inscrito nos Livros de Tombo Histórico e de Belas Artes.

A edificação exerce um papel fundamental no desenvolvimento arquitetônico, religioso e cultural do estado, vindo a ser tombada e integrada ao patrimônio histórico, artístico e paisagístico do Piauí, através do Decreto Estadual nº 10.663/2001.

Posteriormente, durante a comemoração do aniversário de 140 anos da Igreja, por meio do Decreto Municipal Nº 14.173/2014, também foi estabelecido o tombamento dos dobres de seus sinos, como patrimônio imaterial, para fins de preservação histórica e cultural.

#### **4. Patrimônio e a Preservação Patrimonial**

A palavra patrimônio tem origem no termo latino “patrimonium” que se refere a tudo que pertencia ao pai, pater ou pater famílias (FUNARI, PELEGRINE, 2006), dessa maneira, em seu significado original, a palavra faz referência ao que é deixado pela figura paterna aos seus descendentes.

Ao longo dos anos, a palavra patrimônio passou a ser entendida como bens, direitos e obrigações vinculado a uma pessoa ou a uma entidade. Nesse sentido, o termo patrimônio



cultural é definido como um conjunto de bens que carregam em si valores relacionados à identidade, a cultura ou ao passado de uma determinada sociedade.

O Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, estabelece em seu Art. 1º como patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes em que sua conservação é de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do país, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.

A importância do patrimônio cultural para a sociedade pode ser compreendida pela conservação da memória, do aprendizado de técnica e também da própria identidade dos diferentes grupos sociais em determinadas épocas. A destruição dos bens culturais deixados por gerações passadas acarreta o rompimento do conhecimento herdado, levando-nos a viver experiências já vividas.

Em contrapartida, durante o processo de urbanização das cidades, inúmeras casas, igrejas, monumentos, palácios, entre outros patrimônios culturais foram e continuam sendo destruídas para dar lugar às novas ruas, avenidas, praças e até estacionamentos, provocando uma perda irreparável à memória cultural da população onde se inicia esse processo.

Diante disso, a preservação patrimonial de bens históricos e culturais vem sendo amplamente debatida desde a elaboração da Carta de Atenas, redigida durante I Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos em Monumentos em outubro de 1931. A Carta menciona a necessidade do monitoramento constante das condições físicas dos monumentos, evitando a ação degeneradora, vindo assim a ser considerada como um importante marco para a mudança de pensamento a respeito da proteção desses bens.

Na conjuntura atual, a preservação patrimonial ganha novo foco, decorrente da necessária consciência de diminuirmos o impacto sobre o ambiente. A preservação e reutilização de prédios e objetos contribuem para a redução do emprego de recurso e energia para a produção de novos. (GHIRARDELLO, SPISSO, 2008).

Para Bessa (2004) os principais instrumentos de proteção do patrimônio são:

Lei orgânica do município: organiza e estabelece a forma de funcionamento do município. Nela deve-se fazer presente a preocupação com a preservação do patrimônio cultural da cidade;

Plano diretor: organiza o território urbano, direcionando o seu crescimento e desenvolvimento;

Plano de preservação do patrimônio cultural urbano: Identifica e propõe novos usos e atividades para as áreas em processo de degradação, conservando as áreas que possuem patrimônios culturais;

Lei de uso e ocupação do solo e Lei de parcelamento do solo urbano: definem as formas de ocupação e utilização do solo urbano. Elas devem ser compatíveis com o processo de ocupação histórica das cidades e capazes de resguardar a paisagem urbana e o patrimônio cultural de descaracterizações;



Lei de postura dos municípios: Define normas para a ocupação e o uso dos espaços públicos, podendo disciplinar a utilização dos bens culturais, contribuindo para a sua preservação;

Código de obra: define as normas de construção e reforma dos municípios. Contribuem para a preservação estabelecendo parâmetros que sejam compatíveis com as diversas tipologias arquitetônicas existentes e com a história da ocupação.

Além desses instrumentos, tem-se também o inventário, que é um conjunto de procedimentos utilizados para identificação do bem, sendo composto por estudos e pesquisas específicas, visando estabelecer critérios e normas para definir quais bens culturais merecem as proteções especiais: tombamento – que se aplica aos bens culturais materiais – e o registro – que se aplica aos imateriais. (BESSA, 2004)

Nesse sentido, o tombamento é um ato administrativo que vem a ser realizado pelo poder público, nos níveis federal, estadual ou municipal, com o intuito de preservar bens de natureza material ou ambiental, impedindo sua descaracterização ou destruição.

Segundo Pires (1994), o tombamento é definido como:

O ato final resultante e procedimento administrativo mediante o qual o Poder Público, intervindo na propriedade privada ou Pública, integra-se na gestão do bem móvel ou imóvel de caráter histórico, artístico, arqueológico, documental ou natural, sujeitando-o a regime jurídico especial e tutela pública, tendo em vista a realização de interesse coletivo de preservação do patrimônio.

O tombamento tem caráter provisório ou definitivo, podendo ser de ofício, voluntário ou compulsório, vindo a ser inscrito em um dos quatro Livros do Tombo, a saber:

- 1) Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico: as coisas pertencentes às categorias de arte arqueológica, etnográfica, ameríndia e popular.
- 2) Livro do Tombo Histórico: as coisas de interesse histórico e as obras de arte histórica;
- 3) Livro do Tombo das Belas Artes: as coisas de arte erudita, nacional ou estrangeira;
- 4) Livro do Tombo das Artes Aplicadas: as obras que se incluírem na categoria das artes aplicadas, nacionais ou estrangeiras.

## **5. As Manifestações Patológicas como fator de degradação do Patrimônio Arquitetônico**

Segundo Oliveira (2013), de maneira geral, as manifestações patológicas não tem origem em fatores isolados, mas sofrem influência de um conjunto de variáveis, que são classificados de acordo com o processo patológico, com os sintomas, com a causa que gerou o problema ou ainda a etapa do processo produtivo em que ocorrem.

O patrimônio arquitetônico que, em sua maioria, trata-se de construções de idade relativamente avançada tendem a apresentar altos índices de manifestações patológicas e, como qualquer construção, têm suas origens motivadas por falhas que ocorrem em pelo menos uma das três etapas básicas: concepção, execução e utilização do bem.

Na fase de concepção, os problemas podem se originar ainda durante o estudo preliminar, na execução do anteprojeto, ou durante a elaboração do projeto de execução. Nesse



sentido, alguns fatores como a ausência de um bom planejamento, falta dados técnicos e informações no projeto, ausência de ferramentas de base de dados para controle e indefinição de critérios de controle (Indicadores de qualidade e produtividade) influenciam negativamente a qualidade do produto, além de aumentarem os índices de perdas na obra. (OLIVEIRA, 2013)

Na fase de execução, que é a etapa que deve ser iniciada apenas após a finalização da etapa de concepção, o aparecimento de problemas patológicos se dá, basicamente, devida ao processo de produção, que muitas vezes é prejudicado em função da deficiência da mão de obra e da baixa qualidade técnica dos trabalhadores ligados à execução, nas construções antigas, onde se usava mão de obra de baixa especialização essa é uma fase decisiva no processo construtivo.

Oliveira (2013) ressalta que após iniciada a construção, podem ocorrer falhas das mais diversas naturezas, que podem estar ligadas às causas tão diversas como falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação), à ausência de capacitação profissional da mão-de-obra, falta de controle de qualidade de execução, má qualidade dos materiais e componentes usados, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem.

Por fim, tem-se a etapa de utilização da edificação, que também podem vir a apresentar problemas patológicos originados da utilização errônea ou ainda por falta de um programa de manutenção adequado que podem ser motivados pelo desconhecimento técnico, incompetência, desleixo ou em problemas econômicos.

Azevedo e Guerra (2009) destacam que em prédios não convencionais, normalmente, a origem das manifestações patológicas deve-se à operação e/ou manutenção (uso). Nesse caso, é fundamental se considerar a ação de agentes degradadores, que podem ser físicos, químicos ou biológicos (que atuam normalmente no edifício no decorrer do tempo) e aqueles que, de modo anormal, resultem em alterações patogênicas.

Ainda segundo Azevedo e Guerra (2009), as manifestações patológicas mais significativas são divididas e classificadas em três grandes grupos: 1) umidade; 2) fissuras, trincas e rachaduras; 3) descolamento de revestimentos.

Nas manifestações patológicas de umidade, é fundamental a sua identificação, especificando os fenômenos causados pela presença da água, de acordo com o material onde ela ocorre, com a orientação solar, com as condições de ventilação e procedência da água.

Em casos de ocorrência de fissuras, trincas e rachaduras, é necessário caracterizar sua natureza, relatando se elas são ativas, quando a abertura dela varia, ou inativas (mortas), quando a abertura permanece constante ao longo do tempo.

Em manifestações patológicas presentes no descolamento de revestimento, deve-se identificar o tipo de revestimento (tintas, azulejos, revestimento de argamassas, papel de parede etc.), as camadas atingidas (chapisco, emboço, reboco e, se for o caso, argamassa de assentamento) e as condições do material de aderência, se esse continua aderido ao tardoz do componente descolado ou se estar no substrato do elemento construtivo onde o componente foi aplicado como revestimento. (AZEVEDO; GUERRA, 2009)



## 6. Procedimentos para investigação e diagnóstico no Patrimônio Arquitetônico

De acordo com Lourenço e Oliveira (2004), na tradução em português das recomendações definidas pelo Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Patrimônio Arquitetônico – ICOMOS, aconselha-se que, para as investigações e diagnósticos no patrimônio arquitetônico, deve-se selecionar uma equipe multidisciplinar, de acordo com o tipo e a escala do problema, para trabalhar em conjunto desde a inspeção inicial do local, até a preparação do programa de investigação.

Depois da equipe selecionada é necessário analisar primeiro os dados e a informação facilmente disponíveis sobre o local, para, posteriormente, se necessário, estabelecer um plano de atividades detalhado e apropriado ao problema estrutural. (LOURENÇO; OLIVEIRA, 2004).

É fundamental que se compreenda o comportamento estrutural e as características dos materiais em qualquer projeto de conservação e restauro, sendo necessário recolher informação sobre a estrutura no seu estado original, sobre as técnicas e métodos utilizados na sua construção, sobre as alterações posteriores e os fenômenos que ocorreram e, finalmente, sobre o seu estado presente.

O diagnóstico deve ser baseado em informação histórica e em abordagens qualitativas e quantitativas. A abordagem qualitativa é baseada na observação direta dos danos estruturais e degradações dos materiais, como também na investigação histórica e arqueológica, enquanto que a abordagem quantitativa requer ensaios das estruturas e dos materiais, monitorização e análise estrutural. (LOURENÇO; OLIVEIRA, 2004)

A Carta de Veneza (1964), recomenda seguir as seguintes fases para chegar às intervenções:

- a) Levantamento da geometria da edificação e reconhecimento das suas propriedades físicas e estruturais;
- b) Diagnóstico do estado de deterioração da construção, suas causas e mecanismos;
- c) Monitoramento da evolução do comportamento estrutural, tanto para diagnóstico como para avaliação dos efeitos das medidas corretivas.

De acordo com Borges e Sales (2007), para a recuperação e/ou reforço da estrutura de qualquer edificação, há a necessidade de identificação de três etapas investigativas básicas, independentemente da estrutura a ser analisada, a saber: informações sobre a estrutura existente; estimativa da sua capacidade de carga; e desenho do reforço e dos detalhes de recuperação.

Em todas as situações, faz-se necessária uma inspeção preliminar da estrutura, através dela é que se permitirá a realização de um plano de atuação detalhado, que deverá, necessariamente, conter o programa de atuação para definir a estrutura ou parte dela que será preciso o estudo de seu estado de conservação. Pode-se definir os seguintes tipos de atuação:

- a) Inspeção visual aprofundada, objetivando o estabelecimento de métodos adequados:
  - Esquema estrutural: Seções, tipologias dos elementos estruturais, sistemas de apoio.
  - Sistemas de união: geometria e disposição e controle dimensional de alguns elementos.



Possíveis defeitos: Deformações nos elementos estruturais, inspeção de ligações soldadas e parafusadas, corrosão, deterioração, fissuras, entre outros.

b) Retirada de amostras para ensaios destrutivos: ensaios mecânicos de qualificação do material, ensaios químicos.

c) Realização de ensaios não destrutivos: ensaios de soldas (radiografias, líquidos penetrantes, ultrassom), comprovação de perda de espessura, ensaios de carga.

Com estes procedimentos realizados, será possível definir os parâmetros para o cálculo estrutural dos elementos que foram afetados com a finalidade de se iniciar o processo de reabilitação do elemento ou sistema estrutural danificado.

## 7. Recuperação de Edificações Históricas

O “Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural do Programa Monumenta/IPHAN” (2005), define como restauração ou restauro “o conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história”.

Nessa perspectiva, as premissas básicas para a elaboração de um projeto de restauro são (IPHAN, 2005 *apud* TAVARES, 2011):

Interferir, o mínimo possível na autenticidade do bem, seja estética, histórica, material, dos processos construtivos, dentre outras, respeitando os valores estéticos e culturais do mesmo;

Manutenção da maior quantidade possível de materiais autênticos do bem, para garantir sua autenticidade de modo a evitar falsificações de caráter artístico e/ou histórico;

Emprego de outros materiais para o caso da impossibilidade da manutenção dos materiais autênticos. Porém, estes deverão ser compatíveis com os existentes, “em suas características físicas, químicas, mecânicas e aspectos de cor e textura, sem, no entanto, serem confundidos entre si”, bem como o emprego “de materiais reversíveis, que possam ser substituídos no futuro e no final de sua vida útil, sem danos ao bem”;

Garantia da “autenticidade dos processos construtivos e suas peculiaridades, evitando o uso de técnica que seja incompatível e descaracterize o sistema existente”;

Conhecimento dos princípios expressos nas cartas patrimoniais dando o embasamento teórico para elaboração de projetos de restauração.

A Carta Internacional para a Conservação e Restauração de Monumentos e Sítios - Carta de Veneza (1964), para a restauração, determina os seguintes critérios no seu Art. 9º, 10º, 11º, 12º e 13º:

A restauração, tem por finalidade conservar e revelar os valores estéticos e históricos do monumento, devendo ser precedida e acompanhada de estudo arqueológico e histórico e fundamentando-se no respeito à substância antiga e na autenticidade dos documentos. No plano das reconstituições conjunturais, o trabalho complementar deverá se destacar da composição arquitetônica.



Quando o uso de técnicas tradicionais for inadequado, deverá assegurar a consolidação de um monumento com o recurso das novas técnicas de conservação e de construção, desde que a eficácia tenha comprovação científica e garantia firmada pela experiência.

Quando houver acréscimos à construção, estas devem permanecer, já que a unidade do estilo não constitui a meta final da restauração. Quando houver vários acréscimos em um edifício se sobrepondo, o resgate de um estágio subjacente não é justificado, a não ser que, excepcionalmente, se os elementos retirados não sejam representativos. O julgamento do valor dos elementos em questão e a decisão da retirada a ser executada não poderão depender somente do autor do projeto.

Os elementos que substituirão as falhas existentes devem integrar-se harmoniosamente ao conjunto, distinguindo-se nitidamente das partes originais, para que não haja falsificação do documento história com a restauração.

Os acréscimos não serão tolerados, desde que esses digam respeito a todas as partes do edifício, sua área envoltória, o equilíbrio de sua composição e suas relações com o meio ambiente.

## 8. As Torres e as causas do desabamento

Segundo relatório fotográfico da Igreja de São Benedito presente no Memorando 721/2016, apresentado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN (2016), os motivos que levaram ao desabamento de parte da estrutura, foram:

A ausência de elementos que combatam os esforços provenientes da sobrecarga dos pontaletes presentes no balanço. Nas fotos anteriores ao desabamento (Figura 6), próximo a quina que desabou, já era possível observar a manifestação de fissura que caracterizavam o sobrepeso do pontalete.



**Figura 6** – Presença de fissura próxima ao pontalete antes do acidente. Fonte: IPHAN (2016)

Na argamassa de proteção e acabamento não há indícios de material impermeabilizante, o que permitiu a penetração da água, enfraquecendo a ligação entre os elementos cerâmicos. Ao longo da torre, nota-se presença de machas e outras manifestações patológicas (Figura 7) que apontam a existência de infiltração. Ao longo dos anos, associado a ausência de



manutenções efetivas e medidas corretivas, esse problema contribuiu para a queda de parte da cimalha e do pontalete.



**Figura 7** – Desagregação do revestimento no interior da torre devido a infiltração. Fonte: o autor (2017)

Os fatores associados às variações de temperatura, que são relativamente altos na região, apresentando dilatação térmica dos materiais da estrutura, contribuíram significativamente.

## 9. Inspeção visual após o desabamento

A inspeção visual, por meio da observação direta, é uma fase essencial do estudo, uma vez que a análise das deficiências estruturais da edificação começa pelo mapeamento dos danos visíveis.

Os objetivos principais do levantamento são: identificar degradações e danos; determinar se os fenômenos estão ou não estabilizados; decidir se existe ou não risco imediato e, se necessário, definir medidas urgentes a serem tomadas; e, identificar quaisquer efeitos do meio ambiente ou da ação humana sobre a construção. (LOURENÇO; OLIVEIRA, 2004).

Por meio da visita técnica realizada nos dias 07 de março de 2017 e 22 de abril do mesmo ano, e de fotos disponibilizadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, foi possível fazer uma análise do atual estado da estrutura.

Como o exposto na Figura 8, observa-se que tanto na torre direita como na torre esquerda, próximo às bases dos demais pontaletes, ainda que menos agravante, há a presença de manifestações patológicas semelhantes as encontradas nas proximidades do pontalete que desabou.

Portanto, fez-se necessário a interdição imediata do local, com o isolamento da área, sendo preciso a urgente intervenção tanto na torre esquerda como na torre direita a fim de sanar os problemas e evitar uma maior destruição e descaracterização do patrimônio.



Figura 8 – Pontaletes da torre esquerda e da torre direita, respectivamente. Fonte: IPHAN (2016)

## 10. Proposta de recuperação da edificação

Na elaboração do projeto de recuperação das torres sineiras, a empresa contratada optou pela execução de uma laje em concreto armado (Figura 9), com área de 16,70 m<sup>2</sup>; resistência característica do concreto de  $f_{ck} \geq 25$  Mpa (250 kgf/cm<sup>2</sup>), reforçado com aços de CA-50A e CA-60 e telas soldadas Q 138 e Q 283, apresentando chapas metálicas nas suas extremidades com área de 0,25 m<sup>2</sup> e espessuras de 4,25mm, para posterior ancoragem dos pontaletes.

De maneira simplória, foram consideradas atuando sobre a laje as seguintes cargas:

Peso próprio: 3,75 kN/m<sup>2</sup>;

Carga Permanente: 4,9 kN;

Sobrecarga: foi utilizado o valor definido pela Norma NBR 6120 (1980) na tabela 02 que específica que para cobertura, considera-se como valores mínimos de cargas verticais 1 kN/m<sup>2</sup>;

Revestimento: 1 kN/m<sup>2</sup>;

Vento: a ação do vento sobre a estrutura foi determinada de acordo com os critérios da norma NBR 6123 (1988), sendo definidos os seguintes valores:

Velocidade básica do vento ( $V_0$ ): Foi definida por meio do gráfico das isopletas. Como o Município de Teresina no qual está situada a edificação, localiza-se no estado do Piauí, o valor é de  $V_0 = 30$  m/s.

Fator topográfico ( $S_1$ ): considerou-se que o terreno no qual se situa a igreja é fracamente acidentado, tomando-se para  $S_1$  o valor de 1,0.

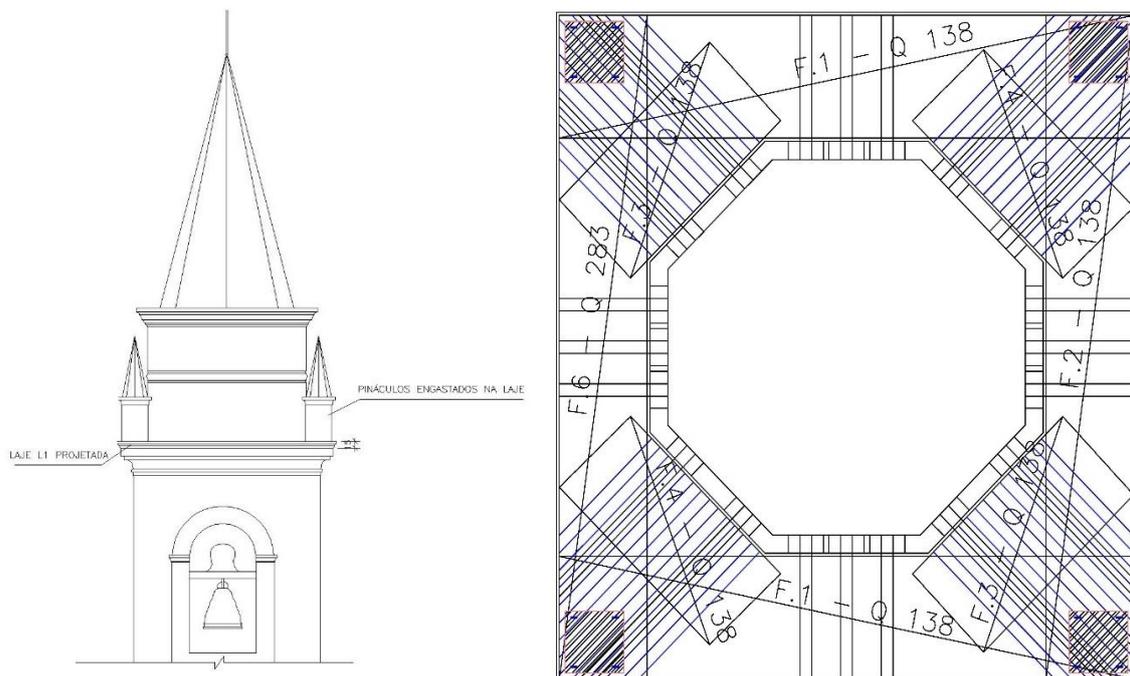
Fator rugosidade do terreno ( $S_2$ ): neste caso definiu-se  $S_2$  com valor de 0,85. A categoria considerada foi a V (Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados), Classe da edificação B (toda edificação ou parte de edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal esteja entre 20m e 50 m).



Fator estatístico (S3): foi adotado o valor de 1,0, relativo a edificações com alto fator de ocupação.

Velocidade Característica (Vk): através da equação  $VK = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$  determinou-se o valor da velocidade característica sendo o valor igual a 25,5 m/s.

Pressão dinâmica do vento (q): por meio da velocidade característica e da expressão  $q = 0,613 V_k^2$ , determinou-se a pressão dinâmica do vento  $q = 398,60 \text{ N/m}^2$ , ou seja,  $q = 0,40 \text{ kN/m}^2$ .



**Figura 9** – Laje em concreto armado proposta para a recuperação da estrutura.

Fonte: PCA ENGENHARIA, 2017

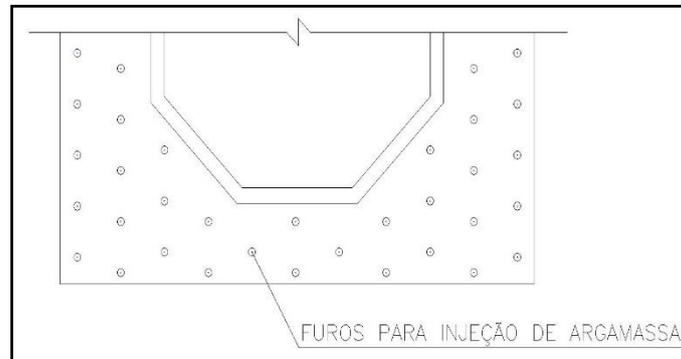
## 11. Resultados e discursões

Na proposta apresentada pela empresa projetista para recuperação da cimalha e do pontalete, algumas observações pertinentes são feitas com base nas bibliografias estudadas e nos relatórios apresentado pelo IPHAN (2017).

Durante o processo de remoção dos pontaletes da estrutura, com o auxílio da serra diamantada, no Ofício N° 85/2017, o IPHAN especifica que antes da remoção deles, devem serem feitas as proteções dos pontaletes com o auxílio de espuma e caixa de madeira a ser executada como montagem de “forma para pilares”, sendo atirantada com barras roscadas de modo a conferir cintamento de cada peça, protegendo-os no momento da sua remoção e durante o transporte dos pontaletes, evitando qualquer imprevisto nessa etapa. Nessa perspectiva, alerta-se para a consolidação da estrutura da cimalha por meio da injeção de argamassa em pontos com furação desencontradas, a cada 50 cm, em toda a área da face superior da cimalha, conforme figura 10, com profundidade entre 20 a 30 cm,

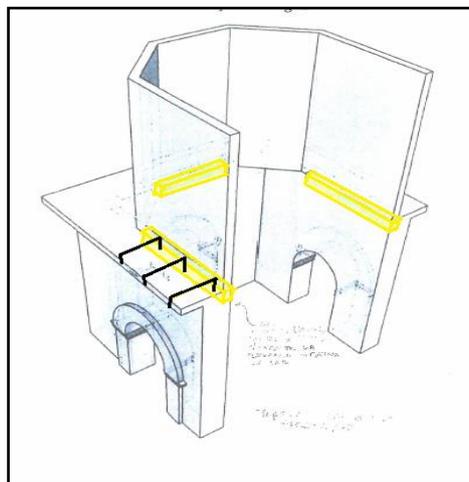


com a finalidade de preencher, homogeneizar e consolidar a alvenaria, que possivelmente apresenta vazios e perda de coesão.



**Figura 10** – Furos para injeção de argamassa. Fonte: o autor (2017).

Nesse processo de conduzir a argamassa no interior da cimalha, de modo a reestabelecer a ligação dos elementos inertes, indica-se ainda a necessidade do uso de purgadores de plásticos de 10mm de diâmetro que deverão ter suas extremidades lixadas de modo a melhorar sua aderência. (IPHAN, 2017).



**Figura 11** – Vigas embutidas sugeridas pelo IPHAN. Fonte: IPHAN (2017)

Como elemento de engaste dos trechos entre pináculos, o IPHAN (2017), aconselhou a execução de vigas embutidas nas paredes da torre, conforme esquema da Figura 11, porém, a empresa projetista analisou que a abertura para execução das vigas se torna inviável, uma vez que, durante o processo de abertura dos furos para colocação das vigas nessa dimensão, haveria o enfraquecimento da estrutura da torre, podendo comprometer a segurança dela, então, optou-se pela abertura de furos menores com a sua imediata concretagem, de modo que seja feita uma face por vez.



Com relação ao material a ser usado na construção do novo pontalete, o IPHAN (2017) não especifica o material, entretanto, recomenda que este poderá ser executado com material diverso mas com mesmo formato do original desde que respeitado as cargas específicas no projeto estrutural de modo a não causar desequilíbrio ao sistema. Na proposta de recuperação está previsto a utilização de tijolo maciço pra construção do novo pontalete, tal qual o original.

No que se refere ao engastamento dos pontaletes, inicialmente se cogitou o uso do epóxi, que é uma resinas de alta resistência e grande poder de colagem, que, para Oliveira (2011), apresenta grande aplicação em diversas atividades da conservação, as fluídas podem ser, por exemplo, utilizadas para injeções em pequenas fissuras, para consolidação; as massas, como o Durepóxi, se aplica para moldar reintegrações, inclusive de partes metálicas perdidas ou destruídas pela oxidação; e as de consistência tixotrópica são as mais recomendadas para colagem de peças soltas. Porém, o uso desse material nesse tipo de alvenaria é questionado, pois segundo especialistas na área, entrevistados pelo autor da pesquisa, o epóxi não agrega nos tijolos maciços antigos e argamassados com argila, uma vez que esses tijolos são porosos, tem ação mecânica 24 horas por dia, perdendo calor de dia e retendo a umidade à noite, então o próprio tijolo tende a absorver a umidade da resina grudada nele, fazendo com que ela perca suas características ligantes. Então, optou-se pela utilização de graute.

Por fim, destaca-se a necessidade do importante processo de registro fotográfico de todas as etapas da execução, de modo a registrar o máximo de informações possíveis sobre como a obra foi realizada. Braga (2003) ressalta que uma obra no patrimônio cultural deve ser completa e fielmente registrada. Todos os serviços devem ser relatados e ilustrados em detalhes para posterior produção do Relatório de Acompanhamento de Obra que deve conter, além do registro dos procedimentos na obra, o registro das novas descobertas em relação ao edifício; das alterações de projeto delas proveniente e das atas das reuniões de fiscalização. Este relatório servirá de pesquisa para futuras intervenções tanto no próprio edifício para o qual foi gerado, quanto em outros edifícios com características semelhantes, fornecendo bases para o conhecimento dos sistemas construtivos e de outras características comuns entre eles.

## 12. Conclusão

Procurou-se nesta pesquisa analisar os motivos que culminaram no desabamento de parte da estrutura da cimalha na torre sineira da Igreja de São Benedito, bem como descrever, por meio de pesquisas bibliográficas, as etapas necessárias para o processo de recuperação da estrutura, apresentando a solução proposta pela empresa responsável pelo projeto.

Destaca-se que o compromisso com a preservação e a proteção do patrimônio cultural brasileiro é indispensável. Portanto, deve-se, além do uso de mão de obra qualificada, realizar o estudo dos materiais e técnicas utilizadas durante a construção da edificação, conhecer o histórico de uso dela e o seu atual estado de conservação, para, posteriormente, definir como e qual intervenção deverá ser realizada. O constante monitoramento e a realização de manutenções efetivas ajudam a salvaguardar esses bens.



É notório que as estruturas das torres sineiras precisam de urgente intervenção, sendo crucial a recuperação e o reforço estrutural da parte desabada, visto que é perceptível as manifestações de patologias que comprometem a estrutura.

Conseqüentemente, para que não ocorressem novos desabamentos, prevê-se a intervenção tanto na torre esquerda, onde aconteceu o incidente, como na torre direita, que apresenta manifestações patológicas semelhantes.

Ademais, faz-se necessário buscar alternativas e métodos que interfiram o mínimo possível, soluções que se integram harmoniosamente ao conjunto, de modo que não ocorra a descaracterização da Igreja, como proposto no projeto apresentado.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1986). NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro. ABNT

\_\_\_\_\_. (1988). NBR 6123 – Forças devidas ao vento em Edificações. Rio de Janeiro. ABNT.

AZEVEDO, Sérgio L.; GUERRA, Fernanda L. Considerações sobre patologias e restauração de edifícios. Técnica, edição 144, março, 2009.

BESSA, Altamiro Sérgio Mol. Preservação do patrimônio cultural: nossas casas e cidades, uma herança para o futuro. Altamiro Sérgio Mol Bessa - Belo Horizonte: CREA-MG, 2004.

BORGES, Marcos L.; SÁLES, José J. - Recuperação estrutural de edificações históricas utilizando perfis formados a frio. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Carlos, v. 9, n. 39, p.45-62, 2007.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

Carta de Veneza. Documento de restauro. (1964). Veneza.

FUNARI, Pedro Paulo; PELEGRINE, Sandra C. O Que É Patrimônio Cultural Imaterial. São Paulo: Brasiliense, 2011. 116 p. (Coleção Primeiros Passos; 331)

GHIRARDELLO, Nilson. SPISSO, Beatriz - Patrimônio Histórico: Como e Por Que Preservar. 2008. 36 p. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, Bauru, 2008.

IPHAN, Ofício nº 85/2017. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. Teresina, 2017.



IPHAN, Programa Monumenta. Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural. Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005.

LIBERATO, Ana K. S. - Patrimônio histórico urbano e arquitetônico da Av. Frei Serafim, renovação urbana, paisagem, história e memória: Igreja São Benedito. Programa Institucional De Bolsa De Iniciação Científica do Centro Uninovafapi - Pibic/Pivic, 2015.

LOURENÇO, Paulo B.; OLIVEIRA, Daniel V. - "Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico - ICOMOS". Guimarães: Universidade do Minho, [2004]. 42 p.

Memorando 721/2016. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. Teresina, 2016.

MONTEIRO, Orgmar. Tersina descalça: memória desta cidade para deleite dos velhos habitantes e conhecimento dos novos. Fortaleza: Icoce, 1987.

MOREIRA, Amanda C. - Teresina e as moradias da região central da cidade (1852-1952). Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, Daniel F. O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.

OLIVEIRA, Mário M. Tecnologia da conservação e da restauração - materiais e estruturas: um roteiro de estudos. 4. ed. rev. e ampl. - Salvador, 2011.

PIRES, Maria C. S. Da Proteção ao Patrimônio Cultural. Belo Horizonte: Del Rey, 1994.

TAVARES, Fabiana M. Metodologia de diagnóstico para restauração de edifícios dos séculos XVIII e XIX nas primeiras zonas de mineração em Minas Gerais. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.



## PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: ESTUDO DE CASO DA CATEDRAL DA SÉ - OLINDA – PE

### *Pathological Problems In Historical Buildings: Case Study Of Sé Cathedral - Olinda – PE*

José Vitor MACEDO<sup>1</sup>, Eudes ROCHA<sup>2</sup>, Eliana MONTEIRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil, jose.vitor\_@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil, eu\_des@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil, eliana@poli.br

**Resumo:** O conjunto arquitetônico, urbanístico e paisagístico do sítio histórico de Olinda foi tombado pelo IPHAN e ostenta o título de Patrimônio Cultural da Humanidade dado pela UNESCO, evidenciando assim a importância de Olinda com suas igrejas e casarios para a sociedade brasileira e mundial. Devido a esta importância, faz-se necessária à sua preservação. Neste cenário, este artigo pretende avaliar visualmente o estado de conservação da Catedral da Sé de Olinda – PE, elaborando mapas de danos das fachadas inspecionadas. A representação gráfica de anomalias por meio de mapas de danos tem o intuito de sintetizar todas as informações dos problemas patológicos encontrados na estrutura de uma edificação. Para uma construção histórica, esta ferramenta é muito valiosa, visto que se podem concentrar os esforços de recuperações e restauros nas áreas mais problemáticas já que estas são expostas nos mapas de danos de forma mais visual e acessível. Para a escolha da Catedral da Sé como objeto de estudo, levou-se em consideração sua localização e os fatores sociais, culturais, históricos, arquitetônicos e religiosos inerentes a este edifício. A fim de que se obter recursos para desenvolvimento de mapas de danos, foi necessária a realização de levantamentos históricos-constructivos da Catedral, atualização de plantas das fachadas, e inspeções visuais com a elaboração de Fichas de Identificação de Danos (FID). Por meio da análise dos mapas de danos da Catedral da Sé de Olinda, comprovou-se a relevância da síntese das informações para a visualização das anomalias das fachadas para a avaliação da estrutura, apontando assim, um estado de deterioração preocupante da Catedral.

**Palavras-chave:** patrimônio; mapa de danos; patologia; catedral.

**Abstract:** The Historic Centre of the Town of Olinda is inscribed on National Historic and Artistic Heritage of Brazil by IPHAN and on the UNESCO's World Heritage list thus it shows the importance of Olinda with its churches and houses for Brazilians and worldwide society. Due to this importance of the historical site and its churches, it is necessary to preserve it. In this scenario, this paper intends to evaluate the state of conservation of the Sé Cathedral in Olinda - PE, elaborating damages maps of its facades. The graphical representation of anomalies in damages maps is intended to synthesize all the information of the pathological problems found in the structure of a building. For a historical construction, this tool is very valuable, since recovery and restoration efforts can be concentrated in the most problematic areas as they are exposed in the damage maps in a more visual way. To choose the Cathedral of Sé as object of study some factors were considered as social, cultural, historical, architectural and religious factors. This building is given as a postcard of the city of Olinda and has an



undoubted historical value because it is a construction of the 16th Century, the city foundation. To draw up damages maps, it was necessary execute historic-constructive surveys of the Cathedral, drawing façade plans, and visual inspections with the elaboration of Damage Identification Forms (DIF). Elaborating damage maps of the Cathedral of Olinda, the relevance of the synthesis of the information for the visualization of the anomalies of the façades for the evaluation of the structure was verified, indicating, therefore, a bad deteriorating state of this Cathedral.

**Keywords:** patrimony; damage maps; pathology; cathedral.

## 1. Introdução

Tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) desde 1968 e ostentando o título de Patrimônio Cultural da Humanidade concebido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o sítio histórico de Olinda – PE tem uma importância cultural, arquitetônica, paisagística e religiosa enorme para a sociedade mundial.

A Catedral da Sé ou também conhecida como a Igreja de São Salvador do Mundo é parte integrante deste sítio histórico e configura um dos mais belos e mais visitados cartões postais da cidade apresentando grande valor histórico e religioso para a fé católica. Nesta percepção, a preservação desta edificação torna-se essencial para garantir a salvaguarda dos valores culturais, sociais e patrimoniais.

Todas as edificações estão sujeitas a processos de degradação desde sua construção, passando pela sua utilização, até a sua demolição ou ruína e é preciso analisar essa degradação para que não afete o seu desempenho. Porém, quando se trata de edificações muito antigas ou de relevante valor histórico, verifica-se uma maior heterogeneidade de materiais e técnicas construtivas, além de encontrar certas restrições para execução de ensaios que poderiam auxiliar na composição da anamnese e no diagnóstico mais fidedigno dos problemas patológicos.

Por meio de um diagnóstico mais preciso, que considere não somente a ação degenerativa do meio ambiente, mas também as transformações antropológicas e biodeteriorações, é que se pode agir corretamente a fim de promover um prolongamento da vida útil e melhorias no desempenho da edificação. Helene (1992) afirma que uma maneira de compreender a qualidade das edificações e a melhor forma de realizar o tratamento de determinada manifestação patológica é através da realização de estudos quantitativos e qualitativos sobre o conjunto de obras danificadas.

Dessa forma, o mapa de danos vem para ajudar na visualização pós-inspeção dos problemas patológicos, podendo assim, analisar de forma mais visual e sintetizada a amplitude e localização das anomalias quantificando-as e qualificando-as.

Segundo Correa & Tirello (2012), quando os mapas de danos são bem elaborados, constituem ferramentas muito eficientes para edificações históricas, pois podem nortear as ações de recuperação e restauro da edificação, prever o quanto se gastaria nestas ações e também garantir o monitoramento preventivo da construção estudada.

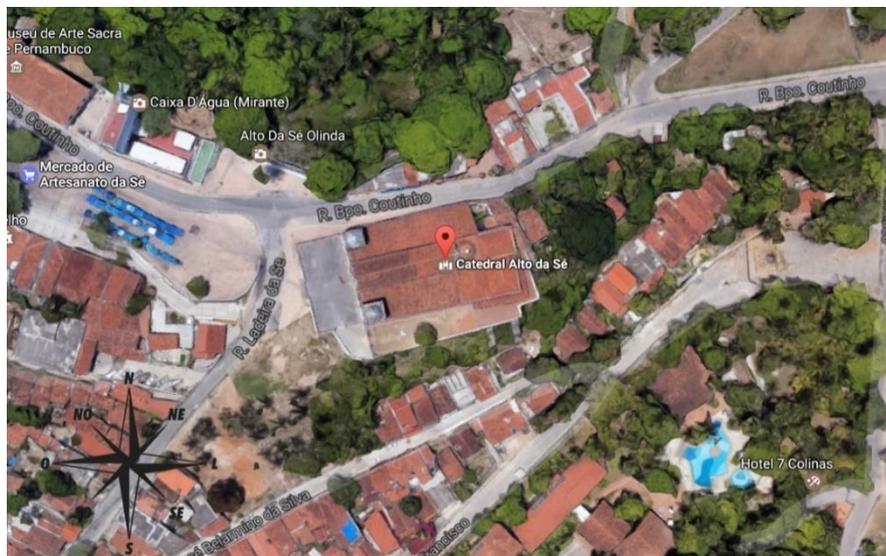
Neste cenário, surge a presente pesquisa com o intuito de investigar as anomalias construtivas que atuam na Catedral da Sé de Olinda alertando para a necessidade manutenções corretivas e colaborando para a conservação do monumento. Para isto



utilizam-se os dados das inspeções realizadas por Macedo (2016) no referido templo e visando sistematizar a elaboração dos mapas de danos das fachadas, utiliza-se a simbologia de danos proposta por Rocha (2017).

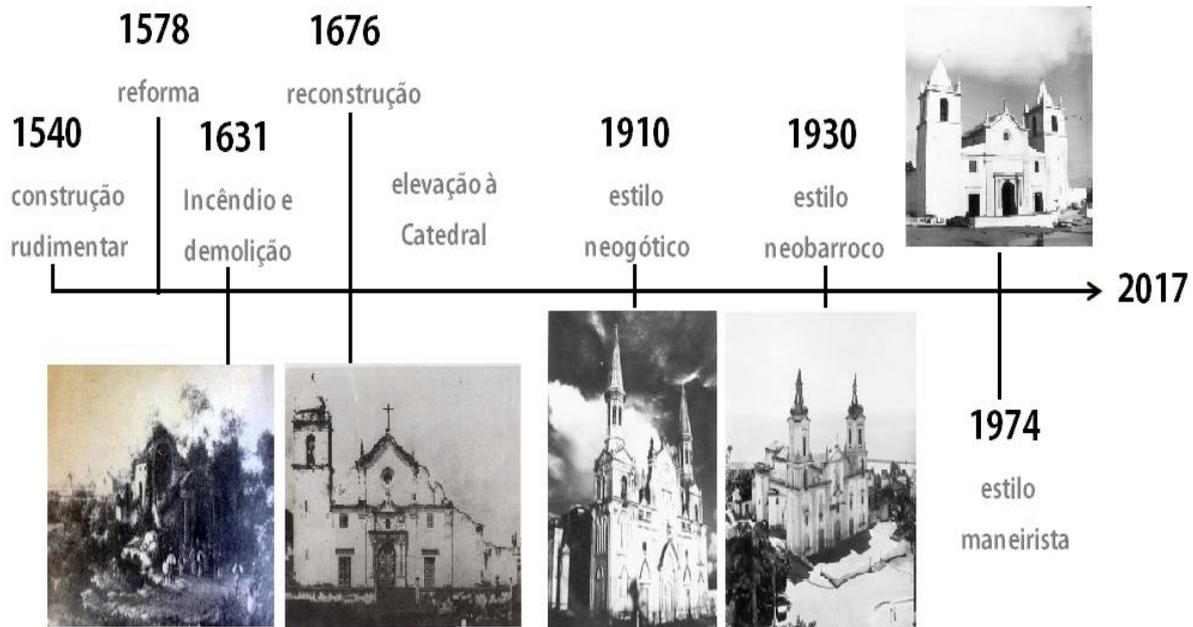
## 2. Caracterização da construção estudada

A Catedral da Sé está localizada no Alto da Sé no município de Olinda em Pernambuco sendo margeada pela rua Bispo Coutinho e a Rua Ladeira da Sé como pode-se observar na Figura 1. Ela encontra-se situada a aproximadamente 350 metros do litoral olindense e suas fachadas encontram-se sem barreiras de forma que nelas incidem a ação degenerativa das intempéries.



**Figura 1** – Localização da Catedral da Sé em Olinda. Fonte: *Google Maps* (2017)

A Catedral da Sé foi construída em 1540 como uma edificação de madeira e taipa de mão sendo reformada em alvenaria de pedra em 1578. Ao longo dos anos, foram executadas pequenas intervenções como a ampliação da nave e obras na abóbada na capela-mor até o ano de 1631, quando foi incendiada e completamente destruída pelos holandeses que haviam invadido a cidade de Olinda (MENEZES, 1985). A Figura 2 apresenta sucintamente uma linha do tempo com as diversas modificações realizadas e registradas pela história no templo em estudo, passando pela sua fase de completa ruína (durante o incêndio provocado na invasão holandesa) até sua configuração atual.

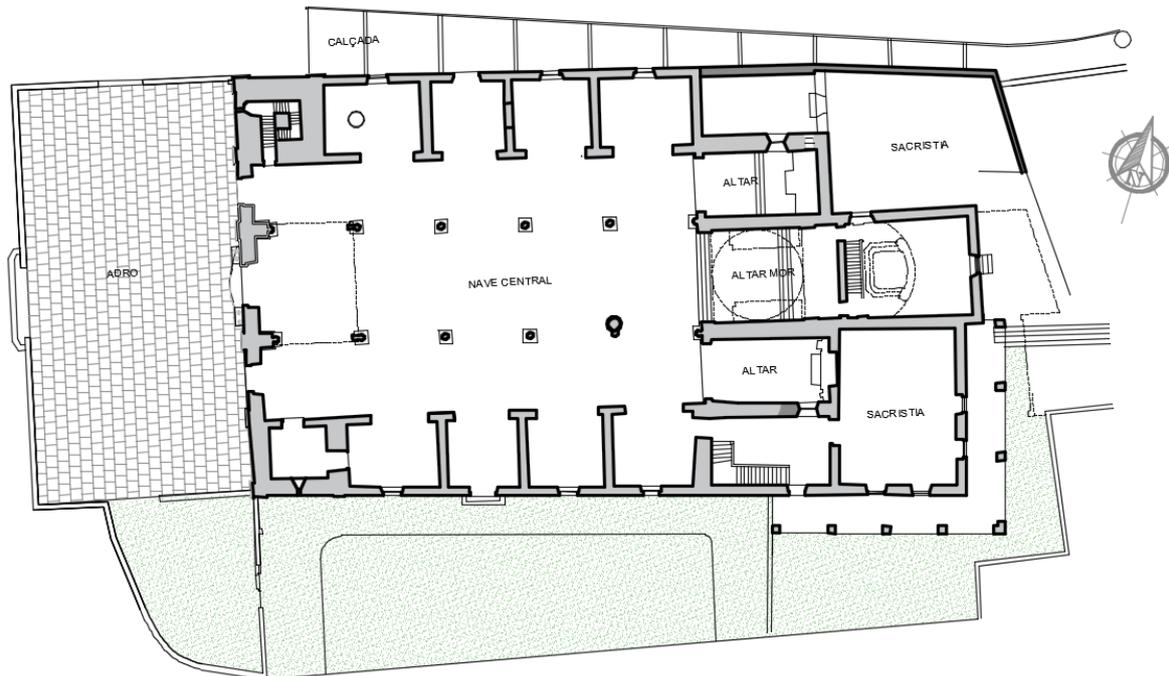


**Figura 02** – Linha do tempo da evolução histórica da Catedral da Sé (Adaptado de MENEZES, 1985)

Após a expulsão dos holandeses deu-se início à reconstrução da Igreja da Sé que recebeu o título de catedral e manteve sua configuração com apenas uma torre sineira até o final do Séc. XVIII sendo transformada nos anos de 1910 para o estilo neogótico e posteriormente para o estilo neobarroco em meados de 1930. Entre os anos de 1974 a 1976, iniciaram-se obras de restauro e reforma visando retomar as características iniciais da Igreja em estilo maneirista, trazendo então a conformação atual da edificação (CABRAL, 2016).

Estas diversas reformas e transformações realizadas ao longo dos anos na catedral trouxeram certa heterogeneidade e diversidades nos materiais construtivos utilizados. Durante as inspeções foram encontradas alvenarias de pedra granítica em alguns pilares, ornamentos em cantarias e a presença de concreto armado em algumas estruturas como na torre sineira e laje da cobertura. Entre os materiais de acabamentos e revestimentos, percebem-se trechos de pedras granitas e lajotas cerâmicas para os pisos, esquadrias em madeira de lei e uso de muxarabis em algumas das janelas nas fachadas.

A Figura 3 apresenta a planta baixa do pavimento térreo da Catedral da Sé, totalizando uma área construída de, aproximadamente, 1500 m<sup>2</sup>.



**Figura 3** – Planta Baixa Térreo da Catedral da Sé (sem escala)

Fonte: Planta cedida pelo Acervo Público de Olinda (adaptado)

### 3. Levantamento de danos

Para auxiliar no levantamento de danos da Catedral da Sé, além do levantamento histórico-construtivo discutido na seção anterior, foi crucial a atualização de plantas de fachadas da Catedral da Sé.

Foram visitadas instituições como o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) e o Acervo Público da cidade de Olinda a fim de conseguir as plantas de fachadas em meio digital, porém não havia plantas na configuração atual da Catedral. Dessa forma as plantas das fachadas foram detalhadas através de consultas a plantas impressas e visitas ao local da Igreja, com o intuito de identificar as dimensões e proporções dos elementos arquitetônicos que compõem a Catedral da Sé.

Após essa fase de atualização das plantas, foram realizadas inspeções na edificação de sorte que foi possível estudar as fachadas oeste, norte e sul. A fachada leste não foi possível ser analisada visto que, não se conseguia uma plena visualização, uma vez que havia edificações no seu entorno.

O levantamento de danos da catedral foi dividido em três etapas: identificação do problema patológico, marcação destas anomalias nas plantas baixas ou de fachada e fotografia das manifestações patológicas.

Na etapa de identificação do problema patológico foi executada uma inspeção tacto-visual nas regiões inferiores da catedral e uma inspeção visual nas regiões superiores, utilizando-se de equipamentos que permitem a aproximação para melhor visualização dos danos. A etapa subsequente foi realizada com o auxílio das plantas atualizadas das fachadas e da



planta baixa. Marcaram-se com cores e símbolos distintos as anomalias identificadas na primeira etapa, tendo sempre o cuidado de registrar estes problemas nos locais exatos que foram encontrados; por fim, a terceira etapa foi feita concomitantemente com a segunda etapa, e as anomalias encontradas foram registradas por fotografias com o objetivo de identificar precisamente tanto o tipo de dano, como também o local correto destas manifestações.

Esses documentos de campo onde foram assinaladas as manifestações patológicas foram padronizados em todas as visitas de forma a dirimir quaisquer dúvidas durante a elaboração dos mapas de danos. O conjunto de documentos padronizados foi nomeado de FID (Ficha de Identificação de Danos).

Por fim, os mapas de danos das fachadas da Catedral da Sé foram produzidos. Esta etapa foi basicamente a digitalização das plantas de fachada (FID) com auxílio de *software cad*. As manifestações patológicas identificadas nas inspeções da Catedral foram devidamente localizadas nas plantas de fachadas de acordo com as simbologias escolhidas para cada uma destas com o auxílio das FID's de campo e fotografias.

As simbologias adotadas para cada manifestação patológica encontrada basearam-se nos estudos de Rocha (2017) e estão apresentadas no Quadro 1, como também uma sucinta descrição/consideração de cada anomalia. Vale ressaltar que as anomalias as quais não foram encontradas nas fachadas, não foram identificadas com um símbolo, na tabela apresenta não se aplica (N/A).

**Quadro 1** – Anomalias encontradas com suas simbologias, definições e considerações

Anomalia	Simbologia	Considerações/Definições
Corrosão		O processo de corrosão, que corresponde a uma oxidação, representa a destruição paulatina do metal (RIBEIRO E HELENE, 2014).
Danos nas esquadrias de madeira		Este problema patológico abrange desde o ataque biológico de térmicas até pequenas rachaduras nas esquadrias de madeira.
Depósitos escuros/sujidades		As sujidades são manchas escuras causadas pela ação do homem, pela poluição atmosférica e pela umidade (ROCHA, 2017).
Dejetos de pombos	N/A	A existência de dejetos de pássaros tem um efeito deletério devido à presença de ácidos fosfórico e nitratos.
Desagregação granular		Existem vários tipos de desagregação granular como alveolização, degradação diferenciada, esfoliação e pitting. Estas anomalias deixam a estrutura expostas a agentes deletérios (ALMEIDA, 2005).



Deslocamento do Reboco		Além do aspecto estético, o reboco tem a função de melhorar a preservação e a estanqueidade da parede. O deslocamento deste aumenta a velocidade do processo de degradação da estrutura.
Destacamento do concreto	N/A	O destacamento do concreto é causado normalmente pela força de tração exercida pelo produto de corrosão da armadura.
Eflorescências		A eflorescência se dá devido a três causas: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática. Esta anomalia deixa manchas brancas na superfície da alvenaria (BAUER, 2011).
Fissuras superficiais		Aberturas finas e alongadas, as fissuras superficiais não apresentam necessariamente riscos em suas estruturas, porém devido ao seu efeito estético, a sua correção é relevante (BERTOLINE, 2010).
Manchas de Umidade		A água quando em contato com a superfície de uma edificação deixa manchas de umidade, o que pode desencadear várias outras anomalias.
Perda de Seção/Lacunas		As perdas de seção e lacunas são problemas patológicos que resultam em cavidades deixadas nas pedras com a exclusão de alguma parte, deixando assim a estrutura exposta a agentes agressivos (ROCHA, 2017).
Presença de vegetação		O desenvolvimento biológico de vegetações em estruturas mostra que a estrutura garante um ambiente propício para o florescimento destas vegetações com a presença de umidade. Este problema pode ocasionar fissuras na estrutura caso haja um crescimento excessivo das raízes das plantas.

#### 4. Estudo de Caso – Manifestações Patológicas Encontradas

##### 4.1 Interior da Catedral

Ao se inspecionar toda a parte interna da Catedral, constataram-se muitas anomalias decorrentes dos efeitos deletérios da umidade em algumas áreas específicas como o teto da nave principal e torres sineiras que serão descritas a seguir.

##### 4.1.1 – Interior da torre sineira sudoeste

Na torre sineira sudoeste, existe uma quantidade maior de manifestações patológicas, uma vez que esta torre tem uma maior incidência da névoa salina, por ser voltada por mar o que,



de certa forma, sugere um ambiente um pouco mais agressivo. Ademais, a torre sudoeste tem um acesso limitado a uma escada metálica móvel (tipo marinheiro), dificultando a sua manutenção. Observa-se a presença de fissuras na laje (Figura 4) e corrosão de armaduras com o destacamento do concreto de cobertura nas vigas da torre sineira (Figura 5). Percebe-se também, na Figura 6, a presença de materiais entulhados, deslocamento de reboco, eflorescência e existência de dejetos de pombo.



**Figura 4** – Fissura na laje da torre sudoeste



**Figura 5** – Corrosão de armadura com destacamento do concreto de cobertura



**Figura 6** – Problemas da torre sineira Sudoeste



#### 4.1.2 – Interior da torre sineira noroeste

Apesar da necessidade diária de um funcionário da Catedral da Sé acessar a torre sineira noroeste para tocar o sino, o local apresenta vários problemas como: corrosão de elementos estruturais de suporte do sino (Figura 7), presença de excrementos de pombos (Figura 8), fissuras (Figura 9) e corrosão de armaduras (Figura 10).



Figura 8 – Excrementos de pombo



Figura 9 – Fissura na torre noroeste

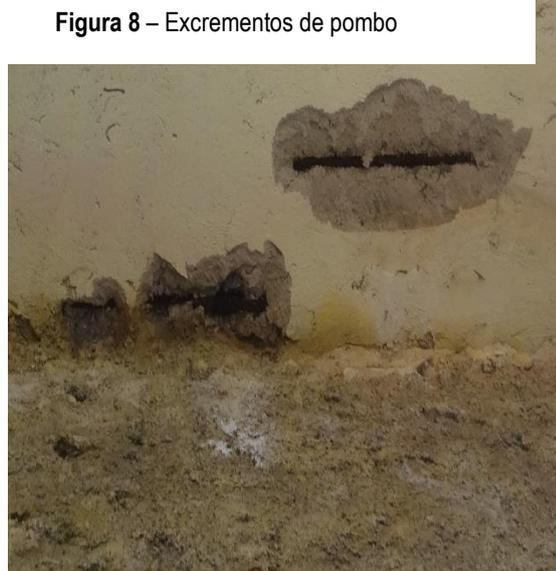


Figura 10 – Corrosão de armadura

#### 4.1.3 – Teto da nave principal

Na área de acesso comum aos fiéis, verificou-se na laje do teto da nave principal a existência de manchas de umidade e eflorescências provavelmente provenientes de infiltrações generalizadas da cobertura (Figura 11).

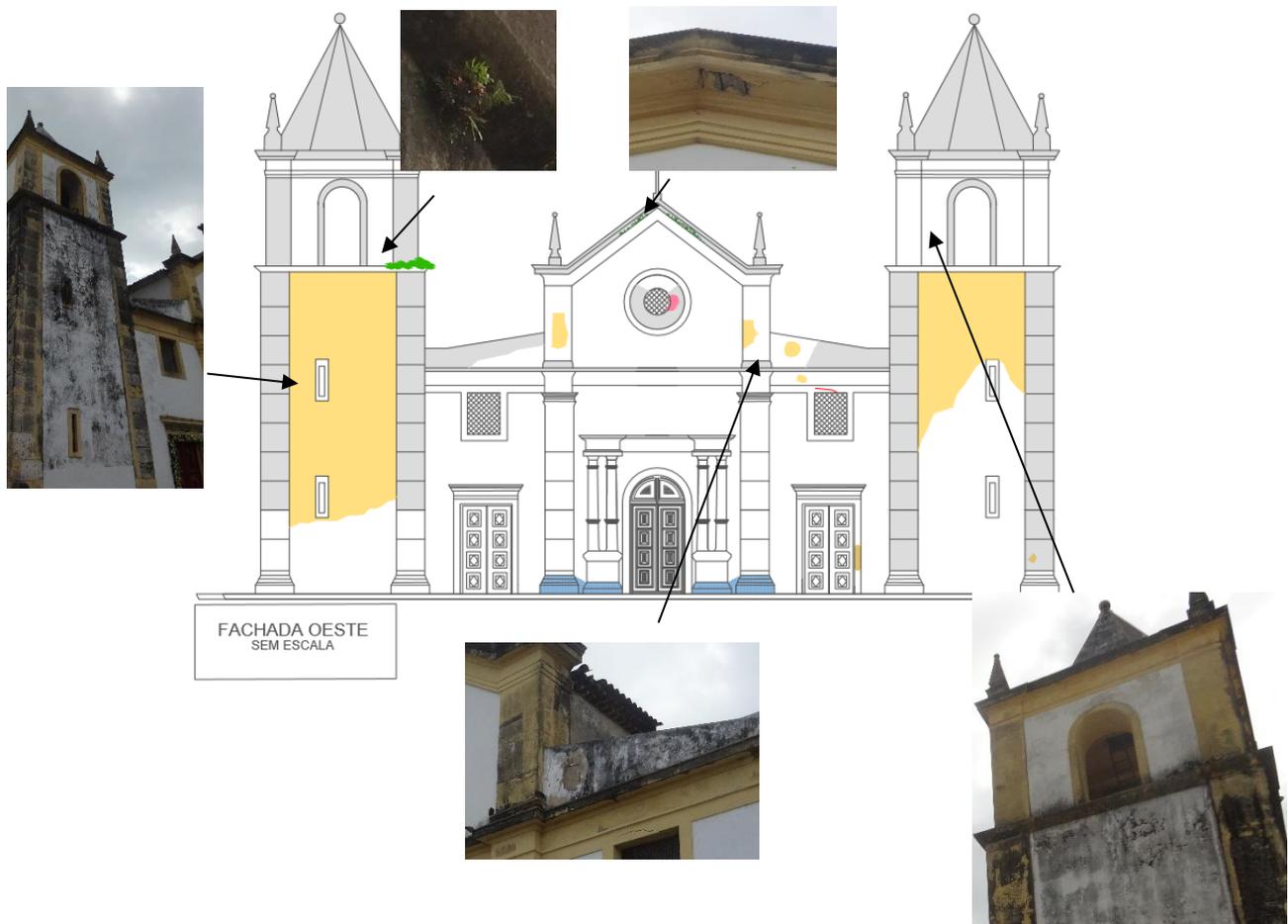


**Figura 11** – Problemas no teto da nave principal

## 4.2 Fachadas da Catedral

### 4.2.1 – Fachada Oeste (frontal)

O mapa de danos da fachada frontal (Figura 12) mostra os locais exatos dos oito problemas patológicos encontrados nas inspeções desta fachada: fissuras superficiais, umidade, eflorescências, presença de vegetações, deslocamento de reboco, depósitos escuros/sujidades, perda de seção/lacunas, e corrosão de armaduras. Pode ser observado neste mapa de danos que a anomalia depósitos escuros/sujidades está presente a partir de certa altura nas torres sineiras. Isto se deve a uma recente pintura da parte inferior da fachada que mascarou as manifestações patológicas nesta região. A grande área de extensão da anomalia deslocamento de reboco evidencia a falta de manutenção periódica nas áreas superiores da Catedral. Como o clima de Olinda é úmido e o material de construção encontra-se bastante poroso, criou-se um ambiente propício para a manifestação de depósitos escuros e sujidades como também o desenvolvimento de vegetações.



**Figura 11** – Mapa de danos da fachada oeste

#### 4.2.2 – Fachada Norte

Como a fachada norte não recebe incidência direta da névoa salina, esta fachada apresentou como a mais conservada da catedral apresentando seis manifestações patológicas localizadas principalmente na torre sineira. O mapa de danos da fachada norte (Figura 12) mostra as anomalias encontradas nas inspeções nesta fachada que foram deslocamento do reboco, umidade, presença de vegetação, desagregação granular, depósitos escuros/sujidades e deslocamento do reboco com exposição de alvenaria.

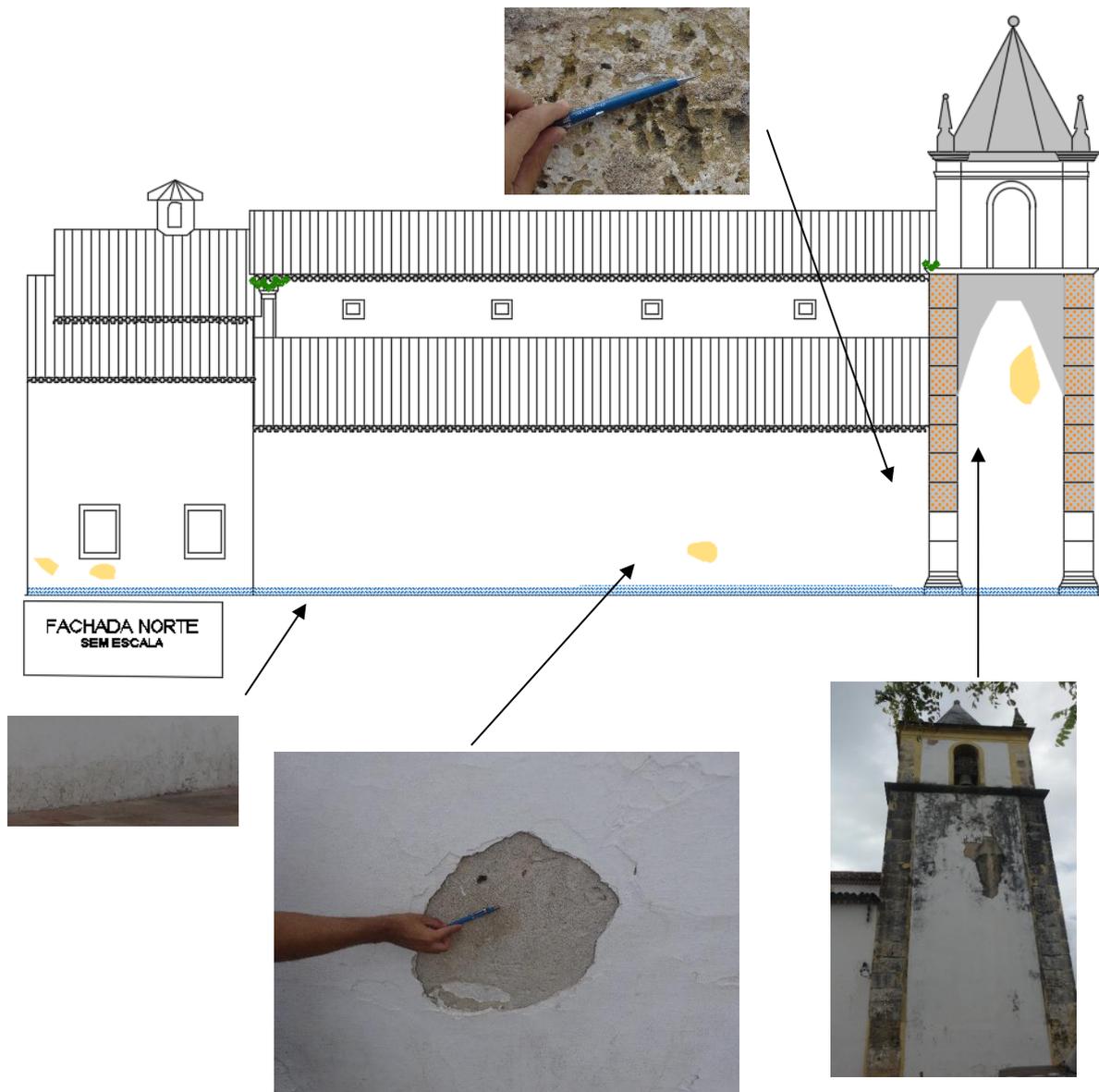


Figura 14 – Mapa de danos da fachada norte

#### 4.2.3 – Fachada Sul

O mapa de danos da fachada sul (Figura 15) mostra uma grande área de deslocamento do reboco e depósitos escuros /sujidades apresentando seis problemas patológicos, sendo estes deslocamento do reboco, depósitos escuros/sujidades, umidade, fissuras superficiais, desagregação granular, e danos nas esquadrias e madeiras. Esta fachada sofre um maior efeito deletério causado pela névoa salina por estar voltada para o oceano cerca de 350 metros de distância e também ser a parte da edificação que recebe uma maior incidência de chuvas durante o ano. A fachada sul foi considerada pelos autores como sendo a mais degradada das três fachadas estudadas.

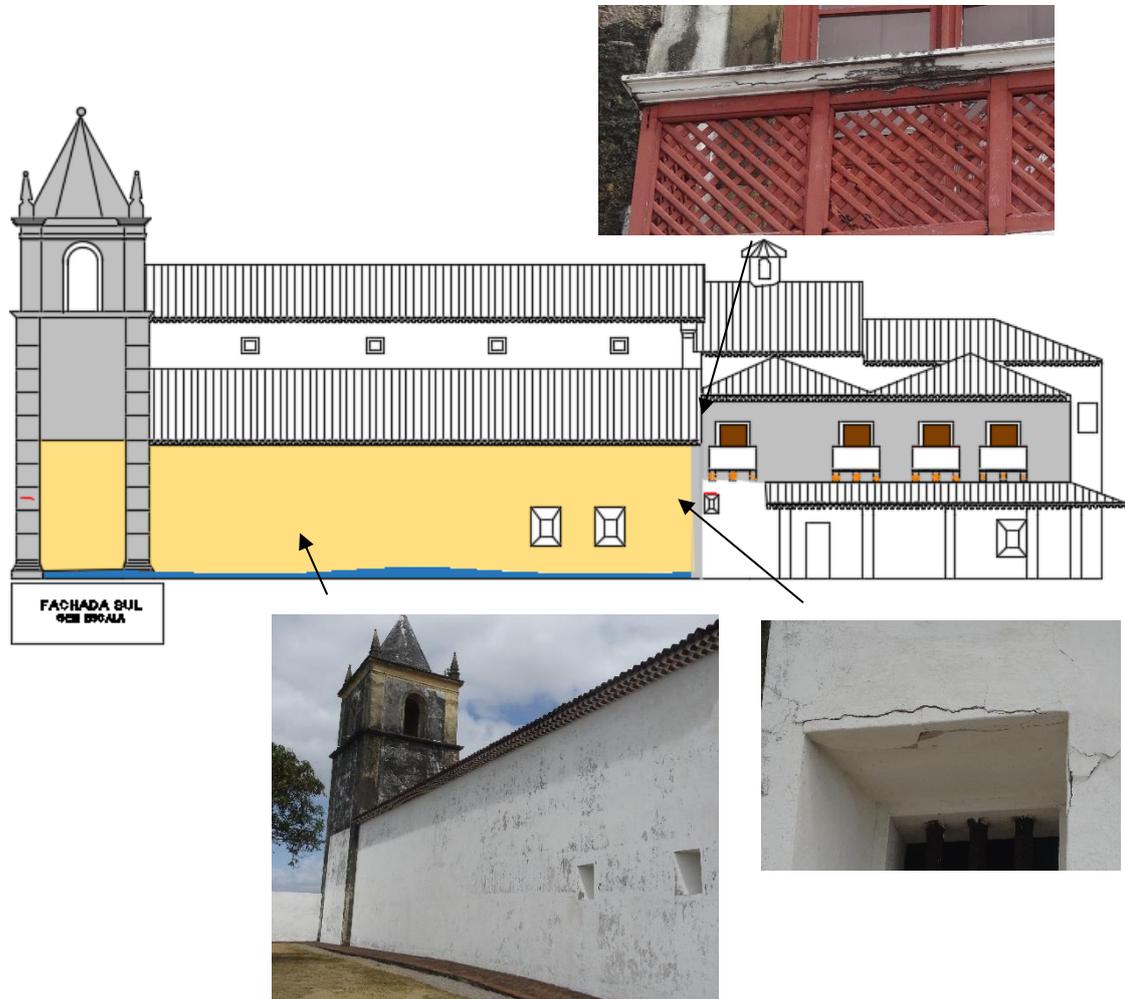


Figura 15 – Mapa de danos da fachada sul

## 5. Conclusão

Baseando-se nas inspeções realizadas na Catedral da Sé e no mapa de danos elaborado, percebeu-se que a estrutura interna das torres sineiras e as fachadas apresentam um estado de conservação não desejável. Especialmente a fachada sul e a torre sineira sudoeste que são as áreas com maior potencialização para danos, por estarem sujeitas à ação desgastante da maresia e das chuvas. Constatou-se também que as manifestações patológicas que dependem da umidade para se desenvolver foram amplamente observadas nas inspeções devido ao clima úmido da cidade de Olinda, à ausência de barreiras que minimizem a incidência de chuvas sobre a edificação e à carência de manutenções preventivas e corretivas eficazes. A visualização das manifestações foi simplificada com o uso da ferramenta de mapa de danos, assim como a interpretação da área de abrangência do dano o que poderá simplificar os processos de prognósticos e, tratamentos dos problemas vistoriados, bem como facilitar as estimativas para orçamentos



de recuperação e restauração da edificação estudada. Por fim os autores incentivam e recomendam as manutenções preventivas nas edificações históricas a fim de preservar e manter o patrimônio histórico e cultural de um povo.

### Referências Bibliográficas

Almeida, F.N.F. (2005) Manual de conservação de cantarias. Instituto do patrimônio histórico artístico e nacional – IPHAN. 43p.

BAUER, L.A. F. (2011) Materiais de Construção 2. Rio de Janeiro: LTC. 510 - 922 p.

BERTOLINE, L. (2010) Materiais de construção. São Paulo, Oficina de textos.

Cabral, Renata. (2016) Entre destruições, achados e invenção: a restauração da Sé de Olinda no âmbito do Programa Integrado de Reconstrução das Cidades Históricas do Nordeste. An. mus. paul., São Paulo, v. 24, n. 1, p. 181-204.

Corrêa, R.H.; Tirello, R.A. (2012) Mapas de danos de edifícios históricos: criação, aplicação e avaliação de sistema de simbologia gráfica para representação de patologias. Pibic/Cnpq. Unicamp, SP.[S.I.]

Helene, P.R.L. (1992) Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: Pini. 215 p.

Macedo, J.V.S. (2016) Mapeamento de manifestações patológicas das fachadas da Igreja da Sé – Olinda. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife.

Menezes, J.L.M. Sé de Olinda. Pref. De Leonardo Dantas. Recife, FUNDARPE, Diretoria de Assuntos Culturais, 1985. 105 p.

Ribeiro, D. V., Helene, Paulo. (2014) Corrosão em Estruturas de Concreto Armado. “Teoria, Controle e Métodos de Análise”. Rio de Janeiro: Editora CAMPUS. 1 ed.

Rocha, E.A. (2017) Manifestações patológicas em edificações religiosas do século XVI e XVII: um estudo na região do sítio histórico de Olinda- PE. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Recife. 175p.



## AVALIAÇÃO PATOLÓGICA E REFORÇO DOS ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA NO SÉCULO XIX – BELÉM/PA

### *Pathological Evaluation And Reinforcement Of The Reinforced Concrete Elements Of A Building Built In The 19th Century - Belém / PA*

**Victória REIS<sup>1</sup>, Mike PEREIRA<sup>2</sup>, Felipe OLIVEIRA<sup>3</sup>, Wilton MACIEIRA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, reisvictoria.vdr@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, mspmike@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, fp.ramos.oliveira@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, wilton.matos.macieira@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho apresenta o emprego da técnica de reforço estrutural por encamisamento aplicada na reforma da edificação histórica denominada Chalé Tavares Cardoso, no distrito de Icoaraci em Belém do Pará, devido à necessidade arquitetônica de permanecer o mais fiel possível ao projeto original e justificando-se pela necessidade do aumento de capacidade de resistência sem que haja aumento substancial na seção transversal dos pilares. Além disso, apresenta-se um relatório fotográfico detalhado, histórico de intervenções da edificação, diagnóstico e sugestão de tratamento para as demais patologias a serem tratadas. Os resultados obtidos através da análise do reforço em relação aos pilares retangulares, em concordância com a NBR 6118 (ABNT, 2014), indicaram que a técnica estudada foi eficiente, pois todas as peças reforçadas tiveram uma capacidade portante maior e atenderam aos requisitos atuais de segurança estrutural sem comprometer as características arquitetônicas da edificação.

**Palavras-chave:** Patologia, patrimônio histórico, concreto armado, reforço, encamisamento.

#### **Abstract:**

This work presents the use of the technique of structural reinforcement for jacketing applied in the reform of the historical building called Chalé Tavares Cardoso, due to the architectural need to remain as faithful to the original design, justifying the need for increased resilience without substantial increase in the cross section of the pillars. In addition, a detailed photographic report, history of construction interventions, diagnosis and treatment suggestion for the other pathologies to be treated is presented. The results obtained through the analysis of the reinforcement in relation to the rectangular abutments, in agreement with the NBR 6118 (ABNT, 2014), indicated that the technique studied was efficient, since all the reinforced parts had a larger bearing capacity and met the current requirements of Structural safety without compromising the architectural features of the building.

**Keywords:** Pathology, historical patrimony, reinforced concrete, reinforcement, jacketing.



## 1. Introdução

O Chalé Tavares Cardoso (Figura 01), com um total de 1900 m<sup>2</sup>, é um prédio público construído no final do século XIX, tendo sua obra pronta entre 1870 e 1912, apresenta estrutura mista de concreto armado e madeira (Figura 2), mantendo características arquitetônicas ecléticas características do neoclassicismo francês. A edificação representa um marco de um estilo regional de grande importância cultural da cidade de Belém, no estado do Pará. Construído no período do Ciclo da Borracha pelo dono da Livraria Universal, o chalé foi projetado para ser a casa de veraneio da família, na chamada Bellé Époque Amazônica. Com a morte de Tavares Cardoso em 1935, aos 83 anos, o palacete foi herdado por sua filha Guilhermina de Menezes Cardoso. Guilhermina, tempos depois, se desfez do imóvel por não ter condições de arcar com a manutenção do prédio. O governador Zacharias de Assunção adquiriu o casarão que passou a abrigar o primeiro Ginásio de Icoaraci, o “Avertano Rocha”.

Apenas em 1972, o Chalé Tavares Cardoso, passou para o domínio do município de Belém, sofrendo pequenas mudanças e passando a funcionar como Biblioteca Municipal Avertano Rocha. Em 1990, o prédio já se encontrava em adiantado estado de deterioração, obrigando a transferência da biblioteca para outro prédio. A partir de então, o chalé começou a entrar em decadência, seja pela falta de manutenção, seja pela ação das intempéries naturais e humanas, pois o prédio, desocupado, passou a ser alvo constante de grupos depredadores do patrimônio público da cidade. Em 1993, a FUMBEL (Fundação Cultural do Município de Belém), através do Departamento de Patrimônio Histórico, atendendo aos constantes apelos dos moradores da comunidade local, elaborou o Projeto de “Restauração e Reutilização do Chalé Tavares Cardoso”, visando sua recuperação e a retomada das funções de Biblioteca Municipal. Tombado pela Lei Municipal nº 7.709, de 18 de maio de 1994, o chalé é considerado patrimônio arquitetônico do Município de Belém e ilustra expressivamente o gosto da burguesia que se formou na cidade, pelas grandes residências de veraneio que surgiram no final do século.



**Figura 1** - O Chalé Tavares Cardoso, 2016. Autor: Próprio



**Figura 2** - Chalé Tavares Cardoso ainda como residência na época da Belle Époque. Autor: desconhecido.

Neste estudo de caso, os pilares da varanda edificação foram avaliados analiticamente e computacionalmente para verificação de suas resistências, visando atender os requisitos vigentes de segurança estrutural. Tal qual diversas edificações antigas na cidade de Belém, o concreto destes pilares foi dosado sem o devido controle tecnológico, não havendo comprovação técnica da resistência deste material para atender à NBR 6118 (ABNT, 2014). A verificação dos resultados obtidos neste reforço é importante devido à técnica de encamisamento com concreto armado ser a mais usual e ainda apresentar dificuldades de execução em obras históricas devido comprometer a integridade arquitetônica das edificações, consideradas culturalmente indispensáveis ao patrimônio arquitetônico da cidade, devendo assim, permanecer o mais fiel à sua forma original, sem que haja aumento substancial na seção transversal dos pilares. O encamisamento de concreto armado é viável em virtude das vantagens econômicas, rapidez de execução caso este seja feito com coerência com o projeto arquitetônico.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Restauração de edificações históricas

A origem da preservação de edificações representativas da cultura de um povo, o chamado patrimônio histórico, surge de forma mais consolidada no contexto da era industrial, em resposta à destruição em massa de edifícios ligados ao passado aliada a uma rápida evolução de costumes e técnicas, gerando tanto insegurança quanto apego a símbolos tradicionais (TEOBALDO, 2004). O Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), instalado no Brasil em 1936, foi responsável pela elaboração da primeira lei de preservação, o Decreto-Lei 25, de 30 de novembro de 1937. Segundo Teobaldo (2004), a preocupação com o restauro, mais especificamente da arquitetura colonial, ganhou desde



cedo maior peso, já que foi considerado pelos modernistas um mecanismo de resgate de nossa particularidade, identidade e história.

Nesse contexto, o restauro contemporâneo busca manter a unidade orgânica (funcional) e figurativa da obra, através da sua reintegração, da liberdade no suporte material, da reversibilidade, do tratamento de patologias e da recomposição de partes perdidas. Diante de tais necessidades, muitas técnicas de reforço passaram a ser usadas como o encamisamento, que consiste na adição de concreto armado à seção transversal do elemento a ser reabilitado, podendo ou não envolver novas armaduras (PÁDUA, R. *et al*, 2012). Entre as vantagens do uso da técnica de encamisamento de pilares destaca-se a facilidade, plasticidade, continuidade, monotilismo e maior resistência à ação erosiva dos elementos (LEAL, 1977), porém, principalmente quando se trata de obras de restauro, deve ser feito com cautela visto que, corre-se o risco de descaracterizar a arquitetura das edificações históricas. Essa preocupação pode ser exemplificada pelo próprio Chalé Tavares Cardoso, cuja arquitetura neoclassicista de casa de veraneio apresenta os pilares esbeltos na varanda, do tipo palafita, característico do estilo da Bellé Époque. O encamisamento excessivo deixaria os pilares robustos, o que colocaria em risco a identidade arquitetônica da edificação.

## 2.2 Reforço por encamisamento

É a técnica mais utilizada, devido apresentar diversas vantagens, uma vez que é de simples execução e aplicação, além de utilizar materiais comumente usados, se comparada com outras técnicas de reforço por exemplo, cuja utilização depende da aplicação de armaduras exteriores, chapas de aço ou adição de materiais especiais. O encamisamento garante maior proteção ao fogo e à corrosão das armaduras, por outro lado, apresenta como inconvenientes o aumento da dimensão dos elementos reforçados. A espessura máxima do encamisamento deve ser de 10 cm, em geral, ou de 6 cm, no caso de serem utilizados concretos com aditivos superplastificantes e agregados cuja dimensão máxima ( $d_{máx}$ ) não ultrapasse os 20 mm (SANTOS, 2008).

O aspecto crítico deste tipo de reforço é, sem dúvida, a ligação do concreto novo ao concreto pré-existente, particularmente devido ao efeito da retração, que pode ocasionar a perda do monotilismo e continuidade da estrutura. Para melhorar as características desta ligação e atenuar tais efeitos, devem-se adotar procedimentos adequados (MATOS, 2000).

Em primeiro lugar deve-se remover o concreto deteriorado ou desagregado, sempre levando em conta a dimensão da superfície a intervir. Ou seja, para pequenas superfícies e locais de difícil acesso de equipamentos mecânicos, deve-se utilizar a escarificação manual cuja função é também aumentar a rugosidade da superfície de contato e facilitar a aderência. Posteriormente deve-se realizar a limpeza e preparação das superfícies, retirando os resíduos de corrosão da armadura e de qualquer espécie. Após os procedimentos de limpeza, deve-se saturar as superfícies do concreto pré existente com água, durante pelo menos 6 horas antes da nova concretagem. O processo de aplicação do novo concreto deve ser cuidadoso, com a consistência adequada de modo a preencher os vazios, quanto à cura, recomenda-se um período de pelo menos 10 dias, caso seja feito por molhagem simples. O concreto a ser aplicado no encamisamento deve ter



características compatíveis com o concreto existente, devendo ter sua resistência à compressão cerca de 5 MPa superior à do concreto existente.

### 2.3 Mecanismos de deterioração e manifestações patológicas no concreto

As manifestações patológicas são consequências dos mecanismos de deterioração das estruturas. Na análise de uma estrutura danificada, conhecer as causas patológicas é indispensável, visto que, além de um correto tratamento, é necessário que se garanta a minimização da patologia pós-recuperação (SARTORTI, 2008).

O concreto armado tem uma estrutura complexa e heterogênea e é sujeito a diversas alterações ao longo de sua vida útil, em função das interações tanto entre seus próprios constituintes como pelos fatores externos aos quais é submetido. As interações que resultam em anomalias que comprometem seu desempenho podem ser classificadas como mecanismos de degradação do concreto. Estes mecanismos são todos aqueles relacionados às ações mecânicas, movimentação de origem térmica, impactos, ações cíclicas de deformação lenta (fluência), relaxação entre outros (HELENE, 1997).

#### 2.3.1 - Carbonatação.

O CO<sub>2</sub> presente na atmosfera combina-se com as bases do cimento hidratado, resultando compostos com pH mais baixos. O CO<sub>2</sub> penetra da superfície para o interior, visto que a carbonatação inicia-se na superfície do concreto e penetra lentamente para seu interior. Ressalta-se que tal fenômeno está relacionado principalmente à qualidade do revestimento conferido à peça e sua velocidade é função da difusão de CO<sub>2</sub> no concreto, umidade relativa, tempo, relação a/c, tipo de cimento, permeabilidade do concreto e cura. A carbonatação é um dos mecanismos mais frequentes de deterioração do concreto armado e está diretamente associado à corrosão das armaduras, sendo assim a realização do ensaio de carbonatação é de extrema importância para avaliação das condições estruturais das pontes e viadutos de concreto armado. (CAPRARO. A.P. *et al*, 2015).

#### 2.3.2 - Fissuras.

As fissuras ocorrem sempre que tensões ativas superam sua resistência última à tração. Sua classificação depende de sua origem, intensidade e magnitude. Suas causas podem ser intrínsecas – retração plástica do concreto, assentamento plástico de concreto, movimentações de fôrmas e outros fatores construtivos – ou extrínsecas – variações térmicas, sobrecargas, corrosão das armaduras, reação álcali-agregado, ataque de sulfatos entre outros.

#### 2.3.3 - Corrosão das armaduras.

O concreto apresenta um meio altamente alcalino, o que resulta num ambiente passivo para a armadura, o que impede o contato com a superfície metálica. O ambiente ao deixar de ser passivo, possibilita o ataque por cloretos e a diminuição da alcalinidade do concreto, esta última por carbonatação. Os óxidos expansivos gerados pela corrosão ocupam um volume consideravelmente maior que o volume do aço original, o que gera tensões internas



de tração cuja presença é extremamente desfavorável ao concreto. Tal fenômeno causa fissuras e destacamento das camadas de revestimento, cuja qualidade normalmente já se encontra comprometida por falhas de execução, facilitando a entrada de agentes agressivos (ANDRADE, 1992). Além das deficiências construtivas no que tange o revestimento, outras causas da corrosão das armaduras são ações erosivas contínuas devido a fenômenos climáticos e deformações por impactos ou por o ataque de óxido.

### 3. Metodologia

#### 3.1 Características da edificação e do projeto

A edificação a ser revitalizada chama-se Chalé Tavares Cardoso e localiza-se no distrito de Icoaraci, na região metropolitana de Belém, no estado do Pará. Apresentando 1900 m<sup>2</sup> de área construída, o Chalé é composto de subsolo, pavimento térreo e pavimento superior, com duas escadarias na parte frontal e uma varanda (localização dos espécimes reforçados), além de possuir um extenso lago artificial em seu entorno (figura 3). Todas as etapas do processo de revitalização do prédio foram de responsabilidade da Secretaria Municipal de Urbanismo (SEURB) e seguiram um cronograma executivo previamente estabelecido e detalhado. Por meio da Lei Municipal nº 7.709, de 18 de maio de 1994, classificou o chalé como patrimônio arquitetônico do Município de Belém. Durante o processo de revitalização foi constatada a necessidade de reforço estrutural no trecho do térreo dos pilares de 1 a 9 para os novos carregamentos. A figura 5 mostra o layout da edificação e a Figura 6 mostra a situação original dos pilares e a proposta de reforço. Além disso, a edificação não apresenta nenhum elemento formal de fundação (paredes, pilares e cortinas ligadas diretamente ao solo) e se encontra em uma área naturalmente alagada (figura 4).

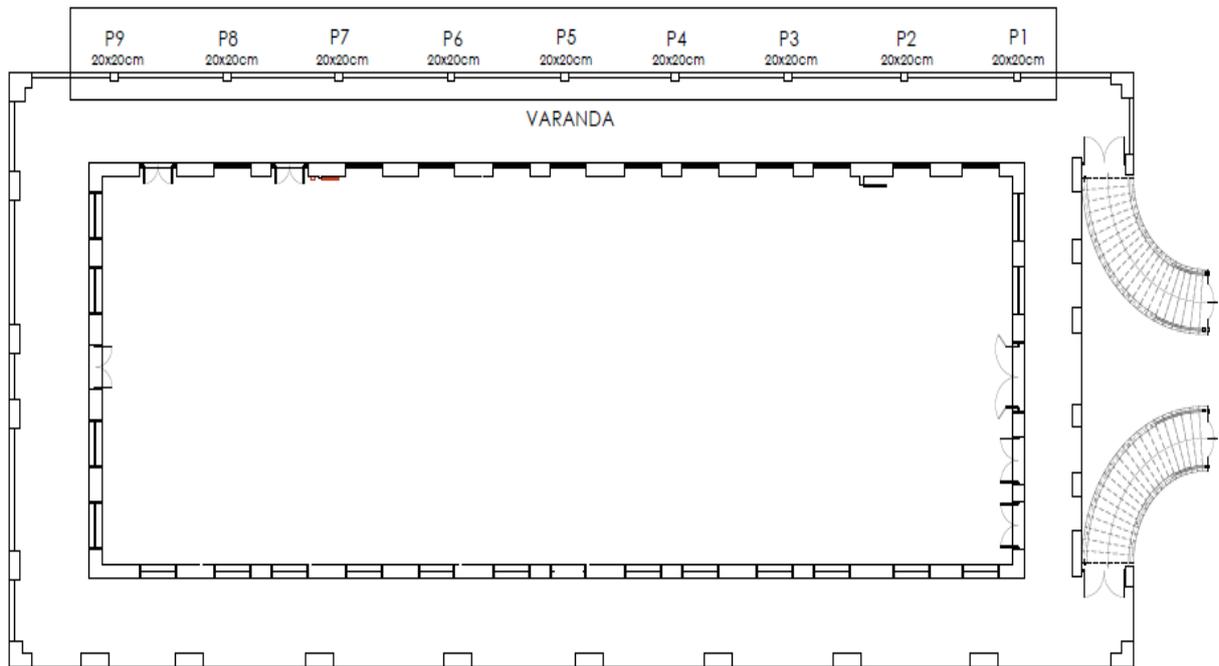


**Figura 4** - Entorno alagado do Chalé Tavares Cardoso. Autor: Desconhecido.

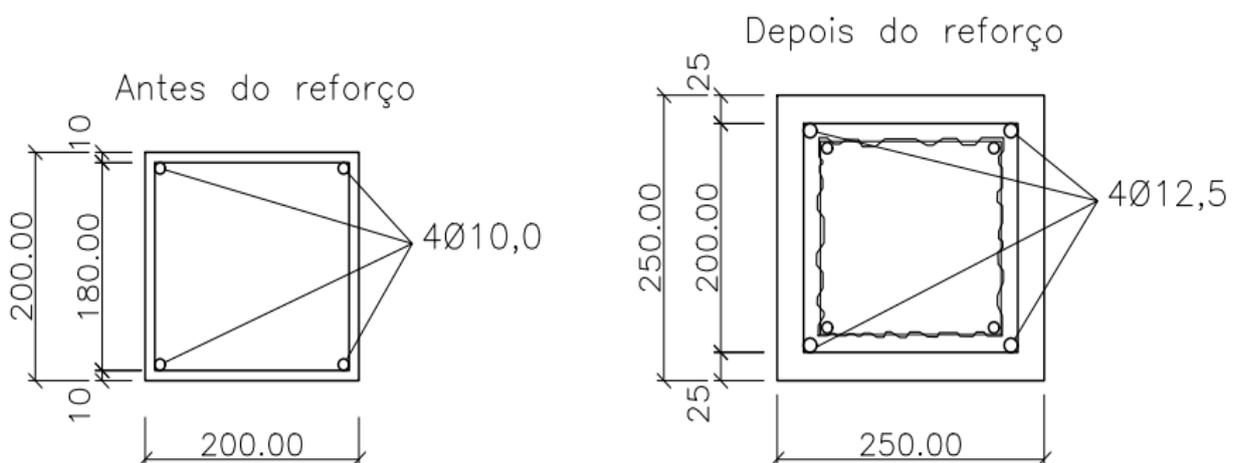
Na reforma da edificação, elementos de época foram mantidos e as áreas construídas, as quais não estavam no projeto arquitetônico original, foram removidas. Os serviços realizados compreenderam a revitalização das esquadrias originais de madeira, reforço estrutural dos pilares, criação de um sistema de fundação, substituição do forro, da estrutura de cobertura, do telhado, novas instalações elétrica, de lógica, hidrossanitária e



de combate a incêndio e revitalização dos detalhes em madeira da fachada (guarda-corpos e lambrequis).



**Figura 5** - Localização e dimensões dos pilares P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9



**Figura 6** - Seção transversal dos pilares antes e após o reforço.

### 3.2 Registro de Intervenções



Em 1990, o prédio já se encontrava em adiantado estado de deterioração, não possuindo mais sua cobertura original (figura 7), obrigando a transferência da biblioteca para outro prédio. Chega-se a conclusão da necessidade de intervenção. Em 1993, foram realizados registros da situação em que se encontrava a edificação, para elaboração do projeto de restauração e reutilização finalizado, visando à retomada das funções de Biblioteca Municipal.

No final de 2004 e início de 2005, foi feita a primeira grande intervenção na edificação, incluindo reforços parciais na fundação, estrutura de cobertura e piso mezanino no andar superior (figura 8), além das torres laterais, cortina de contenção no subsolo e serviço de macrodrenagem. Deve-se considerar que tais mudanças não foram acompanhadas de análise de viabilidade para adição de novos reforços

Em meados de 2015, após diversas intervenções pontuais não muito significativas, observou-se o agravamento de problemas de assoreamento e danos causados a rede de drenagem antiga. Além disso, as patologias estruturais chamaram atenção da comunidade do distrito devido a sua gravidade.



**Figura 7-** Estado de deterioração do Chalé, sem cobertura. Autor: Desconhecido



**Figura 8 -** (a) Piso mezanino desocupado; (b) Piso mezanino em uso. Autor: Próprio



### 3.3 Manifestações patológicas da edificação e diagnóstico

Entende-se por patologia a parte da engenharia que os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos danos das obras civis, visando o diagnóstico do problema (HELENE, 2003). Para a verificação da segurança da estrutura existente e confecção desse diagnóstico, foram realizadas visitas de fiscalização e acompanhamento ao canteiro de obras durante a execução da obra de revitalização, onde foram identificados os procedimentos, técnicas e equipamentos utilizados nas intervenções, sendo realizado o registro fotográfico em todas as etapas do processo executivo.

A adição do piso mezanino gerou sobrecarga em toda estrutura além de um recalque diferencial, visto que a estrutura não apresenta nenhum elemento formal de fundação. O solo alagado foi um elemento agravante para o processo de recalque, acelerando o afundamento da estrutura. As fissuras nas cortinas de contenção (Figura 9) reforçam tal ideia. Percebe-se que o recalque mudou consideravelmente as condições de apoio da estrutura gerando deslocamento excessivo em muitos pontos o que, conseqüentemente, acarretou em tensões (esforços) que se redistribuíram por toda a estrutura. A estrutura não foi reforçada para adição de novos esforços e, portanto seus elementos estruturais de concreto armado fissuraram, a Figura 10, mostra exemplos disso. As fissuras do concreto acabaram se tornando um facilitador do processo de corrosão que por sua vez, gerou destacamento de pedaços de concreto, exposição das armaduras, perda de seção de concreto, perda de seção de aço, perda de capacidade resistente e fissuras por esforços (compressão, tração, flexão, etc.) e fissuras por deslocamento excessivo nas paredes e esquadrias e em diversos elementos dessa estrutura como mostra a Figuras 11.



**Figura 9** - Fissuras na cortina de contenção. Autor: Próprio



**Figura 10** - Oxidação de ferragens nos pilares, deterioração do concreto com evidência carbonatação na estrutura de concreto armado e deslocamento devido à expansão da ferragem oxidada.  
 Autor: Próprio



**Figura 11** - Oxidação de ferragens, deslocamento e fissuras. Autor: Próprio



Como tratamento, indica-se que primeiramente se crie um sistema de fundação profunda na estrutura por meio de blocos de estacas. Limpar as armaduras em corrosão, recuperar as seções de concreto dos pilares com graute e das vigas e lajes com concreto projetado. Colmatação das fissuras e trincas com resina epóxi estrutural.

Também é necessário o reforço e recuperação de um grande número de elementos estruturais (seja por sobrecarga ou por perda de capacidade resistente). Nos pilares da varanda recomenda-se a técnica de encamisamento. Afim de garantir um menor descaracterização na obra histórica original recomenda-se o reforço da vigas internas e lajes através de aço, visto ser o procedimento padrão para obras tombadas (TEOBALDO, 2004).

#### 4. Reforço estrutural

A metodologia empregada para definição da técnica de reforço estrutural considerou o conjunto de informações sobre o estado de conservação de toda a estrutura somado ao conjunto de intervenções que a mesma sofreu durante sua vida útil, visando conduzir o engenheiro projetista do reforço estrutural a elaborar um diagnóstico mais preciso sobre as causas e consequências das patologias encontradas visto que, segundo Julio *et al.* (2003), o sucesso das atividades de recuperação ou intervenção na estrutura depende de uma definição clara e precisa acerca dos problemas encontrados, contemplando o diagnóstico e prognóstico evolutivo das causas atuantes. Este estudo preliminar foi fundamental para a determinação do nível de intervenção a ser realizado na estrutura, que pode variar de simples reparos localizados até a necessidade de demolição e reconstrução. Para o reforço estrutural foi escolhida a técnica de encamisamento com concreto armado, pois o concreto pode ser lançado em moldes ou projetado, tornando-se o material mais versátil para o reforço ou recuperação de estruturas de concreto armado, sendo utilizado em todos os tipos de elementos estruturais e nas mais diversas situações e condições (MEHTA & MONTEIRO, 2014). O reforço estrutural foi então indicado para os pilares de 1 a 9, no trecho da varanda, sendo as etapas principais constituídas por apicoamento da superfície dos pilares, posicionamento da armadura adicional, instalação dos moldes de madeira e lançamento do concreto com resistência à compressão (fck) de 25 MPa.

##### 4.1 Concreto

O concreto utilizado no reforço estrutural teve seu acompanhamento e fiscalização seguindo as recomendações da norma brasileira para projeto de estruturas de concreto, NBR 6118 (ABNT, 2014), e o dimensionamento do traço para atingir a resistência à compressão do concreto (fck) de 25 MPa forneceu a proporção em volume de 1:2:3 e fator água cimento de aproximadamente 0,5, utilizando agregados graúdos de diâmetro máximo igual a 19 mm. A verificação da resistência à compressão do concreto foi realizada por laboratório especializado que realizou a moldagem “*in loco*” de corpos-de-prova cilíndricos com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. Foram moldados 4 corpos-de-prova para cada betonada realizada pelos funcionários da empresa executora do concreto, para que o traço dimensionado atingisse a resistência à compressão especificada pelo projetista do reforço estrutural.



## 4.2 Armaduras

As armaduras longitudinais e transversais (estribos) antes e após o reforço estrutural dos pilares foram compostas por barras de aço com os diâmetros, quantidades e espaçamentos apresentados na Tabela 1. O cobrimento de concreto para os pilares foi de 3 cm, obedecendo a tabela CAA (Classe de agressividade ambiental) presente na (ABNT, 2014). Nota-se que, apesar dos esforços para preservar ao máximo a arquitetura original, as menores dimensões finais dos pilares, acrescidas da camada de argamassa de revestimento com 30 mm de espessura, seriam maiores que a espessura da parede da varanda (dente).

**Tabela 1** - Dimensões da seção transversal e armaduras dos pilares.

Pilar	Dimensões do pilar		Aço		
	Seção transversal (mm)		Armaduras (mm)		Tensão de escoamento de projeto (Mpa)
	Antes do Reforço	Após o Reforço	Antes do reforço: longitudinal/estribo	Após do reforço: longitudinal/estribo	
P1=P2=P3= P4=P5=P6= P7=P8=P9	200 X 200	250 X 250	4Ø10,0 / Ø5,0 c150	4Ø12,5 / Ø5,0c150	435

## 4.3 Concretagem

Para que houvesse maior aderência entre o concreto velho e o concreto novo as superfícies dos pilares foram umedecidas para posterior lançamento do concreto. O concreto foi lançado cuidadosamente e o adensamento foi realizado com vibrador de imersão com diâmetro da agulha de 20 mm, primeiramente em 50% do volume de concreto lançado em cada pilar e, posteriormente, no volume restante. Após a retirada dos moldes de madeira os pilares receberam uma camada de revestimento de argamassa para possibilitar o acabamento final, ou seja, pintura.

Nas figuras 12, 13 e 14, como já mencionado anteriormente, observa-se que os pilares reforçados e acrescidos com revestimento ultrapassa o limite da parede. A Figura 15 mostra o aspecto final dos pilares já revestidos.



**Figura 12** - Pilares reforçados durante o processo de encamisamento. Autor: Próprio



**Figura 13** - "Dente" em relação aos limites da varanda. Autor: Próprio



**Figura 14** - Vista lateral da varanda. Autor: Próprio



**Figura 15** – Aspecto final dos pilares reforçados e revestidos. Autor: Próprio

## 5. Conclusão

Foram apresentados problemas estruturais que levaram à necessidade de reforçar os 9 pilares presentes na varanda da edificação histórica Chalé Tavares Cardoso, por não atenderem às recomendações da norma brasileira NBR 6118 (ABNT, 2014). Considera-se que a técnica de reforço estrutural proposta para estes pilares, através do encamisamento com concreto armado, foi viável em virtude das vantagens econômicas, rapidez de execução e coerência com a integridade arquitetônica da edificação. O êxito do reforço é comprovado na verificação dos parâmetros de cálculo normativos, ressaltando que a intervenção executada nos elementos estruturais foi precedida de análise estrutural com programas computacionais atuais e aumentou a segurança dos pilares da edificação histórica para níveis satisfatórios. Para a recuperação completa da edificação, sugere-se seguir o tratamento proposto no tópico 3.3 deste trabalho.

## Referências Bibliográficas

ANDRADE, M.D.C Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armadura. São Paulo: Pini, 1992. 140p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

Brasil, IPHAN. Legislação (On-line). Disponível: <http://www.iphan.gov.br>

CAPRARO, A. P. Ensaio básicos para inspeções rotineiras em pontes de concreto. ENACOR, 2015. 15 p.

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. CEB-FIP Model Code 1990. London, Thomas Telford, 1993.



HELENE, P., PEREIRA, F.; Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. Reparación, refuerzo y Protección. CYTED, 2003.

HELENE, P. R. L. Vida útil das estruturas de concreto. In: Congresso ibero-americano de patologias de construções, v.1 4., 1997, Porto Alegre, RS-Brasil. 1997.p.1-30.

LEAL, F. M. Restauração e Conservação de Monumentos Brasileiros: subsídios para o seu estudo. 1 ed. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1977.

171 p.

MATOS, S. Técnicas de reparação e reforço estrutural. Faculdade de engenharia da U.P. – DECivil, 200

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. (2014), “Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais” (São Paulo, Brasil: Nicole Pagan Hasparyk), p.782.

PÁDUA, R. C., *et al.*. Pilares de concreto armado reforçados por meio de encamisamento, Revista Eletrônica de Engenharia civil, volume 5, REEC, 2012

SANTOS, T.N.S.A.F. Estratégias para recuperação e reforço para estruturas de betão armado. Universidade do Minho, 2008.

SARTORTI, A.L.; Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas-SP. UEC, 2008.

TEOBALDO, I. N.C. Estudo do aço como objeto de reforço estrutural em edificações antigas. Belo Horizonte, 2004.



## ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM CENTRO COMERCIAL CONSTRUÍDO NA DÉCADA DE 30

### *Pathological Study Of The Manifestations Of A Shopping Center Built In 30 Decade*

Ornella Almeida Lacerda LIRA<sup>1</sup>, Ruan Carlos COSTA<sup>2</sup>, Danielly Cristina da Silva FREIRE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Potiguar (UnP), Mossoró - RN, Brasil, ornella-lacerda@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Potiguar (UnP), Mossoró - RN, Brasil, ruan.2403@hotmail.com

<sup>3</sup> Estácio de Sá, Natal - RN, Brasil, dani-cris@hotmail.com

**Resumo:** Obras antigas trazem para as civilizações atuais um valor histórico de determinada época. A manutenção desse tipo de edifício em muitos casos não é realizada de forma devida, ocasionando a necessidade de intervenções e restaurações. Para realização de uma restauração é necessário possuir um conhecimento prévio do edifício, sendo este referente a pesquisa histórica e ao mapeamento das manifestações patológicas que afetam a edificação. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento histórico e mapeamento das manifestações patológicas existentes no Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo que é uma edificação construída no década de 30, localizado na cidade de Angicos – RN. Este trabalho é caracterizado como estudo de caso que conta com uma pesquisa qualitativa e levantamento de dados *in loco*. Primeiramente é realizada uma pesquisa histórica sobre a edificação. O levantamento de dados é realizado através de inspeções visuais que são descritas através de um mapeamento que indica a localização das manifestações patológicas e suas intensidades. Por fim é realizado uma descrição dessas manifestações patológicas. Os resultados obtidos indicam que apesar da realização de reformas parciais, a situação geral da edificação é de avançada degradação natural, ausência de manutenção e grande acúmulo de sujeira sendo necessário intervenções de caráter restaurativo para preservação e utilização segura da edificação.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas. Obras antigas. Levantamento. Mapeamento.

**Abstract:** Old workmanships bring for the current civilizations a historical value of determined time. The maintenance of this type of building in many cases is not carried through of which had form, causing to the necessity of interventions and restorations. For accomplishment of a restoration it is necessary to possess a previous knowledge of the building, being this referring a searches historical and to the mapping of the pathological manifestations that affect the construction. In this context, the objective of this work is to carry through a historical survey and mapping of the existing pathological manifestations in the Commercial Center Teonila Amélia Cruz de Araújo that is a constructed construction in the decade of 30, located in the city of Angicos - RN. This work is characterized as case study that counts on a qualitative research and data-collecting in I lease. First a historical research on the construction is carried through. The data-collecting is carried through



through visual inspections that are described through a mapping that indicates the localization of the pathological manifestations and its intensities. Finally a description of these pathological manifestations is carried through. The gotten results indicate that although the accomplishment of partial reforms, the general situation of the construction is of advanced natural degradation, absence of great maintenance and I accumulate of dirt being necessary interventions of restorative character for preservation and safe use of the construction.

**Keywords:** Pathological manifestations. Old works. Survey. Mapping.

## 1. Introdução

Ao longo do tempo, as civilizações tem praticado métodos construtivos para obtenção de suas moradias e isso tem repassando por gerações. No decorrer do tempo, ocorreram aprimoramento de algumas práticas, ocasionados por novos conhecimentos e avanços na área. O ser humano iniciou a construção de sua moradia com poucas ferramentas e utilizando métodos rudimentares, nas quais já apresentava problemas relacionados ao conforto, segurança e estabilidade da edificação (LOTTERMANN, 2013; FERREIRA, 2012).

O desenvolvimento da construção civil possui ritmo acelerado para atender uma demanda crescente de edificações, gerando inovações dos métodos construtivos. Porém, apesar do desenvolvimento tecnológico da construção civil, a ocorrência de falhas involuntárias e casos de imperícias existem, causando a edificação um desempenho não satisfatório (FERREIRA, 2012).

As alterações e sintomas que as edificações apresentam são um sinal da necessidade de intervenções na edificação e que podem comprometer seu uso, podendo causar até mesmo a ruína da edificação. Na literatura, as anomalias presentes em uma edificação são em geral denominadas de manifestações patológicas. As mesmas consistem em um mecanismo de degradação que pode ser observado através de inspeções visuais. (FERREIRA, 2012; SILVA, 2008).

As edificações em geral estão sujeitas ao surgimento de manifestações patológicas. O surgimento desse fenômeno compromete e ameaça o desempenho da edificação, sendo necessária a realização de diagnóstico sempre que ocorra surgimento de anomalias em uma edificação. Além da necessidade do diagnóstico é de fundamental importância o reparo das manifestações patológicas detectadas para a utilização da edificação, garantindo aos seus usuários conforto e segurança.

Os prédios históricos compõem o patrimônio ambiental urbano, são obras que atravessam séculos, testemunhando bom gosto e técnicas construtivas. Somente impedir a demolição de edificações antigas não é suficiente para preservar o patrimônio cultural de uma sociedade, além de sua preservação é necessário torna-las integradas à economia da região (PERES, 2001).

Os edifícios antigos são afetados por diversos tipos de anomalias, relacionadas à estrutura ou não, sendo de primordial importância o estudo das manifestações patológicas devido ao deficiente comportamento de fundação e estrutura (APPLETON, 2010).



Dentro do contexto de antigas edificações o Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo, consiste em uma edificação da década de 30, localizada na cidade centenária de Angicos-RN, a 156 km da capital estadual, contendo a área municipal de 1.072 km<sup>2</sup> (IBGE 2014). Através de levantamento de documentos históricos, pode-se observar a deficiência de informações sobre esta edificação. Das poucas informações obtidas, sabe-se que esta edificação desde sua construção aos dias atuais permanece com a mesma finalidade e não há nenhum registro sobre execução de reformas/reparos/restauração.

O mercado público municipal foi denominado como Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo através da Lei municipal de N° 611/05 do ano de 2005, pois até este ano era conhecido apenas como mercado público e não possuía nenhum registro ou documento. O referido é utilizado até os dias atuais como centro comercial, onde atualmente funcionam lojas, restaurantes e bares.

Como se trata de uma edificação antiga, localizada no centro da cidade, de grande valor histórico para a cidade, torna-se importante saber o estado atual dessa obra, estruturalmente e esteticamente para que seja analisada uma proposta de restauração. Aparentemente o centro comercial não sofreu nenhum reparo e desconhecendo as técnicas construtivas utilizadas este trabalho surge no contexto da necessidade de um levantamento das manifestações patológicas para definição do estado atual da edificação e obtenção de diretrizes para seu reparo, garantindo as pessoas que por ele transitam segurança e conforto, além da necessidade de preservação histórica de obras antiga, preservando assim toda sua história. Portanto, este trabalho consiste em um levantamento das manifestações patológicas presentes no Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo, popularmente conhecido como Mercado Público de Angicos/RN.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1 Classificação do estudo

O presente trabalho tem como propósito realizar um estudo das manifestações patológicas existentes em uma edificação construída no ano de 1932, sendo, portanto caracterizado como estudo de caso. A pesquisa em questão é qualitativa, pois trata-se de uma coleta de dados *in loco*.

### 2.2 Local da pesquisa

A pesquisa será realizada no Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo. O edifício está localizado na cidade de Angicos, no Estado do Rio Grande do Norte. Na Figura 1 observa-se uma visão geral da edificação e sua localização na cidade.



**Figura 1** - Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo

### 2.3 Plano de coleta de dados

A definição do universo de pesquisa foi delimitada a partir do tema, optando por uma única obra onde será realizada a coleta de dados.

Após o início da pesquisa foi constatado uma série de dificuldades para obtenção de informações. O município onde está localizada a edificação não possui nenhum registro ou documento sobre a mesma, dificultando a obtenção de informações históricas.

A coleta de dados será realizada através de uma série de vistorias ao local, levantamento fotográfico das manifestações patológicas presentes na edificação, pesquisa verbal com pessoas que participam de atividades na edificação.

Como os projetos originais da edificação não foram localizados, optou-se por realizar um resgate e graficação do projeto arquitetônico. Primeiramente foi realizado a medição de toda a edificação e posteriormente a graficação por meio dos softwares AutoCad 2010 e Sketchup.

O objetivo da graficação dos projetos arquitetônicos foi facilitar o levantamento das manifestações patológicas presentes e auxiliar nos futuros projetos de recuperação e revitalização da edificação.

### 2.4 Organização geral da pesquisa

Para melhor entendimento da coleta de dados, segue na Figura 2, um fluxograma descrevendo o procedimento de coleta e interpretação de dados.

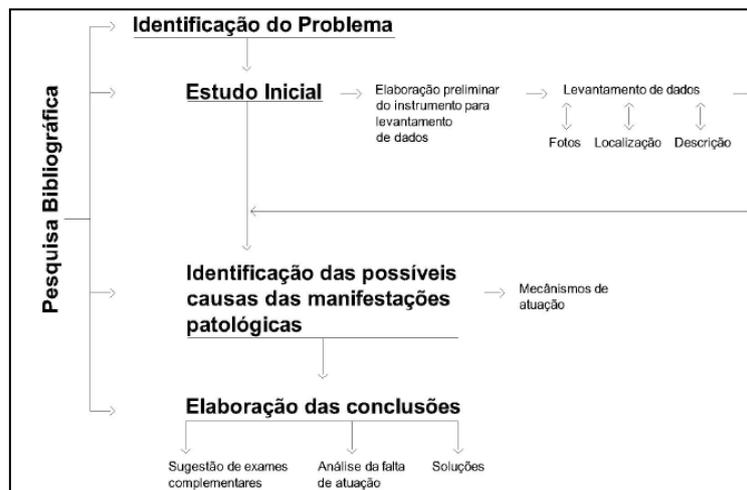


Figura 2 - Fluxograma com procedimento de pesquisa

## 2.5 Análise e interpretação de dados

Após o levantamento de informações e dados será realizada a análise e interpretação dos materiais obtidos. Com auxílio de fotografias do local em estudo, constatada e localizada a presença de manifestações patológicas, será realizado uma descrição das manifestações patológicas.

## 3. Resultados e Discussões

### 3.1 Histórico da edificação pesquisada

O Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo está localizado na cidade de Angicos-RN, localizada a 156 km da capital Potiguar. Acredita-se que as primeiras ocupações no território, conhecido como a Vila Nova da Princesa, ocorreram em 1760, recebendo o título de fundador do povoado o Tenente Antônio Lopes Viegas, descendente da família Dias Machado. A Vila Nova da Princesa, atualmente corresponde à cidade Assú, mas em seus primórdios contava os municípios de Assú, Angicos, Macau e Santana do Matos (IBGE, 2014).

De acordo com Cunha (1992), a cidade de Angicos recebe a denominação de vila no ano de 1833 e somente no ano de 1850, após uma longa batalha da população, torna-se um município, deixando de ser povoado de Macau. Após a realização do desmembramento de Macau iniciaram as eleições municipais e o desenvolvimento da cidade.

A cidade de Angicos tornou-se nacionalmente conhecido devido sua grandiosa produção de algodão. No cenário estadual também é reconhecido com um dos melhores algodões produzido no Rio Grande do Norte. O tamanho da produção era impressionante, chegando a obter 1.800 toneladas ao ano. Estima-se que cerca de 80% da população economicamente ativa da época obtinha sua renda através da produção do algodão (IBGE, 2014).

Após sua municipalização iniciou-se uma época de grande crescimento na cidade, todos os prefeitos que governavam a cidade investiam em obras e melhorias de qualidade de vida



para a população. De acordo com Cunha (1992) durante o mandato do Sr. Manoel Alves Filho, em meados de 1930, ocorreu à demolição do velho mercado público, sendo construído no mesmo lugar o atual mercado, estando o mesmo presente até os dias atuais. Pode-se observar nas Figuras 3 e 4 o mercado no ano de 1932, sendo na Figura 3 da época de sua construção.

A Figura 4 corresponde a um registro fotográfico do mercado na época da finalização de sua construção. Ao observar as duas imagens pode-se perceber que ocorreram algumas alterações na arquitetura do edifício, como por exemplo, algumas janelas foram excluídas e outras transformadas em portas.

O mercado público está localizado centro da cidade de Angicos, sendo uma das obras mais antigas da cidade. Atualmente o mesmo, apesar de aparentemente degradado, está em pleno funcionamento, é utilizado até os dias atuais como centro comercial, onde atualmente funcionam lojas, restaurantes e bares.

O mercado público municipal foi denominado como Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo através da Lei municipal de N° 611/05 do ano de 2005, pois até este ano era conhecido apenas como mercado público e não possuía nenhum registro ou documento.



**Figura 3** - Mercado durante a construção na década de 30



**Figura 4** - Mercado na época de sua conclusão

Segundo informações de familiares, a Sra. Teonila Amélia Cruz de Araújo, natural da cidade de Angicos-RN, foi uma comerciante que trabalhou no centro comercial durante muitos anos. Através de levantamento de documentos históricos pode-se observar a inexistência de um banco de dados que trate das edificações (em contexto geral) no município o que dificultou a obtenção de dados históricos sobre a obra. Apesar disso, observa-se que o mesmo teve participação marcante na história do município, são aproximadamente 84 anos de existência.

### 3.2 Situação geral da edificação

O Centro comercial foi construído na década de 30 e preservou traços arquitetônicos da época, tais como, aberturas em forma de arcos, detalhes em fachadas, pé direito com altura elevada e telhado bem acentuado com telhas cerâmicas. O edifício possuiu uma área total de aproximadamente 673 m<sup>2</sup>, sendo composto por 15 lojas, 4 banheiros e no centro um vão livre de aproximadamente 320 m<sup>2</sup>.

O centro comercial foi construindo com blocos cerâmicos maciços exercendo função estrutural. Em sua concepção inicial possuía apenas esse tipo de estrutura, mais no decorrer dos anos em algumas lojas foram realizadas a construção de lajes de concreto armado que servem de depósito atualmente.

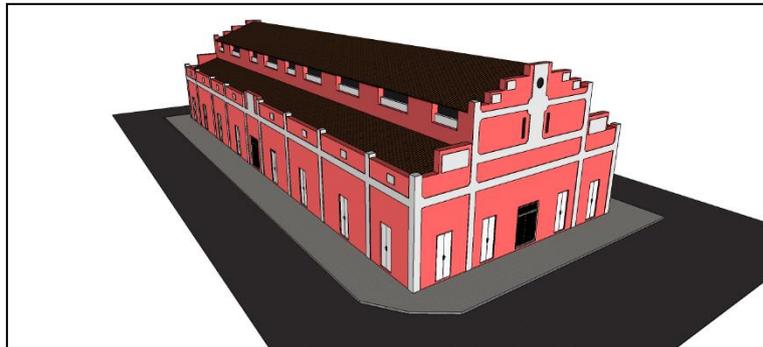
Conforme relato de funcionários e conforme observação ao local, foi constatada realização de diversas reformas parciais em algumas lojas, em sua maioria de caráter de preservação, algumas com acréscimo da laje (como citado anteriormente) e mudança na localização das portas. A única reforma com alteração no layout do projeto arquitetônico foi a implantação de quatro banheiros para utilização do público em geral no local onde havia uma loja.



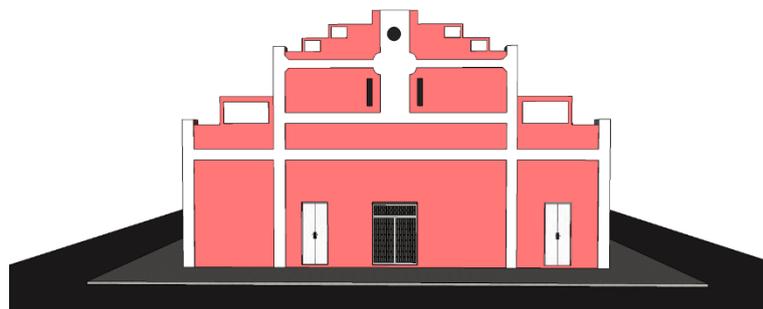
Apesar da realização de reformas o centro comercial apresenta avançado estado de degradação, além do processo de degradação natural dos materiais a falta de manutenção preventiva ao longo dos anos torna-se agravante da situação.

### 3.3 Regraficação do projeto arquitetônico

As maquetes digitais seguem nas Figuras 5 e 6, sendo a Figura 5 corresponde a visão em 3D (três dimensões) da fachada principal do centro comercial e a Figura 6 corresponde a fachada secundária também em 3d (três dimensões).



**Figura 05** - Fachada principal com vista da fachada lateral direita



**Figura 06** - Fachada secundária

### 3.4 Levantamento das manifestações patológicas

#### 3.4.1 - Mapeamento das manifestações patológicas

As manifestações patológicas e suas localizações, identificadas através de inspeção visual, serão representadas nos projetos regraficados. As manifestações patológicas internas serão mapeadas em planta baixa, as manifestações patológicas externas, presentes nas fachadas serão mapeadas na regraficação das fachadas.

Cada tipo de manifestação patológica será identificada por uma cor correspondente e a intensidade de sua ocorrência no local por um símbolo como indicado no Quadro 1.

Nesta etapa as manifestações patológicas serão consideradas sem suas classificações específicas, devido à grande quantidade e diversidade encontradas. Portanto, as aberturas como fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas serão generalizadas apenas como aberturas. Os descolamentos com empolamento, em placa e com pulverulência apenas



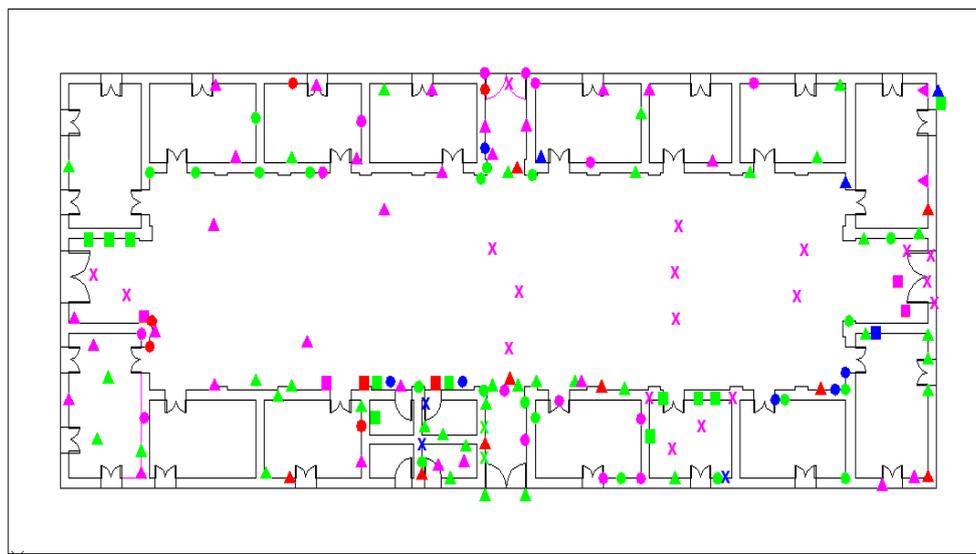
como descolamento do revestimento. As manifestações na madeira não serão abordadas nessa etapa, apesar de serem identificadas durante as vistorias.

Durante a vistoria interna pode-se comprovar a existência de variadas manifestações patológicas, como eflorescência, aberturas, descolamento de revestimento, degradação do madeiramento do telhado e bolor. Além das manifestações patológicas foram detectadas manchas oriundas de sujeira em vários pontos da edificação.

**Quadro 1** - Cores e intensidade das manifestações patológicas

Tipo de manifestação patológica	Cor	Intensidade
Aberturas		Leve 
Bolor		Moderada 
Corrosão das armaduras		Alta 
Descolamento de revestimento		Muito alta 
Eflorescência		

O mapeamento detalhado das manifestações patológicas identificadas na edificação serão apresentadas em planta em baixa, conforme Figura 7, onde pode verificar detalhadamente as manifestações patológicas identificadas e suas devidas localizações na edificação.



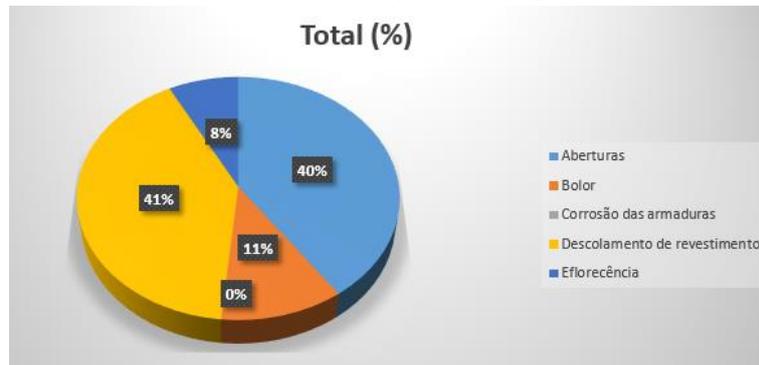
**Figura 7** - Mapeamento em planta baixa

Outro aspecto apresentado além da localização e que o mapeamento feito em planta baixa possibilitou verificar a incidências de cada tipo de manifestação patológica encontradas nos

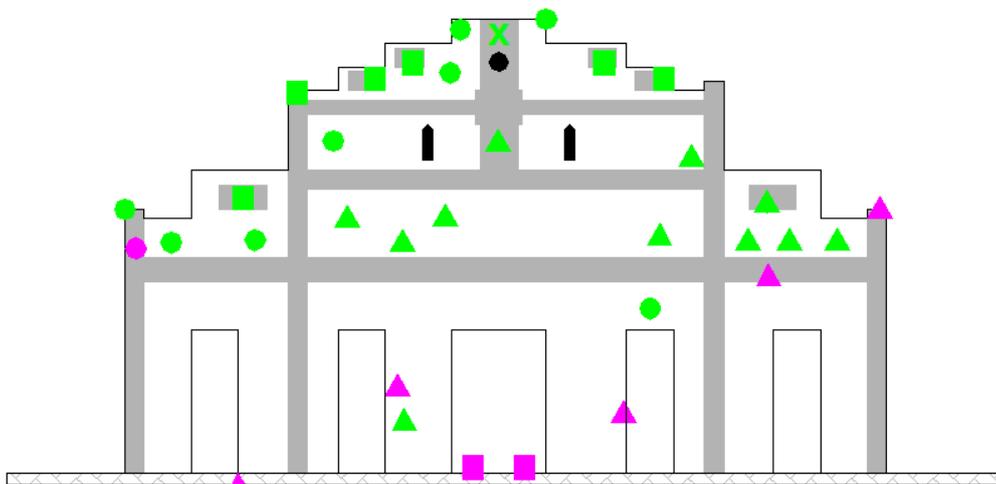


ambientes internos da edificação. Com o levantamento das incidências foi possível realizar uma quantificação das manifestações patológicas, como demonstra o Gráfico 2.

**Gráfico 2** - Incidências de manifestações patológica no ambiente interno



Na vistoria externa foi feito o levantamento e mapeamento das manifestações patológicas nas 4 (quatro) fachadas da edificação. Foi verificada a ocorrência de diversas manifestações patológicas, como eflorescência, bolor, aberturas, descolamento de revestimento. O resultado pode ser observado nas Figuras 8, 9, 10 e 11.



**Figura 9** - Mapeamento da fachada principal

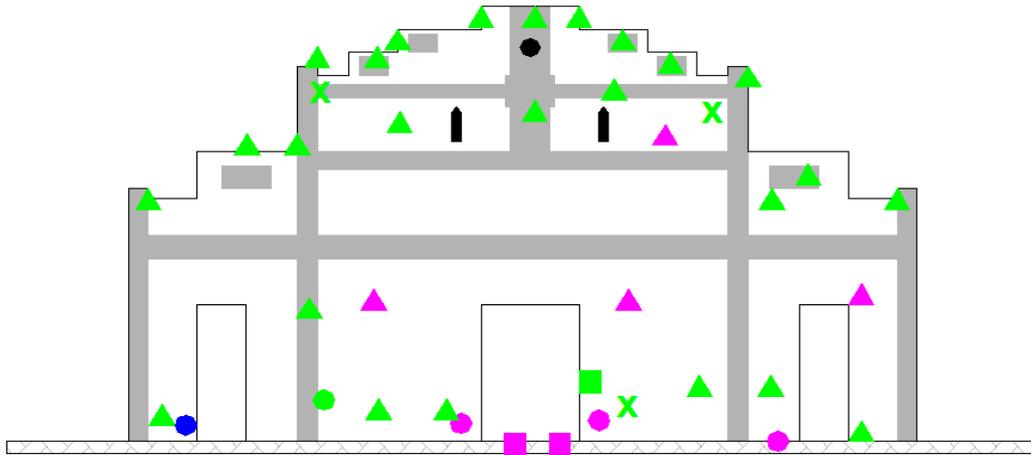


Figura 10 - Mapeamento da fachada secundária

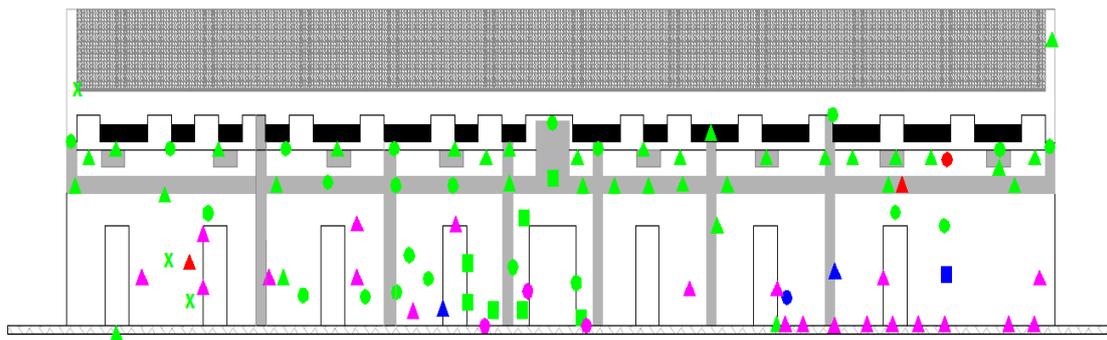


Figura 11 - Mapeamento da fachada lateral direita

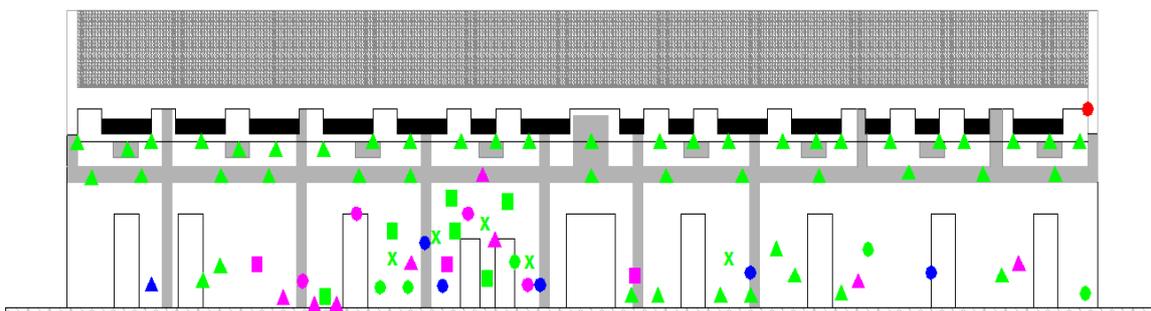
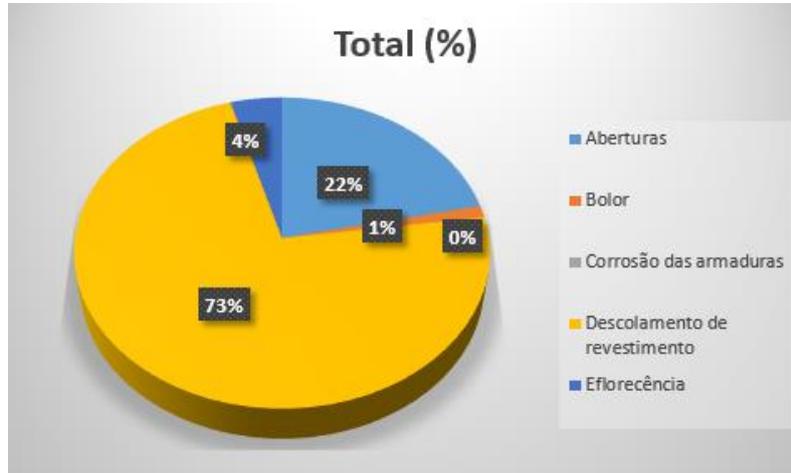


Figura 12 - Mapeamento da fachada lateral esquerda

Através do mapeamento externo foi gerado o Gráfico 3 de incidências, para demonstrar a variação e quantificação das manifestações patológicas encontradas.

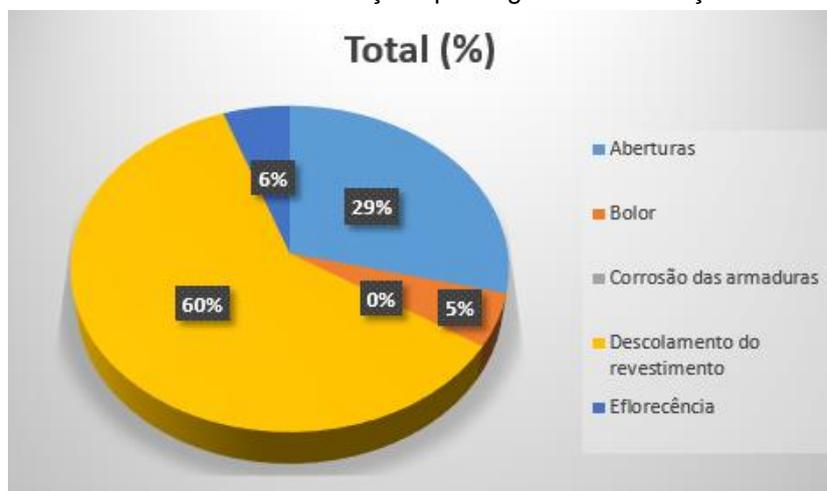


**Gráfico 3 - Incidência de manifestações patológicas nas fachadas**



O Gráfico 4 apresenta o resultado de todo levantamento das manifestações patológicas encontradas na edificação, onde foi encontrado aberturas, bolor, descolamento do revestimento e efloreescência e seus respectivos percentuais.

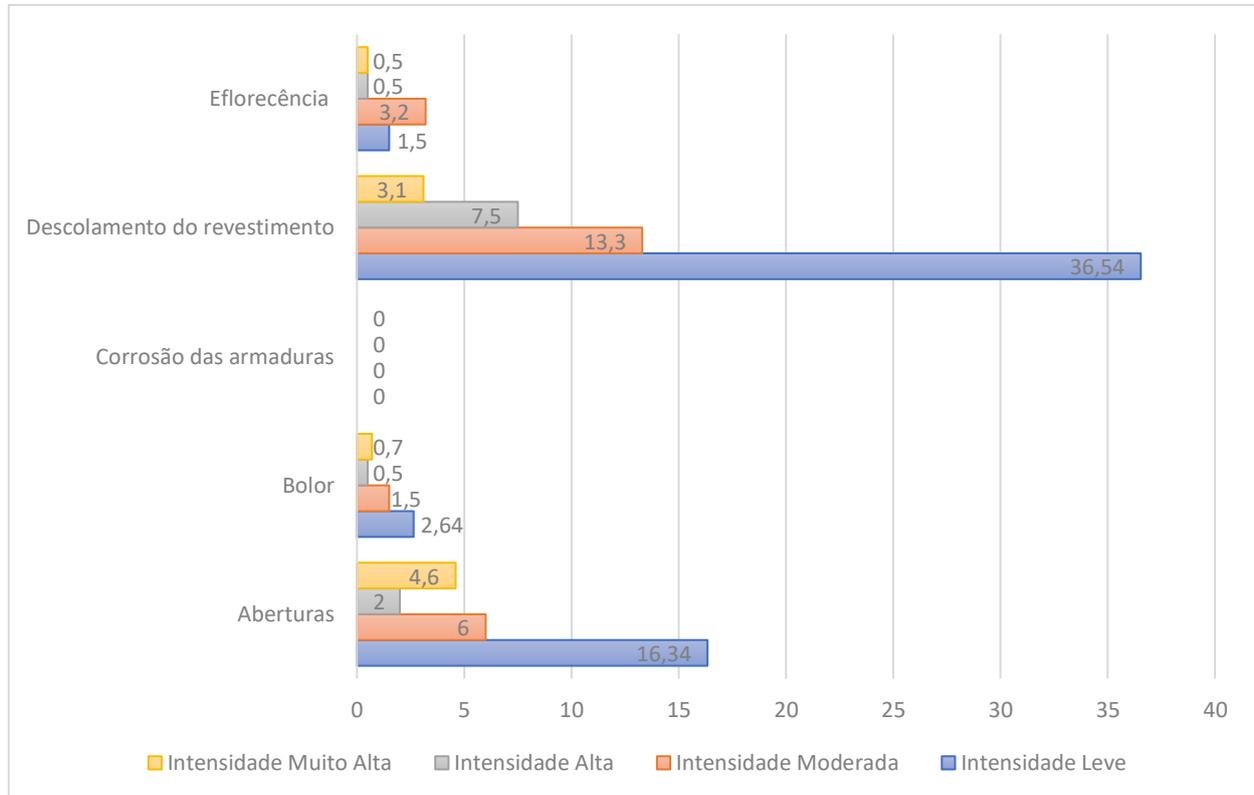
**Gráfico 4 - Manifestações patológicas na edificação**



Além da presença das manifestações patológicas foi utilizada a variável de intensidade para caracterizar as manifestações patológicas. O Gráfico 5 apresenta o resultado do levantamento na edificação com a intensidade encontrada de cada manifestação patológica em porcentagem.



**Gráfico 5 - Intensidade das manifestações patológicas em porcentagem (%)**



### 3.4.2 - Descrição das manifestações patológicas encontradas

A manifestação patológica de maior predominância no levantamento é o descolamento do revestimento a superfície de aderência, obtendo maior porcentagem em todos os aspectos analisados anteriormente. O descolamento no revestimento da edificação ocorre em várias camadas do acabamento, chegando muitas vezes a expor os blocos da alvenaria como pode ser observado na Figura 12.



**Figura 12 - Descolamento do revestimento no local de estudo**



Na edificação foi possível observar a ocorrência dos três tipos de descolamento. O descolamento com empolamento foi encontrado em diversos pontos, onde havia descascamento da pintura e principalmente nas machas de umidade. O descolamento em placas destacou-se devido as grandes dimensões das placas e as indecências de descolamento nos mesmo locais, após reformas, associado ao traço diferente do utilizado na época da construção e a ausência de chapisco. Em todos os pontos onde foi encontrado o descolamento observou-se o esfarelamento do material, característico do descolamento por pulverulência.

A predominância dessa manifestação patológica pode ser associada a utilização do cal na produção da argamassa. Esta associação é feita devido as características das manifestações patológicas e grande quantidade de ocorrência.

Do levantamento, vem em seguida as aberturas, que refere-se às fissuras, trincas, rachaduras, fenda e brecha. As aberturas surgiram em diversos pontos da edificação, mais comumente encontradas próximas a pilares, portas e piso. Em relação às aberturas do piso é importante destacar a grande dimensão das aberturas e a quantidade, presentes em quase todo vão livre, levantando a hipótese da ocorrência de recalque no solo, causa comum em edificações antigas. Na figura 13, pode se observar a existência das aberturas no piso.



**Figura 13** - Aberturas presentes no local de estudo

A eflorescência correspondente a 6% do total das manifestações levantadas, surgem geralmente devido ao acúmulo de solução saturada de hidróxido de cálcio na superfície. Outra possível causa são os problemas de infiltração, visíveis em vários pontos da edificação, que causam machas de umidade e posteriormente surge a manifestação através de eflorescência ou mofo. Na Figura 14 segue um exemplo encontrado na realização do levantamento.

Na edificação a incidência de bolor foi baixa, apenas 5% do total do levantamento. O bolor surge em localizações onde há elevada umidade e pouca isolamento, geralmente próximo a caixa d'água e pias, na Figura 15 segue um exemplo encontrado na edificação.



Observa-se que na época da construção das edificação os aspectos arquitetônicos referente a iluminação natural não foram considerados, tornando o ambiente propicio a esse tipo de manifestação patológica.



**Figura 14** - Eflorescência presente no local de estudo

No levantamento não foi identificado em nenhum local da edificação a corrosão das armaduras, sendo portando 0% (zero) o seu percentual no levantamento. A ausência dessa manifestação patológica está diretamente relacionada as técnicas construtivas da época, onde não era comum o uso do concreto armado.



**Figura 15** - Bolor presente no local de estudo

Algumas manifestações patológicas que não foram expressa em percentuais na pesquisa mais identificada a sua presença durante o levantamento estão relacionadas as estruturas de madeira. A edificação possui toda vedação de cobertura com madeira e cerâmica, mas a realização do levantamento no telhado ficou limitado devido sua elevada altura.



As manifestações patológicas encontradas referentes a estruturas de madeira foram: degradação, mudança de cor e abertura de juntas, Figura 16. As mesmas, identificadas em um dos acessos principais ao edifício.



**Figura 16** - Manifestações patológicas nas estruturas de madeira

Partindo da suposição que estas manifestações patológicas estão presentes em outros pontos da edificação, devido ao tempo de sua construção e ausência de manutenção, a degradação da madeira está em estado avançando, podendo vir a comprometer a segurança e funcionalidade da estrutura.

#### 4. Conclusões

Construído em meados de 1930 o atual mercado público surgiu na cidade de Angicos para substituição de um antigo mercado. Estando o mesmo na cidade até os dias atuais, completando 84 anos de existência.

No ano de 2005 o mercado público recebe a nomeação Centro Comercial Teonila Amélia Cruz de Araújo através da Lei municipal de N° 611/05, sendo este nome em homenagem a Sra. Teonilia Amélia, Angicana, que possuiu estabelecimento comercial durante vários anos no referido.

Apesar da realização de reformas parciais, a situação geral da edificação é de avançada degradação natural, ausência de manutenção e grande acúmulo de sujeira.

Através de vistorias locais, foi constatada a presença de manifestações patológicas nas fachadas e em planta baixa (internas), possibilitando determinar a incidência dessas manifestações patológicas em todas a edificação. As manifestações patológicas mais frequentes foram o descolamento dos revestimentos, com 60% das observações e aberturas, com 29% das observações; A eflorescência corresponde a pouco mais de 6% das manifestações patológicas observadas; O bolor corresponde a 5% Das manifestações patológicas observadas na edificação; As manifestações patológicas encontradas



referentes a estruturas de madeira foram: degradação, mudança de cor e abertura de juntas.

A degradação, a falta de manutenção e a grande quantidade de manifestações patológicas (de causas bastantes diversas) demonstram estado atual da edificação que é preocupante e a necessidade de intervenções;

A recuperação desta edificação é importante para garantir a preservação de toda uma história do ponto de vista social e técnico de uma civilização e proporcionar a seus usuários segurança e conforto.

Como sugestão a trabalhos futuros, sugere-se a continuidade desta linha de pesquisa, podendo efetuar:

- Realização de estudo das manifestações patológicas em outras edificações antigas de Angicos – RN;
- Estudar, através de ensaios laboratoriais e extração de testemunhos demais aspectos da edificação escolhida como estudo de caso;
- Desenvolvimento de projetos de recuperação da edificação.

### Referências Bibliográficas

APPLETON, João. Reabilitação de edifícios antigos e sustentabilidade. Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Civil: ENEEC, Évora, v. 65, n. 6, p.1-65, abr. 2010. Anual.

CUNHA, Maria Zélia Moreira Alves de. Angicos: ontem e hoje. Angicos: 1992.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biblioteca. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/riograndedonorte/angicos>>. Acesso em: 04 out. 2014.

FERREIRA, Janielly Kaline de Oliveira. Manifestações patológicas em alvenarias - Uma revisão de literatura com ênfase em fissura. 2012. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2012.

LOTTERMANN, André Fonseca. Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso. 2013. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

PERES, Rosilena Martins. Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico - um estudo de caso. 2001. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SILVA, Fernando Benigno da. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Techené, São Paulo, n.174, p. 1-8, setembro. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-2.aspx>> Acesso em: 07 nov. 2014.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

SILVA, João Vianey Marval. Análise das manifestações patológicas na igreja de nossa senhora do livramento de caroba, Irará-Bahia. 2008. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.



## CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIO HISTÓRICO DO SÉCULO XIX – ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA FACHADA DO BLOCO A DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

### *Conservation Of Historical Building Of The 19th Century - Analysis Of Pathologies In The Facade Of Block A Of The Polytechnic School Of The University Of Pernambuco*

Camilla SANTOS<sup>1</sup>, Angelo COSTA E SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco, Recife - PE, Brasil, camilla-lais@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade de Pernambuco, Recife - PE, Brasil, angelo@tecomat.com.br

**Resumo:** A partir da segunda metade do século XVIII começaram a intensificar a construção de casarões, sobrados e palacetes que surgiam com a ascensão da burguesia portuguesa. Muitos desses casarões resistem até os dias atuais e contribuem ricamente com o acervo histórico e cultural das cidades de Olinda e Recife. As fachadas azulejadas, fruto da relação com Portugal revestem a maioria deles. O bloco A da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco é um exemplar desse contexto e teve sua fachada como objeto de estudo desta pesquisa que teve como objetivo identificar as manifestações patológicas presentes através de inspeção visual com auxílio de câmera fotográfica e apresentá-las de forma prática com suas causas e efeitos. Foram identificadas as seguintes manifestações: Desagregação, gretamento, elemento espúrio, alterações cromáticas, manchas superficiais, perda parcial, presença de vegetação, trincas e contaminação. Embora tenha sido registrado um grande número de manifestações patológicas pode-se considerar o estado de conservação regular tendo-se em vista que a edificação possui mais de 100 anos e não são realizadas as manutenções necessárias. A disposição da fachada, voltada para o norte, e alguns elementos construtivos como saques, contribuem de forma que a fachada não recebe incidência de chuva dirigida e a água não escoar por toda extensão da fachada. A identificação desses danos é fundamental para a elaboração de um plano de restauração eficiente. As atividades de manutenção, por sua vez, se executada de forma correta e em intervalos adequados garantem um bom desempenho da edificação e melhor estado de conservação.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas. Fachadas azulejadas. Conservação.

**Abstract:** From the second half of the eighteenth century began to intensify the construction of mansions, houses and palaces that arose with the rise of the Portuguese bourgeoisie. Many of these mansions resist to the present day and contribute richly with the historical and cultural heritage of the cities of Olinda and Recife. The tile facades, fruit of the relationship with Portugal, cover most of them. Block A of the Polytechnic School of the University of Pernambuco is an example of this context and had its facade as object of study of this research whose objective was to identify the pathological manifestations present through visual inspection with the aid of a photographic camera and present them in a



practical way With its cause and effect. The following manifestations were identified: disaggregation, cracking, spurious element, chromatic alterations, superficial spots, partial loss, presence of vegetation, thirty and contamination. Although a large number of pathological manifestations have been recorded, one can consider the regular state of conservation, since the building is more than 100 years old and the necessary maintenance is not performed. The layout of the *façade*, facing north, and some constructive elements such as lofts, contribute so that the facade receives no incidence of directed rain and the water does not flow throughout the entire facade. The identification of such damages is critical to the design of an efficient restoration plan. The maintenance activities, in turn, if executed correctly and at suitable intervals ensure a good performance of the building and better state of conservation.

**Keywords:** Pathological Manifestations. Facades tiles. Conservation.

## 1. Introdução

A partir da segunda metade do século XVIII começaram a intensificar a construção de casarões, sobrados e palacetes que surgiam com a ascensão da burguesia portuguesa. As fachadas azulejadas que revestiam a maioria dos casarões no século XIX representam grandes marcos históricos que se fazem presentes em algumas cidades de Pernambuco, principalmente Recife e Olinda cujas histórias foram fortemente ligadas entre si e simultaneamente com Portugal, de onde herdaram o costume de usar desse tipo de revestimento assentados com argamassas de cal. A maioria dos azulejos vieram de Portugal e da França.

Observa-se que a grande maioria desse tipo de revestimento foi adotado em construções localizadas em regiões litorâneas e próximas à cursos de rios, nas cidades onde encontram-se climas quentes e úmidos. Com o ambiente favorável ao surgimento de manifestações patológicas principalmente nas fachadas, o azulejo foi difundido como elemento mitigador ao surgimento de problemas advindos da presença de umidade.

Mesmo apresentando maior durabilidade que a pintura o mesmo não é isento a ação dos mecanismos de degradação. O clima favorável aliado a falta de manutenção tem propiciado o surgimento de um grande número de problemas que afetam o desempenho das estruturas.

O mapeamento dos danos para uma intervenção eficiente é imprescindível para a recuperação dos imóveis que atualmente encontram-se em mau estado de conservação. E, é indiscutível a importância da preservação dessas construções que compõem o acervo histórico material que nos permite recordar a arquitetura e histórias vinculadas a elas.



## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 Arquitetura Neoclássica e azulejaria

Fortemente influenciada pelos costumes construtivos greco-romanos e renascentista italiano que abrange o final do século XVII e meados do século XIX se desenvolve a arquitetura neoclássica que traz consigo características marcantes e notáveis, como: Frontão triangular, fachadas simétricas, grandes vãos de janelas, platibandas, esculturas e vasos no topo da fachada. Essas características podem ser observadas no exemplar estudado, conforme mostra a seguir na Figura 1.



**Figura 1** – Bloco A, representante da arquitetura neoclássica

**Fonte:** O autor, 2017

A arquitetura neoclássica predominou na capital pernambucana de 1830 a 1870, as edificações com dois pavimentos simbolizavam a nobreza dos moradores.

As fachadas azulejadas que revestiam a maioria dos casarões no século XIX representam grandes marcos históricos que se fazem presentes em algumas cidades de Pernambuco, principalmente Recife e Olinda cujas histórias foram fortemente ligadas entre si e simultaneamente com Portugal, de onde herdaram o costume de usar desse tipo de revestimento assentados com argamassas de cal. A maioria dos azulejos vieram de Portugal e da França.

### 2.2 Argamassas de assentamento em edifícios históricos

Quando há a necessidade de restauração e reassentamento do revestimento em construções históricas se deve buscar a fidelidade com as características da época em que foi construída. O desconhecimento dos materiais utilizados originalmente, principalmente o tipo de substrato, pode ocasionar no uso inadequado dos materiais na reabilitação.

Veiga e Tavares (2002), estabeleceram com base em estudos requisitos para a argamassa de reabilitação que devem ser consideradas quando há o conhecimento do tipo de substrato em que será empregada. São elas:



características mecânicas semelhantes às das argamassas originais e inferiores às do substrato;

resistência à tração inferior ao substrato: a ruptura não deve ser coesiva na base;

força máxima desenvolvida por retração restringida inferior à resistência à tração do substrato;

capilaridade e permeabilidade ao vapor de água semelhantes às argamassas originais e superiores às do substrato;

porosidade semelhante à das argamassas originais e com maior porcentagem de poros grandes que o substrato;

coeficiente de dilatação térmica e condutibilidade térmica semelhantes aos das argamassas originais e a do substrato.

De modo geral, essas argamassas devem possuir baixa resistência à compressão, baixo módulo de elasticidade, alta permeabilidade ao vapor de água e ausência de sais solúveis; Martínez e Carro (2007). Alvarez *et al* (2005), explicam que essas argamassas devem, por um lado, permitir a respiração da parede e, por outro lado, impedir a entrada de águas pluviais. Segundo os autores, para permitir a respiração da parede, ou seja, permitir a passagem do vapor de água, “é importante a utilização de ligantes com estruturas relativamente abertas e agregados com curvas granulométricas criteriosamente escolhidas”. É necessário impedir a entrada de águas, pois se essa água vier a circular no interior da parede e dissolver os sulfatos e o cálcio, geralmente presentes nos rebocos antigos, provavelmente arrastará esses produtos para a interface, cristalizando-se na superfície e contribuindo para o destacamento do reboco de reabilitação; Alvarez *et al* (2005).

As principais funções da argamassa de assentamento de placas cerâmicas atuais são de aderir a placa cerâmica ao substrato e “absorver as deformações naturais a que o sistema de revestimento cerâmico estiver sujeito”; Carasek (2007).

O que se verifica em muitos casos é o uso inadequado de argamassas à base de cimento em vez da cal na reabilitação de construções antigas, que por sua vez apresenta geralmente resistência à tração mais alta que o substrato, módulo de deformação baixo e baixa permeabilidade. O que diminui a tolerância às deformações as quais o sistema é submetido e favorece o descolamento das placas cerâmicas devido a retenção de umidade na estrutura. A situação é representada na Figura 2, a seguir:



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



**Figura 2** – Uso inadequado de argamassa de cimento em fachada de azulejos em Ovar, Portugal

**Fonte:** Carasek e Cascudo, 2010

### 2.3 Patologias recorrentes em azulejos de edifícios históricos

O fator principal que acomete a “saúde” dos azulejos são, na Região Nordeste, o ambiental. A localização próxima a linha do Equador proporciona um clima quente e úmido que é bastante favorável ao surgimento das manifestações patológicas principalmente nos revestimentos das fachadas.

Em estudo, Tinoco (2009) aponta os principais danos a azulejos do tipo miólico (em sua maioria azul e branco, com representações gráficas de cunho religioso, mitológico ou cotidiano) e suas causas: alteração cromática, contaminação, concreção, desagregação, eflorescências, esfoliação, manchas superficiais, perdas, trincas e elementos impuros. Os danos estão ligados não apenas ao fator ambiental, mas também a baixa qualidade de manufatura.

### 2.4 Manutenção e Restauração de Fachadas azulejadas

A falta de manutenção é o principal fator contribuinte para o mau estado de conservação dos edifícios históricos. Seja por falta de conhecimento do valor cultural que os azulejos e a arquitetura confere a edificação, falta de condições financeiras devido a vulnerabilidade econômica dos residentes ou simples desprezo.

A restauração quando realizada por pessoa sem conhecimento adequado e devido cuidado ou com materiais inapropriados é danosa e põe em risco a manutenção das características peculiares de cada obra. Quando se trata de restauração, principalmente de obras históricas pois cada elemento está agregado a um estilo, um valor ou uma época; a realização deve ser conduzida por profissional que além de capacidade técnica deve ter conhecimento específico a respeito dos valores históricos e culturais aos quais estão atrelados a obra. Ou seja, materiais utilizados originalmente, técnica de execução, detalhes construtivos, entre outros aspetos.

Fonseca (2009) estudou as fachadas azulejadas na arquitetura civil de Recife e Olinda e verificou que dentro da amostra composta por 111 imóveis, 7 encontravam-se em péssimo



estado de conservação, 41 em mau estado, 33 regular, 27 bom e apenas 3 em ótimo estado.

É notória a necessidade de restauração de quase totalidade dos imóveis e o mapeamento dos danos existentes é fundamental para uma intervenção dirigida e eficiente.

### 3 Estudo de Caso

#### 3.1 Bloco A da escola Politécnica da Universidade de Pernambuco

O Bloco A fica localizado na Rua Benfica, bairro da Madalena em Recife. Originalmente tratava-se de um casarão de estilo neoclássico cujas características principais são preservadas até os dias atuais. Em 1937, residia Fausto Pinheiro que alugou o imóvel para José Jayme, diretor da Escola Politécnica na época. Havia a necessidade de um espaço amplo diante do crescimento da escola e o imóvel parecia perfeito aos olhos dos gestores. Em 1991, Santos escreveu: “O casarão de construção sólida, com dois pavimentos, todo em alvenaria, acabamento de primeira, com a frontaria azulejada em róseo, as laterais guarnecidas por alpendres e portas pesadas, dava aparência de uma mansão faustosa. No interior, na parte térrea, o piso todo em mosaico inglês; as portas divisórias dos quartos ostentavam bandeiras; os aposentos amplos e bem ventilados e os lustres de cristal da Bohemia impunham admiração. Na parte superior, o piso todo de madeira de lei e travejado, o teto feito em cedro, - enfim, uma construção de bom gosto”.



**Figura 3** – Vista do casarão em 1937, atual Bloco A

**Fonte:** PINCOVSKY e MENEZES, 2012

O casarão de 5.000m<sup>2</sup>, apresentado na Figura 3, foi mais tarde comprado pelos diretores e recebeu o nome de Bloco A que veio a compor o campus com os outros blocos construídos com passar do tempo. Algumas modificações foram realizadas ao longo do tempo, tais como as apresentadas adiante.



Em 1974, por solicitação da diretora em exercício, Esmeraldina Santos, a planta do bloco A foi refeita depois de ser destruída nas inundações.

Em 1984, parte do teto do bloco a que era de madeira desabou provocando a interdição do prédio. Foi então, submetido a reforma na qual o teto de madeira deteriorado por cupins foi substituído por estrutura metálica. Foram realizadas reformas nas divisórias internas e ainda a construção de um auditório, duas salas e um salão. Nos anos seguintes, apenas serviços de pintura foram realizados sempre sobrepondo as camadas, conforme mostra a Figura 4.



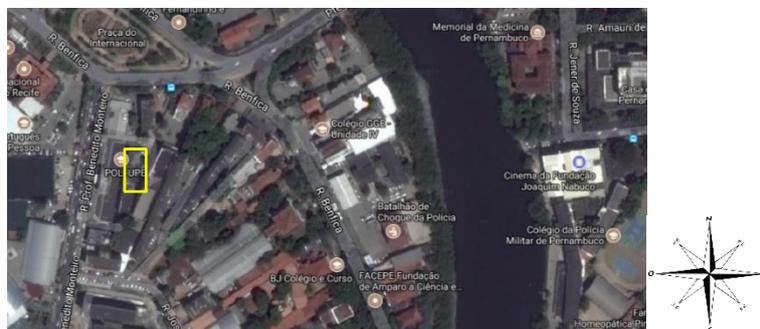
**Figura 4** – Detalhe das camadas de pintura

**Fonte:** O autor, 2017

### 3.2 Condições de exposição

A fachada azulejada do Bloco A fica disposta para o norte, conforme mostra a Figura 5, sendo a face que possui maior incidência de raios solares durante o inverno e durante o verão recebe os raios das 09h às 15h.

O clima quente e úmido, característico de regiões próximas à linha do Equador, é predominante na cidade do Recife. Esse fator é acentuado no caso em estudo devido à proximidade com o rio e ambientes arborizados.



**Figura 5** – Localização do Bloco A

**Fonte:** Google Maps, 2017



A Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco fica localizada na cidade do Recife no bairro Madalena que por sua vez é próximo ao Rio Capibaribe. Com o aumento da urbanização o leito maior do rio, que é um espaço naturalmente ocupado pelo rio em períodos de chuvas mais intensas e frequentes, foi sendo tomado pelas residências. Essa ação aliada com os outros impactos, em termos de drenagem, associado à urbanização fez com que a Cidade e, principalmente, os locais próximos aos cursos d'água, fossem cada vez mais atingidos pelas inundações.

A edificação estudada tem um histórico de inundações, das quais duas se tem registros fotográficos, tendo sido elas de maiores dimensões (Figuras de 6 a 8).



**Figura 6** – Bloco A da Escola Politécnica de Pernambuco (assinalado) - Inundação em 1965

**Fonte:** PINCOVSKY e MENEZES, 2012



**Figura 7** – Nível atingido pelas águas - Inundação em 1965

**Fonte:** PINCOVSKY e MENEZES, 2012



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



**Figura 8** – Ilha do Retiro, Bairro vizinho ao Madalena - Cheia de 1975

**Fonte:** Arquivo do IML

As condições de entorno mudaram com o tempo desde a sua concepção em 1884. Antes, rodeada de alpendre e com anexo do lado direito, hoje, esses elementos não fazem mais parte da edificação. O muro, que fica a aproximadamente 5m da fachada, foi elevado e o portão teve sua posição alterada. Edificações mais altas foram sendo construídas nos terrenos ao redor e no próprio terreno. Tais mudanças são apresentadas e podem ser verificadas através das Figuras de 9 a 11.



**Figura 9** – Bloco A em 1937

**Fonte:** PINCOVSKY e MENEZES, 2012



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



**Figura 10** – Bloco A em 1937

**Fonte:** PINCOVSKY e MENEZES, 2012



**Figura 11** – Bloco A em 2017

**Fonte:** O autor, 2017

## 4. Análises

### 4.1 Caracterização Visual da fachada

A fachada azulejada, apresentada na Figura 12, fica disposta para o norte e apresenta elementos sacados, essas características combinadas lhe confere uma melhor proteção contra a ação da chuva. Uma vez que, a disposição lhe protege da incidência direta dos ventos e os saques fazem com que a água não escoar por toda a extensão da fachada, as áreas abaixo dos saques apresentam melhor estado de conservação.



**Figura 12** – Fachada azulejada do Bloco A

**Fonte:** O autor, 2017

Quanto aos azulejos, são assentados com argamassas à base de cal e supõe-se que sem argamassa de rejunte, levando em consideração o espaçamento pequeno existente entre eles. Para mapeamento dos danos foram realizadas inspeções visuais e uso de câmera fotográfica para registro das manifestações detectadas na fachada estudada.

Os aspectos deletérios identificados por análise visual, em sua maioria no pavimento térreo, serão apresentados no quadro a seguir:

**Quadro 1** – Danos identificados na fachada azulejada do Bloco A

Aspecto visual	Efeito	Causa
	<p><b>Desagregação</b> –            Reação física de            esfacelamento e            dissolução do corpo            cerâmico e vidrado em            decorrência de ações            físico-químicas            deletérias. Muito comum            em nível próximo ao            rodapé.</p>	<p>Presença de umidade            nas alvenarias e tensões            por cristalização de sais.</p>



	<p><b>Gretamento</b> - Fissuração na superfície do vidrado.</p>	<p>Incompatibilidade de dilatação entre a base e o esmalte. A expansão do corpo cerâmico ocorre devido à presença de umidade.</p>
	<p><b>Contaminação</b> - Processo deletério de alterações físico-químicas na chacota e vidrado pela proliferação de material orgânico patogênico, cloretos, nitritos, sulfatos, etc., infiltrados no corpo cerâmico.</p>	<p>Presença de umidade na alvenaria.</p>
	<p><b>Trinca</b> - Fissura no corpo cerâmico do azulejo.</p>	<p>Reação física da chacota e/ou vidrado às tensões de tração, compressão e outros além dos limites físico-mecânico da peça.</p>
	<p><b>Vegetação</b> - Surgimento de plantas que causam manchas e possíveis fissuras na estrutura em que se desenvolvem.</p>	<p>Presença de material orgânico e umidade.</p>



	<p><b>Perda</b> – Ausência de uma ou mais partes do azulejo. Semelhante à lacuna.</p>	<p>Deterioração do vidro e chacota em consequência das tensões por sais (infiltrações) ou por impacto accidental.</p>
	<p><b>Manchas superficiais</b> – Sujidades sem infiltrações.</p>	<p>Respingos de produtos diversos, tintas ou fezes de animais (morcegos, pombos, etc.)</p>
	<p><b>Alteração cromática</b> – Reação química dos elementos constitutivos do azulejo ou dos vernizes de proteção.</p>	<p>Exposição prolongada aos raios UV ou oxidação dos vernizes.</p>



	<p><b>Elementos Espúrios</b> – Agressão à estética do silhar e aos materiais do corpo cerâmico.</p>	<p>Aplicação de material nocivo em intervenções realizadas por leigos, como a argamassa de cimento, por exemplo.</p>
--	---	--

Fonte: O autor

## 5. Conclusões

Foram diversos os danos identificados na fachada, em grande parte causados devido a presença de umidade. Tendo como principal agente agressivo o meio ambiente, que na nossa região é bastante favorável (quente e úmido) ao surgimento de manifestações patológicas.

A disposição da fachada, que fica ao norte, faz com que o vento e a chuva não incidam de forma dirigida sobre a fachada. Os elementos sacados e a árvore que fica disposta na frente da fachada auxiliam efetivamente na proteção contra a ação da água. O que contribui para o estado de conservação regular, mesmo as manutenções não sendo realizadas como deviam e levando em consideração o tempo de vida da edificação, que já somam mais de 100 anos.

A parte inferior da fachada é a mais danificada, pois, localiza-se numa zona onde a umidade é elevada e sofre ação de respingos. O histórico de inundação torna a área vulnerável a ataques químicos devido a contaminação da água incidente e físico devido o atrito com a água.

A argamassa à base de cal utilizada no assentamento dos azulejos lhe conferem uma melhor tolerância à deformabilidade, contribuindo para a boa aderência.

A falta de rejunte facilita a penetração de água e consequentes danos às bordas dos azulejos como pode ser observado nas imagens.

Um plano de manutenção é fundamental para garantir o desempenho adequado da edificação. Dessa forma, a identificação das patologias é um fator fundamental que vem a contribuir para que o plano seja elaborado de forma dirigida e executado de forma eficiente na restauração e manutenção do nosso patrimônio histórico e cultural.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

## Referências Bibliográficas

ALVAREZ, J.; SEQUEIRA, C.; COSTA, M. (2005). Ensinaamentos a retirar do passado histórico das argamassas. In: I CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 2005, Lisboa. Anais. Lisboa: APFAC, 2005.

CARASEK, H. (2007). Materiais de construção civil e Princípios de ciência e engenharia de materiais. Ed. G. C. Isaia. – São Paulo: IBRACON, 2007. Volume 2. 1712p.

FONSECA, A. C. M. (2009). Fachadas Azulejadas na Arquitetura Civil de Recife e Olinda: Século XIX e início do XX – Inventário e Plano de Conservação. 2009. 350 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Intervenção nos Património Arquitectónico) - Faculdade de arquitectura da Universidade do Porto, Porto.

MARTÍNEZ, M. C. I.; CARRO, G. A. (2007). Ancient building requirements and the evaluation of different lime cement mortars compositions. In: CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, Lisboa, 2007. Anais... Lisboa: APFAC, 2007.

PINCOVSKY, R.; MENEZES, E. M. V. (2012) Memória Viva POLI: 1990 a 2010. Recife: Bagaço, 2012. 278p.

SANTOS, M. H. R. (2012) Escola Polytechnica de Pernambuco: 1911 a 1991. Recife: Companhia Editora de Pernambuco, 2012. 75p.

TINOCO, J. E. L. (2009) Restauração de azulejos - Recomendações Básicas. Olinda: Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada, 2009. 17p.

VEIGA, M. R.; TAVARES, M. (2002) Características das paredes antigas: requisitos dos revestimentos por pintura. In: Seminário - a indústria das tintas no início do século XXI. Lisboa. Anais... APTETI: 2002.



## DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA IGREJA MATRIZ DE ANGICOS-RN

### *Diagnosis Of Pathological Manifestations At Mother Church In Angicos- RN*

Milány K. S. MEDEIROS<sup>1</sup>, Manoel L. QUEIROZ NETO<sup>2</sup>, Aerson M. BARRETO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos-RN, Brasil, milanymedeiros@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Riachuelo-RN, Brasil, queirozneto91@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos-RN, Brasil, [aersonbarreto@ufersa.edu.br](mailto:aersonbarreto@ufersa.edu.br)

**Resumo:** Na construção civil é comum o aparecimento de diversas manifestações patológicas, dentre as mais comuns estão os problemas ligados à presença de água em locais indevidos. Essa presença é geralmente causada por falhas nos sistemas de cobertura das edificações ou por falhas nos sistemas de vedações, provocando o aparecimento de fungos e manchas em paredes de tinta ou cerâmicas. Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso de uma edificação pública, a igreja matriz da cidade de Angicos-RN e discutir as manifestações patológicas decorrentes da presença de umidade. A pesquisa foi realizada com visita à edificação, onde foi realizada uma inspeção visual com reproduções fotográficas, para relato do caso. Com o intuito de gerar uma maior vida útil a edificação estudada, foi criado um plano de manutenção com base nas manifestações patológicas existentes, a fim de evitar que as patologias de umidade venham comprometer ainda mais o patrimônio e a saúde das pessoas.

**Palavras-chave:** Patologia. Infiltração. Umidade. Plano de Manutenção.

**Abstract:** In civil construction the appearance of diverse pathological manifestations is common and among the most common ones are the pathological manifestations linked to the presence of water in inappropriate locations. This presence is generally due to failures in the building roof systems or seals systems, causing fungus and stains in painted or tiled walls. This article aims to present a case study of a public building, Mother Church in Angicos-RN, and to discuss the pathological manifestations caused by humidity. The survey was conducted with visit to the building, where happened a visual inspection with photographic reproductions, used in the reporting. To increase this building's useful life, a maintenance plan based on the existing pathological manifestations was created, aiming to avoid the humidity pathologies that may endanger the property and people's health.

**Keywords:** Pathology. Infiltration. Humidity. Maintenance plan.



## 1. Introdução

A expressão patologia é amplamente utilizada em diversas áreas da ciência, tem por objetivo estudar e diagnosticar de acordo com seu surgimento. Patologia das edificações é entendida como o estudo das origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestação e consequências das situações em que os edifícios ou suas partes construtivas apresentem um desempenho insatisfatório. Porém, para Silva (2011) há um equívoco no emprego da palavra patologia, pois tanto entre leigos como no meio técnico observa-se repetidamente a palavra patologia sendo definida, quando na verdade deve ser chamada de manifestação patológica.

Em outras palavras, uma manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação e a patologia é a ciência formada por um conjunto de teorias que exemplifica o mecanismo, a origem e causa da ocorrência de determinada manifestação patológica (SILVA, 2011).

Dessa forma, eflorescência, fissura, trincas e deslocamentos são exemplos de que não são patologias, mas sim sintomas de degradação de uma edificação, ou seja, doenças. A origem varia entre, projeto, execução, materiais e uso ao longo da vida útil da edificação. A Figura 1 apresenta exemplos de manifestações patológicas com suas devidas características de causas, origens e mecanismos, além do emprego dos termos de forma correta no que diz respeito a manifestações patológicas.

Caso	Manifestação Patológica	Causa	Origem	Mecanismo
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ferrugem</li> <li>■ Deslocamento do cobrimento</li> <li>■ Manchas de corrosão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fissuras do concreto</li> <li>■ Agentes agressivos (CO<sub>2</sub>, Cl<sup>-</sup>, sulfatos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Projeto</li> <li>■ Execução</li> <li>■ Materiais</li> <li>■ Uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Corrosão de armaduras: reação expansiva do ferro com o O<sub>2</sub> e o H<sub>2</sub>O</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deformação excessiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sobrecarga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Projeto</li> <li>■ Execução</li> <li>■ Materiais</li> <li>■ Uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deformação lenta</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ninhos de concretagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Elevada altura de lançamento</li> <li>■ Excesso de armadura</li> <li>■ Adensamento inadequado</li> <li>■ Trabalhabilidade inadequada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Projeto</li> <li>■ Execução</li> <li>■ Materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Separação física dos constituintes do concreto</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fissuras</li> <li>■ Trincas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sobrecarga</li> <li>■ Carência de armadura</li> <li>■ Problema com as fundações</li> <li>■ Retração do concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Projeto</li> <li>■ Execução</li> <li>■ Materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deformação não-prevista da estrutura provocando abertura de fissuras no concreto ou nas alvenarias</li> </ul>
E	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Esfarelamento</li> <li>■ Deslocamento de pisos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Excesso de água de amassamento</li> <li>■ Falta de cura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Execução</li> <li>■ Materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Exsudação</li> </ul>
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Efflorescência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porosidade excessiva</li> <li>■ Presença de água em abundância</li> <li>■ Cal livre presente no cimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Execução</li> <li>■ Materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Combinação da água presente no ambiente com a cal livre do cimento hidratado e sua posterior saída do interior do concreto</li> </ul>

**Figura 1** – Exemplos de termos ligados a patologia das edificações

**Fonte** – Silva, 2011.

A manutenção é um conjunto de atividades a serem realizadas com o intuito de conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes, para



atender as necessidades dos usuários como: exigências de segurança, saúde, conforto, adequação ao uso e economia cujo atendimento é condição para a realização das atividades previstas no projeto. A estimativa de vida útil influi na estratégia de manutenção a ser adotada, esta será definida pelo período de tempo após colocação em serviço durante o qual se mantém as propriedades em mínimos aceitáveis dos elementos da fachada (BOTO, 2015).

Este artigo objetiva implantar um Plano de Manutenção para a Igreja Matriz da cidade de Angicos-RN, este plano visa recuperar a cobertura, a fachada, e os revestimentos, aumentar sua vida útil e diminuir os custos com possíveis reparos, adotando a prática de manutenção preventiva, seguindo as práticas usuais e as recomendações especificadas na literatura técnica.

## 2. Metodologia

A metodologia adotada para o cumprimento desta pesquisa foi planejada sob uma forma de estudo observacional e descritivo, que seguem uma sequência lógica e que são dependentes.

O local de estudo situa-se no Estado Rio Grande de Norte, Brasil. A finalidade foi desenvolver um estudo de caso na igreja católica matriz de São José na cidade de Angicos-RN. A Figura 2 ilustra a localização geográfica da cidade de Angicos no mapa do Estado do Rio Grande do Norte, assentada no semiárido potiguar.



**Figura 2** – Localização geográfica da cidade de Angicos/RN,  
**Fonte** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017.

Inaugurado em 1834, o imóvel passou por várias reformas, atualmente encontra-se à disposição da população, mesmo apresentando manifestações patológicas. A Figura 3 apresenta a Igreja situada no centro da cidade, vizinha ao antigo mercado público.



**Figura 3** – Igreja Matriz de São José, Angicos-RN  
**Fonte** – Florêncio *et al.* 2016.

De maneira que pudesse atender o objetivo proposto, a pesquisa foi dividida em duas etapas: revisão bibliográfica e um estudo em campo. Com isso, iniciou-se um levantamento seguido de análise bibliográfica, que foi a base de conceitos para descrever os problemas observados.

A segunda etapa foi desenvolvida com base nos conhecimentos adquiridos na discussão teórica e por meio de visitas técnicas no local do estudo, observando as manifestações patológicas por meio de inspeção visual com reproduções fotográficas de forma que fosse possível indicar tais anomalias. As informações sobre a edificação foi adquirida em contato com a população e responsáveis por esta. As visitas técnicas foram realizadas entre os dias 5 a 30 de novembro de 2016.

O principal objetivo desta pesquisa foi apontar as manifestações patológicas da edificação, e com base nessas, elaborar um plano de manutenção para os revestimentos internos da igreja.



### 3. Discussão teórica

Manifestações patológicas surgem por diversos fatores, que podem ter suas origens relacionadas a processos construtivos, erros de projeto, falha na manutenção, falta de planejamento, uso de materiais inadequados, excepcionalidades, etc.

#### 3.1 Análise de manifestações patológicas

Segundo a NBR 13752/1996, tem-se as seguintes definições quando se trata de análise de manifestações patológicas:

**Defeito:** são anomalias que podem causar danos efetivos ou representar ameaça potencial de afetar a saúde ou segurança do dono ou consumidor, decorrentes de falhas do projeto ou execução de um produto ou serviço, ou, ainda, de informação incorreta ou inadequada de sua utilização ou manutenção.

**Vícios:** anomalias que afetam o desempenho de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ao consumidor. Podem decorrer de falha de projeto ou de execução, ou ainda da informação defeituosa sobre sua utilização ou manutenção.

**Vícios redibitórios:** Anomalias que afetam o desempenho de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ao consumidor. Podem decorrer da falha de projeto ou de execução, ou ainda da informação defeituosa sobre sua utilização ou manutenção.

#### 3.2 Principais manifestações patológicas

Para Roça (2014) entre as principais manifestações patológicas em edificações pode-se citar como as mais recorrentes as infiltrações de água, eflorescência e fissuras. Ainda afirma que, as infiltrações são caracterizadas pela percolação de água através do material, podendo alterar suas características, por outro lado as eflorescências são depósitos de sais decorrentes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas, consequentemente alterando a aparência superficial do material e podendo ser agressivos ao mesmo e por fim o termo fissura é bastante abrangente e trata do rompimento de algum material provocado por tensões.

Na edificação em questão, estão as patologias ocasionadas pela presença de água em seus sistemas, provocando por exemplo: eflorescências, manchas e bolor. Também pode-se citar as seguintes manifestações patológicas observadas: fissuras, deslocamento cerâmico em paredes e descascamento de tintas. Desta forma este trabalho é apresentará as principais manifestações patológicas já mencionadas.

##### 3.2.1 Umidade das edificações

Na patologia das edificações, a umidade é um dos sintomas observados quando algum elemento da edificação se apresenta em estado úmido, ligeiramente molhado ou molhado.



As patologias de umidades aparecem nos mais diversos elementos das edificações, como em paredes, pisos, estruturas de concreto, estruturas de madeira, etc. Estes problemas de umidade, sempre trazem um grande desconforto e degrada a construção rapidamente, tendo soluções caras (SOUZA, 2008).

É bastante comum em obras de pequeno porte a ausência de investigação do solo, em geral por motivos econômicos. Diante disso, a umidade acedente muitas vezes é gerada pela falta de investigação, normatizada pela ABNT NBR 6122/1996; ABNT NBR 8036/1983, e o bom senso deve nortear o tipo de programa de investigação (FAGUNDES, 2008).

As ocorrências de umidade também são causadas pela má aplicação ou até mesmo a carência de impermeabilizantes. Dificilmente o processo de impermeabilização é feito corretamente ou com produtos indicados, o que torna difícil o reparo das mesmas, já que são trocados os produtos e serviços preventivos, por corretivos, causando retrabalho e custos adicionais aos danos (MENEZES, 2006). Ao se notar a presença de umidade é sinalizada a existência de outros problemas fazendo-se necessária uma pesquisa mais aprofundada (FAGUNDES, 2008).

Deficiências no revestimento provocadas por umidade podem ser identificadas a olho nu, decorrente de vazamentos como rompimentos de instalações hidráulicas e/ou por infiltração ascendente pelo contato com o solo, residual de obra, condensação em ambientes pouco ventilados, penetração de água (FAGUNDES, 2008). Além desses pontos, o ciclo natural da água é de suma importância.

Ainda para Fagundes (2008), outros fatores são falhas de estanqueamento nas esquadrias em função da água, fechamentos verticais e pelas coberturas, nestes casos o tato pode favorecer a análise do técnico atestando a presença de umidade, o diagnóstico também pode ser realizado com equipamentos específicos como o umidímetro. À medida que se identifica o foco de umidade, denunciado pela macha tinta ou cerâmica, caberá ao técnico a recomendação para que providências sejam implantadas antes da efetivação dos trabalhos de reparo.

O descascamento de película de tinta também pode ocorrer quando na primeira pintura sobre reboco a primeira demão de tinta não foi bem diluída, neste caso recomenda-se que quando se desejar aplicar a tinta diretamente sobre o reboco, a primeira demão deve ser com tinta bem diluída (FAGUNDES, 2008). As Figuras 4 e 5 ilustram algumas manifestações patológicas provocadas pela umidade.



**Figura 4** – Alvenaria com problemas de umidade

**Fonte** – Hussein, 2013.



**Figura 5** – Descascamento de pintura

**Fonte** – Hussein, 2013.

#### 3.2.1.1 Tipos de ocorrência de umidade

Entre tantas anomalias, a umidade também pode gerar o deslocamento de placas cerâmicas, provocando manifestações patológicas consequentes pela umidade no edifício, ou pela falha ou ausência da impermeabilização (HUSSEIN, 2013).



Para Hussein (2013), os principais tipos de ocorrências são:

**Umidade de infiltração:** é a passagem da parte externa para a parte interna, através de trincas ou da própria capacidade de absorção do material, este processo é bastante comum;

**Umidade ascensional:** é a umidade originada do solo, e sua presença pode se notada em paredes e solos;

**Umidade por condensação:** é consequência do encontro do ar com a alta umidade, com superfícies apresentando baixas temperaturas, o que causa a precipitação da umidade;

**Umidade de obra:** é basicamente a umidade presente na execução da obra, como em argamassas e concretos;

**Umidade acidental:** é o fluido gerado por falhas nos sistemas de tubulações e que acabam ocasionando infiltração.

Após a análise dos tipos de umidade, das condições de obra, e das obrigatoriedades que as normas relacionadas estipulam, pode-se chegar ao sistema que será utilizado. A Figura 6 relaciona a origem e onde se faz presente as manifestações patológicas ocasionadas pela umidade.

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

**Figura 6 – Origens versus Presença de umidade**

**Fonte –** Silva, 2013.



Segundo Silva (2013), muitas vezes o aparecimento de problemas ocasionados por umidade é decorrente de características construtivas adotadas pela arquitetura moderna assim como os novos materiais e sistemas construtivos empregados nas últimas décadas. Com o uso do concreto armado, paredes passam a ter como função principal a de vedação, deixam de serem portantes, resultando assim em paredes mais esbeltas.

### 3.2.2 Eflorescência

De maneira geral, a eflorescência é definida como depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície do revestimento, resultantes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas, também conhecidas como “salitre” (SILVA, 2011). A eflorescência surge em função do arraste de sais para a superfície pintada através da evaporação de água. Suas características são: manchas esbranquiçadas na superfície da pintura, causadas justamente pelo depósito de sais solúveis em água, essas manchas apresentam aspecto de nuvem, por vezes enegrecida pela poluição. Eventualmente, as manchas podem ser de cor clara e escorrida aderente, pouco solúvel em água, geralmente construída de carbonato de cálcio (FAGUNDES, 2008). De maneira geral, a eflorescência é identificada a partir de manchas brancas, como ilustrado na Figura 7.



**Figura 7** – Eflorescência em piso

**Fonte** – Souza, 2008

De acordo com Silva (2011), é perceptível nas regiões áridas e semiárida, como grande parte do Nordeste brasileiro apresentar condições favoráveis a uma elevada salinização do solo. Por esse motivo, o conjunto: sais solúveis e ventos contínuos fazem do Nordeste a região com maiores condições para o surgimento de eflorescência e subeflorescências. A escassez de água obriga os produtores a utilizar poços no processo de fabricação de produtos cerâmicos, com isto os poços oferecem teor de sais superior que a água do mar



(HUSSEIN, 2013). Desse modo, aumenta-se a influência de ocorrência de eflorescência, um exemplo disto é a Figura 8, onde ilustra a presença de eflorescência no solo puro



**Figura 8** – Presença de eflorescência em solo puro

**Fonte** – Souza, 2008

Contudo, a origem da eflorescência está na presença de água ao longo do sistema, no decorrer do acesso a umidade através das partículas do solo (SILVA, 2011).

Fagundes (2008), afirma que o fenômeno da eflorescência pode ocorrer não apenas em superfícies de alvenaria, mas também na superfície de concreto e tijolo. Quando o substrato está úmido (molhado) ou quando não é aguardada a cura completa do reboco novo (aproximadamente 30 dias), a água pode estar na superfície e a manifestação patológica será provavelmente desencadeada.

### 3.2.2.2 Tipos de ocorrência de eflorescência

De acordo com Silva (2011), os principais tipos de eflorescências são:

**Eflorescência de secagem:** é a que se forma por secagem ao ar livre de argilas em moldar. Chamam-se “véus de secagem”. Um exemplo é a película salina se forma sobre as partes protuberantes de um torrão de argila que seca espontaneamente no campo;

**Eflorescência de secador:** é contrária ao caso anterior, na eflorescência de secador a secagem se produz pela ação do ar industrial (possivelmente contaminado) como já mencionado, sobre argilas que tratadas mecanicamente. Nelas ficaram impressas as características geométricas e textuais impostas pelas máquinas;

**Eflorescência de forno:** diferente da eflorescência de secador, formadas na superfície dos tijolos crus. Basicamente se consolidam no forno pela ação de diversas reações.



### 3.2.3 Fissuras

As fissuras são manifestações patológicas caracterizadas pela ocorrência de pequenas aberturas, seu surgimento ocorre tanto em alvenaria estrutural, como também nos revestimentos da edificação. De acordo com Peres (2001), fissura é considerada quando a abertura é de até 0,5mm, e a trinca quando a abertura é de 0,5mm a 1,5mm.

Conforme Lima (2010), as manifestações patológicas ocasionadas por fissuras são classificadas da seguinte forma:

- Fissuras causadas por sobrecargas;
- Fissuras causadas por variações de temperatura;
- Fissuras causadas por retração e expansão;
- Fissuras causadas por deformação de elemento da estrutura de concreto armado;
- Fissuras causadas por recalque de fundações;
- Fissuras causadas por reações químicas;
- Fissuras causadas por detalhes construtivos.

## 4. Estudo de caso

Na igreja em questão, foram encontradas diversas manifestações patológicas causadas pela presença de umidade nos seus elementos. A umidade no local é proveniente tanto de deficiência de fundação/impermeabilização através umidade ascendente, quanto por fissuras e infiltrações presentes em paredes e teto.

A Figura 9 ilustra um elemento estrutural da edificação (Pilar), com estufamento e descascamento da pintura. Uma manifestação patológica comumente encontrada na edificação, causada pela umidade ascendente do solo. Tal umidade é proveniente pela presença de água geralmente oriunda do solo, tanto por ocorrência de fenômenos sazonais ocasionando o aumento de umidade, quanto por lençóis freáticos superficiais que implicam na presença permanente também da umidade. Porém, impreterivelmente esse fenômeno é consequência de falhas na impermeabilização. Impermeabilização essa da interface entre as estruturas de fundações e as áreas superficiais, ou referentes ao terreno e os planos abaixo da superfície do terreno (QUERUZ, 2007).



**Figura 9** – Elemento estrutural com descascamento de tinta

**Fonte** – Acervo dos autores, 2016.

A Figura 10 retrata o descolamento do revestimento do local, também causado pela umidade presente nas paredes da edificação, se tornando essas um substrato de má qualidade.



**Figura 10** – Alvenaria com deslocamento de placa cerâmica

**Fonte** – Acervo dos autores, 2016.

A Figura 11 mostra o revestimento do local com eflorescência, esta pode alterar a aparência da superfície onde se depositou e em caso de sais agressivos, pode causar a degradação do revestimento (FAGUNDES, 2008). Para Queruz (2007), a água de forma direta ou indireta quer se encontre no estado de sólido, líquido ou vapor, é um dos maiores causadores de patologias nas edificações, pois, pode ser vista como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes.



**Figura 11** – Presença de eflorescência em placa cerâmica

**Fonte** – Acervo dos autores, 2016.

## 5. Plano de manutenção

Com a finalidade de evitar e não agravar as anomalias encontradas no local, foi criado um plano de manutenção para o revestimento interno e externo da Igreja. A inspeção da edificação encontrou anomalias ligadas a presença de água, como manchas de umidade, destacamento da pintura e eflorescência, além de outras anomalias como fissuras e manchas de sujeira. As causas de tais anomalias devem-se a vários fatores a que se encontram expostos os elementos da edificação, tais como falta de manutenção e impermeabilização da fundação, incidência solar, infiltrações pelo teto e fissuras.

O plano de manutenção foi elaborado para um período de 12 anos, e por limitações financeiras e de uso, o plano procurou alinhar a vida útil dos materiais com a disponibilidade financeira do local, visto que a manutenção e/ou reparação de fachadas, coberturas e revestimento internos têm de médio a alto custo financeiro, como ilustra a Figura 12.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

Categoria	Descrição	Exemplos típicos
A	Baixo custo de manutenção	Vazamentos em metais sanitários
B	Médio custo de manutenção ou reparação	Pintura de revestimentos internos
C	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição (do elemento ou sistema) equivalente ao custo inicial	Pintura de fachadas, esquadrias de portas, pisos internos e telhamento
D	Alto custo de manutenção e/ou reparação Custo de reposição superior ao custo inicial Comprometimento da durabilidade afeta outras partes do edifício	Revestimentos de fachada e estrutura de telhados
E	Alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição muito superior ao custo inicial	Impermeabilização de piscinas

**Figura 12** – Custos de manutenção previstos para diferentes tipos de sistemas e elementos construtivos  
**Fonte** – ABNT, NBR -15575/2012.

A proposta do Plano de Manutenção mostrada a seguir através da Figura 13 somente poderá ser aplicada de forma eficaz se forem efetuadas as ações corretivas propostas e quando os elementos atingirem seus níveis mínimos aceitáveis para funcionamento será necessário substituí-los.

Sistema	Ações de manutenção	PLANO DE MANUTENÇÃO											
		Períodicidade (Anos)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pintura Externa	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												
Vedantes	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												
Peças de Concreto	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												
Portas e Janelas	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												
Cobertura	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												
Pintura Interno	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												
Revestimento Interno	Inspeção												
	Limpeza												
	Reparação												
	Substituição												

**Figura 13** – Plano de Manutenção  
**Fonte** – Acervo dos autores, 2016.



A deficiência do sistema de cobertura é um fator que aumenta efetivamente a ocorrência de infiltrações nos elementos de fachadas e internos (FLORÊNCIO *et al*, 2016). Com isso, espera-se que ao reparar e inspecionar a cobertura do local, os problemas com umidade sejam diminuídos consideravelmente. Além disso, é de grande importância a reparação ou troca dos vedantes utilizados em portas e janelas, pois esses lugares apresentam pontos de infiltrações.

Deve ser realizada a troca de todo o revestimento cerâmico do local, por peças similares, pois as peças instaladas já estão amplamente comprometidas, prejudicando a estética do local. E todo o revestimento de pintura deve ser renovado. Quando tais mudanças foram feitas, o plano de manutenção poderá ser posto em prática.

Com o plano de manutenção em andamento, a vida útil da edificação irá aumentar, fazendo com que não seja preciso realizar grandes reformas ao longo dos anos, pois todos os componentes em questão estarão fazendo o efeito esperado.

## 6. Conclusões

Nas construções antigas em que pouco se sabe sobre uma edificação, é de suma importância a realização de estudos que visem diagnosticar, avaliar e caracterizar a ocorrência de manifestações patológicas, com a finalidade de aumentar a vida desse patrimônio.

No caso de patrimônios históricos, a idade das construções nos leva a uma falta de conhecimento sobre processos construtivos e sobre os materiais utilizados para tais construções, o que acaba sendo um fator agravante no diagnóstico das manifestações patológicas.

A maior incidência patológica vista na edificação estudada é causada pela presença de água. Para Souza (2008), um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil é a umidade, que quando se manifesta nas edificações traz tanto desconforto quanto degradam a construção rapidamente, e as soluções para recuperação são extremamente caras.

A má impermeabilização e vedação geral da igreja é a principal causadora das anomalias estudadas, contudo, por fatores de uso e financeiros, torna-se inviável a recuperação total da impermeabilização do local. Para controlar a situação são indicadas inspeções, além de reparos e manutenções preventivas, que devem ser feitas rotineiramente no local. Para tal, foi criado um plano de manutenção orientativo.

A perfeita funcionalidade de uma edificação está relacionada com fatores como a qualidade de projetos, de execução e dos materiais utilizados, sendo a impermeabilização uma das etapas mais importantes na execução da obra para se evitar possíveis patologias da umidade, a fim de proteger a edificação de diversos problemas patológicos provenientes da infiltração de água.

A proposta do plano de manutenção mostrado, não visa sanar todas as causas de patologias existentes na edificação, pois como foi visto, existem diversas restrições físicas



e financeiras para que isso aconteça. Tornando o plano de manutenção, uma ferramenta que busca educar os membros da referida igreja a acompanhar o funcionamento dos sistemas da edificação analisada, a fim de produzir pequenos reparos constantes, em vez de grandes substituições e reformas por longos períodos.

O plano além de funcionar como ferramenta de controle da edificação, visa a minimização das manifestações patológicas e o não agravamento das patologias estudadas, tornando a edificação possível de ser utilizada por toda a população, sem causar desconforto. Por isso, o plano apresenta para todos os sistemas, inspeções que devem ser realizadas anualmente, para que sejam identificados possíveis problemas. Foram planejados também limpezas e reparos que aumentarão a vida útil dos materiais/sistemas estudados, além de substituições quando ultrapassada a vida útil desses.

Após cada inspeção, que deve ser realizada por técnicos ou empresas habilitadas, deve ser elaborado um relatório, indicando os trabalhos realizados, os resultados obtidos, o diagnóstico das patologias e a proposta de soluções para futuros reparos e para garantir a vida útil prevista de cada sistema.

A inspeção periódica é o único meio para colher informações atualizadas e permanentes sobre o estado de conservação da edificação. A inspeção deverá ser sempre apoiada em ensaios não destrutivos, objetivando detectar patologias na sua fase inicial e, assim, minimizar os custos referentes às operações de manutenção e de reparação.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR – 13752/1996: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. NBR – 15575/2012: Desempenho de Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos. Parte 1 a 6: Requisitos gerais. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. NBR – 5674/1999: Manutenção de Edificações – Procedimento, Rio de Janeiro, 6 p.

Boto, M. (2014). Plano de manutenção de fachadas na zona costeira. Disponível em: <<http://www.engenhariaeconstrucao.com/2014/09/plano-de-manutencao-de-fachadas-na-zona.html>> Acesso em: 15 nov. 2015

Fagundes Neto, J. C. P. (2008). Perícias de fachadas em edificações. Liv. e Ed. Universitária de Direito, São Paulo, 215 p.

Florêncio, F. D. C., Silva, R. R. C., Medeiros, M. K. S., Queiroz Neto, M. L. (2016) Plano de manutenção do sistema de fachada da igreja matriz de Angicos-RN. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2016, Belém-PA, 11 p.



Hussein, J. S. M. (2013). Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilizantes em construções residenciais na cidade de Campo Mourão-PR. Campo Mourão-PR: UTFP, 2013, pp. 54-54.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE, Cidades. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240080&search=rio-grande-do-norte|angicos>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

Lima, A. C. da S. (2010). Manifestações patológicas nas edificações escolares da rede municipal de Criciúma: Levantamento e Análise sobre a recorrência. Universidade do Extremo sul Catarinense – unesc. Curso de engenharia civil, criciúma, 161 p.

Menezes, R. R. (2006). Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção. Revista Cerâmica, 2006, v. 52. pp. 49-49.

Peres, R. M. (2001). Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico – Um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 142 p.

Queruz, F. (2007). Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 149 p.

Roça, G. B. (2014). Análise das manifestações patológicas de uma edificação residencial - estudo de caso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (Monografia), Especialização em patologia das construções. Curitiba, 63 p.

Silva, F. B. da. (2011). Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-2.aspx>> Acesso em: 22 Jun. 2016

Silva, I. S., Sales, J. C. (2013). Patologias ocasionadas pela umidade: Estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Aará – UVA. João Pessoa-PB, UVA, pp. 16-16.

Silva, I. T. S. (2011). Identificação dos fatores que provocam eflorescência nas construções em Angicos-RN. Angicos-RN: UFERSA, pp. 50-50.

Souza, M. F. (2008). Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Monografia de Especialização em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008. p. 52-54.



## MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE ESTRUTURAL DE CONSTRUÇÕES HISTÓRICAS

### *Simplified Method Of Assessing The Structural Vulnerability Of Historic Buildings*

Larissa MOTA<sup>1</sup>, Aldecira DIÓGENES<sup>2</sup>, Esequiel MESQUITA<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brasil, larissagmota@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brasil, aldeciragd@yahoo.com.br

<sup>3</sup> CENTRE, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade Ari de Sá, Fortaleza, Brasil

<sup>4</sup> CONSTRUCT, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e.mesquita@fe.up.pt

**Resumo:** A resposta dinâmica das edificações mediante a ocorrência de eventos sísmicos pode ser analisada a partir de metodologias que avaliam a vulnerabilidade sísmica das estruturas. Em geral, esses métodos são sustentados em análises qualitativas e quantitativas. As análises qualitativas apoiam-se na observação visual e descrição de danos característicos após um evento sísmico, já as análises quantitativas junto com o uso de parâmetros definidores de resposta estrutural, possibilitam a definição de índices de dano.

A grande maioria das metodologias de avaliação propostas tem-se focado no comportamento do edifício como um todo, não dando particular relevância ao comportamento isolado das paredes de fachada. As paredes de fachada apresentam-se vulneráveis à ação dinâmica, podendo sofrer colapso parcial ou total de forma inesperada, podendo provocar perdas irreversíveis. O objetivo deste trabalho é apresentar, discutir e aplicar uma metodologia simplificada de avaliação da vulnerabilidade sísmica de paredes de fachada de construções antigas. Para tal, foram realizadas inspeções *in situ* a fim de identificar configurações estruturais, danos, fragilidades e estado de conservação de construções históricas.

Obteve-se como resultados nível de conservação, catalogação de danos e fragilidades e os índices de vulnerabilidade sísmica das paredes de fachadas de um conjunto de edificações antigas.

**Palavras-chave:** Fachada, vulnerabilidade sísmica, estado de conservação, centro histórico, alvenaria.

**Abstract:** The dynamic response of buildings through the occurrence of seismic events can be analyzed using methodologies that evaluate the seismic vulnerability of the structures. In general, these methods are supported by qualitative and quantitative analyzes. Qualitative analyzes are based on visual observation and description of



characteristic damages after a seismic event. Quantitative analyzes, together with the use of structural response parameters, allow the definition of damage indexes.

The majority of the evaluation methodologies proposed have focused on the behavior of the building as a whole, not giving particular relevance to the isolated behavior of the facade walls. The facade walls are vulnerable to dynamic action, and may partially or totally collapse unexpectedly, causing irreversible losses. The objective of this work is to present, discuss and apply a simplified methodology for the evaluation of the seismic vulnerability of facade walls of old buildings. For that, *in situ* inspections were carried out to identify structural configurations, damages, fragilities and state of conservation of historical constructions.

The results obtained were the level of conservation, cataloging of damages and fragilities and the seismic vulnerability indexes of the walls of facades of a set of old buildings.

**Keywords:** Façade, seismic vulnerability, conservation state, historical centre, masonry.

## 1. Introdução

As construções em geral estão sujeitas aos desgastes naturais ou advindos dos usos e funções, todavia esses desgastes podem ser acelerados devido a ocorrência de abalos sísmicos. Compreender o comportamento das estruturas quando submetidas aos movimentos dos solos provocados por eventos sísmicos contribui na redução de perdas humanas e materiais.

A resposta dinâmica das edificações mediante a ocorrência desses eventos pode ser estudada a partir de metodologias que avaliam a vulnerabilidade das estruturas. Em geral, esses métodos são sustentados em análises qualitativas e quantitativas. As análises qualitativas apoiam-se na observação visual e descrição de danos característicos após um evento sísmico, já as análises quantitativas junto com o uso de parâmetros definidores de resposta estrutural, possibilitam a definição de índices de dano, (VICENTE, 2008).

Nos países de elevada atividade sísmica, são desenvolvidos e aplicados diversos métodos para análise da vulnerabilidade sísmica das estruturas, porém a aplicação de alguns desses métodos em países de baixa atividade sísmica não é viável economicamente, (MIRANDA, 2010). Para regiões de baixo nível de sismicidade são desenvolvidos e aplicados métodos de baixo custo que se adequem a esta configuração.

Os métodos de avaliação de vulnerabilidade estrutural aplicados normalmente baseiam-se em análises qualitativas, pois além de proporcionarem aplicação simplificada são úteis numa fase de verificação preliminar, podendo posteriormente induzir à avaliação por métodos quantitativos, (MIRANDA, 2010).

A grande maioria das metodologias de avaliação propostas tem-se focado no comportamento do edifício como um todo, não dando particular relevância ao comportamento isolado das paredes de fachada, (FERREIRA, 2009). As paredes de



fachada apresentam-se vulneráveis à ação dinâmica, podendo sofrer colapso parcial ou total de forma inesperada. Verificou-se em sismos históricos ocorridos em Messina (1908) e em Carlentini (1990), na Itália, que grande parte dos danos observados estava relacionada com o colapso das fachadas e ainda um número significativo de perda humana associado à sua queda, (VICENTE, 2008).

O estudo e a aplicação de metodologias de avaliação de vulnerabilidade sísmica à escala urbana é relevante e contribui na preservação de grupos de estruturas consideradas mais vulneráveis, uma vez identificadas as fragilidades das estruturas, pode-se minimizar a sua vulnerabilidade sísmica, reduzindo os riscos.

Neste trabalho será apresentada uma metodologia simplificada de avaliação da vulnerabilidade sísmica de paredes de fachada e sua posterior aplicação às fachadas dos edifícios do sítio histórico de Sobral, servindo como ferramenta de suporte na tomada de decisões relacionadas à adoção de medidas de preservação e reabilitação de edificações de valor cultural elevado.

## 2. Método simplificado de análise da vulnerabilidade

A metodologia utilizada neste trabalho foi o método do índice de vulnerabilidade sísmica, originalmente desenvolvido na Itália pelo GNDT-SSN (1994) para a avaliação da vulnerabilidade sísmica de edifícios de alvenaria, melhorado e adaptado à realidade dos edifícios de Portugal por Vicente (2008) e adaptado à realidade das edificações históricas sobralenses por esta equipe.

O índice de vulnerabilidade sísmica da fachada é calculado através da avaliação de 10 parâmetros associados às características mecânicas, geométricas e do estado de conservação, Quadro 1. Esses parâmetros são classificáveis em 4 classes de vulnerabilidade: A, B, C e D. Cada parâmetro avalia um aspecto que influencia a resposta sísmica das paredes de fachada. Foi associado um peso a cada parâmetro, variando de 0.5 (para os parâmetros menos importantes) até 0.75 (para os parâmetros com maior impacto na vulnerabilidade da fachada). O índice é o resultado do somatório do produto entre o valor atribuído a cada classe e seu peso, de todos os parâmetros.

O índice de vulnerabilidade da fachada,  $I_{vf}$ , de um edifício varia entre 0 e 275, porém é mais comum usar-se o valor do índice normalizado, variando entre 0 e 100. Assim, quanto menor o valor obtido para o índice de vulnerabilidade, menor a vulnerabilidade sísmica da fachada. O índice de vulnerabilidade pode ser usado na estimativa de dano em paredes de fachada para uma determinada intensidade sísmica, (FERREIRA *et al.*, 2010).

Associado à escolha da classe de vulnerabilidade de cada parâmetro, na formulação do índice de vulnerabilidade, existe um nível de incerteza relacionado de acordo com o modo com que foram classificados cada parâmetro. Os graus de confiança foram definidos em 4 níveis por Vicente (2008) de maneira simples mostrada à seguir:

E - Informação de elevada qualidade: informação observada diretamente *in situ* com apoio de registros geométricos;



M - Informação de média qualidade: informação ora fiável, visualização de fotografias e informação de situações análogas;

B - Informação de qualidade medíocre: informação baseada na suposição, com um grau de certeza baixo, por vezes de escolha casual;

A - Ausência de informação: Escolha aleatória, podendo-se fixar este grau de certeza, na impossibilidade de avaliar um determinado parâmetro, em todos os casos, arbitrando um valor indicativo.

A seguir serão apresentados, sucintamente, os 10 parâmetros de avaliação da vulnerabilidade utilizados.

O parâmetro P1 avalia a geometria da fachada através da relação entre altura (H) e base (B) da edificação. O seu significado, apenas faz sentido quando combinado com outros aspectos geométricos avaliados pelos parâmetros P3, P7 e P8. As classes de vulnerabilidade do parâmetro P1 estão apresentadas no Quadro 2.

**Quadro 1** – Cálculo do índice de vulnerabilidade da fachada (VICENTE, 2008)

Parâmetro de Avaliação	Classe				Peso	GC
	A	B	C	D	P <sub>i</sub>	
P1 Geometria da fachada	0	5	20	50	0.5	
P2 Esbelteza máxima	0	5	20	50	0.5	
P3 Área das aberturas	0	5	20	50	0.5	
P4 Desalinhamento de aberturas	0	5	20	50	0.5	
P5 Qualidade dos materiais	0	5	20	50	0.75	
P6 Estado de Conservação	0	5	20	50	0.75	
P7 Eficiência da ligação às paredes ortogonais	0	5	20	50	0.5	
P8 Ligação aos diafragmas horizontais e coberturas	0	5	20	50	0.5	
P9 Impulsos da cobertura	0	5	20	50	0.5	
P10 Elementos não-estruturais	0	5	20	50	0.5	

**Quadro 2** – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P1 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P1	
A	$H/B < 0.4$
B	$0.4 \leq H/B < 0.6$
C	$0.6 \leq H/B < 1.0$
D	$H/B \geq 1.0$



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



Figura 1 – Exemplos de edificações para os quais a relação H/B não é favorável (PRÓPRIA, 2016)

O parâmetro P2 avalia a esbelteza máxima das paredes. Efetivamente são as paredes mais esbeltas que apresentam maior risco de colapso.

Quadro 3 – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P2 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P2	
A	$h/s \leq 9$
B	$9 < h/s \leq 15$
C	$15 < h/s \leq 20$
D	$h/s > 20$



O comportamento de um painel de parede, quando submetido a forças horizontais, é influenciado pela dimensão e configuração das aberturas, pois o caminho de carga e a transferência de tensões nas paredes controlam e determinam os mecanismos de rotura no plano da fachada. Quanto menor a área e a espessura das paredes resistentes, menor a capacidade de dissipação de energia, logo maior será o dano sofrido pela parede. Assim, o critério de classificação deste parâmetro apresenta-se no Quadro 4.

Quadro 4 – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P3 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P3	
A	Área de aberturas inferior a 20%
B	Área de aberturas inferior a 35%
C	Área de aberturas inferior a 60%
D	Área de aberturas superior a 60%

Assim como a área de aberturas influencia no mecanismo de rotura no plano da fachada, o desalinhamento das aberturas, parâmetro 4, influencia do mesmo modo, pois permite a



criação de esforços concentrados através da distribuição de tensões. A definição das classes de vulnerabilidade associadas a este parâmetro estão apresentadas no Quadro 5.

**Quadro 5** – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P4 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P4	
A	Aberturas de dimensão regular e alinhadas em altura.
B	Aberturas de dimensão regular e alinhadas em altura.
C	Aberturas de dimensão regular ou irregular desalinhadas verticalmente em mais de ½ da sua largura.
D	Aberturas de dimensão regular ou irregular totalmente desalinhadas vertical ou horizontalmente. Casos de abertura de grandes vãos ao nível de qualquer piso.

As alvenarias que constituem as construções históricas geralmente são variadas, com diferentes materiais constituintes, dimensões e técnicas de assentamento, que lhe conferem diferentes níveis de resistência, (FERREIRA, 2009). O parâmetro P5 avalia a qualidade das alvenarias das fachadas em função de três aspectos: i) homogeneidade do material constituínte, forma, dimensão e natureza; ii) configuração de assentamento; e, iii) tipo de ligação transversal entre panos da própria parede. Assim, o critério de classificação deste parâmetro apresenta-se no Quadro 6.

O parâmetro P6 avalia o estado de conservação das paredes da fachada. A avaliação é basicamente realizada de acordo com a configuração, abertura, localização e origem de fissuração, Quadro 7. Na análise deste parâmetro a observação deve ser especialmente dirigida às zonas dos cunhais e ligações às paredes ortogonais.

**Quadro 6** – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P5 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P5	
A	Alvenaria de tijolo de boa qualidade. Alvenaria de pedra bem talhada com unidades homogêneas e de tamanho uniforme em toda a extensão das paredes. Alvenaria de pedras irregulares bem argamassada e travada/embricada, existindo ligação transversal entre as duas faces da parede.
B	Alvenaria de tijolo (área perfurada < 45%). Alvenaria de pedra bem talhada com unidades pouco homogêneas em toda a extensão das paredes. Alvenaria de pedra irregular com ligação transversal entre as duas faces da parede.
C	Alvenaria de tijolo de baixa qualidade com irregularidades de assentamento e de ligação. Alvenaria de pedra com unidades não trabalhadas e de dimensões heterogêneas. Alvenaria de pedra irregular sem ligação transversal, no entanto bem argamassada e travada.
D	Alvenaria de tijolo de má qualidade com incrustação de fragmentos de pedra. Alvenaria de pedra com unidades muito irregulares e sem travamento cuidado (criando vazios). Alvenaria de pedra irregular sem ligação transversal, mal argamassada e mal travada.



**Quadro 7** – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P6 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P6	
A	A fachada não se encontra fissurada.
B	A fachada encontra-se fissurada ao nível dos revestimentos, junto a pontos de concentração de tensões (cantos). A fachada apresenta sinais de fissuração reparada.
C	A fachada apresenta sinais de assentamento (fissuração em espinha de peixe ou inclinada), fissuras a meio vão das aberturas (flexão), fissuras de desligamento com abertura crescente em altura, fissuras por impulso da cobertura ou por transferência de carga indevida, fissuras inclinadas (por aberturas desalinhadas, caminho de carga.)
D	A fachada apresenta fissuras trespessantes e sinais de desagregação graves. Paredes de fachada abauladas ou fora de prumo.

A qualidade das ligações da parede da fachada às paredes ortogonais é avaliada no parâmetro P7. A eficiente ligação entre a parede de fachada e as paredes ortogonais minimiza os mecanismos de colapso para fora do plano. A avaliação deste parâmetro é feita com base no Quadro 8.

**Quadro 8** – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P7 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P7	
A	A fachada encontra-se bem ligada às paredes ortogonais, aos pavimentos e cobertura (por meio de elementos metálicos de cintagem, tirantes e ainda por boas técnicas de assentamento e travamento da alvenaria). Verificam-se estas formas de ligação em todos os cunhais e ligações ortogonais entre paredes.
B	A fachada encontra-se apenas bem ligada por boas técnicas de assentamento e travamento da alvenaria nos cunhais e não há sinais de fragilização. Verifica-se as condições da classe A apenas em alguns cunhais e ligações ortogonais.
C	A fachada não se encontra bem ligada às paredes de empena ortogonais (situação comum para os edifícios em banda construídas em fases distintas) mas não há sinais de fragilização. Poder-se-ão verificar as condições da classe B apenas em alguns cunhais e ligações ortogonais.
D	A fachada apresenta deformações, com risco considerável de desmoronamento (fissuras que denunciam esta situação de falta de estabilidade). Verifica-se desprendimento, desligamento ou fissuração trespessante na zona dos cunhais e ligações ortogonais.

O parâmetro P8 avalia a eficiência das ligações dos diafragmas horizontais e da cobertura à parede de fachada, são boas soluções de ligação: um elemento contínuo de ligação em madeira (frechal) e uma viga de cintagem na parede, por exemplo. Assim, o critério de classificação deste parâmetro apresenta-se no Quadro 9.

**Quadro 9 – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P8 (VICENTE, 2008)**

Parâmetro P8		
Nº de diafragmas horizontais com ligação eficiente (%)	Classe	FZA ou DA ou FS
≥ 75%	A	B
≥ 50% e < 75%	B	C
≥ 25% e < 50%	C	D
< 25%	D	-

FZA – Fragilização dos pavimentos na zona de apoio; DA – Sinais de deformação, apodrecimento, retração e distorção grave; FS – Falta de segurança de circulação

Os critérios usados na definição do parâmetro P9 estão relacionados com a configuração estrutural da cobertura (peso, dimensão do vão e condições de apoio no perímetro). A possibilidade da cobertura provocar impulsos horizontais nas paredes é um aspecto condicionante no desempenho da edificação. O caráter impulsivo da cobertura é importante para as ações sísmicas porque poderá incrementar os impulsos sobre as paredes de fachada, podendo provocar seu colapso. As classes de vulnerabilidade deste parâmetro estão definidas como verifica-se no Quadro 10.

O parâmetro P10 avalia a ligação de elementos conectados e/ou apoiados na fachada que constituem risco de queda e um fator de agravamento dos danos para a parede de fachada quando sujeita a um evento sísmico. Estes elementos podem ser varandas ou equipamentos mecânicos, por exemplo. A definição das classes de vulnerabilidade estão apresentadas no Quadro 11.

**Quadro 10 – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P9 (VICENTE, 2008)**

Parâmetro P9					
Impulso	Cinta perimetral	Tirantes	Classe	Estado de Conservação	
				Mau	Péssimo
Não impulsivo	1 (Sim)	1 – 0	A	B	C
	1 – 0	1	A	B	C
	0 (Não)	0	B	C	D
Pouco impulsivo	1	1 – 0	B	C	D
	1 – 0	1	B	C	D
	0	0	C	D	D
Impulsivo	1	1 – 0	C	D	D
	1 – 0	1	C	D	D
	0	0	D	-	-



**Quadro 11** – Classes de vulnerabilidade do parâmetro P10 (VICENTE, 2008)

Parâmetro P10	
A	Não existem varandas, platibandas, ornamentos, floreiras, nem outros elementos (equipamentos mecânicos, aparelhos de ar condicionado ou sinais luminosos etc.) ligados à fachada
B	Existência de alguns elementos de peso reduzido (candeeiros, sinais luminosos, reclamos, toldos, etc.) ligados à fachada. Não existem varandas, nem platibandas
C	Existência de alguns elementos de peso considerável (equipamentos mecânicos, aparelhos de ar condicionado, etc.) ligados à fachada. Não existem varandas nem platibandas.
D	Existência de varandas, platibandas, ou outros elementos pesados ligados à fachada.

### 3. O sítio histórico sobralense

O centro histórico de Sobral, protegido em nível federal pelo Decreto-Lei nº 25 de 1937, é constituído por aproximadamente 1.200 imóveis na área de proteção rigorosa. Dentre as edificações localizadas na área de tombamento, destacam-se 21 edificações principais que são marcos na paisagem urbana de Sobral. Essencialmente são igrejas, sobrados e casarões construídos nos séculos XVIII e XX. Estas edificações representam diferentes épocas da história e são responsáveis pela formação política, econômica, social e cultural do povo sobralense, tendo assim incalculável valor histórico e arquitetônico. A Figura 2 apresenta as 21 edificações que são caso de estudo deste trabalho.



**Figura 2** – Principais edificações do sítio histórico sobralense (PRÓPRIA, 2017)



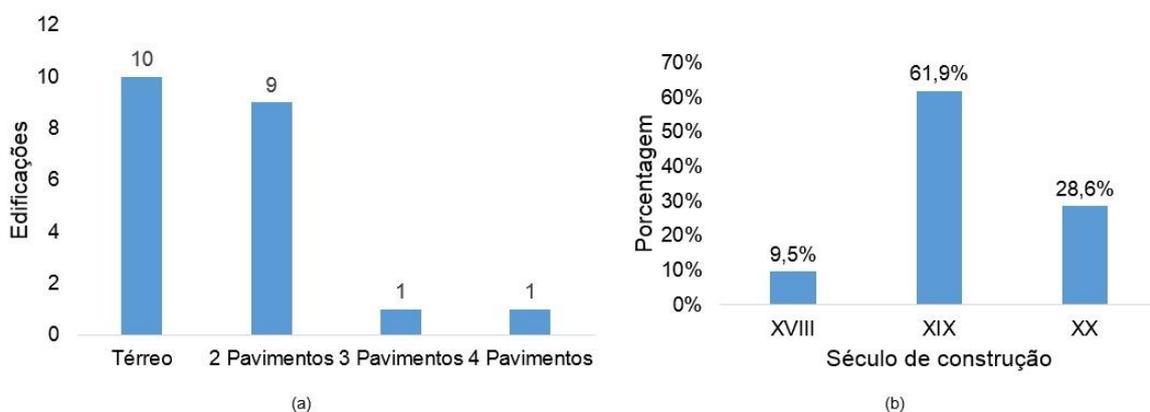
### 3.1 Características gerais das edificações

As edificações aqui estudadas são construídas em tijolos maciços (Figura 3(a)), possuem cobertura em telha cerâmica do tipo canudo (Figura 3(b)), conhecidas como telha colonial, e suas paredes externas, em sua maioria, são revestidas por tinta à base de cal (Figura 3 (c)).

As esquadrias das edificações, em geral, são constituídas por madeira. A maioria das edificações apresentam, em suas fachadas, sacadas com guarda-corpo em gradis de ferro, como pode ser visualizado na Figura 3 (c). A Figura 4 (a) mostra a variação do número de pavimentos das edificações estudadas. Observa-se que a maior parte das edificações estudadas são construções térreas (47,6%), seguida das edificações de dois pavimentos (42,9%). A Figura 4 (b) apresenta a porcentagem de edificações por século de construção, tendo sua maioria sido construída no século XIX.



**Figura 3** – Características observadas (PRÓPRIA, 2017)



**Figura 4** – (a) Distribuição por número de pavimentos;  
 (b) Distribuição por século de construção (PRÓPRIA, 2017)

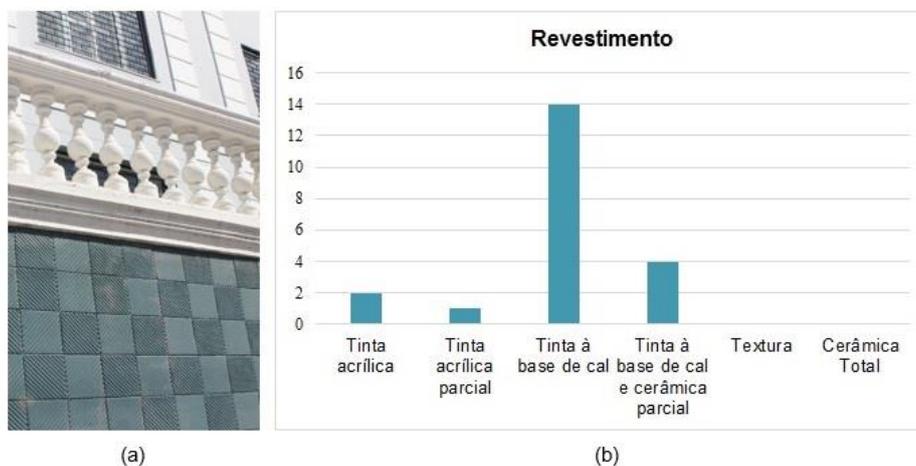


### 3.2 – Características construtivas das paredes de fachada

As paredes de fachada de uma construção, pelas suas características e exposição, marcam inevitavelmente a imagem de um centro histórico, (SUBTIL *et al.*, 2012). Em geral, a estrutura das paredes de fachada das edificações históricas de Sobral são construídas em alvenaria de tijolos maciços e argamassa de barro, cal e areia, com espessuras que variam de 40cm a 100cm.

Os revestimentos das paredes de fachada das edificações analisadas em sua maioria são em tinta à base de cal (66,7%, Figura 5(b)), esta técnica de pintura é bastante indicada para suporte dos revestimentos antigos entretanto possui reduzida durabilidade, fato que exige a sua manutenção anual ou bianual, (SUBTIL *et al.*, 2012). Algumas construções possuem aplicação de revestimentos cerâmicos, sendo que em algumas das paredes de fachada há aplicação de tinta à base de cal sobre o revestimento cerâmico, como ocorre na edificação mostrada na Figura 5(a).

Nenhum dos imóveis estudados apresentou fachada com textura ou totalmente revestida por material cerâmico. Em menor expressão, encontrou-se apenas uma edificação com fachada parcialmente revestida com tinta acrílica e tinta à base de cal. Estão apresentadas na Figura 5(b) os revestimentos de fachada encontrados.



**Figura 5** – (a) Fachada com aplicação de tinta à base de cal sobre o revestimento cerâmico;  
 (b) Revestimentos de fachada identificados (PRÓPRIA, 2017)

### 3.3 – Estado de conservação das alvenarias

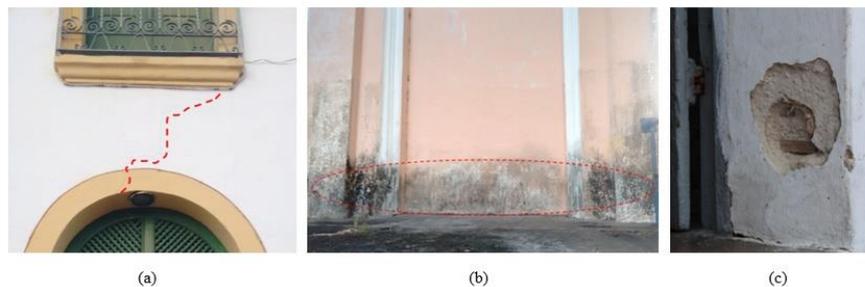
Sabendo que a deterioração das construções históricas na maioria das vezes é causada pelo desgaste natural dos materiais ou pela ação provocada por fatores de ordem física, química, biológica e humana, Figueiredo (2014), a inspeção é o primeiro passo na avaliação do estado de um edifício e na identificação de danos e deficiências que comprometem a sua segurança estrutural e habitabilidade, (Ferreira *et al.*, 2012).



Para a avaliação do estado de conservação das edificações em estudo foi necessário recorrer aos registros realizados durante inspeção *in situ*. Em geral os processos de registro e diagnóstico durante a inspeção *in situ* compreenderam as seguintes tarefas, conforme Ferreira *et al.* (2013) aponta: (i) registro fotográfico (interior e exterior), (ii) preenchimento de fichas de inspeção; e (iii) levantamento geométrico e estrutural.

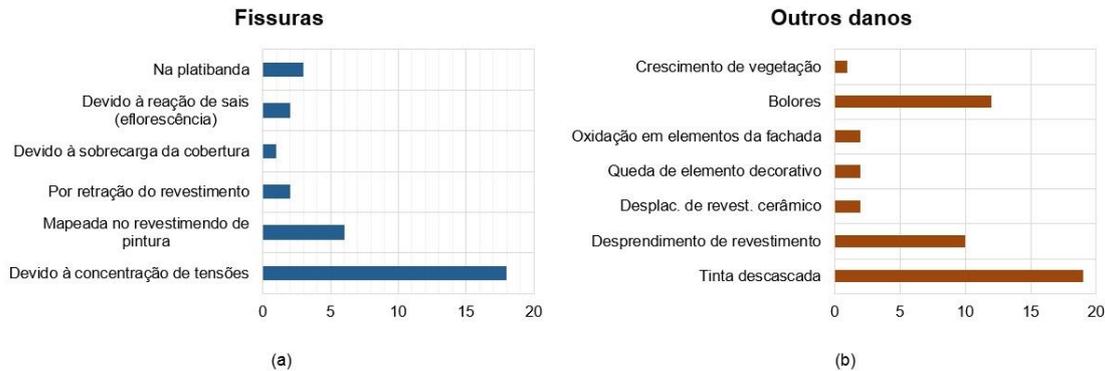
Os danos mais frequentes observados nas edificações foram fissuras, mapeadas no revestimento ou devido à concentração de tensões, descascamento da película de pintura, bolores e desprendimento do reboco. Na Figura 6, verifica-se fissura devido à concentração de tensões em (a), bolor na parte inferior da parede causado pela presença de umidade em (b) e desprendimento do reboco em (c).

Problemas de fissuração devido a concentração de tensões (Figura 6(a)) foram identificados em grande parte das edificações (86%), Figura 7 (a). No entanto, também foram observadas fissuras mapeadas nos revestimentos de pintura, por retração do revestimento, fissuras causadas por sobrecarga de cobertura apoiada sobre a parede, devido a reação de sais e fissuras nas platibandas das construções. Essas últimas, fissuras nas platibandas, podem acarretar prejuízos por facilitar a entrada de água.



**Figura 6** – Danos mais frequentes observados nas edificações (PRÓPRIA, 2017)

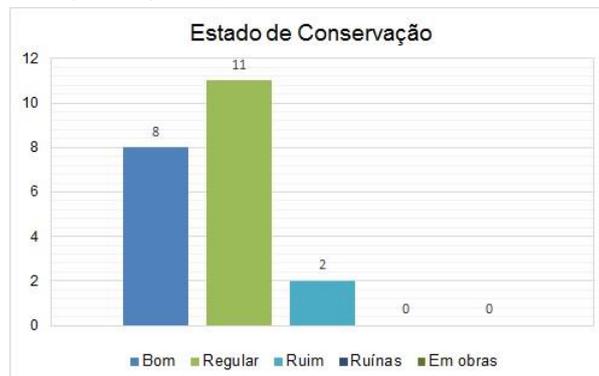
A presença de umidade também tem causado vários danos, como oxidação de elementos da fachada (em gradis), bolores e crescimento de vegetação que provoca fissuras, causando danos a estrutura. Os bolores foram observados principalmente na parte inferior das paredes e nas platibandas. Foi observado em grande maioria das edificações (90,5%) falta de aderência da película de tinta ao suporte das paredes de fachada, ou seja, em 19 edificações observou-se descascamento da tintura. Os principais danos observados nas paredes de fachada das 21 edificações estudadas estão mostrados na Figura 7.



**Figura 7** – Principais danos observados: (a) Problemas de fissuração; (b) Danos em geral (PRÓPRIA, 2017)

No centro histórico de Sobral, poucas edificações possuem revestimento cerâmico. Nesses imóveis, foi observado descolamento do revestimento cerâmico em determinados pontos. Provavelmente, esse descolamento foi ocasionado pela falta de aderência do revestimento cerâmico ao suporte da parede e em alguns casos pela falta de juntas de dilatação entre as peças de cerâmica ou até mesmo por ausência de rejunte nas juntas, como verificado em inspeção.

Adotando-se a metodologia de Figueiredo (2014), considerou-se: bom a construção que mantém conservada todos materiais de acabamento; regular construção que mantém conservada grande parte dos materiais de acabamento; ruim a construção que mantém conservada apenas uma pequena parte dos materiais de acabamento; ruínas a construção que apresenta grande parte de sua estrutura em desmoronamento. Assim, verificou-se que o edificado estudado apresentou um número considerável de edificações em estado regular (52,4%), seguido de (38,1%) edificações em bom estado e um pequeno número de edificações em estado ruim (9,5%).



**Figura 8** – Estado de conservação das edificações (PRÓPRIA, 2017)



#### 4. Determinação do índice de vulnerabilidade estrutural de exemplares do centro histórico sobralense

A primeira etapa na avaliação do estado de uma edificação e na identificação de danos e falhas que comprometem a sua segurança estrutural e habitabilidade, segundo Ferreira *et al* (2012), é o processo de inspeção. Neste contexto, foram seguidas as recomendações, para as atividades de avaliação e preservação do patrimônio histórico, estabelecidas pelo International Council on Monuments and Sites – ICOMOS (2001). Também foram seguidas as recomendações do Boletim ALCONPAT Nº 11. As inspeções realizadas no presente estudo possibilitaram a caracterização dos elementos estruturais e a identificação de intervenções e danos nas edificações, para posteriormente avaliar a vulnerabilidade das construções.

Como já introduzido na seção 2, o índice de vulnerabilidade da fachada de cada construção é calculado como uma média ponderada de 10 parâmetros, sendo cada parâmetro classificado em 4 classes de vulnerabilidade,  $C_{vi}$ : A, B, C e D. Em seguida, a cada parâmetro é associado um peso,  $P_i$ , onde  $P_i$  igual à 0.75 para os parâmetros P5 e P6 e 0.6 para os parâmetros restantes. Assim, o índice de vulnerabilidade da fachada,  $I_{vf}$  é obtido pela seguinte expressão:

$$I_{vf} = \sum_{i=1}^{10} C_{vi} \times P_i \quad (1)$$

Como mencionado em seção anterior, o valor de  $I_{vf}$  varia entre 0 e 275, entretanto, por comodidade, é comum usar-se o valor do índice de vulnerabilidade da fachada normalizado, variando entre 0 e 100, que não é mais que uma soma ponderada normalizada.

A metodologia desenvolvida por Vicente (2008) foi estudada e aplicada na avaliação de 21 edificações do sítio histórico sobralense. Foram atribuídas as classes de vulnerabilidade que melhor caracterizaram cada aspecto avaliado em cada parâmetro, de acordo com as configurações estruturais, geometria, fragilidades identificadas, qualidade dos materiais constituintes e estado de conservação das alvenarias. O índice de vulnerabilidade calculado para o grupo de 21 edificações resultou num valor médio,  $I_{vf}$  méd de 48.75. A Figura 9 mostra a distribuição do índice de vulnerabilidade em 5 intervalos de valores de 20 em 20. Cerca de 76.2% das fachadas avaliadas apresentam um índice de vulnerabilidade entre 20 e 60, enquanto cerca de 14.29% apresentam índice de vulnerabilidade 60 e 80. Apenas 4.76% das fachadas analisadas apresentam índice de vulnerabilidade entre 80 e 100.

Os índices de vulnerabilidade das fachadas de cada edificação estão apresentados na Figura 10. O valor máximo e mínimo obtido para o  $I_{vf}$  foi de 95 e 13.75, respectivamente.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

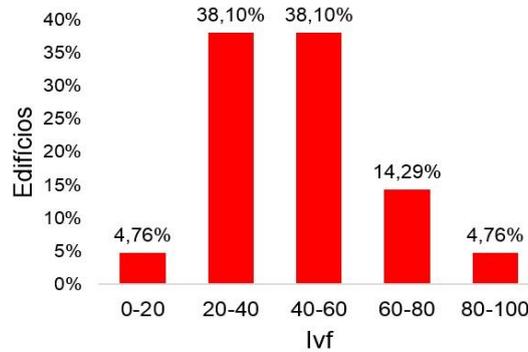


Figura 9 – Distribuição do índice de vulnerabilidade (PRÓPRIA, 2017)

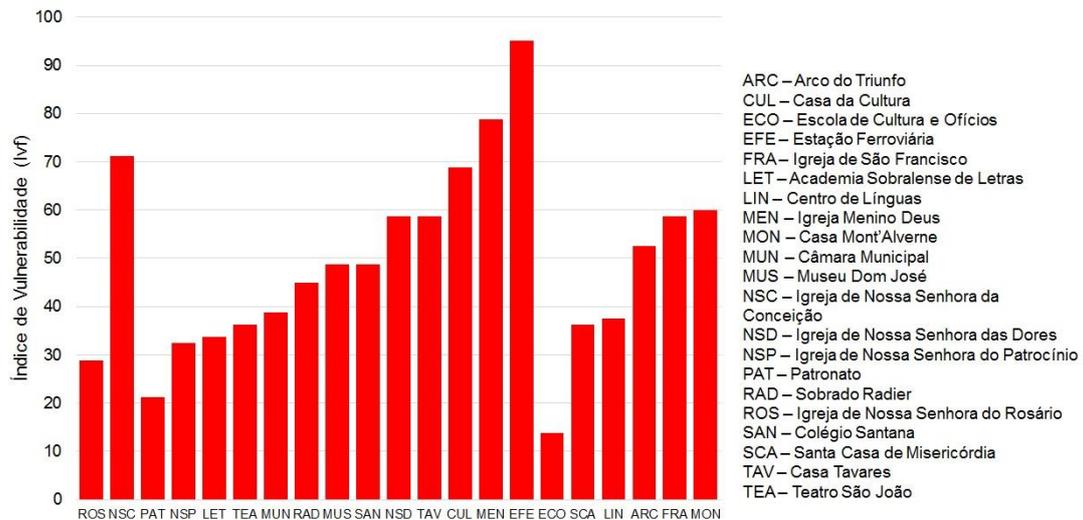


Figura 10 – Índice de vulnerabilidade das edificações representativas do sítio histórico sobralense (PRÓPRIA, 2017)

## 5. Conclusões

Sendo o conjunto de edificações históricas de Sobral de importante valor histórico e cultural para a sociedade e as edificações aqui analisadas consideradas como edificações representativas do conjunto, buscou-se apresentar características construtivas, estado de conservação atual e, como objetivo deste trabalho, avaliar a vulnerabilidade sísmica das paredes de fachada das edificações, através do método do índice de vulnerabilidade sísmica.



As inspeções realizadas em cada edificação permitiram a identificação de danos, fragilidades, características estruturais e geométricas que por fim garantiram a obtenção de índices de vulnerabilidade sísmica das fachadas com elevado grau de confiabilidade. Os 10 parâmetros analisados para a determinação do índice de vulnerabilidade sísmica das fachadas são fundamentais e regem o comportamento e a resposta sísmica das fachadas. Os resultados apresentados permitem o desenvolvimento de cenários de dano aplicáveis na gestão e mitigação do risco sísmico. Este trabalho também atua como ferramenta de suporte na tomada de decisões relacionadas à adoção de medidas de preservação e reabilitação de edificações de valor cultural elevado.

### **Agradecimentos**

Esequiel Mesquita agradece à Fundação CAPES pelo suporte financeiro no âmbito do Programa de Doutorado Pleno no Exterior, processo número 10023/13-5. Todos os autores agradecem à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA e ao Instituto do Patrimônio Artístico Nacional – IPHAN, pelo suporte necessário à realização deste trabalho.

### **Referências Bibliográficas**

- Ferreira, T. (2009). Avaliação da vulnerabilidade sísmica das paredes de fachada de edifícios em alvenaria. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, Portugal.
- Ferreira, T. M., Vicente, R., Varum, H., Costa, A., Mendes da Silva, J.A.R. (2010). Metodologia de Avaliação da Vulnerabilidade Sísmica das Paredes de Fachada de Edifícios Tradicionais de Alvenaria. 10º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica.
- Ferreira, T. M., Vicente, R., Mendes da Silva, J. A. R., Varum, H. (2012). Fichas de inspeção e registo: Gestão integrada de informação sobre o edificado antigo do Seixal. 4º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios - PATORREB 2012, p. 102.
- Ferreira, T. M., Vicente, R., Mendes da Silva, J. A. R., (2013) Estratégias e processos de inspeção para avaliação e diagnóstico do património edificado, Conservar Património 18 (2013) 21-37.
- Figueiredo, M. De. (2014). Valorização do Sistema Construtivo do Patrimônio Edificado. Universidade de Aveiro, Portugal.
- GNDT-SSN (1994) Scheda di esposizione e vulnerabilità e di rilevamento danni di primo e secondo livello (murata e cemento armato). Grup. Naz. per la Dif. dai Terremoti, Roma (Itália).
- ICOMOS. (2001) – Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN. (2005). Inventário Nacional de Bens Arquitetônicos – IBA Sobral, Brasil.

Mesquita, E., Paupério, E., Arêde, A., Varum, H. (2015). Boletim Técnico: Caracterização, avaliação e recuperação estrutural de construções históricas. ALCONPAT-BRASIL.

Miranda, P. (2010). Avaliação da vulnerabilidade sísmica na realidade predial brasileira. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Brasil.

Subtil, A., Ferreira, T., Vicente, R., Mendes da Silva, J.A.R. Caracterização das Paredes de Fachada do Edifício do Núcleo Urbano Antigo do Seixal. 4º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – PATORREB, 2012.

Vicente, R. (2008). Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, 471 p.



## REFORÇO DAS COLUNAS DA TORRE EPÍSTOLA DA BASÍLICA DA PENHA – RECIFE

### *Reinforcement Of The Columns Of The Tower Epistola Of The Basilica Of Penha – Recife*

Josinaldo SOUZA<sup>1</sup>, Carlos Welligton SOBRINHO<sup>2</sup>, Cláudia NASCIMENTO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Policonsult, Recife-PE, Brasil, josinaldoleandro@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, Brasil, carlos@itep.br

<sup>3</sup> Universidade de Pernambuco-CEIMRE, Recife-PE, Brasil, claurafaela@hotmail.com

**Resumo:** Recife possui muitas construções de valores históricos e que apresentam problemas estéticos e estruturais. Nesse contexto está inserida a Basílica Nossa Senhora da Penha que é um importante monumento histórico do século XIX, sendo o único templo em estilo coríntio em forma de cruz latina na cidade do Recife e está localizada no polígono de proteção federal que legisla sobre monumentos nacionais tombados. Ao longo de sua história a Basílica passou por interferências (estruturais e estéticas) mas que não se tem projetos e nem registros arquivados para estudos. A Basílica passou por estudos e recuperação em 2006 e anos seguintes, com a implantação dos Planos de Gestão da Conservação para a Basílica Nossa Senhora da Penha, restando apenas as Torres Sineiras da Epístola e do Evangelho a serem recuperadas. Em 2014, foi elaborado um projeto de reforço e recuperação estrutural para a edificação que está em curso. Este artigo apresenta técnicas de reforço estrutural em fibras de carbono nas colunas que estruturam as colunas das Torres da Epístola e do Evangelho. A solução de reforço apresentada neste trabalho é inovadora por utilizar fibras de carbono (alta resistência mecânica, resistência à ataques químicos) no reforço de elementos de alvenaria de tijolos cerâmicos maciços e argamassa a base de cal, desse modo, pretende contribuir para reforçar outras edificações que apresentem problemas estruturais semelhantes

**Palavras-chave:** Basílica da Penha; Torre Epístola; Reforço Estrutural; Fibra de Carbono, Monumento Histórico.

**Abstract:** Recife has many constructions of historical values that present aesthetic and structural problems. In this context is inserted the Basilica Nossa Senhora da Penha which is an important historical monument of the nineteenth century, being the only Corinthian style temple in the shape of a Latin cross in the city of Recife and is located in the federal protection polygon that legislates on national monuments listed. Throughout its history the Basilica has undergone interferences (structural and aesthetic) but there are no projects or archived records for studies. The Basilica underwent studies and recovery in 2006 and following years, with the implementation of Conservation Management Plans for the Basilica Nossa Senhora da Penha, leaving only the Sineira Towers of the Epistle and the Gospel to



be recovered. In 2014, a structural reinforcement and restoration project was prepared for the building that is underway. This article presents techniques of structural reinforcement in carbon fibers in the columns that structure the columns of the Towers of the Epistle and the Evangelio. The reinforcement solution presented in this work is innovative for using carbon fibers (high mechanical strength, resistance to chemical attacks) in the reinforcement of masonry elements of massive ceramic bricks and lime based mortar, in order to contribute to reinforce other buildings Similar structural problems.

**Keywords:** Basilica of Penha; Tower Epistle; Structural Reinforcement; Carbon fiber; Historic Monument.

## 1. Introdução

A Basílica de Nossa Senhora da Penha é uma construção de grande importância histórica, cultural e religiosa da cidade de Recife. Sua arquitetura possui várias peculiaridades, dentre as quais se pode citar a sua forma em cruz latina, esculturas e entalhes dos estilos do neorenascimento, neobarroco e o ecletismo. Por toda essa importância, esse patrimônio tem que ser cuidado e estudado para se manter estável esteticamente e estruturalmente.

Ao longo de sua história a Basílica passou por intervenções (estéticas e estruturais), mas sem nenhum registro arquivado para estudos e que justificassem as alterações. Só a partir do ano de 2006 com a implantação dos Planos de Gestão da Conservação para a Basílica Nossa Senhora da Penha que a maior parte dos problemas patológicos foram resolvidos, restando apenas para os anos de 2016 e 2017 as Torres Sineiras Epístola e do Evangelho a serem recuperadas. (TINOCO, 2006).

O objetivo deste trabalho é mostrar a metodologia usada para o reforço das oito colunas em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços e argamassa a base de cal da Torre Sineira Epístola através do uso de fibras de carbono. Essa metodologia foi escolhida devido às excelentes características das fibras de carbono para reforço, tais como: alta resistência mecânica, não são afetadas por corrosão e estabilidade térmica.

Este trabalho também visa ser referência para projetos semelhantes em alvenaria (construções históricas ou não), para que possam ser usadas as fibras de carbono como reforço para esse tipo de material.

## 2. Referencial Teórico

Entende-se por reforço a intervenção que tem por objetivo aumentar a capacidade de resistir às solicitações da estrutura. O reforço pode ser necessário quando há um aumento de carga solicitante na estrutura ou quando há falha de projetos. Já a recuperação é a necessidade de se reestabelecer a integridade. Por fim o reparo é a correção de um defeito pontual. (TÉCHNE, 2009)



Existem vários métodos para se recuperar ou reforçar construções que sofrem ações patológicas e que perderam parte de sua estabilidade. Pode-se citar a troca da peça degradada por uma nova de igual dimensões e propriedades semelhantes, técnicas de encamisamento da estrutura para aumentar sua resistência a compressão, utilização de fibras de carbono para aumentar sua resistência aos esforços. Dentre as técnicas citadas, será dada ênfase às utilizadas nos trabalhos de reforço da Torre Epístola, como estudo de caso que é o uso fibra de carbono para reforço de estrutura.

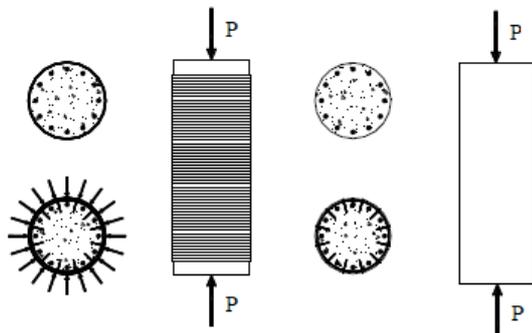
## 2.1 Reforço com Fibra de Carbono

As fibras de carbono são produzidas a partir de um componente básico conhecido como PAN (poliacrilonitrila). Dependendo do tipo de tratamento recebido pela fibra básica, o qual inclui carbonização, oxidação e grafitação, é possível fabricar fibras de carbono em diversas configurações de resistência e de módulo de elasticidade. Algumas são mais resistentes que o aço. Sua cor natural é preta. (FIORELLI, 2002).

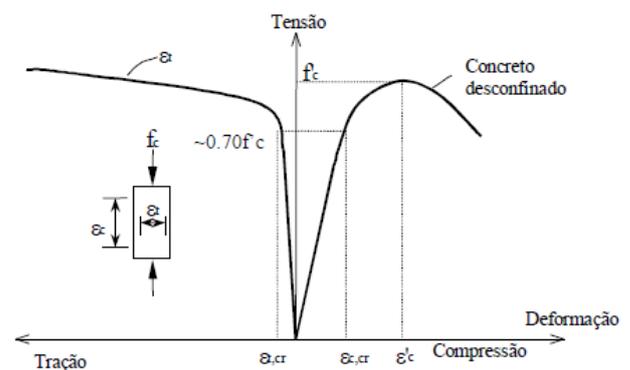
Os sistemas compostos estruturados com fibras de carbono são eficientes para a absorção de esforços de compressão, impedindo, por meio do confinamento da seção das peças axialmente solicitadas, o crescimento da deformação transversal de materiais, oriundos da atuação da carga axial.

O efeito da pressão de confinamento é o de induzir um estado triaxial de tensões na alvenaria e nestas condições a alvenaria, ou outro material frágil, altera substancialmente seu comportamento compressivo, tanto na resistência quanto na ductilidade, relativamente a outro concreto submetido tão somente a uma compressão uniaxial.

As figuras 1 e 2 mostram a diferença de comportamento compressivo de um elemento de concreto, que poderia ser de alvenaria, sem e com confinamento transversal.



**Figura 1-** Tensões e deformações em sistemas confinados e não confinados. Fonte: Viapol, 2016.



**Figura 2-** Configuração típica de uma peça de concreto confinada e não confinada. Fonte: Viapol, 2016.



Além do efeito propiciado pelo confinamento, promovido com a utilização de um sistema composto de fibras de carbono e resina epoxy, haverá a substituição do revestimento de argamassa a base de cal por revestimento a base de argamassa polimérica a base de cimento e aditivos químicos.

Ainda segundo Robery (*apud* Fiorelli, 1999) existem no mercado nacional três sistemas de reforços que utilizam o polímero reforçado com fibras de carbono (*carbono fiber reinforced polymers* - CFRP):

Lâminas de fibras de carbono: São impregnadas com resina epóxi ou poliéster, que resultam em perfis contínuos dos mais diversos e complexos formatos que são, então, coladas sobre a superfície a ser preparada;

Fios de fibras de carbono: são enrolados sob tensão, que são colocados como filamentos sobre a superfície ou enrolados a seco e então curados a quente;

Tecidos pré-impregnadas (prepreg): com espessura similar à do papel parede que são colocadas sobre a superfície a ser reparada com resina, seguindo exatamente a curva do elemento e permitindo a aplicação em cantos vivos.

Normalmente os sistemas compostos estruturados que utilizam as fibras de carbono como elemento resistente apresentam as seguintes características:

- Extraordinária resistência mecânica;

- Extraordinária rigidez;

- Bom comportamento à fadiga e à atuação de cargas cíclicas;

- Elevada resistência a ataques químicos diversos;

- Não são afetados pela corrosão por se tratar de um produto inerte;

- Estabilidade térmica e reológica;

Extrema leveza, devido ao baixo peso específico do sistema (da ordem de 1,6g/cm<sup>3</sup> a 1,9g/cm<sup>3</sup>, cerca de 5 vezes menor do que o do aço estrutural) chega-se ao ponto de não se considerar o seu peso próprio nos reforços. (VIAPOL, 2016)

Apesar de apresentar diversas características como elemento resistente, as fibras de carbono praticamente não resistem ao fogo, sendo essa a desvantagem em utilizá-la em reforços. A baixa resistência ao fogo se deve à temperatura de transição vítrea (TG) das resinas epoxídicas bicomponentes, que curadas à temperatura ambiente, se situam na ordem de 90°C, faixa esta não alcançada pela elevação de temperatura ambiente. (VIAPOL, 2016)

Os sistemas de reforço com fibras de carbono já são amplamente utilizados em peças de concreto e madeira e podem ser empregados com diferentes objetivos, pode-se citar:

- Mudança de sobrecargas: quando há aumento dos valores das ações, crescimento do tráfego em pontes, estruturas com vibrações, mudanças de uso da estrutura;

- Estruturas danificadas: envelhecimento dos materiais usados na construção, corrosão das armaduras, impacto de veículos, incêndio;



Melhorias de funcionamento da estrutura: redução das deformações, redução da fadiga das armaduras, redução da largura das fissuras;

Alteração do sistema estrutural: remoção de paredes ou pilares, seccionamento de lajes para criar aberturas;

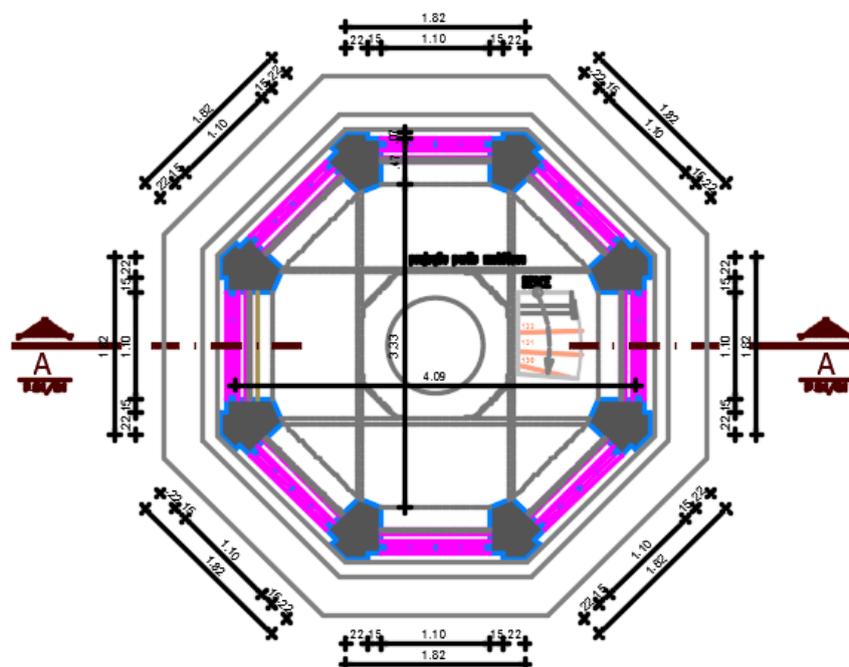
Defeitos de construção ou projetos: armaduras insuficientes na estrutura, profundidade estrutural insuficiente. (FIORELLI, 2002)

Não há registros de trabalhos utilizando fibras de carbono como reforço de alvenaria, mas a necessidade de se reforçar a estrutura da Basílica Nossa Senhora da Penha sem que houvessem perdas de área das Torres Sineiras e a necessidade de elevar a capacidade resistente, substituindo as armaduras colocadas em intervenções anteriores, levou a escolha desse método de reforço.

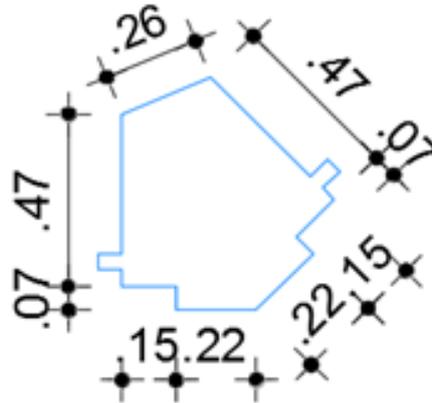
### 3. Descrição da Torre Epístola

#### 3.1 Características da Torre

A torre Epístola apresenta altura total de 41,61m e possui oito colunas em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços e argamassa a base de cal que vão dos níveis +22,21m ao +31,23m. Os trabalhos que serão explicados neste artigo, foram os realizados no trecho entre os níveis +22,21m a +27,81m. As figuras 3 e 4 mostram em planta as oito colunas e um detalhe ampliado de uma delas.



**Figura 3**– Planta Baixa das Colunas (Cota +22,21m). Fonte: Tinoco, 2006.



**Figura 4** – Detalhe das Oito Colunas do Nível 3. Tinoco, 2006.

### 3.2 Estudos Estruturais na Torre

Em face do agravamento das manifestações patológicas nas Torres da Basílica, em 2015 foi realizado um estudo de caracterização do comportamento compressivo na Torre Epístola, cujo o objetivo era embasar o projeto de reforço, onde foram retiradas amostras da Torre e realizada uma análise numérica para determinar as ações que nela atuam.

Sobrinho (2016) caracterizou fisicamente e mecanicamente a edificação através de inspeção por prospecção em áreas na região da torre da Epístola, utilizando uma cortadeira de alvenaria de disco duplo diamantado, onde conseguiu obter amostras que foram caracterizadas no laboratório do ITEP-Instituto de Tecnologia de Pernambuco. A figura 5A mostra o processo de retirada da amostra da Torre e a 5B mostra o detalhe da amostra colhida.



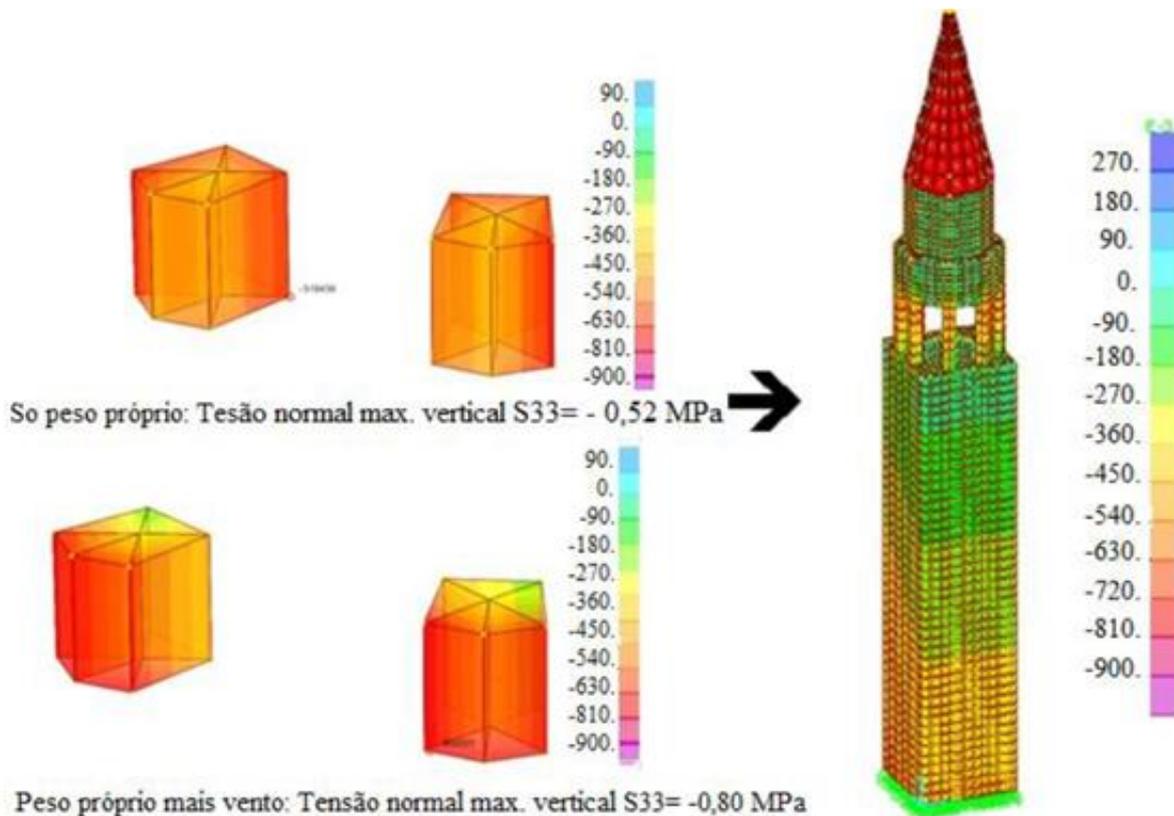
**Figura 5** – Processo de Retirada da Amostra da Alvenaria na Torre Epístola. Fonte: Sobrinho, 2016.

Ainda segundo Sobrinho (2016) foram coletadas quatro amostras para a realização de ensaios de comportamentos compressivos. As amostras foram colocadas em uma prensa



com controle de deslocamento e com capacidade de carga de 30t. Além disso os módulos de elasticidade longitudinal e transversal também foram determinados através da instalação de deflectômetros com precisão de milésimos de milímetros. Assim, a resistência característica obtida pela análise foi de  $f_{pk} = 1,15$  Mpa.

Sabendo-se a resistência característica da Torre, foi realizada uma modelagem numérica através dos elementos finitos utilizando o software SAP2000. Os resultados obtidos por Sobrinho (2016), mostram que regiões mais críticas de concentração de tensões localizam-se na base das colunas do campanário, chegando a atingir o valor de 0,52MPa devido apenas ao peso próprio e de 0,80MPa quando se considera ação combinada de peso próprio e ação do vento. A figura 6 mostra os resultados obtidos pela simulação numérica.



**Figura 6** – Resultado da Modelagem Numérica. Fonte: Sobrinho, 2016.

#### 4. Reforço na Torre Epístola

##### 4.1 Serviços Preliminares

Foram realizados os seguintes serviços:



Consolidadas todas as fissuras nas colunas com o uso de injeção de pasta de cimento e Graute tix;

Instalação de plataforma metálica para auxílio do lado de fora da torre;

Desbaste das quinas vivas existentes nas colunas, pois para o uso da fibra de carbono as quinas deveriam ter raio mínimo de 10mm.

Reboco de regularização de 2cm com o uso de Graute tix;

#### 4.2 Execução da Fibra de Carbono

Após as colunas serem consolidadas (fechamentos de fissuras, arredondamentos de cantos, regularização com reboco), a estrutura foi preparada para receber a fibra de carbono. As fibras de carbono foram previamente cortadas em uma superfície plana e com as dimensões especificadas em projeto. Para o corte se usou um estilete e trena para a medição das dimensões como mostra a figura 7.



**Figura 7** – Etapa de Corte da Fibra de Carbono. Fonte: Autor, 2017.

Para a aplicação da fibra de carbono existem duas etapas: Imprimação e Aplicação da Fibra. Existe uma etapa intermediária chamada Estucamento, necessária quando se precisa de um preenchimento mais profundo. Essa etapa não foi utilizada nesse projeto.

Imprimação: Mistura usando-se os componentes A e B da Viapol Carbon Primer na proporção de duas partes de A para uma de B (2:1). A mistura em obra foi feita manualmente por cerca de 5 min. A aplicação da Imprimação nas colunas tinha por objetivo



tampar a sua porosidade e promover uma aderência adequada com a próxima etapa. Utilizou-se trincha para aplicação nas colunas. A figura 8 mostra as etapas da mistura.

Aplicação da Fibra de Carbono: Mistura usando-se os componentes A e B do Viapol Carbon Saturante na proporção de duas partes de A para uma de B (2:1). A mistura em obra foi feita manualmente por cerca de 5 min. Para aplicação do Saturante da Fibra de Carbono (Viapol Carbon CFW 300), utilizou-se uma madeira para apoio e aplicou-se com o rolo de lã o produto. A medida que se estava aplicando o Saturante, a Fibra de Carbono era enrolada em plástico para facilitar a aplicação nas colunas de modo que ela não colasse de maneira indevida. O processo de colagem consistiu em desenrolar a Fibra de Carbono do plástico onde ela era pressionada na coluna com o auxílio de um rolo. Foram aplicadas duas camadas de fibras, uma por cima da outra seguindo esse mesmo processo. É importante destacar que a posição das emendas das camadas de fibras foi diferente para evitar criar uma zona de fragilidade. Após a última aplicação, colocou-se uma nova camada de Saturante para a proteção das fibras. Foi feita após 24h um teste simples do sistema que consistia em dar suaves golpes de martelo e verificar a aderência. A aderência fibras x coluna estava boa, pois não houveram deslocamentos. A figura 9 mostra o processo para a aplicação das fibras de carbono desde a aplicação do Saturante até a fixação.



**Figura 8** – Etapas da Impimação: A- Componente A Viapol Carbon Primer. B- Componente B Viapol Carbon Primer. C- Mistura entre os Componentes A e B. D- Aplicação em uma das Colunas. Fonte: Autor, 2017.



**Figura 9**– Etapas da Aplicação da Fibra de Carbono: A- Aplicação do Saturante na Fibra de Carbono. B- Saturante Sendo Aplicado e a Fibra Sendo Enrolada no Plástico. C- Aplicação da Fibra na Coluna. D- Fixação da Fibra na Coluna. Fonte: Autor, 2017.

## 5. Conclusões

Estudar e recuperar a Basílica Nossa Senhora da Penha significa preservar a história e a religiosidade na cidade de Recife. O objetivo deste trabalho foi mostrar a metodologia usada para o reforço das oito colunas de tijolos argamassados da Torre Sineira Epístola através do uso de fibras de carbono.

O uso da fibra de carbono como reforço da estrutura das colunas mostrou ser a melhor solução, pois as fibras possuem excelente resistência mecânica e aos ataques químicos diversos e não são afetadas por corrosão. Além disso o uso das Fibras não implicaria em perda de espaço na Torre, pois possui pequena espessura e necessita apenas de reboco de proteção após sua aplicação.

A solução apresentada para o reforço da Torre Sineira foi a melhor nos quesitos técnicos, pois sempre se tomou cuidado em manter a integridade do patrimônio histórico, evitando-se grandes impactos (a estrutura antes do reforço estava bastante debilitada), agregando segurança e estabilidade estrutural.

O uso de fibra de carbono como reforço de alvenaria argamassada poderá ser usado em outras estruturas históricas ou em empreendimentos nos quais se deseja manter as mesmas características sem que haja perdas de área.

Com o intuito de dar continuidade a estudos de estruturas em alvenaria argamassada, sugere-se pesquisas nas seguintes linhas:



Avaliar a eficiência do reforço de fibras de carbono em elementos de alvenaria;  
Estudar a ancoragem do reboco de proteção nas fibras de carbono;  
Fazer estudos comparado as soluções de reforço fibras de carbono e encamisamentos com concreto armado, analisando itens como: custos, acréscimo na seção transversal da estrutura, tempo de execução.

### Agradecimentos

A FUNDARPE –Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco, a Prefeitura da Cidade do Recife e a Província da Penha pelo financiamento da obra de reforço em curso.

### Referências

Fiorelli, J. (2002), Utilização de fibras de carbono e de fibras de vidro para reforço de vigas de madeira. Dissertação de mestrado UFSC, 138p.

Sobrinho, C.W.A. P., Costa, A. C. (2016), Histórico, situação e reforço das torres Sineiras da basílica da Penha-Recife-Brasil. Revista ALCONPAT, Volumen 6, Número 3, Páginas 200 – 213.

Téchne, 2009. Reparo, reforço e recuperação de concreto. (Visita site 2017).  
<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/146/artigo285462-1.aspx>

Tinoco, J. E. L.(2006), Plano de Gestão da Conservação para edificações de valor cultural. Recife.

Viapol (2016), Manual de Reforço das Estruturas de Concreto Armado com Fibras de Carbono. (Visita site 2016) <http://www.viapol.com.br/media/97576/manual-fibra-de-carbono.pdf>



## LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM TRÊS EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS NA CIDADE DE SANTANA DO ACARÁU

### *Survey Of Pathological Manifestations In Three Historic Buildings In The City Of Santana Do Acaraú*

Rejane PEREIRA<sup>1</sup>, Aldecira GADELHA DIÓGENES<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brasil, rejaneeng@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Brasil, aldeciragd@yahoo.com.br

**Resumo:** Edificação histórica está associada a algo que teve valor no passado e que merece ser conservada e mantida a sua história, sem considerar, em ocasiões, o uso e significado real do edifício nos nossos tempos. Este trabalho tem o objetivo de obter um mapeamento das manifestações patológicas (danos) em três edificações de valores cultural, patrimonial e histórico para a cidade de Santana do Acaraú no Estado do Ceará. As edificações históricas em estudo são: Igreja Matriz Senhora Sant' Ana, Patronato Sant'Ana, Sobrado do Pe. Arakén. O intuito dessa pesquisa é mostrar o estado atual dessas edificações, a fim de conservar a integridade estrutural das mesmas, proporcionar o conforto e a segurança de seus usuários e manter a importância delas para a história da cidade. O estudo foi iniciado como uma revisão bibliográfica sobre manifestações patológicas e o levantamento da importância dessas edificações para a região. Em seguida, foram realizadas vistorias locais nas edificações referidas com a finalidade de fazer uma inspeção visual para se os danos encontrados em cada patrimônio e, registrá-los através de fotografias. As manifestações patológicas mais comuns nas referidas edificações foram destacamento de revestimentos e fissuras. As manchas de umidade e trincas foram encontradas em menor frequência.

**Palavras-chave:** Edificação Histórica. Manifestação Patológica. Santana do Acaraú.

**Abstract:** Building Historic is associated to something that had value in the past and deserves to be preserved and maintained it history, without considering, on occasional, the use and real meaning of the building in our times. This work has the objective came from a lack of mapping pathological manifestations ( Damages) in 3 cultural, patrimonial and historical buildings located at the city of the Santana do Acaraú in the Ceará State. The buildings in study are: Igreja Matriz Senhora Sant' Ana, Patronato Sant'Ana, Sobrado do Pe. Arakén. The purpose this research is to show to the current estate these buildings, in order to preserve their structural integrity, provide comfort and maintain security of your users and maintain their importance for the history of the city. The study was initiated as a literature review about pathological manifestations and the survey of the importance of these buildings to the region. Then, local inspections were carried out in the mentioned buildings for the purpose of making a visual inspection for the damages found in each patrimony and



registering them through photographs. The most common pathological manifestations in these buildings were detachment of coating and fissures. The humidity stains and cracks were found in less frequency.

**Keywords:** Historical Building. Pathological Manifestation. Santana do Acaraú.

## 1. Introdução

Edificação histórica é aquela que testemunha um período histórico de uma civilização. Durante a utilização desta edificação deve-se buscar meios que conservem a sua arquitetura e a integridade estrutural da mesma. Toda edificação tem uma vida útil, ou seja, um tempo em que ela desempenha sua função integralmente, no entanto, com o passar dos anos, a mesma vai perdendo as suas características iniciais por processos diversos.

A redução da vida útil acontece por vários processos, tais como: desgaste natural; degradação dos materiais sob a ação de intempéries e a exposição ao clima local (PEREIRA, 2012, p.19). O desgaste natural acontece durante a utilização da edificação, onde essa vai perdendo a sua resistência inicial com o decorrer do tempo. As intempéries são conjunto de fenômenos biológicos, químicos e físicos ou quaisquer condições climáticas que estejam mais intensas, tais como: ventos fortes, chuvas excessivas, furacão, seca e outros, os quais gastam a edificação. A exposição ao clima local pode alterar as características dos componentes da edificação na medida em que variam em relação a que a mesma foi projetada.

Durante o período de utilização de uma edificação podem surgir algumas anomalias, conhecidas com manifestações patológicas, originadas por fatores que podem estar associados ou não. Segundo Silva (2002, p.10 *apud* RUBIN 2011, p.2), esses fatores podem ser: físico (vegetação, chuvas e a temperatura); químico (umidade), mecânico (esforços de compressão, flexão e outros), deficiência no próprio material e erros na fase de projeto e execução.

Faz-se necessário a identificação da manifestação patológica (dano) para verificar o risco desta aos seus usuários a fim de, se preciso, o reparo imediato do dano. O reparo não deve ser feito de modo aleatório ou sem base teórica, pois deve-se preservar os valores cultural, histórico e arquitetônico da edificação. Preservar, reabilitar e intervir de maneira positiva é de suma importância para a manutenção da identidade social de um povo, bem como propiciar a segurança e integridade física dos mesmos.

Conforme Arcolao (2008, p. 48 *apud* Gallois, p. 8), para o bom êxito na análise dos danos e sua origem, devem ser seguidos alguns passos que irão levar a uma análise confiável e técnica, descritos abaixo:

- a) Identificar as alterações e danos dos materiais através de análises multissensoriais;
- b) Compreender as causas e os mecanismos dos fenômenos de degradação;
- c) Prever qual será a evolução dos fenômenos identificados (evolução dos danos);



d) Encontrar as soluções para modificar o curso dos fenômenos de deterioração-degradação.

Os tipos de danos mais comuns em edificações históricas, de acordo com diversos autores como Pereira (2005) e Rubim (2011), são fissuras e trincas, destacamento de revestimentos, mofo, bolor e eflorescências. Portanto, o estudo das manifestações patológicas, bem como suas causas, efeitos e consequências para os usuários em qualquer que seja a edificação, é de fundamental importância, visto que a referida edificação poderá trazer algum tipo de consequência negativa para quem a utiliza.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 Fissuras e trincas

As fissuras e as trincas são as que aparecem em maior ocorrência nas edificações. Elas podem se manifestar por um fator ou pela combinação de vários fatores. De acordo com Magalhães (2004, p.36), as fissuras em alvenarias podem ser causadas por movimentações da própria parede ou por outros elementos de concreto armado, tais como: pilares, lajes e vigas; por elementos constituintes das fundações; e por componentes diversos de coberturas, pisos, forros e esquadrias, dentre outros elementos.

### 2.2 Umidade

A umidade pode trazer alguns danos aos componentes estruturais, levando à deterioração dos mesmos, e caso não seja corrigida e tratada, esta anomalia pode trazer danos graves, além de comprometer a estética e o conforto dos usuários. A qualidade da água utilizada na preparação de argamassas muitas vezes não é testada adequadamente em laboratórios e esta pode estar dotada de agentes contaminantes, favorecendo também o aparecimento de outras anomalias.

Perez (1985 *apud* Souza, 2008, p.3) afirma que os problemas de umidade quando surgem nas edificações trazem sempre grande desconforto e muitas vezes degradam a estrutura, tornando assim, soluções caras. Os fatores que geraram aumento do número e intensidade de manifestações patológicas, o aparecimento frequente de problemas de gerados pela umidade é decorrente de características construtivas adotadas pela arquitetura moderna assim como os novos materiais e sistema construtivos adotados nas últimas décadas. Devido o uso do concreto armado, as alvenarias passaram a exercer a função de vedação, ou seja, deixaram de ser autoportantes, trazendo assim paredes mais esbeltas. Há também a utilização de materiais pré-fabricados e novos materiais que trouxeram as juntas. Este conjunto de materiais de diferentes tipos nas fachadas e coberturas apresenta o problema de desgaste diferencial, já que cada material apresenta uma durabilidade específica.

Os tipos mais comuns de ocorrência de manifestações patológicas devido à presença de umidade são as manchas que podem variar seu aspecto de acordo com a presença de outro agente que está associado com a água. Os mais presentes em edificações históricas de paredes de alvenaria de tijolo cerâmico maciço são as eflorescências, mofo e bolor.



### 2.3 Eflorescências

De acordo com Taguchi (2010, p.45), eflorescências são depósitos salinos na superfície dos revestimentos como resultado da sua exposição à água de infiltração ou intempéries. Ainda indaga que, essa anomalia se configura como dano por alterar a aparência do elemento em que se deposita. Segundo Uemoto (1985 *apud* Souza 2008, p.41), este fenômeno poderá ocorrer em qualquer elemento da edificação, podendo trazer modificações estéticas ou agressivas.

### 2.4 Mofo e bolor

O mofo e o bolor são manifestações causadas pela presença de fungos e apresentam o aspecto escuro ou esverdeado. Sabe-se que para o fungo existir deve-se ter a presença de ar e água, por isso esta manifestação ocorre na presença de água. Guerra *et all* (2012, p.9) comenta que a temperatura, o PH e a quantidade de oxigênio disponíveis também caracterizam-se como fatores decisivos no desenvolvimento de fungos. E, destaca que a formação superficial pode causar danos estéticos e a penetração do fungo pode ser profunda em algumas superfícies podendo causar perda de coesão e conseqüente desagregação do material. Segundo ALUCCI & FLAUZINO & MILANO (1985 *apud* Souza 2008, p.43), esta anomalia provoca alteração na superfície exigindo na maioria das vezes a recuperação ou a necessidade de se refazer revestimentos, gerando gastos dispendiosos.

### 2.5 Destacamento de revestimentos

Para o revestimento de pintura, como sendo o último item a ser realizado na construção, tende a ser aquela que é realizada sem muita importância, por vezes a mão de obra não é capacitada, a qualidade dos materiais empregados nem sempre é de boa qualidade e por vezes não existe a concordância com os projetos. Enfim, as anomalias associadas à pintura surgem de uma combinação de fatores e não somente de um fator isoladamente, visto que os materiais e componentes interagem entre si.

Segundo Jacôme e Martins (2005, p.93), as falhas com a pintura normalmente se manifestam de duas maneiras: na interface da película com o substrato de aplicação e na própria película de pintura. Alguns motivos que levam a essa ocorrência, podemos destacar os seguintes: seleção inadequada da tinta, condições meteorológicas inadequadas, preparação inadequada da superfície, condições do substrato, diluição excessiva da tinta.

Já, em relação ao revestimento do tipo cerâmica, os destacamentos ocorrem pela combinação de fatores. Segundo Lima (2003 *apud* Pezzato, 2010), estes fatores são advindos de falhas durante a execução ou mesmo da qualidade dos materiais empregados na argamassa de assentamento ou nos rejuntas, mas os maiores erros são advindos de falta ou erros de especificação.

Ainda, segundo Pezzato (2010, p.81), o destacamento do revestimento cerâmico está associado à presença da umidade, na medida em que na presença de água a placa



aumenta de volume e com isso ocorre quebra de parte do revestimento, ocorrendo assim o desprendimento da argamassa.

### 3. Estudo de Caso

#### 3.1 Igreja Matriz Senhora Sant'Ana

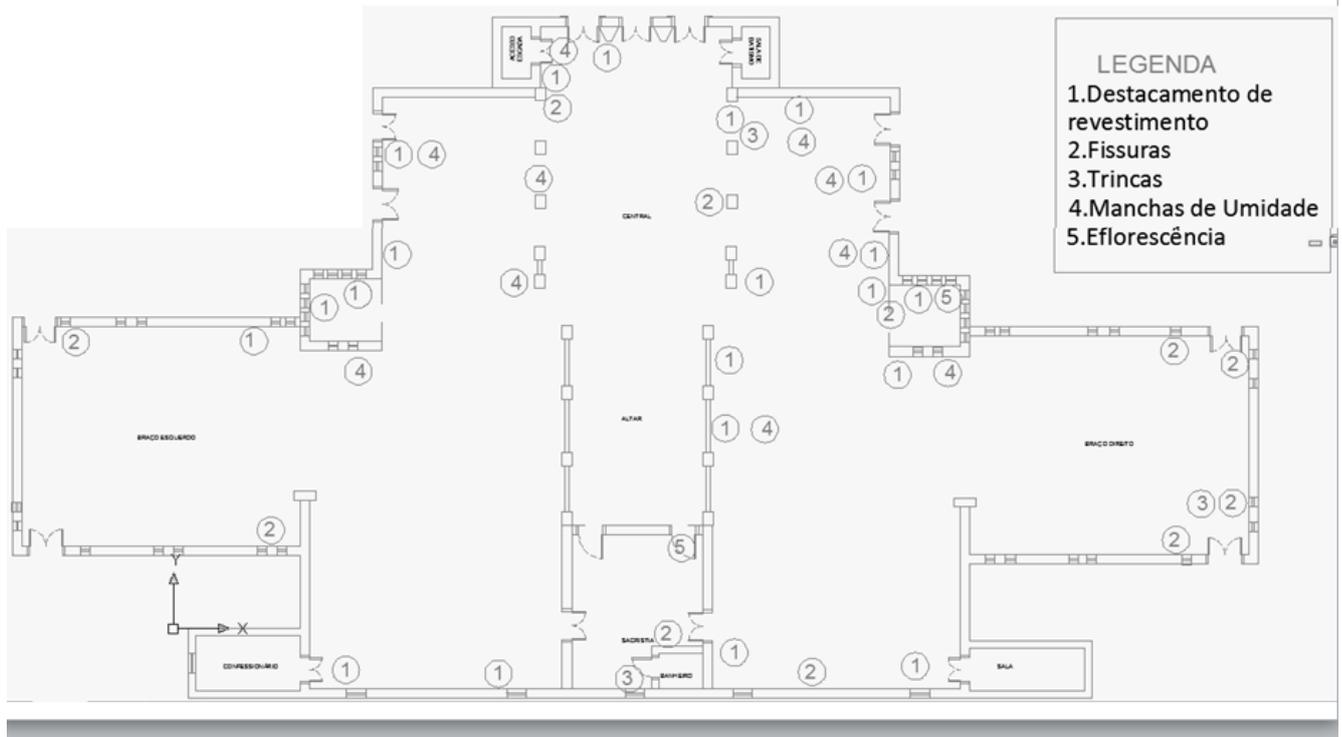
A Igreja Matriz de Santana do Acaraú consiste em uma construção de tijolo cerâmico maciço do século XIII, inicialmente a mesma possuía apenas a parte central, em seguida com algumas intervenções foram inseridos os dois braços laterais.

Os registros fotográficos das manifestações foram registrados e estão sintetizados a seguir, em ordem decrescente de maior para menor ocorrência. O Quadro 1 traz a anomalia encontrada e destaca os locais em que ocorrem.

**Quadro 1** – Tipos e localização de Manifestações Patológicas

TIPOS	LOCALIZAÇÃO
Destacamento de revestimentos	Próximo a rodapés, abaixo de algumas janelas e ao longo de diversas paredes.
Fissuras	Alguns pilares e alguns cantos de janelas.
Trincas	Em baixo de janelas e ao longo de um pilar central.
Manchas de umidade	Em diversas paredes localizadas próximas a fissuras e a destacamentos.
Eflorescência	Em uma parede.

A planta baixa (sem escala) é representada na Figura 1 e os respectivos números indicados em legenda trazem a respectiva manifestação.



**Figura 1** - Planta baixa (sem escala) com representação das manifestações patológicas da Igreja Matriz Senhora Sant'Ana

Observa-se que foram registrados os danos visíveis e que em algumas paredes foram encontradas duas ou mais manifestações associadas. Percebe-se ainda que as anomalias encontradas podem ter origem diferentes, dependendo do local em que ocorrem e as condicionantes do ambiente em questão. As anomalias denominadas destacamento de revestimento se apresentaram em maior quantidade.

### 3.1.1 Destacamentos de revestimento

Destacamentos da camada de pintura se evidenciam em maior frequência nesta edificação. Os locais onde se apresentaram foram próximo a rodapés, a aproximadamente 0,50 m do piso e em abaixo de janelas. A Figura 2 apresenta essas ocorrências em três locais distintos.



(a) Destacamento próximo ao rodapé



(b) Destacamento aproximadamente a 0,50 m do piso



(c) Destacamento abaixo de janelas

**Figura 2-** Destacamento de revestimento

Foram observados que em alguns locais com presença de umidade, o destacamento também se apresenta, podendo-se afirmar que ambos se encontram associados e que a presença da umidade pode ter favorecido a ocorrência de destacamentos. Logo, a presença de areias reativas e presença de água podem levar à alteração do cimento, com formação de gel e desagregação de pinturas.

Em relação aos demais destacamentos, que não estão associados com outras anomalias, pode-se inferir que sua ocorrência está relacionada à qualidade dos materiais da argamassa de assentamento e da pintura utilizada ou até mesmo falta de manutenção adequada, já que as argamassas e tintas também possuem vida útil e com o tempo se deterioram.

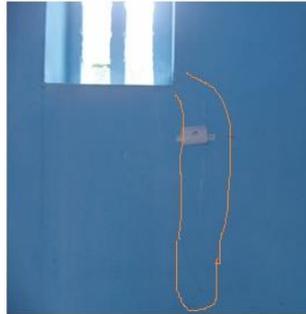
### 3.1.2 Fissuras

As manifestações denominadas fissuras foram a segunda manifestação mais frequente nesta edificação. Observadas as suas ocorrências principalmente nos cantos de janelas, sob a forma inclinada com ângulo de aproximadamente  $45^\circ$  e em menor frequência em pilares e paredes de forma longitudinal e vertical ao longo da mesma.

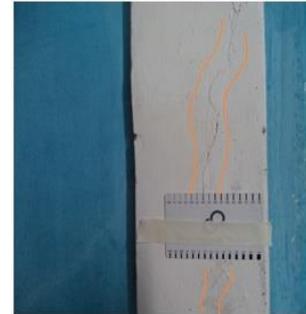
O tamanho da abertura das fissuras foi obtido com a utilização de um instrumento de medida denominado fissurômetro colocado na abertura da fissura para o registro de suas dimensões. As dimensões de abertura mais encontradas foram de 0,20 mm (para os cantos de janelas), porém as de maior relevância foram as que variam de 0,30 a 0,50 mm para longitudinais e verticais em paredes. A Figura 3 traz as fissuras encontradas de três formas distintas.



(a) Fissura de 0,40 mm em pilar



(b) Fissura de 0,20 mm no canto de janela



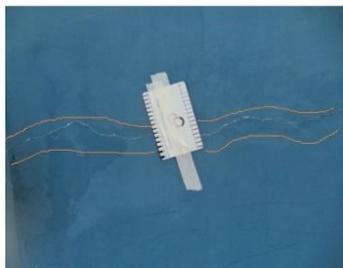
(c) Fissura de 0,35 mm vertical em parede

**Figura 3 - Fissuras**

As fissuras longitudinais encontradas ao longo de pilares e paredes podem ser causadas por sobrecarga, no entanto não se pode afirmar para este caso, pois os outros pilares não estão apresentando a mesma manifestação, o que leva a entender que estas fissuras podem ser ocasionadas por movimentações da própria estrutura. Já, nas encontradas em aberturas de janelas, pode-se inferir que podem ser causadas por sobrecargas em torno das aberturas e também da ausência de vergas ou contravergas. E, as encontradas de forma vertical em paredes podem ser advindas por movimentação térmica da laje ou então por retração da alvenaria ou, ainda, pela combinação dos dois fatores.

### 3.1.3 Trincas

Foram registradas poucas ocorrências destas manifestações patológicas. A Figura 4 apresenta o registro destas manifestações em locais distintos.



(a) Trinca de 0,7 mm em pilar



(b) Trinca de 0,8 mm em canto de janela

**Figura 4- Trincas encontradas em pilar e canto de janelas**

A trinca encontrada ao longo do pilar tem a configuração semelhante à da fissura encontrada em um dos pilares mencionados anteriormente. Aquela encontrada na abertura da janela apresenta a mesma configuração das fissuras encontradas nos cantos de janelas, como já foi mencionado anteriormente causado por sobrecargas.



### 3.1.4 Manchas de umidade

A ocorrência deste tipo de manifestação se apresentou em paredes e em alguns pilares. A Figura 5 indica o registro desta manifestação patológica.



**Figura 5** - Manchas de umidade nas paredes

O surgimento desta umidade deve ser devido à percolação da água pelo o solo.

### 3.1.5 Eflorescências

As manifestações denominadas eflorescências foram encontradas em algumas paredes e as configurações delas foram registradas na Figura 6, onde se pode perceber que a mesmas se apresentam como manchas brancas que são os depósitos salinos característicos deste tipo de manifestação. Este tipo de manifestação pode ocorrer associado à presença da umidade e é um fator preponderante para o aparecimento desta manifestação.



**Figura 6** - Eflorescências

## 3.2 Patronato Sant'Ana



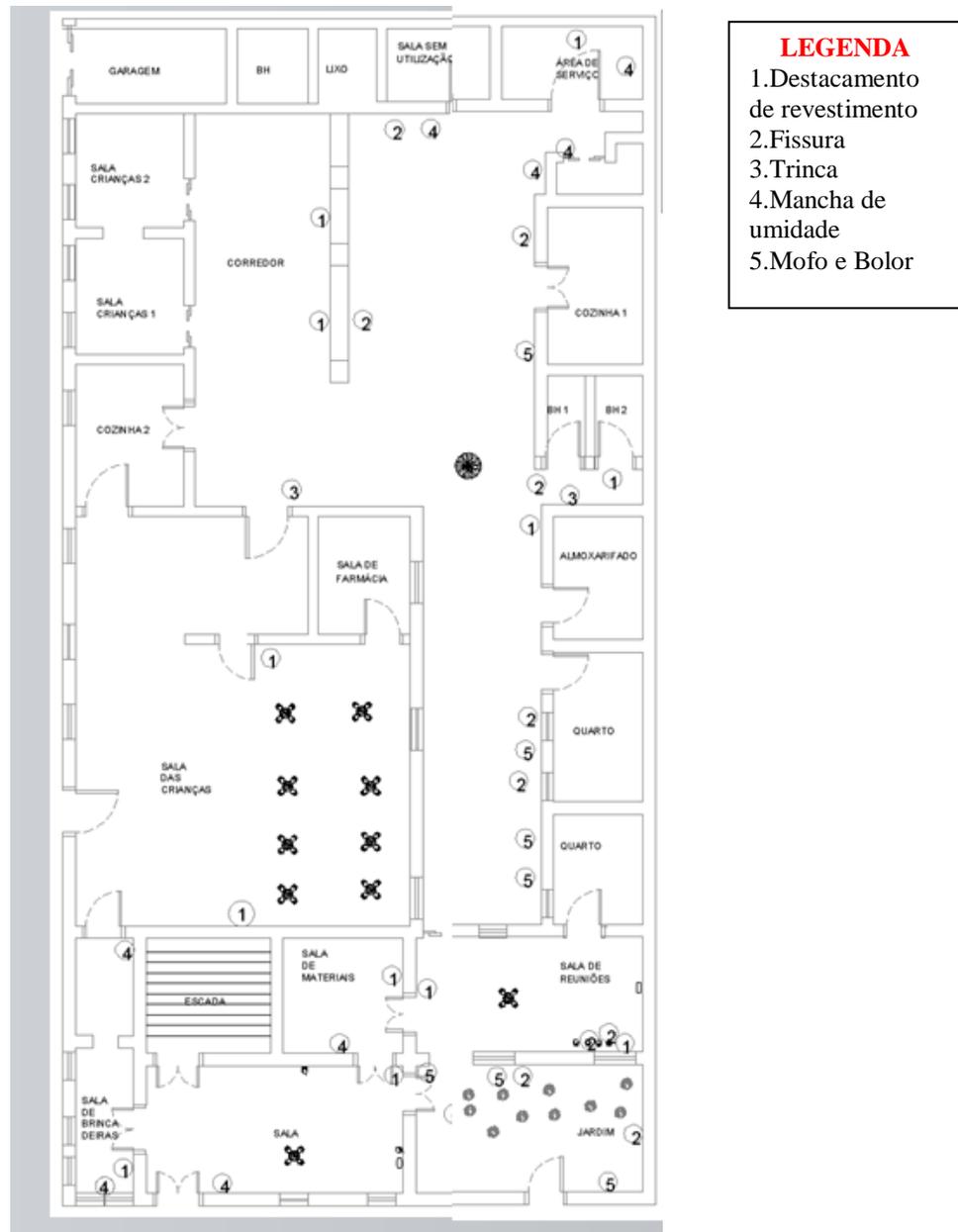
O Patronato Sant' Ana consiste em uma edificação construída com tijolo cerâmico maciço do século XIX e durante o tempo já teve múltiplos usos.

Os registros de manifestações foram coletados e estão sintetizados a seguir, em ordem de maior ocorrência ao de menor. O Quadro 2 traz a anomalia encontrada e destacam os locais em que ocorrem. Deve-se atentar que existem locais que são abertos, ou seja, fator que favorece a penetração de umidade nas paredes que os compõem.

**Quadro 2** - Tipos e localização de Manifestações Patológicas

TIPOS	LOCALIZAÇÃO
Destacamento de revestimentos	Próximo a rodapés, abaixo de algumas janelas e ao longo de paredes.
Fissuras	Alguns pilares e cantos de janelas.
Trincas	Tetos e paredes.
Manchas de umidade	Ao longo de paredes, próximo a fissuras e a destacamentos.
Eflorescência	Ao longo de paredes.
Mofo ou bolor	Próximo a pisos e em áreas externas.

A Figura 7 mostrará a planta baixa (sem escala), destacando os locais onde as manifestações foram registradas.



**Figura 7** - Planta baixa (sem escala) das manifestações patológicas do Patronato Sant'Ana

Pode-se ver que as maiores ocorrências registradas foram as manifestações patológicas denominadas destacamento de revestimento e fissuras. As demais anomalias foram encontradas em menores frequências.

### 3.2.1 Destacamentos de revestimento



Este tipo de manifestação foi encontrado na maioria dos casos, próximas do piso, a uma altura de 0,50m do piso e também ao longo da parede. A Figura 8 mostra alguns registros de destacamentos de revestimento.



(a) Destacamento próximo ao piso



(b) Destacamento ao longo da parede



(c) Destacamento próximo ao piso



(d) Destacamento ao longo da parede

**Figura 8** - Destacamento de revestimento

O destacamento de revestimento está associado à presença de umidade e também em outros casos, associado à presença de fissuras. A presença deste tipo de anomalia está associada à falta de manutenção, pois a pintura apresenta uma vida útil e também pela existência de outras manifestações, como umidade, que favorecem o aparecimento da mesma.

### 3.2.2 Fissuras

Os locais mais frequente que apareceram as fissuras foram: aberturas de janelas também ao longo de paredes sob a forma longitudinal nas dimensões médias de 0,20 a 0,45 mm. Foram encontradas fissuras mapeadas, ou seja, de dimensões bem menores que as encontradas normalmente de 0,15 mm ao longo da parede externa. A Figura 9 traz os registros desta manifestação.



(a) Fissura de 0,45 mm no canto inferior da janela



(b) Fissura de 0,40 mm no canto superior da janela



(c) Fissura de 0,15 mm próxima a janela



(d) Fissuras mapeadas com espessura máxima de 0,10 mm

**Figura 9 - Fissuras**

### 3.2.3 Trincas

Neste tipo de manifestação as ocorrências foram em menor frequência que as demais apresentadas, encontrou-se em algumas paredes e em uma parte do teto, onde essa última não foi possível realizar a sua medida. A Figura 10 tem os registros desta anomalia.





(a) Trinca de 0,80 mm em parede

(b) Trinca de 0,60 mm em parede

(c) Trinca em teto

**Figura 10 - Trincas**

### 3.2.4 Manchas de umidade

Seu registro não foi significativo separadamente, mas sim associado a outros problemas como fissuras e destacamentos, conforme mostradas na Figura 11



**Figura 11- Manchas de umidade em paredes.**

### 3.2.5 Mofo e bolor

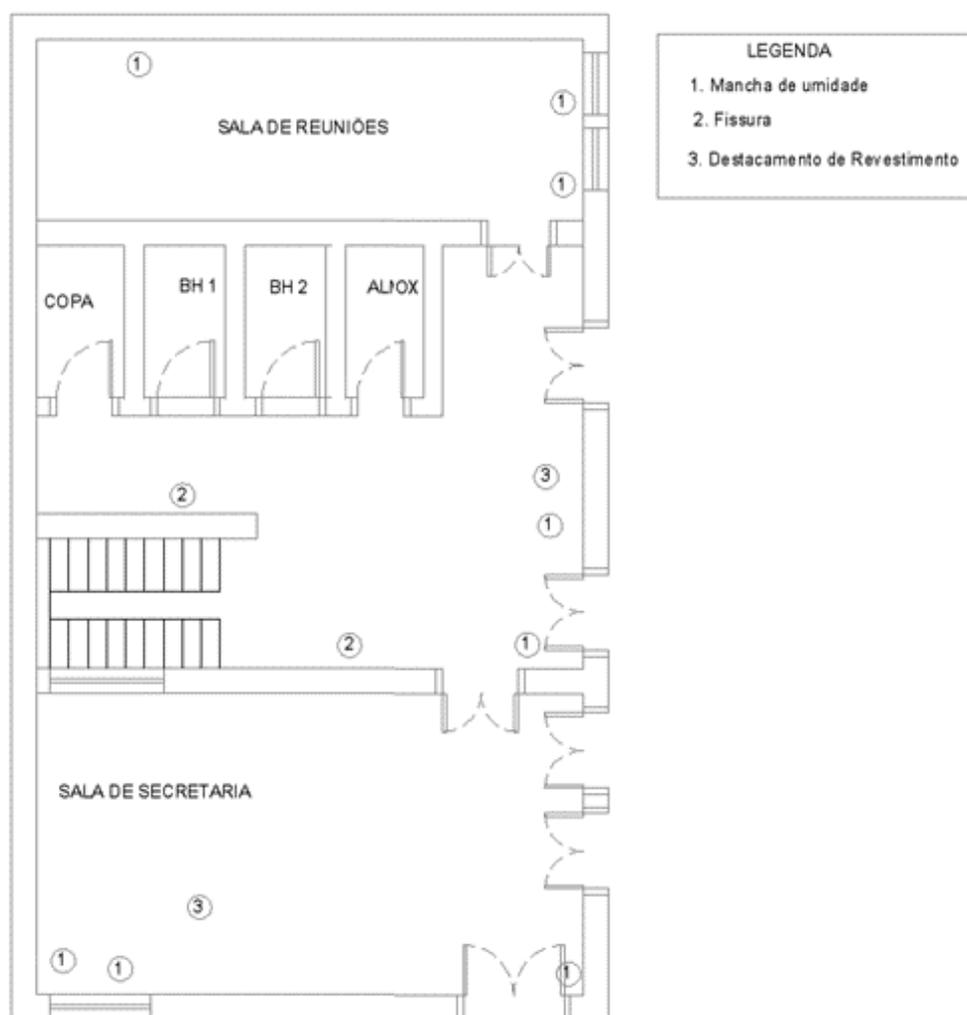
A manifestação patológica denominada mofo ou bolor foi encontrada geralmente em áreas externas sujeitas a ação das chuvas, como podem ser vistos na Figura 12.



**Figura 12 - Ocorrência de mofo ou bolor em áreas externas**

### Sobrado Pe. Arakén

O Sobrado Pe. Araken atualmente é utilizado para reuniões e também mais recentemente em suas instalações na sala da entrada foram inseridos condicionadores de ar para a utilização do ambiente como Secretaria Paroquial. A Figura 13 é mostrada a planta baixa (sem escala) das manifestações patológicas registradas neste Sobrado.



**Figura 13** - Planta baixa (sem escala) do Sobrado Pe. Araken

Em relação às demais edificações, este Sobrado foi o que apresentou menores anomalias, mas ainda foram encontradas manchas de umidade fissuras e destacamentos de revestimento em associação com manchas de umidade. O Quadro 3 traz a manifestação encontrada e o local onde esta se localiza.

**Quadro 3** - Tipos e localização de Manifestações Patológicas

Tipos	Localização
Manchas de umidade	Paredes e próximo ao piso.
Fissuras	Paredes
Destacamento de revestimento	Paredes



### 3.3.1 Manchas de umidade



**Figura 14** - Manchas de umidade

As manchas de umidade registradas são apresentadas na Figura 14. Há a existência de manchas de umidade próximas ao piso e essas manchas se assemelham ao mofo e bolor. A origem dessas pode ser causada por umidade ascensional e também pela ausência de impermeabilização inadequada. Já, as localizadas próximas ao teto podem ter sido ocasionadas por infiltração das tubulações de água fria. E, as nas paredes internas podem ter sido causadas por falta de ventilação local, já que na maior parte do tempo as salas permanecem com suas janelas e portas fechadas pelo fato de serem usadas somente em períodos de reuniões.

### 3.3.2 Fissuras

As fissuras registradas nesta edificação apresentaram dimensões de 0,15 a 0,30 mm e foram registradas as dimensões no fissurômetro. A Figura 15 aponta os registros das fissuras encontradas.



(a) Fissura de 0,30 mm em parede



(b) Fissura de 0,30 mm em parede

**Figura 15** – Fissura

### 3.3.3 Destacamentos de Revestimento

Em relação a este tipo de manifestação foi encontrado o mesmo em associação com manchas de umidade, observando-se que esta umidade pode ter favorecido a ocorrência desta manifestação, bem como a qualidade dos materiais da argamassa de assentamento e falta de manutenção periódica. A Figura 16 apresenta este tipo de manifestação registrado.



**Figura 16**- Destacamento de revestimento associado à mancha de umidade

## 4. Conclusões

Para a Igreja Matriz, a manifestação mais frequente foi destacamento de revestimento seguido de fissuras, evidenciando assim que não existem manutenções adequadas periódicas, favorecendo o surgimento destas manifestações ao longo do tempo. Pelo fato de haver grande circulação de pessoas nesta edificação, existe um desconforto ao se deparar com estes danos, já que traz a sensação de insegurança.



Em relação ao Patronato Sant'Ana observou-se que o destacamento de revestimento foi encontrado também em maior frequência seguido de fissura. Destacando, também, a grande quantidade de mofo e bolor, mostrando que há ausência de impermeabilização ou inadequada. Indicando que os proprietários devem realizar manutenções periódicas.

O Sobrado Pe. Araken apresentou baixa frequência de manifestações patológicas. No entanto, ainda, foram encontrados três tipos: manchas de umidade, fissuras e destacamento de revestimento, sendo com maior frequência de manchas de umidade.

Portanto, as três edificações em estudo apresentaram manifestações patológicas, porém percebe-se que essas não afetam a segurança estrutural das edificações, mas devem passar por manutenções adequadas, já que as mesmas carregam em si valores histórico, cultural e social, a fim de ser preservadas, e também garantir o conforto e a segurança dos seus usuários.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5674 Manutenção de Edificações- requisitos para o Sistema de Gestão da manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_ NBR 7170: tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983.

\_\_\_\_\_ NBR 8802: Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 2013.

GALLOIS, Catherine J. S. A importância do diagnóstico nos projetos conservação e restauro arquitetônico. Proposta de normatização para mapeamento de danos em materiais pétreos naturais e artificiais. VI OFICINA DE PESQUISA DO IPHAN: PATRIMÔNIO E LEGISLAÇÃO, 2014, Rio de Janeiro, anais...Rio de Janeiro:COPEDOC/DAF, IPHAN, 2014.p.1-16.

GUERRA, Fernanda Lamego *et al*. Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil. Ambiente Construído, Porto Alegre. v. 12, n. 4, p. 7-23, out./dez. 2012.

JACÔME, Carlos da Cruz; MARTINS João Guerra. Identificação e Tratamento de Patologias em Edifícios. 1 ed. 2005

MAGALHÃES, Ernani Freitas de. Fissuras em Alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul. 2004.177f. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia)- Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

Memorial da Paróquia de Senhora Sant' Ana.

[http://memorialdassenhorasantana.blogspot.com.br/2011\\_03\\_01\\_archive.html](http://memorialdassenhorasantana.blogspot.com.br/2011_03_01_archive.html). Acesso em: 08 Maio.2017.

NASCIMENTO, Otávio Luiz de. Alvenarias. 2. ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2002.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. Levantamento de causas de patologias na construção civil. 2013.97f. Monografia (Graduação em Engenharia)- Escola Politécnica. Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, Alcio da Costa. A contribuição de técnicas modernas de reabilitação estrutural para autenticidade e integridade de edificações Patrimoniais.2012.161f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) -Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

PEREIRA, Manuel Fernando Paulo. Anomalias em paredes de alvenaria sem função estrutural. 2005.325f.Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2005.

PEZZATO, Leila Maria. Patologias no Sistema de Revestimento Cerâmico: um Estudo de caso em fachadas. 2010. 160f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Escola de Engenharia de Engenharia da Universidade de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

PUJADAS. Flávia Zoéga Andreatta; SALDANHA. Marcelo Suarez. Norma de Inspeção Predial Nacional. 2012.17f. Comentários sobre a Norma Nacional. Bela Vista, São Paulo, 2012.

ROQUE, João Carlos Almendra. Reabilitação estrutural de paredes antigas de alvenaria. 2002. 253f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2002.

RUBIN, Ariane P. *et al.* Patologias em alvenaria de blocos cerâmicos. In:XV SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2011, Santa Maria, RS.anais...Santa Maria:2011.p. 1-10.

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias ocasionadas pela umidade nas Edificações. 2008.54f. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TAGUCHI, Mário Koji. Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

**ISBN: 978-85-65425-32-2**



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

VITÓRIO, Afonso. Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de Engenharia. 2003. Instituto pernambucano de avaliações e perícias de Engenharia, Recife, 2003.



## ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE SÃO FRANCISCO E SUAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS

### *São Francisco Train Station And Its Main Pathologies*

Luma Oliveira Borges de JESUS<sup>1</sup>, Alberto Borges VIEIRA JR<sup>2</sup>, Ede Ricardo de SOARES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, luma.oborges@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, abvieira@ufba.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Bahia, Alagoinhas, Brasil, ede.soares@gmail.com

**Resumo:** As construções das estradas de ferro no Brasil trouxeram mudanças políticas, sociais e econômicas para o país. Influenciado pela Inglaterra, o país importou de materiais de construção a mão de obra da Europa dando início às primeiras linhas férreas e, conseqüentemente, às primeiras estações ferroviárias nacionais. A Bahia and São Francisco Railway foi a quarta linha ferroviária a ser construída no Brasil, ligando o mar da capital até o rio do sertão baiano em dois trechos, o trecho que vai de Salvador até Alagoinhas e o prolongamento da linha que vai de Alagoinhas até Juazeiro. A Estação São Francisco, na cidade de Alagoinhas, é a estação que faz a ligação entre as duas linhas. Esta estação foi inaugurada em 1863 e atraiu para suas proximidades todos os moradores e também o comércio local. Embora seja um Patrimônio do Estado da Bahia, tombado pelo Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural do Estado da Bahia, está, desde a sua concepção, em estado de descuido, abandono e depredação. A Fundação Iraci Gama de Cultura ajuda a preservar a memória e a identidade cultural da cidade de Alagoinhas e, com essa finalidade, criou o Museu de Arte e Memória de Alagoinhas, que funciona no interior da estação. Falar das patologias apresentadas na estação, analisá-las, trazendo um paralelo da memória da Estação São Francisco são os objetivos do presente trabalho.

**Palavras-chave:** Patologias. Ferrovias. Estação. Conservação. Restauração.

**Abstract:** The railways' construction in Brazil brought political, social and economic changes to the country. Influenced by England, the country imported construction materials and labour from Europe, beginning the firsts railways and, consequently, the firsts nacional train stations. The Bahia and São Francisco' Railway was the fourth railway line to be constructed in Brazil, connecting the capital sea to the bahian hinterland in two parts, the stretch which goes from Salvador to Alagoinhas and the prolongation from Alagoinhas to Juazeiro. The São Francisco Station, in Alagoinhas city, is the station which make the connection between the two parts. This station was inaugurated in 1863 and attracted to its surrounding áreas all the residents and also the local fairtrade. Althoght the station is a Heritage of the State of Bahia, declared by the Institute of Artistic and Cutural Heritage of Bahia State, it is, since its conception, in careless, abandonment and depredation situation. The Iraci Gama Foundation of Culture helps to preserv the memory and identity of the



Alagoinhas city and, with this goal, it has created the Alagoinhas Art and Memory Museum, that works inside the station. To talk about pathologies presented on the station, to analyze them, bringing a parallel to the memory of the São Francisco Train Station are the goals of the presente essay.

**Keyword:** Pathologies. Railways. Station, Conservation, Restoration.

## 1. Introdução

As construções das primeiras ferrovias no Brasil datam de meados do século XIX, que foi um período de grandes transformações para o país. Foi o século em que o Brasil se tornou república, que um grande número de imigrantes italianos, ingleses e franceses se instalavam nas terras brasileiras, influenciando os costumes e participando da criação de uma nova cultura, e o século em que a economia crescia bastante com as produções de café, açúcar, algodão, cacau, fumo, minerais, entre outros atrativos.

O transporte das produções agrícolas às embarcações, que exportavam os produtos, era basicamente tração animal. Os povoados também eram isolados, espaçados um dos outros. O uso de animais era o único meio de transporte e também de comunicação. Para aprimorar o mercado, e inclusive a segurança nacional, era necessária a criação de vias que interligassem o país.

Nesse cenário começou a construção de linhas férreas no Brasil, seguindo o exemplo da Inglaterra, “onde as estradas de ferro cruzavam o País, que era símbolo da hegemonia comercial e industrial no mundo civilizado” (FERNANDES, 2006, p. 43). Para incentivar a construção de estradas de ferro foi criada a “lei Feijó”, que dava isenção de taxas de importação das máquinas por cinco anos, entre outros privilégios.

Como a Bahia era a maior produtora de açúcar (principal produto exportador do país) e grande produtora de cacau e algodão, eram de grande importância vias de ligação do interior do estado com a costa litorânea e com o Rio São Francisco, de onde saiam embarcações para outros estados do Brasil. Em 1847, o governo contratou um engenheiro polonês para orçar a construção de uma estrada de ferro que ligaria a Cidade da Bahia ao rio São Francisco, que mais tarde viria a ser a linha férrea Bahia and São Francisco Railway (a Estrada de Ferro da Bahia ao São Francisco), a quarta linha ferroviária do Brasil (FERNANDES, 2006).

A estrada iria ligar as cidades de Salvador e Alagoinhas, começando no arrabalde da Jequitiaia (estação da Calçada), passando pelas margens da Baía de Todos os Santos, por Santa Luzia, Camaçari, Mata de São João e Catu, tendo fim em Alagoinhas. Posteriormente, seria construído o “Prolongamento” da estrada, concluindo a ligação com a cidade de Juazeiro.

A construção da linha seguiu o traçado, começando em Salvador, com a construção da Estação da Calçada, até chegar à Estação Alagoinhas, a última estação da linha inglesa e a primeira do Povoado de Santo Antônio de Alagoinhas. No mesmo povoado



(atualmente cidade de Alagoinhas), foi construída a segunda estação, a Estação de São Francisco, que foi o ponto inicial da nova linha que iria ligar Alagoinhas à Juazeiro.

Tanto materiais como trabalhadores (operários, engenheiros, administradores) eram importados da Europa, principalmente Inglaterra, salvo alguns vagões que eram produzidos nos Estados Unidos. Além do atrativo da construção, o Brasil era tido como “terra fértil” para investimentos diversos. “O Brasil sempre foi visto como mercado consumidor de produtos das indústrias britânicas, o que estimulava a vinda de muitos aventureiros [...]” (FERNANDES, 2006, p. 68).

A estação São Francisco foi inaugurada em 1863. O prédio consiste em dois pavilhões: estação de passageiros e estação de mercadorias. Toda a construção é feita de alvenaria estrutural de tijolos, telhado de madeira e cerâmica, sendo que a estação de passageiros é separada em duas alas ligadas por uma abóboda metálica de arco duplo (Figura 1). Alguns materiais de construção foram trazidos da Europa, como é o caso da abóboda metálica trazida da Inglaterra e algumas cerâmicas trazidas da Inglaterra e da França (FERNANDES, 2006).

Desde a sua construção, não existem documentos que falem de manutenções ou intervenções no prédio. Em novembro de 2002 o Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural do Estado da Bahia – IPAC, por meio do Decreto 8357/02, declarou a estação como um imóvel tombado, tornando-o oficialmente um patrimônio do Estado da Bahia. Entretanto, técnicos da própria instituto afirmaram que a estação se encontra em estado de abandono.

Nas últimas décadas, os moradores da cidade vêm acompanhando a deterioração do prédio. Embora exista um projeto de restauração para a Estação desde 2009, não se tem notícias sobre sua execução. Enquanto isso, uma parte do prédio continua sem manutenção, sem vigilância e sem isolamento. Alguns trechos do prédio já se encontram em ruínas, assim como parte do telhado original e toda a alvenaria externa se encontra em estado de degradação.

Em uma parte do prédio funciona a Fundação Iraci Gama, que conserva seu interior e guarda nele mobílias, objetos, livros, documentos, entre outros bens culturais e históricos da cidade de Alagoinhas.

O presente trabalho tem como objetivo identificar modos de falha da Estação Ferroviária de São Francisco, fazendo a análise das patologias apresentadas atualmente e uma previsão da sequência das falhas e trazer em paralelo a importância cultural, histórica e econômica da Estação e da linha férrea para a população.

## 2. A Estação São Francisco

### 2.1 Contexto Histórico e Cultural

A construção de uma estrada de ferro e das estações trazia grandes mudanças para as cidades e os países. Na Europa, graças à Revolução Industrial, países como Inglaterra, Alemanha e França tinham acesso aos equipamentos e materiais de construção de



ferrovias de forma mais rápida e eficaz. “[...] a Revolução Industrial potencializou a modernização dos meios de transportes, reduzindo o custo de circulação das mercadorias e possibilitando a abertura de novos mercados” (BORGES, 2011, p. 27)

A construção da ferrovia na Bahia teria, além dos benefícios na economia, a função social de integrar os sertanejos com a Cidade da Bahia, tirando-os da situação de isolamento. “O trem levava para aquela região sofrida, a esperança de vida, cumprindo um papel humanitário. Por isso, as ferrovias, mesmo com intenções político-partidárias, eram tão importantes para o povo do sertão” (FERNANDES, 2006, p. 89).

A Estação São Francisco mudou por completo o povoado de Santo Antônio de Alagoinhas (atual cidade de Alagoinhas), que era composto apenas por poucas casas com telhado junto ao rio e alguns barracões de palha. O povoado foi fundado no século XVIII, por um padre português que começou a construção de uma igreja, com o intuito de catequisar os primeiros moradores do local. A construção da igreja foi interrompida com a chegada da estrada de ferro, que fez os moradores abandonarem o local, deixando a igreja incompleta. As ruínas da igreja incompleta hoje é um ícone da cidade (SANTOS, 2009).

Muitos moradores passaram a mudar para perto da estação, abandonando o núcleo anterior que mais tarde passou a ser chamado de Alagoinhas Velha (atual bairro da cidade). Além dos moradores, a estação atraiu também a feira, o comércio, e trabalhadores da estação e dos vagões começaram a fixar moradia nas proximidades do prédio (BAHIA, 1999). Há relatos ainda de que moradores locais utilizavam trilhos metálicos para construções diversas, como fundação, sustentação de telhados, entre outros.

## 2.2 O Prédio

A estação foi construída em dois pavilhões do tipo passagem em meio às duas linhas, “muros de tijolos aparentes, com vãos guarnecidos de cercaduras de argamassa e bandeiras de ferro fundido” (BAHIA, 1999, p. 66). Arquitetura de estilo inglês e influência neoclássica (Figura 1), diferente de outras estações construídas na época, que eram de estilo eclético. Talvez por conta disso seja considerada única no país por alguns autores:

A estrutura da Estação Ferroviária de São Francisco é única no Brasil. Construído em 1863, o monumento de estilo inglês possui influência neoclássica e é constituído por duas alas interligadas por uma estrutura metálica em forma de abóboda, revestida por chapas de zinco e por marquises metálicas. Só existe apenas uma construção similar na Inglaterra. (SANTOS, 2009).



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

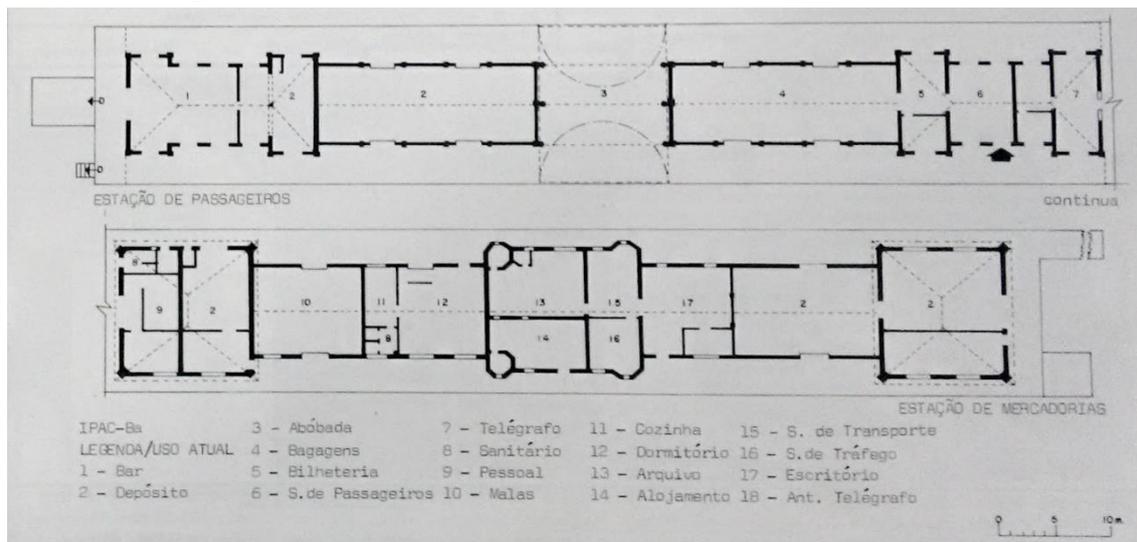
7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



**Figura 12** – Estação São Francisco por volta de 1900  
**Fonte** – Geisbrescht, 2016.

### 2.3 Cadastro da Estação

A estação São Francisco foi tombada pelo IPAC em 2002. Enquanto estava em estudo de tombamento, foi publicado no Inventário de Proteção do Acervo Cultural da Bahia todo o processo de estudo do prédio, confirmando as informações dadas anteriormente, além de constar fotos e a planta da estação. Na planta (Figura 2) é possível ver separadamente o pavilhão de passageiros e de mercadorias.



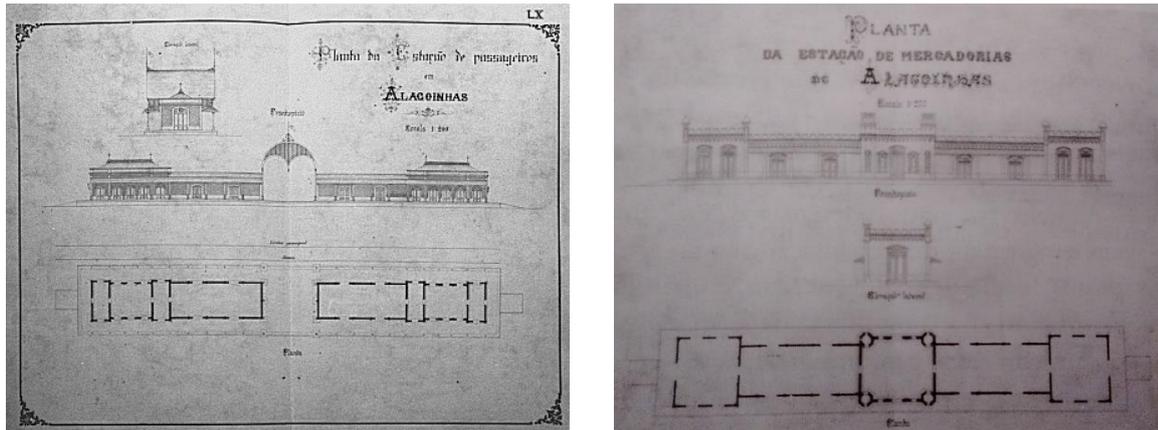
**Figura 13** – Elementos da identificação gráfica do IPAC  
**Fonte** – Bahia, 1999.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

Na Figura 3 pode-se ver, à esquerda, a planta e a fachada do pavilhão de passageiros da estação e, à direita, o pavilhão de mercadorias.



**Figura 14** – Plantas e fachadas da Estação São Francisco  
**Fonte** – Fernandes, 2006.

## 2.1 FIGAM

A Fundação Iraci Gama de Cultura – FIGAM, foi fundada em 2002 pela professora Iraci Gama, tem como um dos objetivos preservar a memória e identidade cultural da cidade de Alagoas. Com o intuito de preservar a Estação São Francisco, a FIGAM o Museu de Arte e Memória de Alagoas, que funciona no interior da estação (Figura 4). A aproximação da população com a estação contribuiu para conscientizar a população quanto à importância do reparo e do cuidado que se deve ter com a estação e com os patrimônios históricos em geral.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



**Figura 15** – Maquete do trêm no Museu de Arte e Memória de Alagoinhas  
**Fonte** – Acervo do autor, 2017.

A FIGAM, junto com o IPAC, elaborou um projeto arquitetônico executivo de restauração para a estação. De acordo com a professora Iraci Gama, o projeto serve para buscar patrocínio, para que a restauração possa ser executada de maneira público-privado. Com a restauração, a estação seria inserida novamente no cotidiano da população, preservando, assim, sua memória e também ressaltando sua arquitetura e estrutura histórica, diferente da maioria dos prédios da cidade.

No projeto elaborado pela FIGAM, a estação voltaria a ter sua função original e os três voltaria a circular com transporte de passageiros entre as cidades de Alagoinhas e Salvador, com bilhetes a preços populares (mais barato que bilhetes de ônibus). Além disso, a estação continuaria tendo sua colaboração com a sociedade, oferecendo outros serviços.

Em sua estrutura seriam adaptados sala de cinema, auditório, restaurantes e lanchonetes, salas para exposições, lojas comerciais e um espaço destinado à oficina de artesanato. Funcionaria também, no mesmo prédio, o Infocentro, com biblioteca, acervo de jornais, livros raros e sala para consulta de documentação e memória.

### 3. Patologias

As patologias construtivas podem ser causadas por agentes físicos, químicos, biológicos, incidentais e alotrópicos. Pela fragilidade da estrutura em estudo e pela falta de recursos para ensaios *in situ*, a forma de análise das patologias foi apenas visual e por meio de informações anteriores, ou seja, trata-se de uma análise teórica.



Primeiramente, existem informações sobre o uso de material de baixa qualidade na construção, o que cria uma condição mais favorável ao aparecimento de alguns defeitos. “Os materiais empregados na construção foram de qualidade questionável, pois, passando apenas quatro anos após o início das obras, já apresentavam desgastes, defeitos de execução [...]” (FERNANDES, 2006, p. 135). No Inventário do IPAC consta que “não há notícias de restaurações realizadas nas duas estações, salvo pequenos consertos emergenciais” (BAHIA, 1999, p. 66).

A escolha de materiais de qualidade ruim junto com a falta de manutenção e reparos proporcionou condições para a degradação da estação, que desde cedo já precisava de reparos:

Em uma inspeção na estrada, em 1873, o engenheiro fiscal, Dionísio Martins, informa que “[...] a linha foi quase completamente reconstruída nos pontos mais importantes, tal foi o desleixo e a incúria da primitiva construção” (BENÉVOLO, 1953, p. 326). Esta observação do engenheiro fiscal sobre a estrada, após treze anos de inaugurada e ainda sob cuidados da companhia inglesa, que a administrava, só bem ratificar as observações dos fiscais da obra em relação à qualidade duvidosa dos materiais [...]. E ainda havia um agravante, pois o contrato celebrado entre a companhia e o empreiteiro John Watson deixava clara a exigência de “[...] execução de uma excelente estrada” (PENNA, 1860 *apud* FERNANDES, 2006, p. 135).

Na Figura 5 pode-se notar que a estrutura já se encontrava bastante danificada, embora o IPAC afirme em seu inventário, publicado 10 anos após a foto abaixo, que a estrutura portante, os elementos secundários, a cobertura, o interior do prédio, as instalações e serviços e a salubridade estão em estado de conservação medíocre, classificando a estrutura em Grau de Conservação IPAC 1 (Bahia, 1999).



**Figura 16** – Estação São Francisco em 1989

**Fonte** – Greisbrecht, 2016.

Outro fator importante que contribui, até os dias de hoje, para a degradação do prédio é a intervenção humana (Figura 6), que pode ser a depredação que algumas pessoas causam



no prédio, principalmente moradores de rua e usuários de drogas, que costumam derrubar portas, janelas, fazer buracos na alvenaria, entre outras ações prejudiciais; ou pode ser também a intervenção de reparos, como rebocos com argamassas inadequadas e retirar ou colocar elementos estruturais que podem causar o colapso de alguma parte da estruturas, por exemplo.



**Figura 17** – Vista lateral de parte da estação  
**Fonte** – O autor, 2017.

### 3.1 Alvenaria

A Estação São Francisco foi construída com alvenaria estrutural de tijolos. Ao fazer uma vistoria visual ao redor de toda estrutura, nota-se que não há presença de rachaduras na alvenaria. O que descarta a existência de patologias na fundação (recalques), de sobrecarga e de movimentação térmica. Além de não haver rachaduras na alvenaria, o solo encontra-se em boas condições, reforçando a ideia de que a estrutura não apresenta recalques ou outros problemas na fundação.



**Figura 18** – Janela do pavilhão de marcadoria da Estação S. Francisco  
**Fonte** – O autor, 2017.

Foi informado anteriormente que não há relatos de restauração da estrutura, salvo reparos emergenciais. Na Figura 7 é possível ver que a base da alvenaria (parte inferior da janela) tem um reboco de argamassa que não faz parte da estrutura original. Caso este reboco tenha sido usado para reparar fissuras horizontais na alvenaria, não se pode descartar a possibilidade de fissura por movimentação higroscópica.

Se o reboco foi feito com argamassa inadequada para a alvenaria original, pode causar eflorescência nos tijolos devido a possível presença de impurezas (como o dióxido de titânio –  $TiO_2$ ) ou a presença de compostos químicos que possam se transformar em hidróxidos (silicato de sódios –  $Na_2O$  e silicato de potássio  $K_2O$ ). Ao se transformar em sais, na presença de água, esses compostos causam a eflorescência (COSTA, 2011).

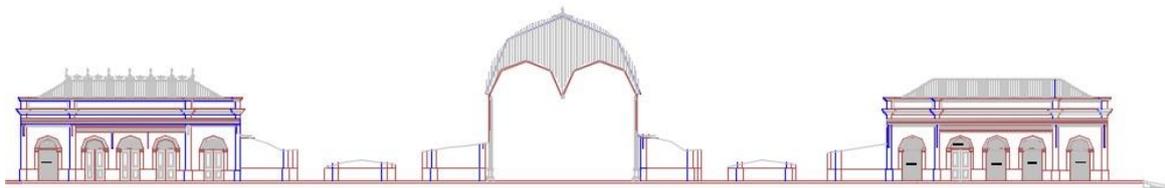
Os tijolos da alvenaria apresentam desagregação e erosão (Figura 8), que podem ter causas diversas. Entre elas, desgaste físico causado por intempéries, efeitos da poluição causada pelos próprios trêns e reações químicas entre o tijolo e sais solúveis presentes em cimentos, por exemplo.



**Figura 19** – Tijolos degradados

**Fonte** – O autor, 2017.

Outras observações que devem ser feitas em relação à alvenaria é a presença de plantas, que indica umidade na estrutura e pode causar fissuras. Além disso, uma parte da alvenaria já se encontra em ruínas (Figura 9, estruturas ao lado da abóboda metálica). É possível que a causa tenha sido desabamento da cobertura, uma vez que apresenta fragilidade superior à alvenaria. A união de intempéries, biodegradação e o choque causado pelo desabamento da cobertura causariam a condição perfeita para o colapso da estrutura.



**Figura 20** – Recorte do Cadastro de Fachadas do Projeto Arquitetônico Executivo da FIGAM

### 3.2 Cobertura

A cobertura da estação foi feita de madeira e cerâmica com algumas partes de estruturas metálicas. Parte da estrutura que restou se encontra em estado mediano de conservação. Como mostra a Figura 10, foi necessário um trilho metálico para servir de escoramento para a treliça de madeira. Na figura a seguir, tanto a parte de madeira quanto a cerâmica são originais da construção.



**Figura 21** – Cobertura de madeira e cerâmica da estação

**Fonte** – O autor, 2017.

Algumas partes da cobertura de madeira e cerâmica desabaram, como foi dito no item anterior (não há registro de datas, ou a causa do desabamento). Uma possível causa do colapso do telhado pode ter sido devido à fragilidade da madeira, a redução de sua resistência mecânica causada por ataque biológico (de fungos ou cupins). Na Figura 11, mostra-se uma parte da treliça de madeira danificada, possivelmente pelas causas citadas anteriormente. Em uma parte da parte do prédio já houve a necessidade da substituição do telhado inteiro por conta de tais patologias.



**Figura 22** – Banzo inferior da treliça de madeira danificado

**Fonte** – O autor, 2017.

Então, tratando-se da parte madeira/cerâmica da cobertura, pode-se dizer que há uma desuniformidade no estado de conservação, ao contrário da parte metálica, que está totalmente oxidada, como mostram as Figura 12 e Figura 13, sendo que pedaços da chapa



já ruíram. Observa-se, na Figura 12, a presença de plantas na chapa metálica da abóboda, indicando presença de umidade nas chapas metálicas.



**Figura 23** – Abóboda metálica da estação  
**Fonte** – O autor, 2017.



**Figura 24** – Estruturas metálicas da cobertura com oxidação  
**Fonte** – O autor, 2017.

#### 4. Conclusões

A Estação Ferroviária São Francisco é feita por uma estrutura que, apesar do uso de alguns materiais de qualidade inferior, tinha um potencial razoável de resistência, e grande parte de sua estrutura se encontra de pé e em boas condições. Entretanto, mesmo forte, nenhuma estrutura dura séculos sem cuidados e reparos. Mesmo com a importância cultural, histórica e econômica da estação, não houve nenhum programa de manutenção



ou preservação do prédio, deixando-o entregue à degradação causada por intempéries, poluição e depredações.

Diante desse cenário, a tendência é que as patologias apresentadas continuem evoluindo e atingindo partes do prédio que ainda se encontram em um bom grau de conservação. Os mesmos danos que causaram os colapsos anteriores podem atingir outros elementos. As principais patologias apresentadas foram oxidação dos elementos metálicos, ataque biológico na madeira do telhado, desgastes naturais nos tijolos da alvenaria, como erosão e desagregação e desgaste alotrópico.

### Referências Bibliográficas

BAHIA. Decreto 8357/02 | Decreto nº 8.357 de 05 de novembro de 2002.

BAHIA. Secretaria de Turismo. Inventário de proteção do acervo cultural da Bahia. Salvador, 1999. 415 p.: il – (Monumentos e Sítios das Misorregiões do Nordeste, Vale Sanfranciscano e Extremo Oeste da Bahia; v. 6).

BORGES, Barsanufio Gomides. Ferrovia e Modernidade. Dossiê das Ferrovias. Revista UFG. Ano XIII, nº 11. p. 27 – 36, 2011.

COSTA, Renato Alison da. Degradação em alvenarias provocada por sais nas edificações de Angicos (RN). Monografia - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Angicos. Curso De Ciência e Tecnologia. Angicos /RN, 2011. p. 47.

GIESBRECHT, Ralph Mennucci. Estações Ferroviárias do Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.estacoesferroviarias.com.br>>. Acesso em: jun/2017.

FERNANDES, Etelvina Rebouças. Do Mar da Bahia ao Rio São Francisco: Bahia and São Francisco Railway. Salvador – Secretaria da Cultura e do Turismo, 2006. 242 p.: il – (Coleção de apoio).

FUNDAÇÃO IRACI GAMA. Conheça a verdade sobre a FIGAM e as Estações Ferroviárias. Disponível em: <<http://figam-fundacaoiracigamadecultura.blogspot.com.br/?view=classic>>. Acesso em: jun/2017.

SANTOS, Leila Carla Rodrigues dos. A Igreja Inacabada e a Estação Ferroviária: Recompondo a memória de Alagoinhas. Quinto Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura. Faculdade de Arquitetura – UFBA, Salvador /BA, 2009.



## INVESTIGAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA DE ENSINO LOCALIZADA NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN

### *Investigation Of Pathological Manifestations In Public Education Of Teaching Located In The City Of Mossoró / RN*

Luís Gustavo Oliveira NOGUEIRA<sup>1</sup>, Josevan Claudino da SILVA<sup>2</sup>, Lara Gurgel O'GRADY<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró-RN, Brasil, luisnog777@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró-RN, Brasil, josevanfbm@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade de Fortaleza – UNIFOR, Fortaleza-CE, Brasil, laraogradly@gmail.com

**Resumo:** Manter viva a história de uma instituição com suas edificações, respeitando-a e preservando-a, torna-a grande e possibilita o engrandecimento de quem a conhece. A análise de manifestações patológicas em virtude do uso, desgaste natural, erros de projeto e/ou execução em uma edificação é o ponto preponderante deste trabalho que tem como objetivo identificar a frequência de tais manifestações, analisando suas possíveis causas, além de apresentar sugestões de medidas mitigatórias, almejando evitá-las. A edificação em estudo trata-se do bloco de Fitossanidade da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, situado no município de Mossoró/RN, onde foram constatadas uma grande presença, principalmente, de fissuras e infiltrações, contudo, ainda sendo observado uma certa frequência de deslocamento e corrosão das armaduras. Os resultados foram apresentados através de tabelas de frequência de cada tipo de manifestação encontrada, sendo, em seguida, demonstrada a assiduidade das suas possíveis causas através de gráficos, além de, finalmente, propor, em forma de tabela, sugestões que viriam a prevenir a ação dessas manifestações averiguadas. A alta ocorrência de manifestações patológicas observadas demonstra a importância que a instituição deve despertar pelo seu patrimônio, desenvolvendo e aplicando um plano de manutenção eficaz para as suas edificações, trazendo segurança para quem a utiliza, além de proporcionar um aumento na sua vida útil.

**Palavras-Chave:** Manifestações Patológicas, Edificação Pública, Levantamento.

**Abstract:** Keep alive the history of an institution with its buildings, respecting it and preserving it, makes it great and makes possible the aggrandizement of those who know it. The analysis of pathological manifestations due to the use, natural wear, design errors and / or execution in a building is the preponderant point of this work that aims to identify the frequency of such manifestations, analyzing their possible causes, besides presenting suggestions of mitigating measures, aiming to avoid them. The building under study is the Phytosanitary block of the Federal Rural Semiarid University - UFERSA, located in the municipality of Mossoró / RN, where a large presence of fissures and infiltrations was observed, although a certain frequency of displacement and corrosion of the reinforcements. The results were presented through frequency tables of each type of



manifestation found, being then demonstrated the assiduity of its possible causes through graphs, in addition, finally, to propose, in table form, suggestions that would come to prevent the Action of these manifestations. The high occurrence of observed pathological manifestations demonstrates the importance that the institution must arouse by its patrimony, developing and applying an effective maintenance plan for its buildings, bringing safety to those who use it, besides providing an increase in its useful life.

**Keywords:** Pathological Manifestations, Public Edification, Survey.

## 1. Introdução

A necessidade de se fazer uma verificação das conformidades e propor uma adequada manutenção das edificações é de grande importância, e principalmente quando essas se referem a prédios públicos com muitos anos que fora construído. Souza (1998) assinala que as causas da deterioração podem ser das mais diversas, desde o envelhecimento "natural" da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações, na maioria das vezes por alegadas razões econômicas. Manter a edificação em condições favoráveis proporciona não só um conforto estético, mas também uma segurança para quem a utiliza. Em se tratando de agentes causadores de problemas patológicos, Takeuti (1999) afirma que esses consistem em: forças além das previstas em projeto, erros de projeto, variação da umidade, corrosão das armaduras, variações térmicas intrínsecas e extrínsecas ao concreto, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos, etc.

A identificação do problema se faz necessária, Figueiredo *et al.* (2009) define algumas diretrizes sobre o assunto, onde de acordo com o mesmo:

- A vistoria visa a constatação técnica de um fato;
- Essa constatação se dá *in-loco*;
- Essa constatação deve ser criteriosa;
- Objetiva elementos ou condições que caracterizam ou influenciam um bem.

Tomando conhecimento dos problemas e os identificando por meio das vistorias no local da edificação, a proposta de manutenção e reparação da manifestação patologia é sugerida. Segundo Antunes (2010), as atividades de manutenção realizadas em conformidade com as reais necessidades apresentadas por um edifício previamente inspecionado, tende a fazê-lo retornar para condições semelhantes àquelas de seu estado inicial.

Para Souza (1998) a manutenção de uma estrutura é o conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador. "A manutenção de edificações é um tema cuja importância tem crescido no setor da construção civil, superando, gradualmente, a cultura de se pensar o processo de construção limitado até o momento quando a edificação é entregue e entra em uso" (NBR 5674-1999).



O fato de se conservar uma edificação, é explicitado na NBR 13752-1996 como sendo o ato de manter o bem em estado de uso adequado à sua finalidade, no qual implica em maiores despesas se comparadas com aquelas referentes as de uma simples manutenção. Identificar, intervir e restaurar mostram-se necessários quando se tratam de manifestações patológicas nas edificações, sendo necessário, assim, o conhecimento acerca das patologias, tendo em vista que essa é uma ciência de fundamental importância para a construção civil, haja vista que sua aplicação proporciona um entendimento mais profundo do que está sendo construído ou do que se pretende construir, podendo tanto ser evitado alguns problemas futuros, como também garantindo melhorias e controle mais rigorosos na qualidade das construções.

Para compor este trabalho como resultado dessa vistoria foi realizado um levantamento quantitativo das manifestações patológicas encontradas na edificação. A partir deste, a pesquisa seguiu de maneira qualitativa, classificando cada manifestação verificada através de referências da literatura reconhecida nacional e internacionalmente.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo geral identificar de forma quantificada as manifestações patológicas identificadas no bloco de Fitossanidade da Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA, situado no município de Mossoró-RN, classificando-as e caracterizando-as, através de um levantamento fotográfico realizado em campo com coleta de dados com posterior apresentação e análise dos resultados.

## 2. Metodologia

A presente pesquisa contou com a investigação da edificação analisada através da identificação, caracterização, causa e prevenção para cada uma das manifestações patológicas encontradas. Para tanto, foram realizadas vistorias no local, registros fotográficos e pesquisas bibliográficas para devida classificação e estudo de cada uma das manifestações abordadas.

A edificação é identificada como Prédio de Fitossanidade, pertencente ao Departamento de Ciências Vegetais (DCV) da universidade, possuindo 631,32 m<sup>2</sup> de área coberta e, aproximadamente, 3000 m<sup>2</sup> de área construída, sendo ainda composta por 3 pavimentos com rampas de acesso que levam ao segundo pavimento. Em sua origem, o primeiro pavimento foi construído de pilotis destinado a garagem que, a posteriori, caracterizou-se como depósito, mas que desde 1992 constitui-se de salas de aula. Vale ainda salientar que desde o princípio, a edificação sempre teve a mesma função e que na construção da mesma foram utilizados seixos rolados como agregado graúdo na composição do concreto. No mais, abaixo são apresentados os projetos arquitetônicos e estrutural dos três pavimentos, além da locação dos pilares, vigas e lajes.

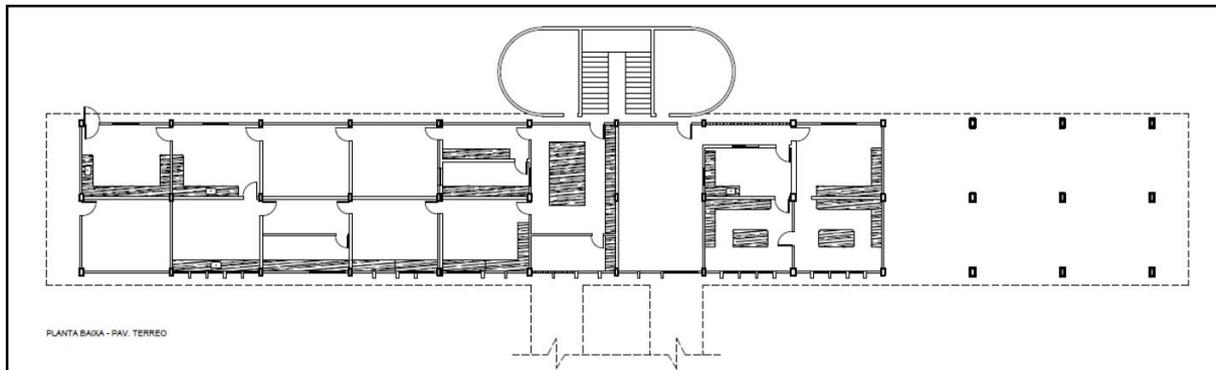


Figura 1 – Planta baixa do 1º pavimento. (Secretaria de Infraestrutura, UFERSA)

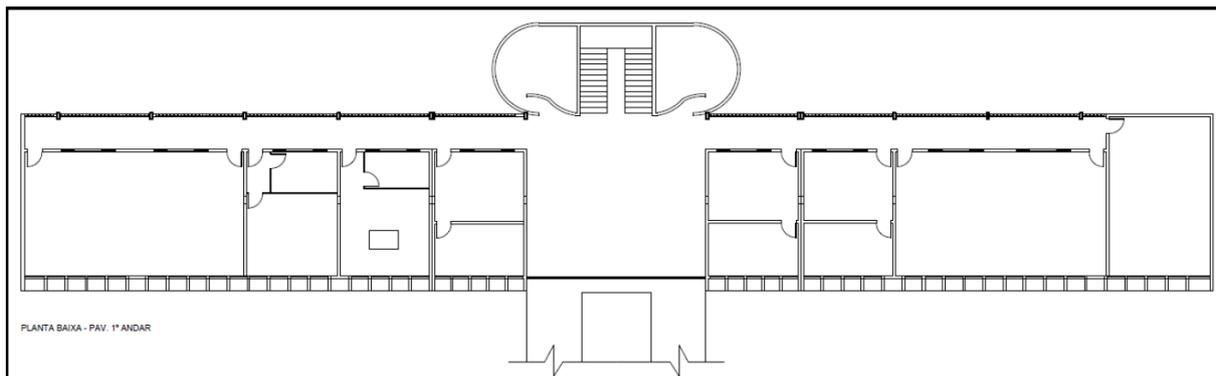


Figura 2 - Planta baixa do 2º pavimento. (Secretaria de Infraestrutura, UFERSA)

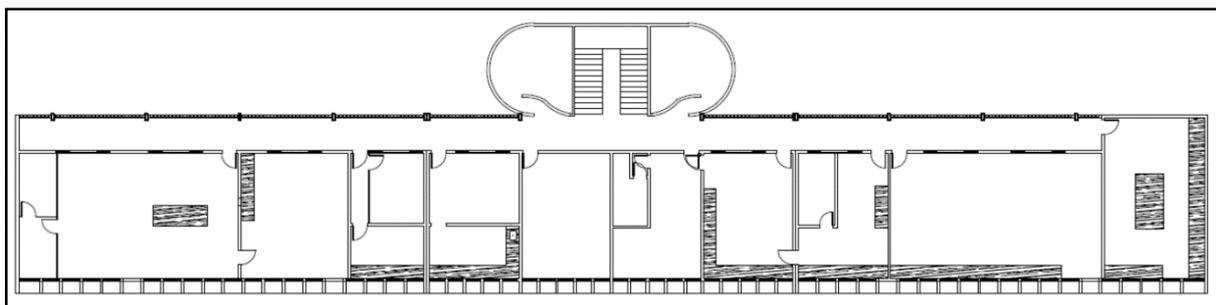


Figura 3 - Planta baixa do 3º pavimento. (Secretaria de Infraestrutura, UFERSA)

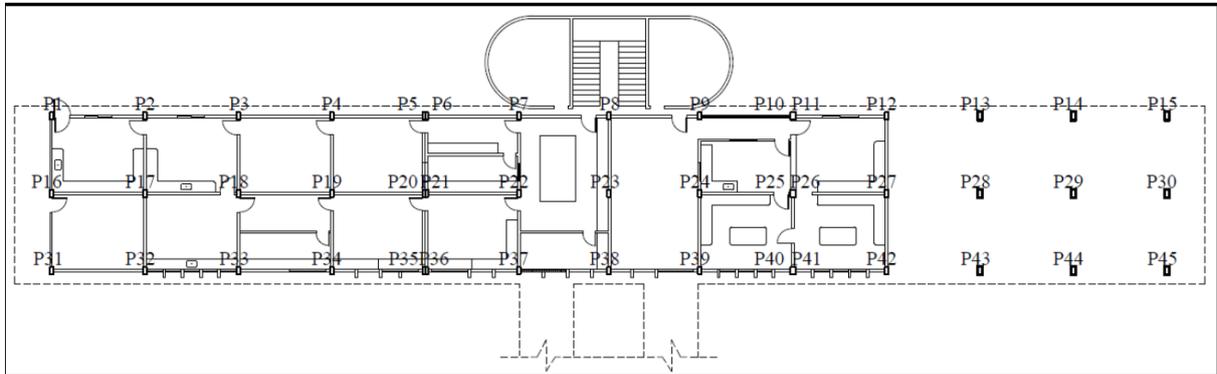


Figura 4 - Distribuição dos pilares do 1º pavimento. (Secretaria de Infraestrutura, UFERSA)

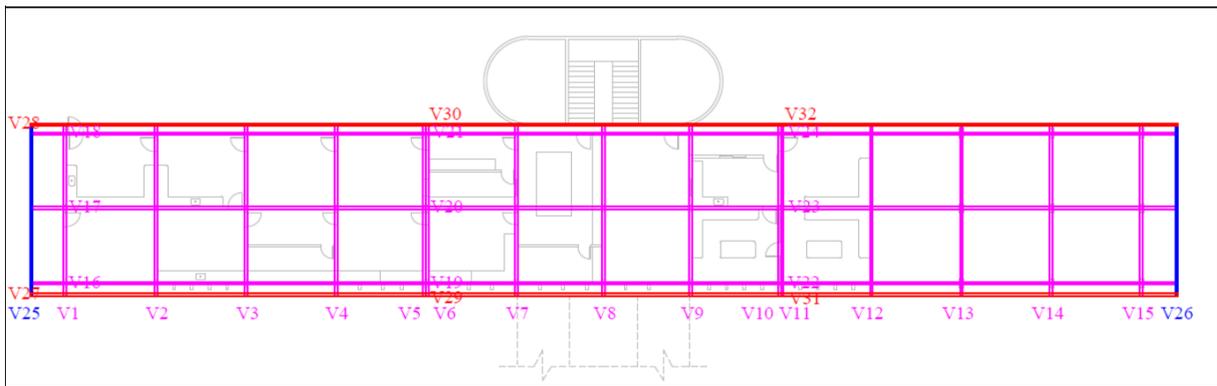


Figura 5 - Distribuição das vigas do 1º pavimento. (Secretaria de Infraestrutura, UFERSA)

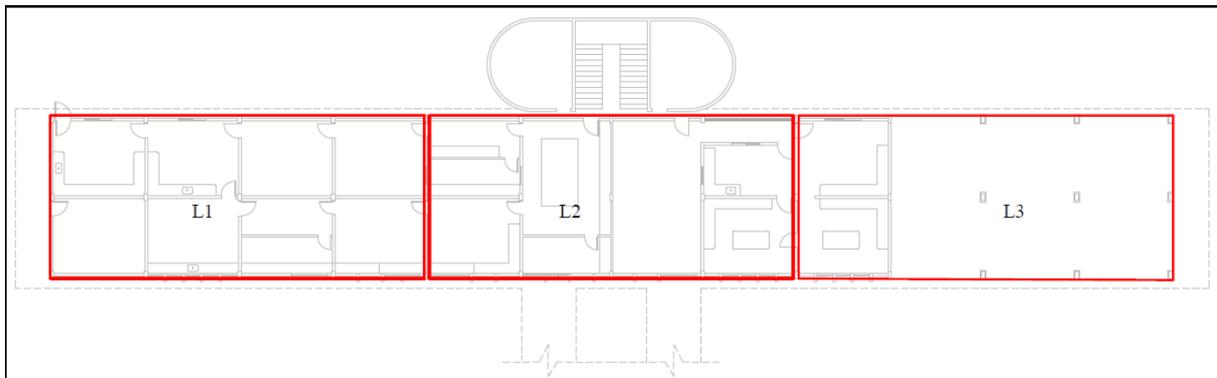


Figura 6 - Distribuição das lajes do 1º pavimento. (Secretaria de Infraestrutura, UFRSA)

### 3. Resultados



Almejando-se facilitar a compreensão e interpretação dos dados coletados na edificação, todos os resultados da pesquisa estarão relacionados através de gráficos e tabelas devidamente separadas qualitativamente, de acordo com as manifestações patológicas encontradas, elencando quantitativamente tanto a frequência de aparição, como a assiduidade das prováveis causas para cada uma delas. Ademais, também será apresentada uma tabela com as devidas medidas mitigatórias propostas de acordo com as consagradas literaturas vigorantes.

Para coleta dos dados necessários a pesquisa, foram feitas três visitas no local, totalizando 129 registros fotográficos relevantes, além da apuração histórica e construtiva da edificação, de acordo com fatos divulgados por funcionários da entidade e documentos da própria universidade. Tendo em vista a edificação investigada, no estudo foram verificados quatro tipos de manifestações patológicas preponderantes, das quais consistem: fissuração por diferença entre materiais, infiltração ascensional (salitre), deslocamento da pintura e corrosão da armadura. A Figura 7 é apresentada justamente com o intuito de exemplificar cada uma delas.



a. Fissuração por diferença entre materiais



b. Infiltração ascensional (salitre)



c. Deslocamento da pintura



d. Armadura de pilar submetida a corrosão

**Figura 7** - Exemplificação dos tipos de manifestações patológicas verificadas

**Fonte** – Os autores, 2017.

A análise da frequência dos tipos de manifestações patológicas apresentadas em uma determinada edificação permite constatar devidos erros em virtude de sua execução,



projeto ou utilização, que danificam o estado ideal da mesma. No tocante das novas construções eajuizamento da sociedade, é válido ressaltar que esta análise é determinante na definição dos responsáveis diretos pela sua ação e devidos ressarcimentos judiciais. Além disso, o estudo das frequências relacionadas a patrimônios históricos proporciona ao corpo técnico de uma entidade pública responsável, a definição de um plano de manutenção correto para reparo dessas manifestações e seus devidos prejuízos. Devido ao exposto, na Tabela 1 está apresentada o tipo e a frequência para cada uma das manifestações patológicas averiguadas.

**Tabela 1** - Frequência por tipo de manifestação patológica

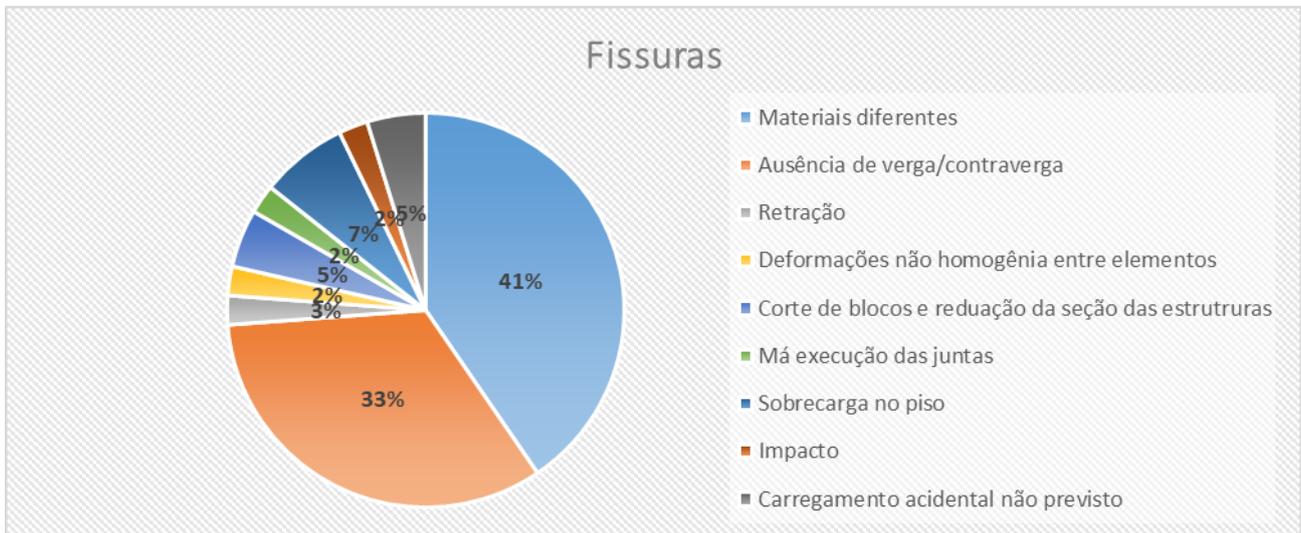
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Frequência (%)</b>
Fissura	42	61,8
Infiltração	19	27,9
Desplacamento	5	7,4
Corrosão	2	2,9
$\Sigma$	<b>68</b>	<b>100,0</b>

Fonte – Os autores, 2017

Objetivando-se discriminar cada uma das manifestações patológicas identificadas na edificação e ressaltadas na Tabela 1, os Gráficos 1, 2, 3 e 4 são apresentados, sendo fundamentados em consagradas literaturas vigentes na definição das prováveis causas de cada uma dessas manifestações.

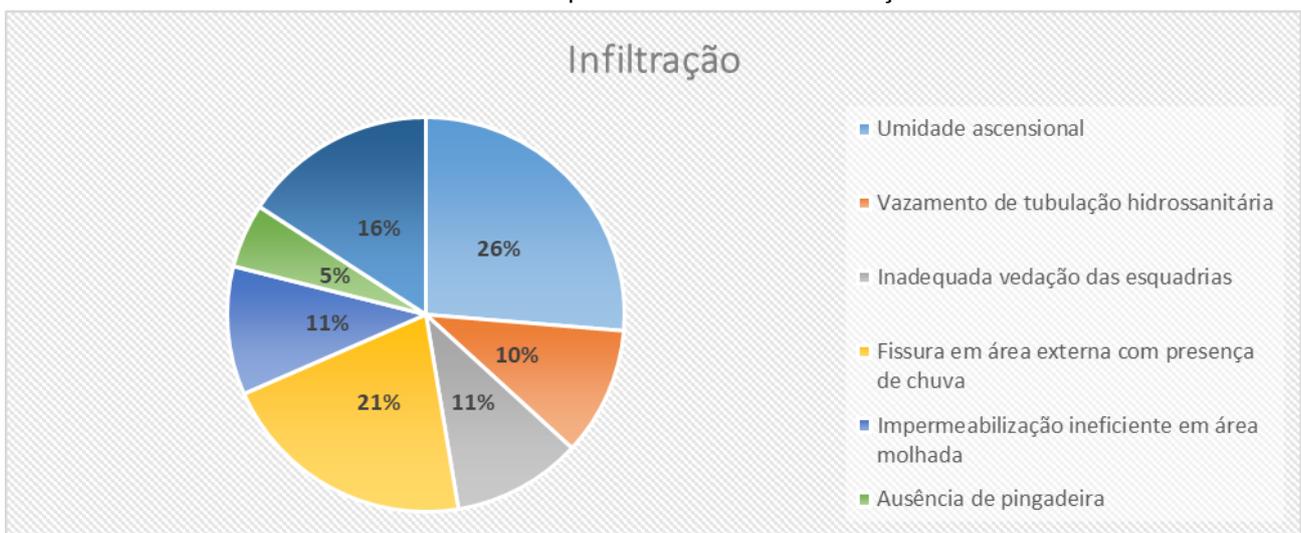
Analisando o Gráfico 1, nota-se que a grande maioria das causas de fissura na edificação são justificadas pela ausência na inserção da tela pilar/alvenaria para combate a dilatação entre materiais com coeficientes de dilatação diferentes e na ausência de inserção de verga e contraverga em portas e janelas no combate ao cisalhamento em vãos; ou seja, configuram-se em erros de execução que poderiam ser facilmente sanados, mas que, em virtude da cultura construtiva da época, não existiam as devidas práticas necessárias.

**Gráfico 1** - Frequência das causas: fissura



Observando o Gráfico 2, percebe-se uma distribuição bem regular das causas de infiltração na edificação, tendo como causa imediatamente preponderante a umidade ascensional justificada, mais uma vez, pela falta de discernimento na execução da época, sendo motivada pela ausência de impermeabilização das fundações e elementos de ligação na base das alvenarias. Já as outras duas causas seguintes para infiltração são explicadas, respectivamente, pela ausência de um plano de manutenção eficaz, justificado pela ausência no reparo de fissuras externas as alvenarias, e pelo mau uso da edificação, caracterizado na inserção de elementos não previstos em projeto que se tornam potenciais criadores de zonas propicias a infiltração.

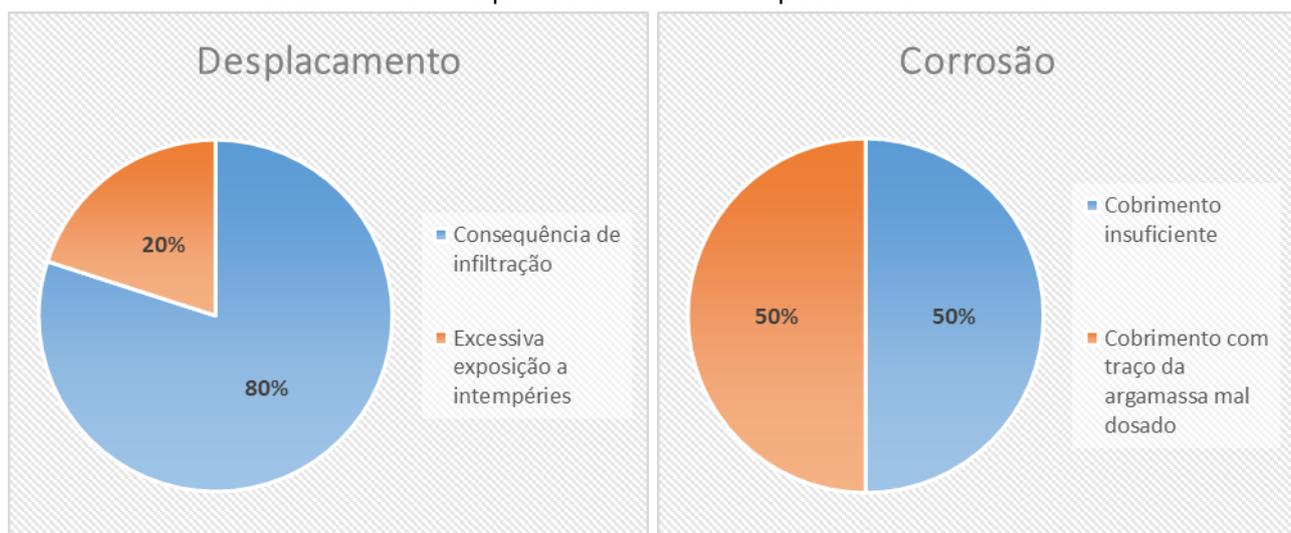
**Gráfico 2 - Frequência das causas: infiltração**





Quanto aos Gráficos 3 e 4, que elencam manifestações patológicas menos frequentes na edificação analisada, notam-se resultados bem expressivos para cada uma delas. No Gráfico 3, percebe-se a consequência que uma manifestação pode ter na outra, haja vista que, com 80% de frequência, a principal causa de deslocamento nas pinturas deu-se pela infiltração, manifestação patológica já citada e compreendida na Gráfico 2. Quanto ao Gráfico 4, relacionado a corrosão das armaduras, verifica-se uma distribuição igualitária das suas prováveis causas, sendo ambas relacionadas ao seu cobrimento necessário, justificando-se através de erros de execução que não previram correto cobrimento das armaduras ou que ainda puderam ser influenciadas pela incorreta execução na armação dos elementos estruturais, fato justificado pela ausência de espaçador ou por uso de seixo rolado como agregado graúdo no concreto, caracterizando zonas propensas a altos índices de vazios e consequente formação de bicheira.

**Gráfico 3 e 4 - Frequência das causas: deslocamento e corrosão**



Finalmente, na Tabela 2, são apresentadas recomendações de medidas mitigatórias para cada causa de cada tipo de manifestação patológica encontrada na edificação investigada, sendo amplamente baseada também em literaturas referentes ao assunto, códigos de construção e manuais de fabricantes.

**Tabela 2 - Medida mitigatória para cada causa das manifestações patológicas verificadas**

Tipo	Causa	Medida Mitigatória
Fissura	Materiais diferentes	Veda trinca ou tela de aço
	Ausência de verga/contraverga	Inserir verga/contraverga
	Retração	Substituir piso



	Deformações não homogênea entre elementos	Tela de aço
	Corte de blocos e redução da seção das estruturas	Planejamento na etapa de projeto
	Má execução das juntas	Veda trinca ou reconstrução
	Sobrecarga no piso	Planejamento na etapa de projeto
	Impacto	Manual do usuário
	Carregamento acidental não previsto	Planejamento na etapa de projeto
Infiltração	Umidade ascensional	Impermeabilização adequada
	Vazamento de tubulação hidrossanitária	Plano de manutenção
	Inadequada vedação das esquadrias	Aplicação de selante a base de poliuretano
	Fissura em área externa com presença de chuva	Argamassa colante adequada e revestimento de boa qualidade
	Impermeabilização ineficiente em área molhada	Impermeabilização adequada
	Ausência de pingadeira	Selante a base de poliuretano e instalação de toldo na janela
	Infiltração por má uso da edificação	Manual do usuário
Deslocamento	Em consequência da infiltração	Cuidados no projeto e na execução
	Excessiva exposição a intempéries	Plano de manutenção
Corrosão	Cobrimento insuficiente	
	Cobrimento com traço da argamassa mal dosado	Correta dosagem da argamassa para cobrimento da armadura

Fonte – Os autores, 2017.

#### 4. Considerações Finais

Constatou-se no levantamento que como a edificação é antiga, algumas manifestações patológicas apresentadas são em decorrência de seu tempo de uso e desgaste natural dos materiais, mas nenhuma anomalia grave que a comprometa estruturalmente. Ademais,



também foram notadas manifestações devido a erros de projeto e execução observados através da ausência de vergas e contra-vergas, telas de ligação e impermeabilização, fato esse que explica a alta ocorrência de fissuras e infiltrações, justificados pela a época que fora edificado e, possivelmente, a falta de conhecimento de tais técnicas pelos projetistas. Identificou-se também alterações realizadas na planta original da edificação, detectando-se manifestações patológicas devido à falta de planejamento e execução destas alterações realizadas, seja pela sobrecarga da estrutura ou pelo dimensionamento inadequado nas modificações.

A adequada utilização das instalações da edificação também contribui para uma maior vida útil da mesma, entretanto foram constatadas a utilização de algumas salas e laboratórios de forma desconforme com o planejamento inicial daquela edificação, facilitando a aparição de anormalidades no seu interior, provocando desconforto visual e, em alguns casos, insegurança quanto a sua utilização.

Baseado em todo o conteúdo exposto, constatou-se a necessidade de uma intervenção por parte do setor de manutenção nesta edificação pela instituição, dando a devida importância e atenção que o Prédio de Fitossanidade merece, haja vista todo o seu contexto, já que foi a terceira edificação a ser construída. O prédio ainda representa bastante para a universidade, tendo em vista que nele se desenvolvem demasiadas atividades na área da agronomia, englobando graduação e pós-graduação. A preservação das edificação da universidade não pode ser uma atitude pontual, devendo essa tornar relevante a ação da manutenção do seu patrimônio histórico, possibilitando sua utilização prolongada pelos discentes e por todo o corpo docente da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA.

### Referências Bibliográficas

ANTUNES, G. R. (2010). Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-001<sup>a</sup>/10, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 178p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_. NBR 13752: Pericias de Engenharia na Construção Civil. Rio de Janeiro, 1996.

FIGUEIREDO, F. F. EMILIO, D. BURIN, E. M. MOURÃO, I. C S. V. SANTOS, M. S. Vitorias na construção civil: conceitos e métodos i Eduardo M. Burin,.. [et al.]. - São Paulo: PINI, 2009.

SOUZA, Vicente Custódio de, 1948 -Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto / Vicente Custódio Moreira de Souza e Thomaz Ripper. - São Paulo : Pini, 1998.

**ISBN: 978-85-65425-32-2**



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

TAKEUTI, Adilson Roberto. Reforço de pilares de concreto armado por meio de encamisamento com concreto de alto desempenho. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.  
doi:10.11606/D.18.1999.tde-03112003-113505. Acesso em: 2017-08-03.



## MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PATRIMÔNIO CULTURAL DO PIAUÍ: ESTUDO DE CASO DO EDIFÍCIO CHAGAS RODRIGUES (DER-PI).

### *Pathological Manifestations In The Cultural Heritage Of Piauí: Case Study Of The CHAGAS RODRIGUES BUILDING (DER-PI).*

Amanda Evelyn Barbosa de Aquino<sup>1</sup>, Wendel Melo Prudêncio de Araújo<sup>2</sup>,  
 Hudson Chagas dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina-Pi, Brasil, amandabarbosaeng@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Teresina-Pi, Brasil,  
 wendelprudencio@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Teresina-Pi, Brasil, hud\_santos@yahoo.com.br

**Resumo:** A presente pesquisa propõe um estudo das manifestações patológicas em um patrimônio histórico cultural do estado do Piauí, localizado no centro de Teresina. Com o intuito de aprofundar a discussão, com a perspectiva de preservação do referido prédio, buscou-se através de uma pesquisa *in loco* relatar patologias que comprometem a estrutura e põe em riscos saúde e segurança dos usuários. A reforma faz-se necessária para a preservação e condição de uso, principalmente pela importância histórica do prédio para a cidade. A partir da pesquisa, por meio de inspeção visual, foi discutido as falhas encontradas, e assim chegou-se as possíveis causas, consequências e soluções patológicas na estrutura analisada. Logo a partir dessas apurações, o artigo baseou-se na relação entre os fatores que podem ocasionar falhas e prejuízos a edificações que não possuem uma rotina de manutenção, tomando proporções maiores em prédios antigos e /ou tombados.

**Palavras-Chave:** Patologias, patrimônio cultural, Edifício Chagas Rodrigues.

**Abstract:** The present research proposes a study of the pathological manifestations in a historical-cultural patrimony of the state of Piauí, located in the center of Teresina. In order to deepen a discussion, with a perspective of preservation of said building, search through a *in loco* survey to report pathologies that compromise a structure and solutions in health and safety risks of users. A renovation is done for the preservation and condition of use, mainly because of the historical importance of the building to the city. From the research, through visual inspection, it was discussed as faults found, and thus came as possible causes, consequences and pathological solutions in the analyzed structure. The article is based on the relationship between the factors that can cause failures and damages to buildings that are not a maintenance difficulty, taking greater proportions in old and / or overcast buildings.

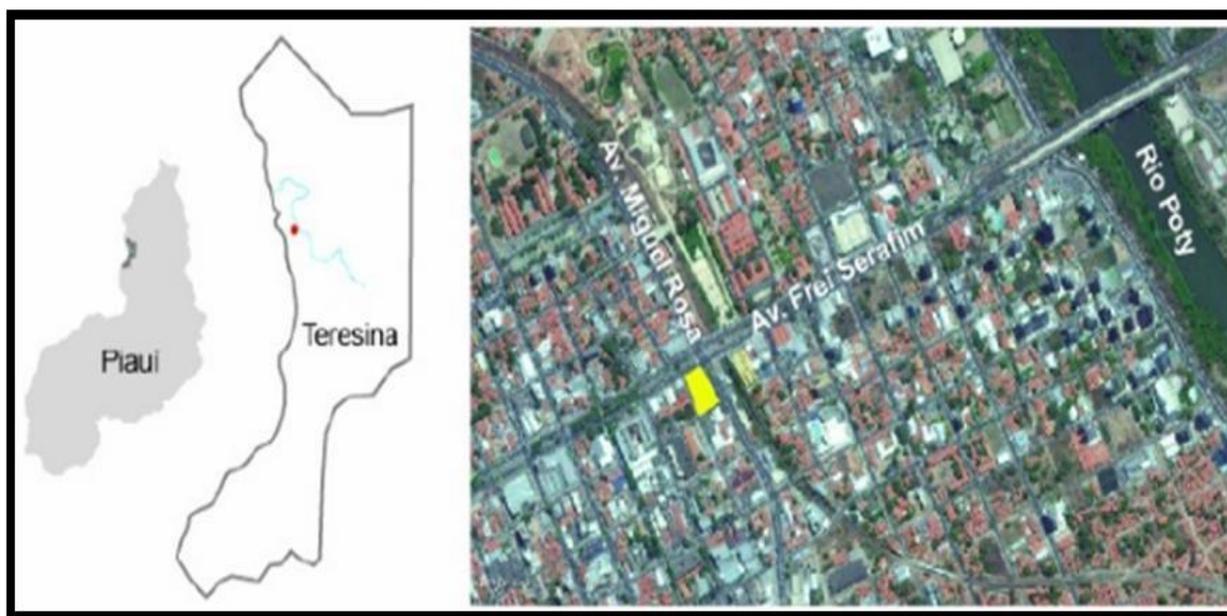


**Key words:** Pathologies, cultural heritage, Chagas Rodrigues Buildin.

## 1. Introdução

O DER é o edifício sede do Departamento de Estradas e Rodagem do Piauí, localizado na Avenida Frei Serafim, uma das principais vias de acesso entre o centro e a zona leste da cidade. É um prédio que retrata a história da capital na década de 60, e é testemunho de um período de modernização que marcou a arquitetura e história da cidade. No período da sua construção causou grande impacto por ser um imenso bloco de concreto retangular erguido sobre pilotis. Por se tratar de um marco na construção piauiense o prédio do DER foi tombado como patrimônio histórico. Entretanto esse tombamento não veio atrelado a medidas de conservação, fato esse que levou a degradação gradativa da obra e surgimento de diversas patologias.

Figura 1: Localização do Prédio DER.



Fonte: Imagem adaptada do Google Earth.

O DER passou por diversas reformas localizadas e uma de maior natureza na qual se tem registro. Essa grande reforma se deu em 1992, 33 anos após sua inauguração. Nela o prédio foi modificado, e a mais notável destas modificações foi o piso, onde o inicial era composto por taco de madeira e foi inteiramente substituído por granilite. Outra mudança foi a troca das esquadrias originais. Houve também a construção de algumas salas no térreo da edificação na parte posterior, tomando o lugar dos famosos pilotis e descaracterizando o partido inicial da construção. Ainda nesta reforma, fez-se necessário



inserir um guarda-corpo ao longo de todo comprimento dos cobogós da fachada oeste, conforme nota-se estes elementos na figura 2, devido ao grande número de fissuras que o mesmo apresentava. Cinco anos após esta reforma, em 24 de fevereiro de 1997, o Edifício Chagas Rodrigues (DER) foi tombado em nível estadual pela FUNDAC. A partir de então, com o tombamento, veio uma maior dificuldade de conservação. E por isso, hoje, o prédio encontra-se em péssimas condições de uso.



Figura 2: Fachada Oeste do prédio DER



Figura 3: Fachada Leste do prédio DER-PI.

Fonte: <http://static.panoramio.com/photos/large/2498422.jpg>

Fonte: Aquarela de autoria de Karla Katrini, janeiro de 2014.

De acordo com o Kopschitz (2009), as patologias mais encontradas em edifícios são: descascamento de pinturas; mofo; corrosão de armaduras de concreto armado; descolamento de pisos cerâmicos e azulejos; desgaste excessivo de pisos; apodrecimento de estruturas de madeira; fissuras ou trincas em paredes, pisos e fachadas (na alvenaria, argamassa ou concreto). Segundo Carvalho (2013, p.6), depois de identificar as anomalias e falhas, as patologias são classificadas quanto ao grau de urgência em relação à perda de desempenho e aos riscos aos usuários com relação a algumas medidas de manutenção que devem ser tomadas. Logo através do estudo realizado, observou-se que o prédio possui as patologias mais comumente encontradas em edifícios. Entretanto por ser um prédio de natureza histórica sua manutenção e intervenção acaba exigindo um processo mais burocrático que outro edifício. Logo as patologias e os processos de preservação serão descritas e detalhadas no decorrer do trabalho.

## 2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido através de visita realizada *in-loco* ao prédio. As etapas foram:



Relatório fotográfico;  
Inspeção visual;  
Revisão bibliográfica;  
Análise dos dados coletados.

### 3. Patologias encontradas

Durante a visita, notou-se patologias geradas pelo desgaste da vida útil da estrutura atrelada a falta de manutenção - o que com o tempo gerou vários danos localizados em praticamente todo o prédio. Para facilitar a compreensão, o estudo foi dividido pelo tipo de patologia observada, onde as principais foram: fissuras nas paredes e em elementos vazados, descolamento cerâmico, corrosão da armadura de concreto armado, instalações mal conservadas, danos em estruturas de madeira. Logo será analisada cada patologia, seu surgimento, possíveis causas e soluções - levando em consideração que o prédio é um bem tombado.

De acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), toda intervenção em um imóvel tombado deverá, por princípio, manter as características espaciais e construtivas originais. A reforma deve preservar os valores atribuídos ao imóvel no processo de tombamento. É este conjunto de documentos que vai orientar os critérios de intervenção. Até as intervenções periódicas de manutenção não pode comprometer a preservação das características fundamentais do prédio.

#### 3.1 Fissuras

##### 3.1.1 Análise da patologia:

Dos problemas patológicos de maior incidência no prédio, estão as fissuras. Estas podem ter origem devido a vários fatores. Percebe-se que a construção do prédio foi em adobe, e por ser tratar dessa material é normal o aparecimento de alguma fissuração ao longo de tanto tempo de construído, tal como: as pequenas fissuras capilares que são provocadas conforme o adobe vai retraindo. Já fendilhações mais extensas, no entanto, indicam geralmente problemas estruturais sérios (Araújo, 2004, p.8). Mas não só por esse motivo pode-se surgir esse tipo patologia, fissuras são também causadas por movimentações térmicas, higroscópicas, sobrecargas, deformações de elementos de concreto armado e recalques diferenciais. Nota-se com as figuras 4,5 e 6 uma das fissuras mais significativas encontrada respectivamente em peças estruturais e paredes do prédio.



Figura 4: Fissura em viga.



Figura 5: Fissura entre a parede e o cobogó.



Figura 6: Fissuras no Auditório.



### 3.1.2 Reparo do dano:

Grande parte das fissuras não causam a redução da capacidade de carga das estruturas, porém se não tratadas corretamente e periodicamente podem dar origem a aberturas maiores, podendo transforma-se em trincas ou rachaduras. Recomenda-se no caso das fissuras, que deve ser examinadas por um profissional que possa fazer recomendações sobre a sua reparação e verificar sua origem para poder saná-las, já que estão presente em uma grande quantidade na estrutura do prédio como um todo.



### 3.2 Descolamento cerâmico

#### 3.2.1 Análise da patologia:

Segundo Bastos (2011, p.116), as possíveis causas para o descolamento seja a má dosagem da argamassa de assentamento dos azulejos, má distribuição da argamassa de assentamento na parede ou nos próprios azulejos, ressecamento prematuro da argamassa de assentamento em contato com o azulejo seco, dilatação dos azulejos com o calor combinada com a falta de junta entre os mesmos. Dentre elas, a dilatação por calor pode ser a principal causa, devido as altas temperaturas da cidade nos vários meses do ano, principalmente no famoso B R O BRÓ (que é a junção das últimas sílabas dos meses mais quentes do ano: setembro, outubro, novembro, dezembro).

Figura 7: Descolamento das pastilhas em pilar.



#### 3.2.2 Reparo do dano:

Como alternativa de correção deverá ser retirado o revestimento de toda a área em volta e verificar a existência ou não de problemas na estrutura. Se houver problemas de dilatação excessiva, recomenda-se a substituição de todo o revestimento por elementos mais flexíveis. Se não, procede-se à recomposição adotando-se o mesmo processo construtivo das práticas de construção correspondentes.



### 3.3 Corrosão da armadura de concreto armado.

#### 3.3.1 Análise da patologia:

De acordo com Helene (1992), a corrosão das armaduras sejam elas manifestadas em pilar, viga ou laje podem ser ocasionado pela resistência inadequada do concreto ou cobertura insuficiente da armadura. Conforme nota-se com as figuras 8 e 9 a mais significativa e grave das patologias que o prédio possui, sob a ponto de vista da consequência no comportamento estrutural e no custo de correção do problema. Segundo Nakamura (2011) as estruturas de concreto, além de sua capacidade de suporte de cargas verticais, também tem o importante papel de proteger as armaduras, cobrindo o aço de modo a evitar seu contato direto com agentes agressivos, como atmosferas poluídas e a água.

Figura 8: Laje com armaduras exposta noTérreo



Figura 9: Concentração de armaduras expostas



Consultando a NBR 6118/2014, Teresina enquadra-se na Classe de agressividade 2 que é considerada moderada, que são ambientes que estão mais expostos a agressões ambientais, como as provenientes do gás carbônico e dos cloretos presentes no ar (Nakamura 2011). No caso, como o local da patologia é o pavimento térreo da edificação, que fica ao lado de uma avenida com alto nível de poluição, pode ter sido um dos agravantes da ocorrência dessa falha. Pois a presença de agentes agressivos externos incorporados no concreto que pela alta porosidade acabam por permitir a entrada desses agentes, gerando um fenômeno de natureza eletroquímica. Conforme nota-se com a figura 9, não há perda de seção do aço em profundidade, porém ela é dada de maneira uniforme e superficial em vários pontos da laje.

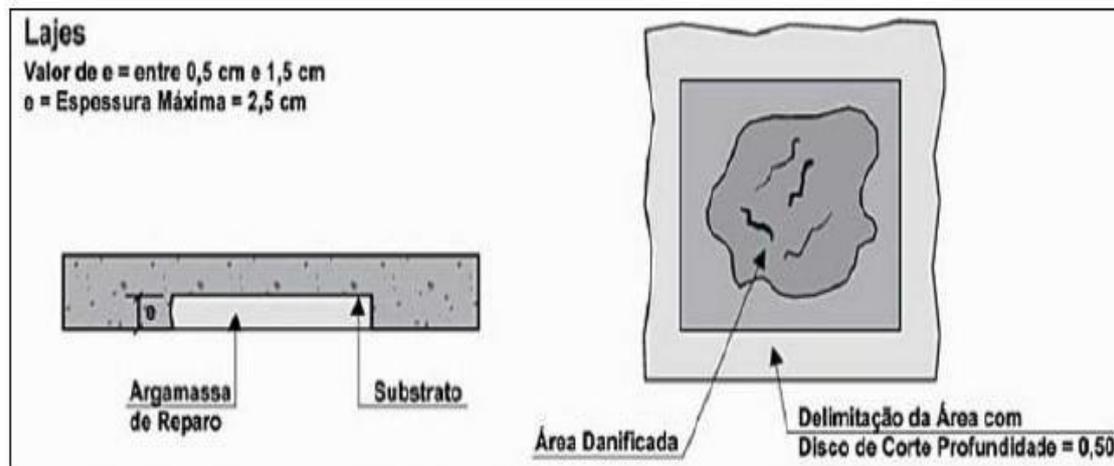


### 3.3.2 Reparo do dano:

Conforme citado, dentre todas as patologias do prédio, essa é a de natureza mais grave, pois afeta a parte estrutural de um prédio antigo, com falta de manutenção e que possui três pavimentos. Percebe-se que a construção se deu através do material adobe, e segundo Araújo (2004): "a conservação e reabilitação de um edifício em adobe que esteja degradado é melhor sucedida quando as técnicas e métodos de reparação usadas no restauro e nas reparações são tão semelhantes, quanto possível, com as técnicas usadas na construção original". As superfícies em adobe são notoriamente frágeis e necessitam de uma manutenção frequente, o que não ocorre no prédio.

O tratamento da patologia deve ser dada por etapas, sendo primeiro a correção da corrosão e posterior fechamento da exposição da armadura. Pode ser dada através de reparos localizados, que consiste em 7 etapas: delimitação da área com corte com serra circular; escarificação do concreto solto e deteriorado; limpeza do produto de corrosão formado (pode ser feito manualmente) através de jato de areia ou água; pintura da superfície do metal danificado; aplicação de uma ponte de aderência; preenchimento com argamassa de reparo e acabamento da superfície; e cura da argamassa do reparo, feita com água potável. Segundo Marcelli (2007), deve-se ser contratada em engenheiro estrutural para avaliar necessidade de substituição de alguma parte da ferragem afetada, ou ainda a complementação da armadura, devido a possível redução da mesma.

Figura 10: Reparo superficial em laje



Fonte: Marcelli 2007

### 3.4 Instalações:

#### 3.4.1 Análise da patologia:

Muitas vezes os problemas nas instalações surgem e ninguém consegue detectá-las pois quase sempre estão embutidas. Mas no caso do prédio em questão, algumas estão



expostas, mal conservadas e em uma situação de vulnerabilidade - podendo até ocasionar possíveis acidentes com os usuários. Nota-se com a figura 11, uma instalação sanitária no canto de uma sala, no qual os funcionários relataram na visita, as constantes vibrações que ela faz, criando assim um ambiente insalubre de trabalho. Com isso pode-se aferir que estas não estão atendendo as condições de dimensionamento da norma, pois isolar a vibração e impedir a transmissão de ruído é um princípio dos métodos de isolamento acústico de instalações. Segundo Leal (2003) uma das principais fontes de ruídos é a turbulência, pelo excesso de velocidade do fluxo, e as cavitações, provocadas pelas emendas, estrangulamentos, variações de seções e desvios abruptos.

Já as instalações elétricas, os funcionários justificaram que encontram-se mal conservadas, devido as várias intervenções que o prédio sofreu e também as adaptações necessárias devido a modernização dos equipamentos. Percebe-se que essa nova demanda foi realizada de forma omissa ao que preza as normas de engenharia. Foram adaptadas sem projeto elétrico, sem prever adição de carga aos circuitos, nota-se com a figura 14 fios desprotegidos, caixa de medição deteriorada. Esse tipo de exposição pode ocasionar um curto-circuito ou acidentes com os usuários pela falta de proteção e segurança.

Figura 11: Instalação sanitária desprotegida. Figura 12: Instalação sanitária desprotegida

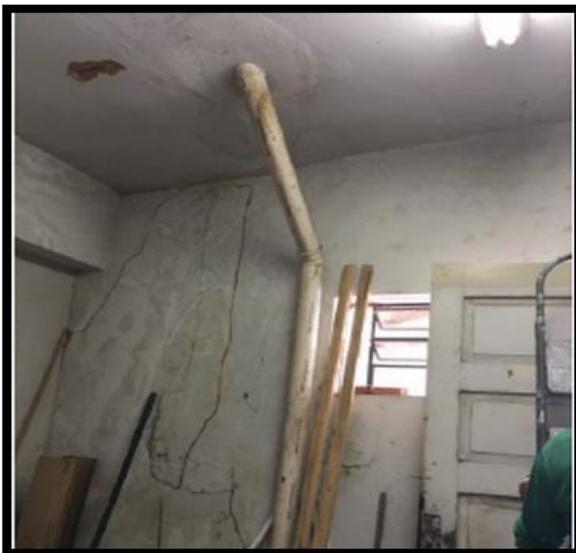




Figura 13: Fios elétricos expostos e sem proteção/ caixa de medição deteriorada.



#### 3.4.2 Reparo do dano:

Para as instalações sanitárias a resolução seria a implantação de um *Shaft* em alvenaria ou *drywall*, sendo que o último pode facilitar a manutenção. Mas antes seria aconselhável um levantamento de todas as instalações e de nova demanda do prédio, para assim redimensionar o sistema diminuindo as emendas ou reentrâncias internas que foram realizadas nas reformas. O mesmo deverá acontecer com as instalações elétricas, um redimensionamento das cargas adicionadas, redistribuição de circuito, troca da fiação antiga, dos quadros e disjuntores por novos elementos.

#### 3.5 Estrutura de madeira:

##### 3.5.1 Análise da patologia:

Nota-se no auditório que encontra-se em desuso manifestações patológicas na madeira. Com as figuras 13 e 14 percebe-se os danos causados por agentes de deterioração da madeira e umidade, fatores esses atrelados a falta de manutenção que é geral no prédio. Percebe-se na entrada do auditório, que a estrutura de madeira fica exposta a ação da chuva, o que com o tempo gerou sérios danos. Conforme Cruz (2001) especificamente, quando a madeira permanece em condições de umidade elevada por períodos longos, favorece o ambiente ao ataque por fungos ou por térmitas subterrâneas que dela se alimentam. É importante saber que a umidade, por si só, não degrada a madeira, mas potencializa o risco de deterioração desse material por determinados agentes biológicos, no sentido em que estes só atacam a madeira quando o seu teor de umidade atinge determinados valores.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

Figura 13: Entrada do Auditório



Figura 14: Madeira deteriorada



Conforme figura 15, internamente não existe mais forro e percebe-se que o mesmo estava estruturado em peças de madeira, sendo que essas também sofrem com o ataque de cupins. O telhado do auditório pode também ser uma das causas de infiltração e patologias do ambiente, podendo seu sistema de impermeabilização encontrar-se falho

Figura 15: Ruíno do forro no Auditório.



Figura 16: Telhado do Auditório.





### 3.5.2 Reparo do dano:

Pelo nível de apodrecimento que encontra-se a madeira do auditório, o ideal seja sua substituição. Devido a questão patrimonial do prédio é recomendando uma análise por especialistas. Para ser recuperada segundo Cruz (2001), devem ser implementadas as seguintes ações: secagem da madeira (baixando o teor em água pelo menos para valores abaixo de 20%); limpeza (da madeira podre ou seriamente atacada por insetos - pulverulenta ou facilmente desagregável); tratamento preservador inseticida e/ou fungicida da madeira que permanece no local; tratamento preservador da madeira susceptível de ataque que venha a ser introduzida na obra. Já o forro deverá ser substituído por outro e averiguar a real situação do telhado, reforçando seu sistema de impermeabilização.

## 4. Conclusão

Dessa forma diante de tudo que foi apresentado pode-se dizer que a falta de manutenção é fator determinante para dar início a degradação de um prédio. Com a avaliação global e sistemática do edifício percebeu-se uma série de patologias ocasionadas por esse fator e outros, atrelados a construção, ocupação e alterações realizadas no decorrer dos anos. A reforma faz-se necessária devido a condição para preservação e condição de uso, principalmente pela importância histórica do prédio ao estado.

Porém por se tratar de uma obra pública e um bem tombado, existem burocracias construtivas e licitatórias, pois as reformas não podem descaracterizar o prédio e a construtora que for executar, deverá ser especialista no assunto. Esse artigo contribuiu com a apuração de alguns fatores pois para resolver tantas falhas deve-se determinar a natureza da degradação, identificar e corrigir a origem do problema, para assim desenvolver projetos de reabilitação e restauro que sejam sensíveis à integridade histórica do edifício e desenvolver um programa de manutenção para depois da conclusão da reabilitação ou restauro.

## Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6118/2014 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimentos.

ARAÚJO, A.B - CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS EM ADOBE - Maio de 2004

BASTOS, P.K.X - CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS TECNOLOGIA II - UFJF, Faculdade de Engenharia, Departamento de construção civil. 16° Edição, p. 114-116, 2011.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

CAMPITELI, M. Aula 8, Patologia e Recuperação das Construções - Engenharia para MPOG, 2015.

CARVALHO JÚNIOR, R. Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários / - São Paulo: Blucher, 2013, p.6

CASTELNOU, A.M. A intervenção arquitetônica em obras existentes. Semina : Ci. Exatas/Tecnol., Londrina, v. 13, n. 4, p. 265-268, dez. 1992.

CRUZ, H. (2011). Inspeção, avaliação e conservação de estruturas de madeira. JMC'2011. 1ª Jornada de materiais na construção. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP. Porto, Portugal, 6 de abril de 2011. Disponível em:  
<<http://www.mkmouse.com.br/livros/patologiaavaliacaoconservacaodeestruturasdemadeiras-HelenaCruz.pdf>>. Acesso em 20, jun 2017.

LEAL, U. Ruídos em tubulações podem ter várias causas (2003). <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/72/artigo285264-1.aspx>> Acesso em 10 de jun de 2017

MARCELLI, M. Sinistros na Construção Civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras - São Paulo/Pini, 2007.

NAKAMURA, J. Cobrimento de armaduras, 2011.  
<<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/45/cobrimento-de-armaduras-espessura-de-camada-de-concreto-sobre-250451-1.aspx>> Acesso em 10 de jun 2017.

KOPSCHITZ, P – Apostila Construção de Edifícios. - Disponível no sitio  
<<http://www.ufjf.br/pares/files/2009/09/Apostila-Constru%C3%A7%C3%A3o-de-Edif%C3%ADcios-1-20131.pdf>>, em 19 de jun de 2017.

HELENE, P. Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo. Pini: 1992.



## CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS DA ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DOUTOR JOÃO FELIPE

### *Damages Characterization Of The Railway Station Doutor João Felipe*

Francisco CHAVES NETO<sup>1</sup>, Esequiel MESQUITA<sup>2</sup>, Rachel MARTINI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil,  
 francisco\_gchavesneto@gmail.com

<sup>2</sup> CENTRE, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade Ari de Sá, 60.140-060, Fortaleza, Ceará, Brasil e  
 CONSTRUCT-LESE, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal,  
 e.mesquita@fe.up.pt

<sup>3</sup> CEFET-MG, Curvelo, Minas Gerais, Brasil, martini@curvelo.cefetmg.br

**Resumo:** A alvenaria estrutural de tijolo maciço é um sistema construtivo amplamente utilizado na construção civil por muitos anos. As construções históricas, em sua grande maioria, são baseadas nesse tipo de estrutura, portanto é necessária uma análise dos danos que as afetam, devido à necessidade de prolongar sua durabilidade. Um exemplo de construção histórica que utiliza essa estrutura é a Estação Ferroviária Doutor João Felipe, que foi muito importante para o sistema de transporte de Fortaleza e outras cidades que pertenciam à linha de trem. Esse trabalho faz uma análise das principais manifestações patológicas apresentadas na edificação em estudo, como os principais tipos de fissuras e problemas geotécnicos. Apresenta também um mapa dos principais danos presentes na estrutura de bloco cerâmico e as interações entre elas.

**Palavras-chave:** Mapeamento de danos; alvenaria; tijolo maciço; estação ferroviária Doutor João Felipe; património histórico;

**Abstract:** The solid brick structural masonry is a constructive system widely used in construction field for many years. Most historical constructions are based on this type of structure, so it is necessary to analyze the pathologies have an effect on it, due to the need to prolong its durability. An example of historical construction that uses this structure is the Doutor João Felipe Railway Station, which was very important for the transportation system of Fortaleza and other cities that belonged to the train line. This thesis makes an analysis of the main pathological manifestations presented in the building, such as the main types of fissures and geotechnical problems. It also presents a map of the main damages present in the ceramic block structure and the interactions between them.

**Keywords:** Damages mapping; masonry; clay brick; railway station Doutor João Felipe; heritage constructions;

### 1. Introdução

Uma civilização sem documentação de seu passado não consegue ter uma perspectiva de sua evolução, sendo, portanto, necessário documentar e preservar os acervos que contam



a história desta evolução. Essa mesma corrente de pensamento se aplica para as construções históricas, que em sua maioria contemplam técnicas construtivas ou materiais não mais empregados em larga escala, e por isto precisam ser preservadas.

A ausência de manutenção, tem levado este grupo de construções ao desgaste estrutural e, conseqüentemente ao colapso parcial ou total ao longo do tempo. Exemplos dos danos estruturais mais comuns nas construções históricas são, nomeadamente, o surgimento e progressão de fissuras e deslocamentos dos elementos estruturais, e podem afetar drasticamente o comportamento resistente destas estruturas. Diversas são as ações da natureza (intempéries) nas edificações, o que pode gerar danos como corrosão das armaduras, carbonatação, microfissuras, fissuras, trincas, recalque nos pisos das calçadas e umidade. Esta última propicia o desenvolvimento de microrganismos (bolores e fungos) que resultam na degradação da pintura.

No geral, é possível observar danos presentes em edificações modernas, em numerosos locais, e saber exatamente como se deve proceder para sua recuperação. Entretanto, nas edificações históricas, mesmo que os danos sejam evidenciados, há uma necessidade maior de estudo, uma vez que estes danos podem ter sua origem relacionada com um longo período de tempo em que a estrutura foi exposta a ações de intempéries, da falta de manutenção e a falta de interesse da sociedade em sua manutenção.

Em um estudo sobre 21 edificações históricas localizadas na cidade de Sobral no estado do Ceará, foi possível analisar os principais danos presentes nessas estruturas, bem como sua frequência (Figura 1). Foi observado também que muitos desses danos tem seus processos de surgimento provocados por falhas na execução, ausência na manutenção ou manutenção precária, ou causas naturais como a variação da temperatura e insolação, ou ainda a atuação associada dos fatores mencionados, conforme ilustrado na Figura 2 (SANTOS *et al.*, 2013).

A origem desses danos também depende de outros fatores além da ação das intempéries, como pode ser notado na Figura 2, em que são apresentadas as principais causas do surgimento de danos em edificações. Pelo que se nota, quase metade dos danos surgem devido à falha de projeto, sobretudo quando se evidencia que não houve um planejamento adequado.

Desastres naturais também enfraquecem e fazem colapsar estruturas históricas que sobreviveram por dezenas ou centenas de anos. Como exemplo tem-se a torre de Dharara em Nepal que colapsou durante um terremoto de magnitude 7,9 em abril de 2015, e deixou presa mais de 200 pessoas debaixo dos escombros.

Sem estudos realizados nessas estruturas históricas, não há como compreender suas propriedades básicas e como o ambiente poderia influenciá-las, informações necessárias para conseguir um planejamento que nos permita assegurar sua permanência e usufruto para as gerações presentes e futuras.

Métodos como os Ensaio Não Destrutivos (END), que permitem analisar essas construções sem alterar as características físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais



das estruturas, podem ajudar a recolher informações que possibilitem entender seu comportamento.

#### Frequência de aparecimento das manifestações patológicas



Figura 1 – Resultado da análise de 21 edificações. - Fonte: SANTOS *et al.*, 2013.

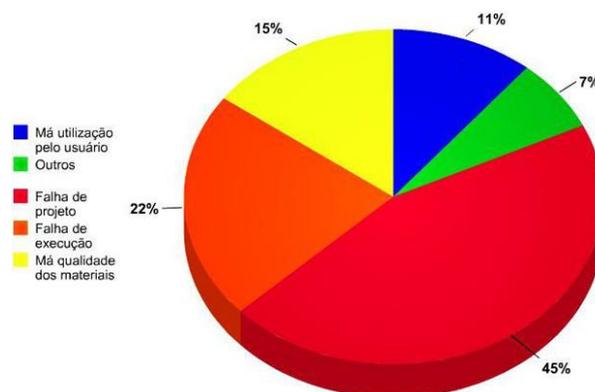


Figura 2 – Principais causas do surgimento dos danos. - Fonte: BLOGDOPETCIVIL, 2014.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho apresenta a proposta de caracterizar, mapear e analisar os danos na Estação Ferroviária Doutor João Felipe. Além de propor alguns reforços que permitam contornar essas falhas, e contribuir para o planejamento de futuras intervenções e, conseqüentemente, aumento da durabilidade da construção.

## 2. A estação ferroviária Doutor João Felipe

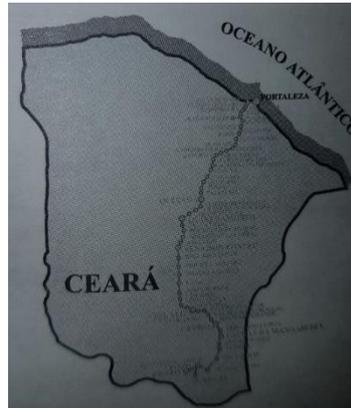
A estação ferroviária Doutor João Felipe está localizada em Fortaleza, Ceará, e foi inicialmente chamada de Estação Central e depois de Estação Central Nova. Em 25 de julho de 1870, a Companhia Cearense da Via Férrea de Baturité instala-se em Fortaleza, com o objetivo de ajustar a construção de uma ferrovia para trazer a produção serrana para o porto de Fortaleza. No dia 1º de julho de 1873, assentou-se os primeiros trilhos, sendo a Locomotiva Fortaleza a primeira a circular sobre eles em agosto. Em 14 de setembro de



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

1873 foi concluído o primeiro trecho entre Fortaleza e Arronches, atual Parangaba, sendo inaugurado em 29 de novembro de 1873.



**Figura 3** – Estrada de Ferro de Baturité. - Fonte: FILHO e SARMINENTO, 2010.

Foi inaugurada em 30 de novembro de 1873, a primeira estação de Fortaleza da Estrada de Ferro de Baturité, o local escolhido para a sua construção, dos armazéns de importação e exportação, do chalé para o escritório e das oficinas, foi o antigo cemitério de São Casemiro (FILHO e SARMINENTO, 2010). A segunda estação e definitiva, projetada pelo engenheiro Henrique Foglare, teve a pedra fundamental lançada em 30 de novembro de 1873, mas as obras só começaram em 1879, sendo concluída em 1880, o motivo da interrupção foi a grande seca que assolou o Estado durante o período de 1877 a 1879. A estação foi construída praticamente com mão-de-obra dos retirantes da seca em terreno que pertencia à sesmaria de Jacarecanga, sendo inaugurada em 9 de julho de 1880, no reinado de Dom Pedro II.

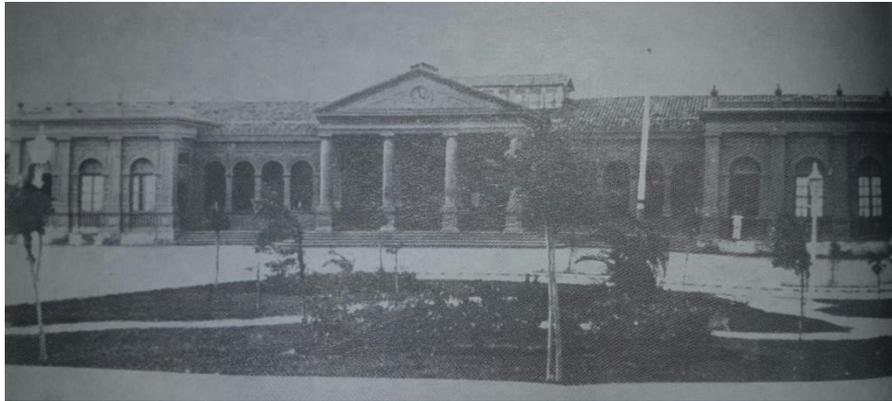
Durante o centenário da independência do Brasil, foram feitas reformas que juntaram a primeira estação com a segunda, o que ofereceu uma maior uniformidade ao conjunto, sendo reformados também o chalé e construídos os armazéns do costado oeste da praça em 1925.

A fachada do bloco central da nova estação (Figura 4) possui colunas sobre pedestal encimado por frontão triangular, e escadaria demarca o acesso ao interior do edifício. As fachadas contíguas possuem fenestração com aberturas em arco pleno, arrematadas superiormente por cornijas e platibandas, sendo a solução adotada para integrar a antiga estação a esta. (FILHO e SARMINENTO, 2010).



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



**Figura 4** – Fachada principal da Estação Central Nova. - Fonte: FILHO e SARMINENTO, 2010.

Em 1946, a estação passou a ser chamada pelo nome de Doutor João Felipe, em homenagem ao engenheiro ferroviário cearense, nascido em Tauá. Em 13 de janeiro de 2014, a estação suspendeu as atividades de embarque e desembarque. Na área onde estão os trilhos, será construído um percurso subterrâneo para a Linha Leste da Companhia de Metrô de Fortaleza. A Estação Doutor João Felipe foi tombada pelo Estado através do decreto 16.237 de 1983, sendo transformada em equipamento cultural.

Atualmente edifícios cada vez mais modernos estão sendo projetados e os mais antigos acabam sendo esquecidos, aqueles que por sua vez fazem parte da história e merecem o cuidado necessário para manter a rica cultura local viva, sofrem os desgastes do tempo e terminam em ruínas. Por vários outros motivos a restauração de construções históricas não só do Brasil, mas sim do mundo acabam sendo de suma importância para as próximas gerações, para o conhecimento de suas próprias culturas.

### 3. Estudos sobre o patrimônio histórico

Atualmente, no campo da engenharia civil, verifica-se uma extrema preocupação de uma significativa parcela da comunidade técnico-científica com o tema durabilidade das estruturas. Tal atitude se deve à observação de uma grande quantidade de danos que as construções apresentam.

No caso das construções históricas, a complexidade das suas estruturas, em particular no que se refere à diversidade e heterogeneidade dos elementos estruturais e materiais constituintes, introduz geralmente dificuldades acrescidas para a percepção do real funcionamento da estrutura e das condições em que as mesmas se encontram (ARÊDE e COSTA, 2009).

O comportamento estrutural de paredes de alvenaria estrutural pode ser entendido se os seguintes fatores forem conhecidos: a geometria, as características de sua textura, se é composta por fiadas únicas ou múltiplas; conexão entre as fiadas, se as articulações estão preenchidas ou não com argamassa, características físicas, químicas e mecânicas dos



componentes (tijolos, pedras e argamassa) e as características da alvenaria como um material compósito (BINDA *et al.*, 2000).

Dentre os ensaios não destrutivos, tem-se os métodos esclerométricos, a termografia infravermelha e o ensaio de velocidade de pulso ultrassônico, que permite aplicação em diversas situações. O último procedimento consiste na medição do tempo que uma onda mecânica demora para atravessar certo material. Este ensaio é útil em alvenarias, pois com ele é possível qualificar a morfologia da secção da parede; encontrar padrões de fissuras e danos e detectar a presença de espaços vazios e falhas. De maneira geral, o método oferece subsídios para avaliar as propriedades mecânicas das alvenarias (BINDA, 2003 *apud* ALVES *et al.*, 2016).

Alves *et al.* (2016) utilizou o ensaio de velocidade de pulso ultrassônico para calcular o módulo de elasticidade global da Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos, localizada na cidade de Aracati, Ceará. Nesse estudo foi um aparelho de pulso ultrassônico PROCEQ® modelo TICO. Os transdutores utilizados têm frequência aproximada de 54 kHz, sendo utilizado o método de transmissão indireta de pulsos. É importante determinar o tipo de transmissão a ser utilizado, pois influencia em alguns parâmetros do ensaio, como o tipo de onda a ser analisada, e, conseqüentemente o modo de análise dos resultados. O módulo de elasticidade global encontrado da edificação foi de 5,68 GPa. Este valor mostra-se bastante razoável quando comparado aos valores relativos a alvenarias de tijolo cerâmico (ALVES *et al.*, 2016).

Certos eventos, como os de natureza sísmica, podem acelerar as deteriorações da estrutura. A resposta dinâmica das edificações aos movimentos do solo provocados por eventos sísmicos é a maior causa da destruição provocada por terremotos, e pode ocasionar também perdas culturais, principalmente quando os terremotos atingem as edificações históricas e monumentos (MOTA *et al.*, 2016).

Mota *et al.* (2016) realizou a avaliação da vulnerabilidade sísmica dessas duas edificações históricas a partir de uma ficha de avaliação, através da metodologia seguinte: o índice de vulnerabilidade da parede de fachada é calculado como a média ponderada de 10 parâmetros que são classificáveis em 4 classes de vulnerabilidade: A, B, C e D. Cada parâmetro mede um aspecto que influencia a resposta sísmica da fachada do edifício, sendo aferida a classe de vulnerabilidade a cada parâmetro, onde é associado um peso que varia de 0.5 à 0.75. Isto depende do grau de importância de cada um para o cálculo do índice. O índice pode ser calculado pelo somatório do produto entre o valor atribuído a cada classe e seu peso, de todos os parâmetros, que pode variar entre 0 e 100, quanto menor for o valor, menor será a sua vulnerabilidade. (VICENTE, 2008 *apud* MOTA *et al.*, 2016). A pesquisa concluiu que o Teatro São João e o Museu Dom José apresentam índices de vulnerabilidade sísmica de 36,25 e 48,75, respectivamente. Sendo o índice variado entre 0 e 100, as construções então possuem moderada vulnerabilidade à ocorrência de danos, como colapsos parciais em suas estruturas no caso da ocorrência de um evento de natureza sísmica catastrófico.



Mesquita *et al.* (2016b) também estudou o Museu Dom José, junto com a Igreja de Nossa Senhora do Rosário, que foi construída no século XVIII e é cotada como a igreja de Sobral. Neste estudo foi aplicado a metodologia da análise, mapeamento e caracterização dos danos recorrentes às fachadas das duas edificações. O estudo concluiu que há predominância de fissuras, causadas em grande parte devido a concentração de tensões junto dos vãos, à hidratação retardada da cal e problemas de umidade, quanto se comparado com os outros danos analisados, como pode ser observado na figura seguinte. Relata também que somente foram encontradas fissuras que não causam perigo a estabilidade da construção, e que causam somente danos a estética do edificado.

Santos *et al.* (2016) analisou a Igreja Nossa Senhora do Rosário, de uma maneira diferente. Foi construído um modelo de elementos finitos com o software comercial Ansys, que representa o comportamento do edifício, para que se possa observar as zonas de maiores concentrações de tensão e as possíveis zonas críticas. Esse método foi escolhido pelo fato da Igreja ser um edifício histórico. Deve-se levar em consideração a natureza peculiar dos métodos construtivos utilizados em edificações antigas, que apresenta limitações quanto a aplicação das normas e códigos modernos, o que dificulta assim a sua análise estrutural e, por consequência, seu diagnóstico. Para tal, o estudo utilizou um levantamento geométrico realizado em um software CAD, sendo discretizado por elementos tetraédricos finitos com o auxílio do programa Ansys. Este elemento é formado por 10 nós com 3 graus de liberdade cada nó: translações no nó x, y e z.

Ramos (2002), por exemplo, afirma a importância da utilização de programas de cálculos numéricos, mas ele também ressalta que o sucesso de uma análise numérica está inteiramente dependente da forma como se simula o comportamento dos materiais.

Existem técnicas como o *Structural health monitoring (SHM)*, que são recentes e permite a avaliação estrutural em tempo real, de forma geral é composto por três sistemas principais para detecção, comunicação de informações e processamento de informações. Esse método costumava ser mais comumente aplicado em grandes estruturas como pontes, torres e construções afastadas da costa, entretanto o aumento do risco de ocorrência naturais e os recentes avanços em tecnologias não-destrutivas, motivou a implementação desse sistema em estruturas já existentes, de forma a evitar grandes danos (MESQUITA *et al.*, 2016a). Esse tipo de método é bastante interessante ao ser utilizado em construções históricas, principalmente devido ao fato de utilizar tecnologias não-destrutivas para o monitoramento dessas estruturas e também permitir empregar sistemas de processamento de dados combinados com metodologias de avaliação de segurança em tempo real.

É importante levar em conta que toda informação disponível, detalhes da construção e medidas de aperfeiçoamento realizadas, têm que ser coletadas antes de proceder com a inspeção visual. Esta coleta deve ser feita de forma a prover as informações necessárias para o planejamento da inspeção visual e permitir que a equipe técnica elimine alguns problemas e formulem hipóteses que em breve serão confrontadas com evidências coletadas durante a inspeção visual.



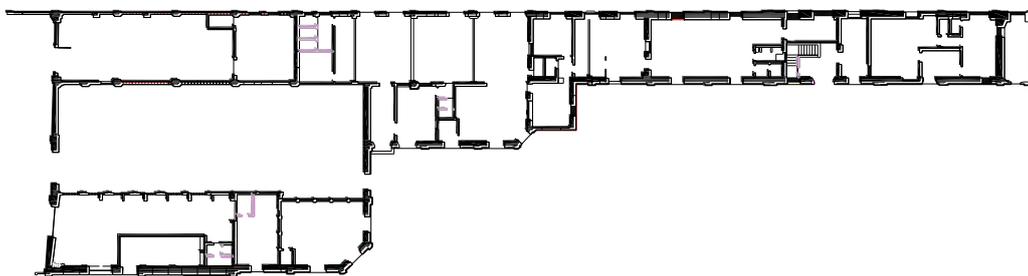
#### 4. Metodologia

A metodologia empregada no âmbito desta pesquisa seguiu as recomendações do Boletim técnico N° 11 do ALCONPAT BRASIL, proposto por MESQUITA *et al.* (2016c), essencialmente através da realização de pesquisa documental; estudo de manutenção de construções históricas; estudo de casos: análise, inspeção preliminar, pesquisa em campo; detecção 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).

Primeiramente, houve o levantamento documental, nesta etapa foram extraídas informações a fim de obter o embasamento teórico para elaboração deste trabalho, levou-se em consideração a necessidade de haver ilustrações para demonstrar os tipos de patologia que seriam encontradas no edifício em estudo. Em seguida foi feito um levantamento fotográfico, esta etapa consistiu na extração de informações obtidas *in loco*. Foram ainda selecionados os principais danos que seriam trabalhados, bem como a digitalização de imagens, cuja finalidade é auxiliar na identificação das patologias, através de um estudo comparativo entre elas e ilustrações ou descrições encontradas durante o processo de levantamento bibliográfico.

Para a produção do mapa de danos, foi utilizada uma planta baixa do edifício fornecida pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) (Figura 5) e dividida em três seções principais, a fim de organizar melhor os danos observados na etapa anterior, a partir de informações obtidas pelo levantamento fotográfico realizados *in loco*.

Após a divisão de seções, as fotos foram selecionadas para que o estudo comparativo possa ser iniciado, assim as patologias presentes no edifício foram identificadas e categorizadas. As fotos retiradas do edifício foram localizadas na planta baixa. Com essas informações, foi elaborado um mapa de danos, onde as patologias presentes estavam dispostas de forma a permitir identificar as relações entre elas e o ambiente em que se situam. Esta ferramenta ofereceu uma melhor visualização do tipo de problema encontrado.



**Figura 5** – Planta baixa do edifício. - Fonte: Acervo técnico do IPHAN – Estação Doutor João Felipe.

#### 5. Mapeamento dos danos

O edifício em estudo é o que se encontra no estado mais deteriorado dentre os que pertencem a estação, por isso foi feita uma análise mais detalhada. Ele se situa no canto



superior esquerdo da área delimitada pela linha amarela na Figura 6. A área em estudo da Estação Doutor João Felipe foi dividida em seções, de forma a facilitar a organização e distribuição dos danos presentes na edificação, conforme ilustrado pela figura 7.

Dentre os danos observados, foram destacados os que seriam mais desgastantes para a construção, sendo eles as fissuras, a corrosão, o destacamento de argamassa e o assentamento do solo. Os danos do tipo destacamento de argamassa foram mais presentes na edificação, em sua maioria devido a ação da umidade, o que é preocupante, pois a infiltração pode diminuir a durabilidade da estrutura de alvenaria.



**Figura 6** – Delimitação e localização da Estação Doutor João Felipe e do edifício em estudo.



**Figura 7** – Delimitação das seções.

Os tópicos a seguir demonstrarão o mapeamento desses danos em suas determinadas seções e discutirão de forma mais detalhada sobre eles.

### Seção A



Dentre as seções, esta é a que apresenta o maior estado de deterioração, pois apresenta todos os tipos de patologia selecionadas para observação.

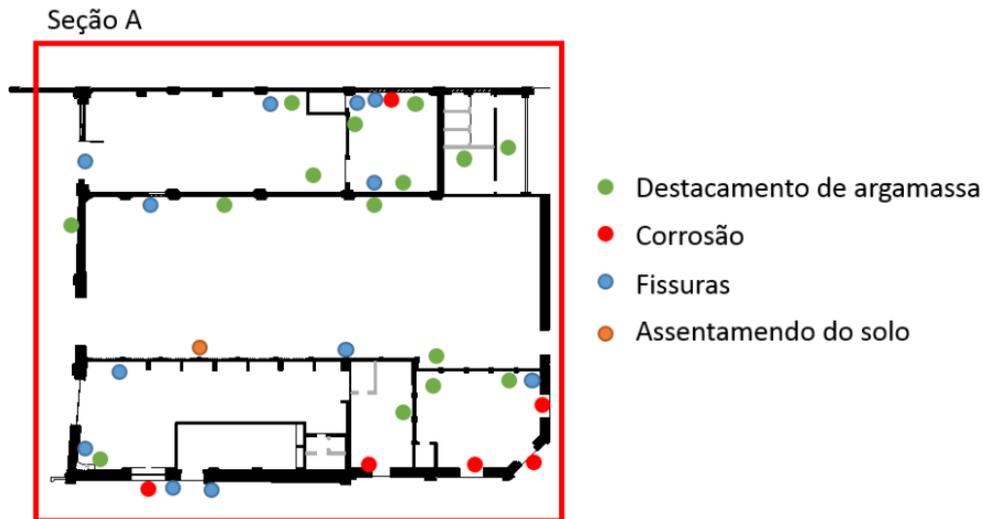


Figura 8 – Mapeamento dos danos da Seção A.

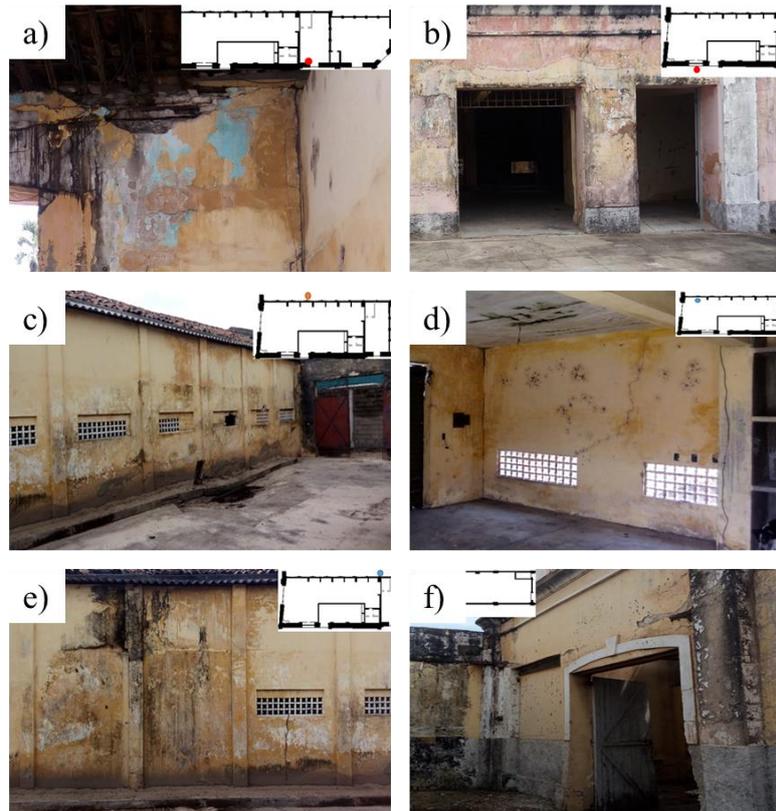
Uma das patologias presentes seria a armadura exposta (Figura 9.a) na parte do superior da alvenaria, que apresenta um avançado estado de corrosão devido à umidade presente na região, o que gera um desgaste constante na estrutura. Devido à perda do revestimento de argamassa, que foi provocada pela umidade do ambiente, como pode ser observado nas manchas presentes nas paredes do edifício, houve o desprendimento da argamassa, exposição da armadura e início do processo de corrosão da mesma. É preciso haver uma observação mais detalhada do estado das armaduras para saber que procedimento de recuperação deve ser adotado ou se será necessário substituí-la. A corrosão também está presente em outras partes, como nas grades das janelas e em outras estruturas metálicas, como a da figura seguinte.

Outro problema preocupante encontrado na estação foi o assentamento do solo (Figura 9.b) devido a alterações volumétricas causadas pela umidade no solo, mas é preciso haver mais pesquisa para classificá-lo como expansível ou colapsável. É importante haver um estudo do solo da estação para identificar seus comportamentos quando solicitados pelas cargas da estrutura, e evitar assim o surgimento de outros assentamentos de solo.

Essa condição aumenta a probabilidade de aparecimento de fissuras na construção, se a resistência dos componentes da alvenaria for menor do que as tensões geradas pela movimentação do solo. Na área interna ao assentamento pode ser observada fissura decorrente do problema (Figura 9.c). É preciso corrigir o problema do assentamento do solo, para diminuir a expansão das fissuras. É recomendado então uma estabilização do solo em questão, retirar o pavimento do local para tal e realizar uma análise geotécnica



aprofundada da situação. Deve-se também fazer uma análise sobre quais estruturas estão sendo afetadas para que sejam reforçadas adequadamente, e aumentar suas durabilidades.



**Figura 9** – Principais danos na seção A: a) corrosão exposta, b) grade com presença de corrosão, c) assentamento do solo, d) fissura na área interna gerada pelo assentamento do solo, e) Mancha na alvenaria atingida pelo assentamento do solo e f) Fissura acima da porta.

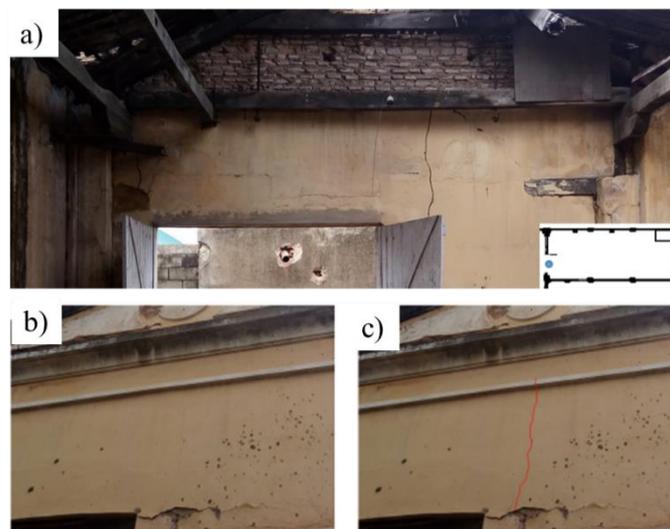
Outro problema que ajuda a propagação das fissuras é a absorção da umidade pelos tijolos maciços, como pode ser observado pelas manchas espalhadas pelo edifício. A parede apresentada na figura 9.d situa-se próxima ao assentamento do solo mencionado anteriormente, nela é possível visualizar o escurecimento do revestimento causado pela absorção da umidade, o que diminui a durabilidade da estrutura. É preciso observar melhor as estruturas que apresentam manchas do tipo, devido a maior probabilidade que elas têm de apresentar danos proveniente da umidade, além do assentamento do solo presente na proximidade.

Ainda na figura 9.e, é possível observar na base da alvenaria a presença de fissuras na estrutura que oferece reforço estrutural, sendo causada pela absorção da umidade do solo.



Na figura 9.f pode ser observado destacamentos de argamassa na parte inferior causados pela umidade e fissuras na parte superior da porta.

É importante notar que a fissura horizontal foi causada por um esforço conjunto da dilatação térmica da verga de madeira inserida na alvenaria e a aderência dos materiais da edificação, o que causa o esmagamento. Na parte interna pode ser observado o padrão da fissura (Figura 10).



**Figura 10** – a) fissura sobre a porta, observada da parte interna, b e c) Fissura vertical sobre a porta.

A fissura horizontal ocasionou na propagação de fissura vertical na área localizada acima da porta, como pode ser observado na figura 10.b. É importante destacar que esse problema também está relacionado com a absorção de umidade pelos tijolos maciços, o que causa sua expansão. Na área interna é possível observar fissuras causada pela ineficiência da verga e contraverga de redistribuir os esforços de compressão da alvenaria superior a abertura, o que gerou também o destacamento da argamassa na alvenaria inferior (Figura 10.c).

Na figura 11, a esquadria apresenta o mesmo problema anterior, em que a verga foi ineficiente para redistribuir os esforços, o que gerou uma deformação da mesma e fissuras na alvenaria.

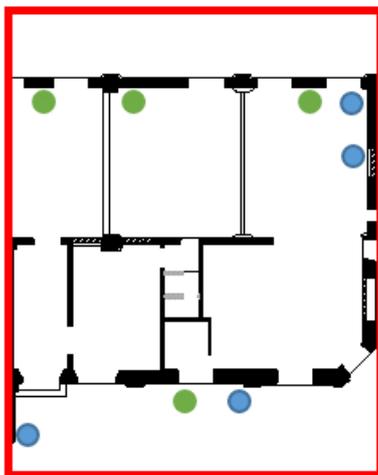


**Figura 11** – Perda do revestimento e desprendimento da alvenaria.

### Seção B

Esta seção se apresentou bastante deteriorada, mas com uma menor variação do que a seção anterior, como pode ser observado na figura seguinte.

### Seção B



- Destacamento de argamassa
- Fissuras

**Figura 12** – Mapeamento dos danos da Seção B. - Fonte: Adaptado do acervo técnico do IPHAN – Estação Doutor João Felipe

As alvenarias apresentam os problemas destacamento de argamassa e perda de revestimento em sua grande maioria, principalmente na base, como pode ser observado na figura 13.a. Sendo causados pela ação de intempéries devido à perda de telhas.

Como já foi mencionado anteriormente, é importante dar atenção às estruturas responsáveis por fornecer reforço estrutural para a alvenaria, principalmente quando há destacamento de argamassa, como pode ser observado a seguir.



Na figura seguinte, ainda é observado a presença do destacamento de argamassa, além de pequenas fissuras abaixo da esquadria, causadas novamente pelo problema de má redistribuição de cargas pela falta de contraverga. Também é possível observar no encontro das alvenarias uma fissura de canto causada pela dilatação térmica das madeiras do telhado. Ainda no mesmo ambiente, outra alvenaria foi atingida pelas intempéries, o que causou o desprendimento da argamassa de revestimento e exposição dos tijolos maciços.

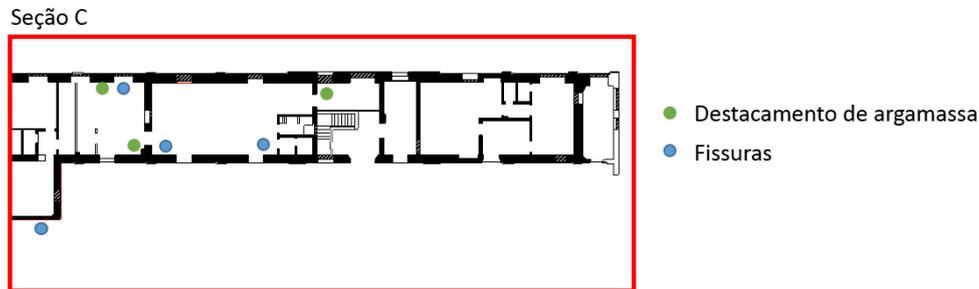


**Figura 13** – Principais danos encontrados na seção B: a) destacamento de argamassa e perda de revestimento na base, b) destacamento de argamassa no reforço estrutural, c) destacamento de argamassa e fissura de canto e d) desgastes devido às intempéries.

### Seção C

Das seções selecionadas para estudo, esta foi a que se manteve mais preservada, possui uma menor quantidade de desgaste identificado, como pode ser observado pelo mapeamento dos danos a seguir.

Pode ser notada a presença de pequenos destacamentos de argamassa na alvenaria ao redor das esquadrias a seguir, principalmente na base, pois pode-se visualizar os tijolos (Figura 15.a). Na parte de inferior e superior de uma esquadria próxima, pode-se notar a presença de pequenas fissuras, causadas pela incapacidade da verga e da contraverga de redistribuir as cargas da alvenaria (Figura 15.b).



**Figura 14** – Mapeamento dos danos da Seção C. - Fonte: Adaptado do acervo técnico do IPHAN – Estação Doutor João Felipe.

Na próxima figura, é possível observar uma fissura no canto inferior esquerdo, causada pelo assentamento do solo nessa região, além disso há a presença de fissuras verticais acima da esquadria, devido a atuação excessiva de carga nessa alvenaria junto com a movimentação térmica dos tijolos. Verificou-se pequenos destacamentos de argamassa ao redor da esquadria que leva ao banheiro, sem danos significantes para a alvenaria (Figura 15.c). Em outra esquadria pode ser observado novamente o problema do desprendimento e perda parcial da argamassa ao redor da mesma e pequenas perdas de revestimento na base da alvenaria, causada pela ação da umidade (Figura 15.d).



**Figura 15** – Principais danos encontrados na seção C: a) Destacamento de argamassa ao redor da esquadria, b) fissuras acima e abaixo da esquadria, c) fissura de canto e fissura vertical, d) destacamento de argamassa ao redor da esquadria e e) desprendimento de argamassa ao redor da esquadria e perda do revestimento na base.



## 6. Conclusões

O mapa de danos de uma edificação histórica é importante para o acompanhamento da deterioração do imóvel, assim como para avaliar o processo de reabilitação e restauração do mesmo. Com esta ferramenta é possível a identificação das patologias e a análise de suas causas.

O presente trabalho mostrou os aspectos básicos e fundamentais dos principais danos encontrados na estação ferroviária Doutor João Felipe, essencialmente em suas alvenarias estruturais. De uma maneira geral, os danos encontrados na estrutura em estudo foram decorrentes da ação de umidade, corrosão e deslocamentos nas fundações. As alvenarias observadas, em sua grande maioria, apresentaram problemas provenientes da movimentação higroscópica elevada que os tijolos maciços apresentam na presença de umidade.

Na maioria dos casos é sugerido apenas retirar e refazer o reboco para recuperar uma grande parte da estrutura atingida, sendo necessário também uma impermeabilização para evitar o surgimento desses problemas no futuro e aumentar a durabilidade da estrutura.

No caso da alvenaria com presença de eflorescência, é sugerido a utilização de uma escova de aço para limpar o local, e lavar com água abundante. Em alguns casos pode ser utilizado algum produto químico para ajudar na retirada da eflorescência, sendo necessário estudar que elemento químico utilizar, para não afetar a durabilidade da estrutura de forma negativa.

Quanto ao assentamento do solo, é necessário um estudo geotécnico para determinar as características do solo em questão, além de uma análise mais detalhada para visualizar a extensão do problema. É provável que seja necessário a retirada de certas estruturas no local para haver a introdução e compactação de um solo mais resistente, ou até mesmo utilizar o próprio solo, esta tomada de decisão depende do resultado do estudo geotécnico.

No caso de paredes com abertura de janelas, existe ainda a necessidade da inserção da contraverga para a absorção da tensão de tração na parte inferior da abertura. Nos locais em que houve desabamento do teto, deve-se realizar o reparo das aberturas, pois elas afetam diretamente o surgimento de algumas patologias a partir da ação das intempéries, que danificam a alvenaria.

É importante ressaltar que, tendo em consideração a idade da estrutura, seria de se esperar o aparecimento de diversas patologias no edifício, principalmente devido a ação das intempéries e da umidade, como o aparecimento de fissuras e o destacamento de argamassa. Sendo de extrema importância o monitoramento do assentamento do solo, que pode evoluir e causar o surgimento de maiores fissuras na alvenaria, há a possibilidade de derrubá-la devido à quebra de ligações entre seus componentes. Na época em que foi construída, não havia soluções ou estudos que ajudassem na preservação dessas construções, juntou-se a isso com a falta de manutenção, ocasionou com que houvesse uma degradação mais rápida dos componentes da estrutura. Se a ausência de manutenção continuar, as patologias mencionadas anteriormente podem propagar, e gerar maiores danos às estruturas, o que dificultará e encarecerá seus reforços.



Sugere-se, para trabalhos futuros, apresentar estudos geotécnicos e análises das estruturas mais aprofundadas. Através da utilização de métodos não destrutivos para sua caracterização, pois mantem assim a integridade da estrutura, para que se consiga achar as melhores soluções de reforço estrutural. Além da realização de acompanhamento desses danos com periodicidade.

### Referências Bibliográficas

ALVES, A.; SANTOS, S.; BRANDÃO, F.; MESQUITA, E.; DIOGENES, A. Estimativa do módulo de elasticidade global de uma edificação histórica de alvenaria de tijolos maciços pelo método ultrassônico. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT, 2016, p. 1–9.

ARÊDE, A.; COSTA, A. Inspeção e Avaliação Estrutural de Pontes - Algumas Contribuições da FEUP. Seminário Segurança e Reabilitação das Pontes em Portugal, 2009, p. 55–88.

BINDA, L.; SAISI, A.; TIRABOSCHI, C. Investigation procedures for the diagnosis of historic masonries. Constr. Build. Mater., vol. 14, no. 4, 2000, p. 199–233.

BLOGDOPETCIVIL. Figura das principais causas do surgimento dos danos. Disponível em <https://blogdopetcivil.com/2014/04/11/patologias-em-edificacoes>. Acesso em Junho de 2017.

DAL MOLIN, D. C. C. Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 1988.

FILHO, J. C.; SARMINENTO, L. Arquitetura Ferroviária no Ceará: Registro gráfico e iconográfico. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2010.

MESQUITA, E.; ARÊDE, A.; PAUPÉRIO, E.; PINTO, N.; ANTUNES, P.; VARUM, H. SHM of heritage constructions through wireless sensor network : from design to the long-term monitoring. Artigo para o XVII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation, 2016a, p. 1–15.

MESQUITA, E.; CAVALCANTE, A.; MOTA, L.; ARAÚJO, E.; DIÓGENES, A. Caracterização dos danos em duas construções históricas de alvenaria vernacular da cidade de Sobral. Artigo para o XII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation, 2016b, p.1-14.

MESQUITA, E.; PAUPÉRIO, E.; ARÊDE, A.; VARUM, H.; Boletim Técnico ALCONPAT: Caracterização, avaliação e recuperação estrutural de construções históricas. ALCONPAT-BRASIL: Janeiro, 2016c.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

MOTA, L.; CAVALCANTE, C.; DIÓGENES, A.; MESQUITA, E.; VICENTE, R.; VARUM, H. Avaliação da vulnerabilidade sísmica à escala urbana: o centro histórico sobralense. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT, 2016, p. 1–11.

OLIVEIRA, N. F. M. Teoria e Prática de Técnicas de Construção e Conservação de Coberturas do Séc. XVIII: Evolução Histórica, Tratadística do Séc. XVIII, Diagnóstico de Anomalias e Restauro Estrutural. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.

RAMOS, L. F. Análise experimental e numérica de estruturas históricas de alvenaria. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Braga, 2002.

SANTOS, F.; ALVES, A.; BRANDÃO, F.; MESQUITA, E.; DIOGENES, A.; VARUM, H. Análise estrutural de uma edificação histórica do século XVIII. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT, 2016, p. 1–11.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN pela colaboração para a realização deste trabalho.



## INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO DE CAXIAS – MA

### *Pathological Investigation In Historical Patrimony Oh Caxias-MA*

Amanda SOUSA<sup>1</sup>, Patricia LIMA<sup>2</sup>, Cláudio Vidrih FERREIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia do Maranhão, Caxias-Maranhão, Brasil, aryda85@gmail.com

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia do Maranhão, Caxias-Maranhão, Brasil, patriciaacxp@gmail.com

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia do Maranhão, Caxias-Maranhão, Brasil, vidrih@vidrih.com.br

**Resumo:** A cidade de Caxias do Maranhão (Brasil) possui uma rica diversidade cultural datada dos séculos XVIII e XIX marcantes de sua imperiosa história. No rol de suas edificações históricas merece destaque o prédio que fazia parte da antiga estação ferroviária, fundada com o objetivo de locomover pessoas e transportar riquezas. No ano de 1950, com o advento da utilização de carros na cidade, a estação decaiu significativamente, culminando, em 1980, com o encerramento do deslocamento de pessoas na ferrovia, passando, no ano seguinte, a exclusividade do transporte de cargas pesadas de empresas públicas e privadas. Com o declínio da estação, o prédio foi abandonado e entre os anos de 1980 a 2003 foi ocupado por moradores de ruas. Após transferência da propriedade ao Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), no ano de 2003, passou por uma reforma, foi transfigurado e transformado no Instituto Histórico e Geográfico de Caxias. Pelas características da edificação e pela relevância desse prédio, foi realizada uma minudente vistoria, realizando-se assim uma investigação das manifestações patológicas que afetam sua estrutura, alvenarias, madeiramento etc. A pesquisa é de caráter descritivo, com delineamento exploratório e visa reconhecer esse patrimônio e diagnosticar os problemas existentes nessa estrutura, que estão presentes no telhado, nas paredes e no forro. Após uma visita técnica percebeu-se que, devido à falta de manutenção preventiva, ao efeito de agentes bioclimáticos e à ação de insetos xilófagos, ocorreu a degradação em grande parte da estrutura e compartimentos da edificação. A partir dessa constatação, foi feito um diagnóstico com descrição dos efeitos resultantes em diferentes pontos da estrutura e indicada a terapia para solucioná-los. Destaca-se ser de suma importância a manutenção, pois os edifícios históricos requerem um tratamento especial devido ao seu tempo de construção e sua relevância histórica para a sociedade.

**Palavras-chave:** Patologia, Patrimônio Histórico, Patrimônio Arquitetônico, Estrutura de Madeira, Manutenção.

**Abstract:** The city of Caxias do Maranhão (Brazil) has a rich cultural diversity dating from the XVIII and XIX centuries that are remarkable for its imperious history. The building was part of the old railway station, founded with the aim of locomotive people. In the year 1950



the station decays significantly, consequently because of the use of cars in the city, in 1980 it closes the traffic of people in the railroad. In the following year, the

exclusivity of the transport of heavy loads of private and public companies. Soon after the decline, the building was abandoned and between the years, 1980 to 2003 was occupied by street dwellers. In 2003, it underwent a renovation and transfigured it in Historical and Geographic Institute of Caxias, the property is owned by the Institute of National Historical and Artistic Heritage (Iphan). The aim of this work was to conduct a pathological investigation about the analyzed structure, wood structure. The research is descriptive, with an exploratory design. In order to recognize this heritage, it was decided to diagnose the problems that exist in this structure, which are present on the roof, walls and lining. After a technical visit, it was noticed that due to the lack of preventive maintenance, the effect of bioclimatic agents and the action of xylophagous insects, there is a great degradation of the structure. From this realization, understand the resulting effects at different points of the structure and how this solves them. Maintenance is of the utmost importance, as historical buildings require special treatment because of their time of construction and their historical relevance to society.

**Keywords:** Pathology, Historical Heritage, Architectural Heritage, Wood Structure, Maintenance.

## 1. Introdução

A cidade de Caxias, no interior do Maranhão (Brasil) possui uma rica diversidade cultural destacando-se, além da literatura, o acervo arquitetônico com igrejas, casarões e monumentos datados dos séculos XVIII e XIX, ícones marcantes de sua imperiosa história. Nesse cenário, o centro histórico imensamente rico com inúmeros exemplares arquitetônicos, representa um potencial histórico, paisagístico e cultural para o município. A figura 1 mostra uma vista parcial do mapa da cidade de Caxias/MA.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
 XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
 XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

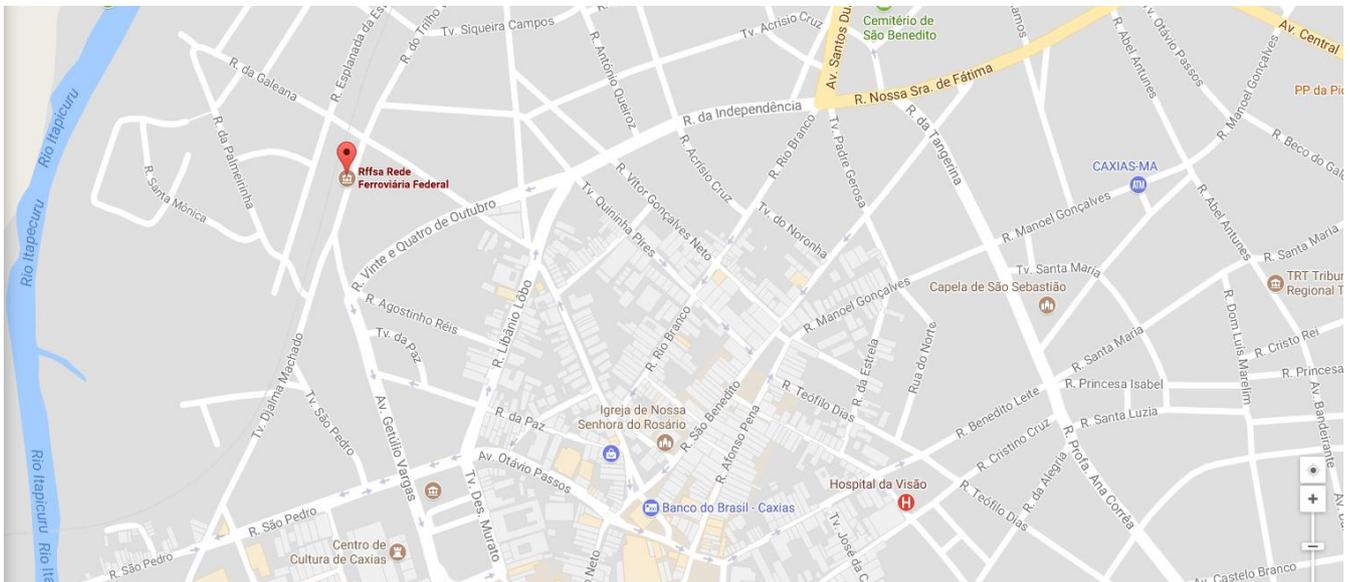


Figura 1 – Mapa de Caxias-MA (Fonte: Google Maps, 2017)

De acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o patrimônio histórico pode ser definido como um bem que apresenta significado e expressa importância para a sociedade. É produção de sociedades passadas, representando assim, uma fonte de pesquisa e de preservação cultural.

O patrimônio arquitetônico é expressão insubstituível da riqueza e da diversidade da cultura das cidades, possui elementos que integram a paisagem e que contam a história, portanto, merecem ser protegida em função da sua importância para a sociedade ou para a paisagem a qual pertence (CARLOS, 1991).

A Estação Ferroviária de Caxias, inaugurada no ano 1895, faz parte desse vasto acervo do patrimônio histórico do município. Na década de 1910 uma nova construção foi erigida, quando a linha Caxias - São Luís foi ativada, restando, no entanto, alguns prédios secundários que compunham o complexo ferroviário. No ano de 1950 a estação sofreu um vertiginoso declínio, resultante da utilização de carros na cidade, encerrando o transporte de passageiros em 1980. No ano seguinte, destinou-se, exclusivamente, ao transporte de cargas pesadas de empresas privadas e públicas. Após esse declínio, o prédio foi abandonado e entre os anos de 1980 a 2003 foi ocupado por moradores de ruas.

No ano de 2003, passou por uma reforma, sua propriedade foi transmitida ao Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) que destinou o prédio ao Instituto Histórico e Geográfico de Caxias. Importante realçar que antigamente as construções eram compostas por estruturas, materiais e tipologias diferenciadas dos dias atuais. Independentemente da idade dos prédios, a presença de manifestações patológicas



acompanha as construções antigas e as recentes. A figura 02 retrata a localização do prédio da antiga Estação ferroviária da cidade.



**Figura 2** –Localização da edificação. (Fonte: Google Maps, 2017)

Para Verçosa (1991) as patologias podem ser referentes a erros de concepção do projeto ou relacionadas à execução que podem ser resultantes de material ou mão-de-obra desqualificada. As causas das patologias são de origens diversas, assim como os efeitos causados na construção. O reconhecimento da origem da patologia é essencial para que, após resolvido, o problema não apareça novamente comprometendo a durabilidade e a segurança da estrutura (CUNHA *et al* 2013).

Segundo Lichtenstein (1986) o problema de satisfação da construção é tão antigo como o ato de construir. Atualmente, a preocupação com desempenho satisfatório aplicado na construção civil vem ampliando pesquisas e conhecimentos nesta área. Nesse trabalho pretende-se apresentar os resultados de um levantamento das manifestações patológicas existentes em um edifício que faz parte do patrimônio histórico de Caxias-MA, onde atualmente se encontra o Instituto Histórico e Geográfico de Caxias, visualizado na Figura 3. Esse estudo se justifica pela importância de uma manutenção e reparos periódicos para que se mantenha o patrimônio arquitetônico da cidade.



Figura 3 – Fachada da edificação (Fonte: Google Earth).

## 2. Método empregado

A pesquisa é de caráter descritivo, com delineamento exploratório. Segundo Barros e Leheld (2000) por meio de pesquisas descritivas, procura-se descobrir com que frequência um fenômeno ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações e conexões com outros fenômenos. De acordo com Cervo *et al* (2007), a pesquisa exploratória é recomendada quando há pouco conhecimento sobre o problema a ser estudado.

O prédio em estudo, pertencente ao patrimônio histórico da cidade, está localizado na Avenida Getulio Vargas, centro do município de Caxias-MA. Realizou-se um levantamento fotográfico para possível análise e detecção de patologias através de observações visuais existentes na edificação e, finalmente, uma sistemática de proposta com indicações de reparo/manutenção.

Pretende atingir resultados que possam contribuir com maior consistência, para que os edifícios antigos possam ser cada vez mais preservados, diminuindo os efeitos produzidos pela má conservação dos patrimônios históricos, o que poderá proporcionar, no futuro, restaurações, recuperações e revitalizações mais precisas e adequadas.

## 3. Resultados e Discussões

Inicialmente, na arquitetura colonial foram utilizadas técnicas de taipa-de-pilão e pau-a-pique de rápida construção e que empregava materiais abundantes na colônia. Logo se adotaram também alvenaria de pedra ou tijolos de adobe. A cantaria era utilizada em edifícios mais nobres. De acordo com relatos de pessoas, a edificação analisada é do tipo pau-a-pique.



Buscou-se o levantamento do estado de conservação através do registro gráfico das patologias, que fornece uma visão geral de todas as manifestações, dos danos existentes no edifício, facilita a análise de suas possíveis causas e permite a identificação dos agentes que induzem à ocorrência.

Pela sua importância e eficácia, a elaboração desse registro gráfico é indicado pelo Icomos (2001, p.15):

Levantamentos geométricos ou desenhos devem mapear diferentes tipos de materiais, notando sua deteriorização e suas irregularidades e danos estruturais, prestando atenção especial aos padrões de fissura e às evidências de esmagamento. Irregularidades geométricas podem ser o resultado de deformações prévias, podem indicar a ligação entre diferentes etapas de construção ou alterações nas estruturas.

Para a identificação das causas e dos agentes responsáveis pelos danos apontados no registro gráfico, Puccioni (1997) propõe a elaboração de tabelas que sistematizam os dados, facilitando a compreensão dos fenômenos de degradação presentes no edifício e a identificação de suas causas e agentes. Essas patologias são de três tipos que, na sequência são listadas nos quadros 1, 2 e 3:

Patologia de estrutura, onde são apontadas as lesões causadas por degradações na estrutura do edifício e em seus vínculos;

Patologia de umidade, onde é representada a presença da água nos elementos que compõem o edifício e alguns de seus sintomas como “a presença de mofo, eflorescências, manchas nas paredes, erosão nas superfícies, deformações nos revestimentos danos no mobiliário ou mesmo a existência de odores característicos” (PUCCIONI,1997);

Patologia de materiais, onde são observadas deteriorações, principalmente nas superfícies dos materiais presentes no edifício: “argamassa, cerâmica, pedras, pinturas parietais, madeira, metais e outro” (PUCCIONI,1997).

**Quadro 1** – Exemplo de patologia de estruturas em edificações de pau a pique

<b>PATOLOGIAS DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES DE PAU A PIQUE</b>		
<b>LESÃO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>AGENTE</b>
Fissuras	Perdas de seção das peças da estrutura autônoma	Translação vertical
Separação entre as peças da estrutura autônoma entre os paus das tramas	Perda dos vínculos de amarração	Deslocamento das peças

Fonte: PUCCIONI,1997.



**Quadro 2** – Exemplo de patologia de umidade em edificações de pau a pique

<b>PATOLOGIAS DE UMIDADE EM EDIFICAÇÕES DE PAU A PIQUE</b>		
<b>LESÃO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>AGENTE</b>
Mancha esverdeada	Infiltração descendente	Deslocamento e proliferação de microrganismos
Desprendimento do reboco	Presença de água	Cristalização de sais

Fonte: PUCCIONI,1997.

**Quadro 3** – Exemplo de patologia de matérias em edificações de pau a pique

<b>PATOLOGIAS DE MATERIAS EM EDIFICAÇÕES DE PAU A PIQUE</b>		
<b>LESÃO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>AGENTE</b>
Fissuras	Movimento natural de retração e expansão do barro	Ganho e perda de umidade
Mancha enegrecida	Fogo	Homem

Fonte: PUCCIONI,1997.

### 3.1 Patologias observadas

Para facilitar a compreensão do caso, o estudo foi dividido entre as regiões em que as manifestações ocorrem. Nessas regiões as principais patologias encontradas foram: apodrecimento da madeira do forro; deterioração das telhas; ocorrência de manchas nas paredes e fissuração; degradação de algumas partes do telhado.

#### 3.1.1 Forro

Análise do dano:

Nas patologias de umidade, características em edificações de pau a pique, há infiltrações causadas por goteiras no telhado. O ambiente escuro e úmido em que se encontra a parte superior do forro é propício para a proliferação de organismos como cupins. Devido à falta de manutenção, a presença dessas patologias promove uma ampla e geral degradação dos diversos componentes da edificação. As figuras 4 e 5 retratam vistas parciais de danoso decorrentes de infiltrações. A figura 6 realça, além da infiltração, os danos provocados pelo ataque de cupins.



**Figura 4 e 5** – Situação precária do forro causada pelas infiltrações. Nesses locais existem goteiras.



**Figura 6** – Detalhe forro comprometido por cupins, além da presença de infiltração.

Reparo do dano:

Neste caso, recomenda-se a manutenção previa e a modificação de algumas partes do forro. Atualmente existem materiais mais modernos que apresentam várias vantagens em relação ao forro de madeira e de gesso, como o PVC por exemplo.

### 3.1.2 Telhas

Análise do dano:

O telhado não está inteiramente em estado crítico e ao observar as telhas internas, vistas na figura 7, pode-se ver que algumas se apresentam em um estado razoável de conservação. Porém, outras estão muito desgastadas, a ponto de perderem suas propriedades de resistência, tornando-se quebradiças.



**Figura 7** – Vista inferior das telhas.

#### Reparo do dano:

Neste caso recomenda-se a troca de todas as telhas, e antes de colocar as novas telhas, executar uma impermeabilização através de uma manta térmica, um item muito importante e por vezes subestimado, que tem propriedades de isolamento térmico, acústico e também impermeabilizante.

Sugere-se a aplicação de manta aluminizada retratadas nas figuras 8 e 9, pois esta cumpre bem com a função de reflexão de raios solares e ainda mais importante do que isso, ela terá a função de impermeabilizar o telhado evitando todas as patologias relacionadas à umidade. Dessa forma torna os ambientes inferiores mais frescos, economizando com ar-condicionado, e ainda garante-se que o forro permaneça seco, pois mesmo com uma eventual goteira nas telhas a manta funcionará como uma grande “calha”.



**Figura 8** – Exemplo de manta térmica.



**Figura 9** – Detalhe da manta térmica.



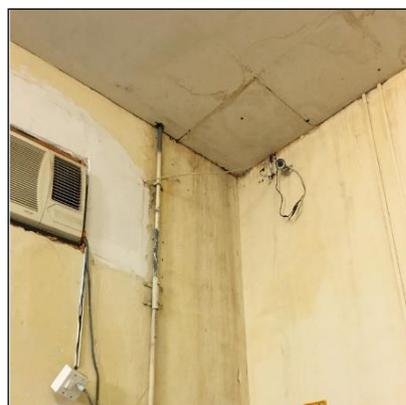
### 3.1.3 Parede

#### Análise do dano:

Como a cobertura da construção não está desempenhando sua função devidamente, as paredes também são afetadas pelo problema. A água da chuva passa pelo telhado e acaba infiltrando na parede através de percolação ou simplesmente escorre pela alvenaria. Os resultados desse problema são estampados como manchas de escorrimento, bolhas e descascamento da pintura e aparecimento do mofo. Como o problema da umidade vem do telhado a área mais afetada da parede é a parte de cima. De acordo com o Quadro 3 sobre as patologias em matérias de edificações de pau a pique, essa perda e ganho de água na estrutura gera fissurações, devido a expansão do barro e ao movimento natural de retração. As figuras 10 a 13 mostram vistas dessas patologias.



**Figura 10** – Parte externa com mancha de umidade.



**Figura 11** – Mancha de escorrimento



**Figura 12** – Descascamento da pintura



**Figura 13** – Fissuração na parede



Reparo do dano:

Primeiramente, os locais onde há manchas devem ser limpos com uma esponja e uma solução de um litro de água sanitária para um litro de água. Como o problema tem origem definida, espera-se que ao resolver a falha na estrutura do telhado, as patologias na parede não voltem a aparecer.

### 3.1.4 Telhado

Análise do dano:

Na parte externa da edificação o telhado externo difere-se do telhado interno, devido a exposição constante da madeira com o meio ambiente, causa certa umidade, apresentando sinais de apodrecimento, manchas escuras e mofos na madeira como é visto na figura 12, proporcionando a presença de organismos como cupim. Em vista disso, peças de madeira com um diâmetro menor são mais susceptíveis a problemas por terem uma maior razão umidade/volume. Na figura 14 observa-se o rompimento de uma peça.



**Figura 14** – Parte externa na estrutura do telhado.

Reparo do dano:

Segundo Pastina Filho (2005), o reparo e/ou substituição das peças (ripas) deve ocorrer da seguinte forma: Substituir as imprestáveis por outras de mesma dimensão, e, se possível, madeira com as mesmas características da original. As ripas que não há a necessidade de substituição devem estar devidamente adequadas. Nesse caso, é recomendável a substituição total das ripas, devido ao estado avançado de danos decorrentes do contato com a umidade.



#### 4. Conclusão

O maior problema observado é a presença de umidade por infiltração de água da chuva pelo telhado, forro, telhas e paredes, prejudicando a estrutura da edificação, bem como surgimento de várias patologias. A falta de manutenção dos telhados desencadeia uma série de consequência detectada na pesquisa como: sinais de apodrecimento, manchas escuras e mofos na madeira, além da presença de cupins. Fatores estes que submetidos a variações de temperatura, ações dos ventos e as intempéries, podem implicar em grandes obras, e custos de reparos elevados, devido ao descaso, além de, comprometer a instabilidade física e a integridade da edificação.

Um dos fatores que favoreceu o surgimento de patologias é a falta de impermeabilização, visto que a umidade se propaga em função da falta de obstáculos, já que os prédios antigamente não eram impermeabilizados. Para isso é necessário o reconhecimento dos problemas de uma edificação, verificando falhas para reduzi as chances do aparecimento de patologias.

É de suma importância a manutenção, pois os edifícios históricos requerem um tratamento especial devido ao seu tempo de construção e sua relevância histórica para a sociedade. A falta de manutenção periódica poderá ocasionar uma diversidade de patologias, agravando assim, efeitos que poderão vir a depreciar a edificação. É fundamental destacar a importância da qualidade dos materiais e a necessidade de subsidiar com técnicos que possam auxiliar na preservação da sua história.

#### Referências Bibliográficas

Barros, A. J. S. Lehfeld, N. A. S.. Fundamentos de Metodologia. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

Carlos, A.F.A. A cidade, São Paulo. Editora Contexto, 1ª edição 1991, 2ª edição 1995. (Coleção Repensando a Geografia), p.98.

Cervo, A. L.; Bervian, P. A.; Silva, R. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

Cunha, C. C. B. F.; Zimmermann, C. C.; Silva, J. P. B.; Roman, R. R.; Ostrowski, R. A. P. Investigação de manifestações patológicas em patrimônio histórico: Estudo de caso do Hospital e Maternidade Carlos Corrêa. Anais do IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR 2013, João Pessoa-PB (Brasil), junho de 2013.

Google Maps. Mapa de Caxias do Maranhão. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/maps/place/Caxias+-+MA/data=!4m2!3m1!1s0x78e91ebb963e001:0x800da87886ec510f?sa=X&ved=0ahUKEwjFzYZEh7bVAhWIEJAKHbV8BicQ8gEIjAA>>. Acesso em: 01 de agosto de 2017.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

Icomos. Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico. Tradução: Sylvia Puccioni. Paris, 2001.

Iphan. Patrimônio Cultural. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/218>>. Acesso em: 01 de agosto de 2017.

Linchtenstein, N. B. – Patologia das Construções- Procedimento para Diagnóstico e Recuperação - Boletim técnico- 06/86.

Pastina Filho, J. L. Manual de conservação de telhados: Restaurando o telhado. Brasília: IPHAN; 1ª edição, 2005, p. 35 – 43.

Puccioni, S. Restauração estrutural: metodologia de diagnóstico. Rio de Janeiro: Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997. Dissertação de Mestrado.

Verçoza, E. J. – Patologias das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.



## FATORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUE INFLUENCIAM NA RESTAURAÇÃO, CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO EDIFICADO

### *Factors Of Civil Construction Influencing The Restoration, Conservation And Preservation Of Building Heritage*

Raquel CAVALCANTE<sup>1</sup>, Danilo ANDRADE<sup>2</sup>, Acilayne AQUINO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FACULDADE SANTO AGOSTINHO, Teresina-PI, BRASIL, raquelfcavalcante@hotmail.com

<sup>2</sup> FACULDADE SANTO AGOSTINHO, Teresina-PI, BRASIL, danilotma@msn.com

<sup>3</sup> FACULDADE SANTO AGOSTINHO, Teresina-PI, BRASIL, acilayne@hotmail.com

**Resumo:** Este trabalho buscou analisar os fatores da construção civil que influenciam na restauração, conservação e preservação do patrimônio histórico edificado, considerando a demanda de obras nos centros históricos e paisagísticos do Brasil, bem como as dificuldades para contratar empresas especializadas que possuam a capacitação técnica necessária para apresentação do produto final com a qualidade esperada. Para tanto, foi feito um estudo de caso no sobrado Major Selemérico, localizado na área de tombamento na cidade de Oeiras, Piauí, tendo como foco as restaurações ocorridas no referido prédio ao longo dos anos. As primeiras restaurações foram analisadas neste trabalho através de pesquisa documental e a última, finalizada em 2016, foi acompanhada *in loco* e através de registros fotográficos. Por meio dos resultados, verificou-se que se faz necessário realizar trabalhos de educação patrimonial não apenas com a sociedade local da área preservada, mas, também com os profissionais da área de engenharia civil para que executem obras de excelência nesse ramo da profissão.

**Palavras-chave:** Restauração. Conservação. Preservação. Patrimônio Histórico.

**Abstract:** This work sought to analyze the factors of the civil construction that influence the restoration, conservation and preservation of the built historical patrimony, considering the demand of works in the historical and landscape centers of Brazil, as well as the difficulties to hire specialized companies that possess the necessary technical training to Presentation of the final product with the expected quality. For that, a case study was made in the Major Selemérico house, located in the area of tipping in the city of Oeiras, Piauí, focusing on the restorations that occurred in this building over the years. The first restorations were analyzed in this work through documentary research and the last, completed in 2016, was monitored locally and through photographic records. Through the results, it was verified that it is necessary to carry out patrimonial education works not only with the local society of the preserved area, but also with the professionals of the civil engineering area to carry out works of excellence in this branch of the profession.



**Keywords:** Restoration. Conservation. Preservation. Historical Patrimony. Civil Engineering.

## 1. Introdução

Essa pesquisa buscou discutir os fatores da construção civil que influenciam na restauração, conservação e preservação do patrimônio histórico edificado, através de um estudo de caso no sobrado Major Selemérico – Oeiras, Piauí. Para melhor compreensão do tema foi necessário vincular o entendimento entre paisagem e patrimônio cultural – uma discussão recente no Brasil – ao conhecimento técnico aplicado na engenharia civil, como forma de operacionalizar essa ideia nas instituições de preservação do patrimônio cultural brasileiro (RIBEIRO, 2007).

Ao longo do tempo e em um ritmo cada vez mais acelerado o homem vem buscando superar sua própria inteligência ao se modernizar em todas as áreas de atuação possíveis e imagináveis. E quando se menciona o campo ora oportuno, chamado “Construção Civil”, percebe-se com clareza que a tecnologia avançou consideravelmente no aprimoramento do uso de elementos tradicionais do setor construtivo e no surgimento de novos, objetivando gerar segurança, economia, qualidade, dentre vários outros aspectos relevantes para satisfação de quem cria e de quem vai usufruir as edificações (CAON, 2008).

Limmer (2008), alerta para a importância da qualidade em todo o processo de produção de uma obra, e frisa sobre a dificuldade envolvendo a deficiência da mão de obra brasileira e também dos materiais empregados.

Caminha paralelamente a essa trajetória e aparentemente em sentido inverso, porém não, o passado retratado de um povo através do patrimônio histórico edificado, que não somente ainda permanece erguido, como também permanece habitado. As cidades históricas, como Ouro Preto/MG, são uma rica fonte documental de conhecimento cultural e que refletem as práticas de preservação do patrimônio (SORGINE, 2008).

O patrimônio edificado tornou-se sinônimo de ligação entre o passado e o presente, tendo representatividade dos valores da sociedade ao longo da construção histórica, servindo de referência ao seu desenvolvimento (CAON, 2010).

O foco da pesquisa foi entender o quanto a evolução dos materiais utilizados na construção civil interfere na preservação do patrimônio histórico, a fim de desenvolver um entendimento do ambiente – paisagem – ao tempo em que o insere na vida moderna. Embora o conceito paisagem possua uma variada acepção, dele partem diversas possibilidades a serem exploradas, que irão valorar a transformação do meio considerando seus aspectos materiais (RIBEIRO, 2007).

Para compreender esse entendimento é preciso levantar os fatores históricos, econômicos e sociais que antecedem o período de construção de cada edificação, além de dados objetivos como: usos, ocupação, valor do solo e dos imóveis, atividades, caráter e condição da propriedade, enfim, historicidade do seu entorno (SCHICCI, 2010). Com esses dados é



possível perceber o ambiente como um todo e diagnosticar quais elementos da edificação devem ser conservados, e quais devem ser preservados, observando transformações limitadas ao seu aspecto e quais delas são passíveis de modificações na intervenção, tendo em vista a evolução da construção civil e/ou inadequação que incorre em falso histórico – o forjamento de informações históricas.

A ideia básica é incorporar transformações sustentáveis da construção civil à continuidade dos traços históricos das edificações, de forma que as técnicas construtivas atuais se acomodem com o mínimo de alteração profunda na restauração, conservação e preservação do patrimônio histórico edificado. O conjunto histórico e sua ambiência são um todo coerente, e mesmo dissociando as edificações, elas precisam ser assimiladas de modo que permaneçam dando sentido ao bem principal (RIBEIRO, 2007).

Para haver interferência nas características da alvenaria que constitui um edifício histórico é preciso conhecer os materiais e as tecnologias construtivas utilizadas quando da sua execução, pois as ações de conservação devem primar pelo respeito e salvaguarda do patrimônio, se utilizando da compatibilidade entre as intervenções necessárias e as técnicas e materiais tradicionais (FERREIRA *et al*, 2013).

Cada edificação a restaurar e/ou conservar e/ou preservar possui características específicas, muito embora exista um contexto construtivo global identificando a época da construção. Portanto, a técnica de intervenção aplicada em uma poderá ou não servir para outra, mesmo por que o grau de degradação é fator preponderante para diferenciar as necessidades da intervenção em cada caso. Na época do Renascimento, já havia uma preocupação em conservar monumentos de valor significativo, quando obras foram restauradas e tiveram aspectos removidos a fim de manter a sua originalidade (BRAGA, 2004).

Essa pesquisa, cujo tema é “Fatores da construção civil que influenciam na restauração, conservação e preservação do patrimônio histórico edificado”, analisou o conflito entre o avanço das boas práticas da construção civil aplicadas nas novas obras e o limite de aplicação destas em edificações antigas frente ao estudo de erguimento das mesmas, considerando o contexto e época em que foram construídas, para que elas sejam restauradas e/ou conservadas e preservadas. O critério da intervenção deve procurar atender a manutenção da autenticidade da edificação, bem como ser coerente com a atualidade, ao tempo em que também atenderá interesses individuais (BRAGA, 2004).

## 2. Objetivos

### 2.1 – Objetivo geral

Analisar os fatores da construção civil que influenciam na restauração, conservação e preservação do patrimônio histórico edificado.



## 2.2 – Objetivos específicos

- a) Explicar a importância das especificações técnicas para execução de obras no patrimônio histórico edificado, ressaltando a qualidade dos produtos utilizados, a fim de obter um resultado de excelência;
- b) Verificar a importância da qualificação da mão de obra, capacitada para desenvolver as atividades necessárias ao restauro de uma edificação tombada;
- c) Descrever as técnicas e procedimentos da construção civil utilizadas na restauração, conservação e preservação do patrimônio histórico edificado.

## 3. Estudo de caso

### 3.1 – Dados da edificação e contexto histórico

O Sobrado Major Selemérico é uma edificação de dois pavimentos, localizada em área de preservação histórica – tombado em 2010 pelo IPHAN - Instituto – situada à Rua Benjamin Constant, em frente à Praça Marechal Deodoro, e próximo ao Riacho da Pouca Vergonha, em Oeiras, Piauí. Esta edificação tem reconhecida sua importância histórica pelo governo estadual através do Decreto nº 3.953/81, por meio do tombamento individual realizado pela então FUNDAC – Fundação Cultural do Estado do Piauí, hoje SECULT – Secretaria de Cultura do Estado do Piauí.

O Sobrado encontra-se implantado em uma área caracterizada pelos espaços abertos e perspectivas contínuas. O imóvel encontra-se isolado no seu lote, estando as fachadas praticamente livres. À sua esquerda localiza-se um espaço da Paixão e uma área cimentada, portanto um espaço aberto e livre. Na parte à direita do imóvel um espaço livre com alguma arborização desenvolve-se até as margens do “Riacho da Pouca Vergonha”, separado dele por um muro. Ao fundo observa-se uma continuidade global, marcada pela presença de árvores que emolduram todo o Sobrado. A fachada principal está voltada para a Praça Marechal Deodoro, as demais para uma grande área livre cercada por muros.

Foi construído em 1845, com a finalidade de ser o palácio do governo de Zacarias de Góis e Vasconcelos, então presidente da Província do Piauí, entre 1845 e 1847. Alguns anos após a mudança da Capital para Teresina, passou à propriedade particular, pertenceu à família do major Selemérico e posteriormente, voltou às mãos do estado, pelo 1º Bispo de Oeiras, Dom Expedito Lopes. No ano de 1950, o sobrado abrigou o Patronato das Filhas de Santa Tereza. Nessa época, de acordo com registros documentais, o imóvel sofreu intervenções que impactaram não apenas no seu espaço interno, como também no seu partido geral, ou seja, foram feitos acréscimos na edificação. Chegou a ser ocupado pela Polícia Militar do estado do Piauí e hoje é de propriedade do Governo do Estado.

Ao final da década de 70, a CLAP – Companhia Latino Americana de Planejamento, realizou um levantamento cadastral da edificação no contexto do século passado, e foi constatada uma série de intervenções que descaracterizaram o imóvel, como a construção de três blocos novos ligados a ele, de maneira que as fachadas laterais e posterior encontravam-se descaracterizadas.



A restauração de 1983, realizada pelo Governo do Estado dentro do Projeto de Recuperação das Cidades Históricas do Nordeste, eliminou as construções citadas acima, mas manteve um pequeno anexo com banheiros no final da fachada voltada para o Passo, devolvendo-lhe parcialmente a volumetria original. Apesar das alterações sofridas interna e externamente o imóvel conserva-se como exemplar característico do período histórico de que se origina. Seu estado de conservação era precário, resultado da senilidade e da falta de manutenção preventiva.

Em 2001, a Fundação Estadual de Cultura e Desporto do Piauí – FUNDEC, encaminhou ao FNC/ MINC - Ministério da Cultura, o Projeto de Restauração do Sobrado Major Selemérico. Tal projeto contemplaria pintura, recuperação das esquadrias, guarda-corpo e escadaria em madeira, piso, paisagismo), mas, foi readequado para a sua estabilização estrutural com tirantes.

Em 2002 integrou o conjunto de ações do Programa Monumenta, implantado na cidade de Oeiras, e em 2006 recebeu obra de restauro e conservação com vistas a recuperação de seu estado de conservação. Concluída a obra, em 2008, o sobrado passou muito tempo sem uso o que acelerou o processo de degradação de sua estrutura física.

Em 2016, é concluída a terceira obra de restauro, através de Emenda Parlamentar, em parceria com IPHAN/PI. O foco principal desta última restauração foi reparar a edificação como um todo, sem qualquer demolição ou alteração das divisões do prédio. A saber, as reparações aconteceram no sistema estrutural; pintura em geral; telhado; madeiramento (piso, esquadrias, cobertura e forro); calhas; fossa; instalações hidráulicas, elétricas, lógica e telefone; reparos na pavimentação em geral; e trabalho de capina na área externa.

### 3.2 – Características físicas e tipológicas do prédio

O sobrado Major Selemérico é uma edificação de dois pavimentos, cujo partido é desenvolvido com fechamento na parte posterior criando um pátio interno, conferindo ao edifício características excepcionais em relação aos demais existentes no Estado.

Possui fachadas amplas, com equilíbrio de cheios e vazios. Cimalha e cunhais em massa, marcam o limite das fachadas. Os elementos mais marcantes da fachada são as portas que se projetam para fora criando pequenos balcões em madeira com balaustrada. Estão alinhadas com as portas do térreo, formando um conjunto simétrico e harmonioso.

As demais fachadas apresentam a mesma composição, mas sem o equilíbrio formal da fachada principal. Em geral, os vãos de iluminação e ventilação apresentam-se em verga reta, na maioria com folhas em madeira maciça, tipo ficha e almofada nas externas da fachada principal, duas folhas. São fixadas por ferragens tipo cachimbo em suas variações mais simplificadas.

O pavimento térreo possui um longo corredor que começa na porta principal e desenvolve-se até o pátio central, definindo-se como espaço de distribuição do imóvel. No pátio interno, que também funciona como espaço distribuidor dos ambientes, tem-se um local bastante descaracterizado.



As portas externas possuem bandeiras de madeira. O pavimento superior é composto por dois grandes ambientes, estes ligados a um grande salão. No entorno do vazio, existem corredores externos que se alargam na parte posterior, criando um outro salão. Um pequeno alpendre de construção recente foi incorporado ao espaço primitivo, descaracterizando parcialmente a volumetria e o próprio caráter do espaço interno. O pátio interno possui um salão aberto, com a escadaria em pedra e balaústres de madeira. Este ambiente dá ao imóvel um caráter próprio, que o diferencia dos outros sobrados do Piauí. Nenhum dos ambientes do pavimento térreo é forrado, deixando à vista o barroteamento estrutural e a face inferior das tábuas do assoalho do piso do pavimento superior.

Apenas um cômodo no pavimento superior possui forro, em lambris de madeira. O sobrado possui duas escadas de acesso ao segundo pavimento, com ambas desenvolvidas num único lance. Uma parte do corredor central, tem o guarda corpo com balaústres torneados, este apenas do lado direito de quem sobe, e do outro lado tem-se uma parede sem corrimão, finalizada por patamar. A escada locada no pátio interno, e que dá acesso à varanda do segundo pavimento, é em laje de pedra revestida de cimento. Possui o guarda corpo de alvenaria de tijolo com corrimão em madeira no lado direito, sendo o esquerdo a própria parede sem corrimão.

A cobertura é composta por vários conjuntos de águas de estrutura mista de carnaúba roliça e madeira serrada, com telha colonial padrão antigo. Existem dois conjuntos de banheiros públicos no pavimento térreo, com pontos de água, chuveiro e bacia sanitária em cada. O terreno que circunda o sobrado é livre e estende-se até o Riacho da Pouca Vergonha. Essa área externa compõe-se de terreno natural e cimentado em alguns pontos.

### 3.3 – Sistema construtivo

A edificação apresenta paredes estruturas autoportantes em alvenaria de pedra e tijolos, não se podendo assegurar quais são as que são construídas com um ou outro sistema sem uma prospecção mais profunda. As construções mais recentes têm alvenaria em tijolo furado.

A estrutura da cobertura é em madeira de carnaúba, com algumas peças estruturais recentes em madeira serrada. A parte posterior do sobrado possui peças em madeira serrada de características atuais. A carnaúba com casca é utilizada como caibro ou linhas, e as ripas também são em casca de carnaúba. As linhas se apoiam em pontaletes, ora sustentadas por outras linhas mais robustas, ora por paredes de alvenaria. As telhas são do tipo canal de barro cozido de fabricação industrial. O prédio possui reboco antigo, caiado de branco. É possível observar a diferença desses materiais utilizados em intervenções posteriores à construção original.

### 3.4 – Relatório Fotográfico

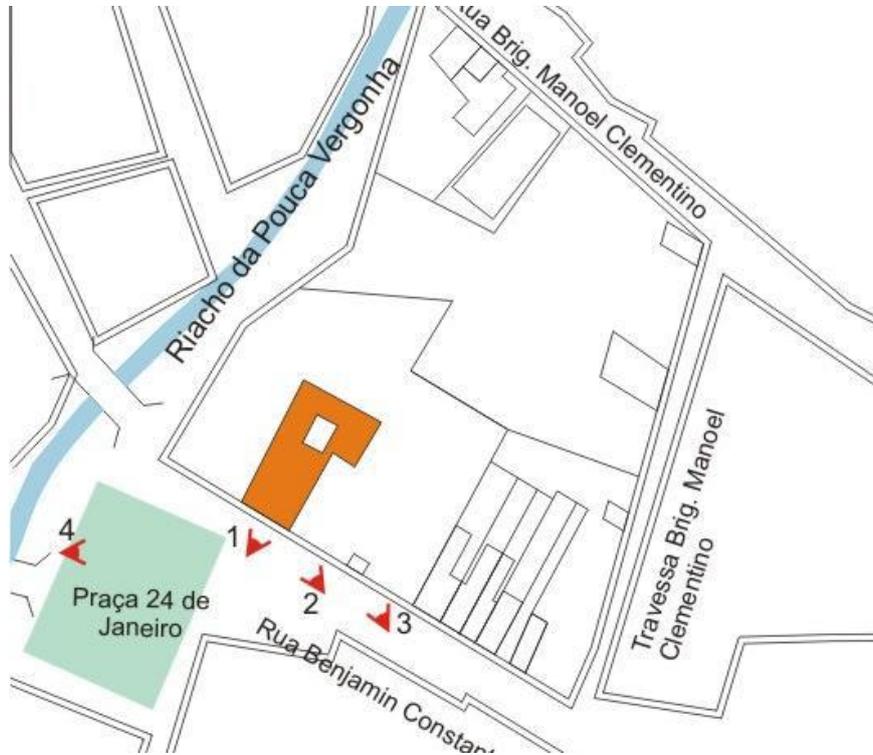


Figura 01 – Planta de Situação do Sobrado Major Selemérico

Fonte: Acervo IPHAN/2013



Figura 02 – Fachada Principal do Sobrado Major Selemérico

Fonte: Acervo IPHAN/2006



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



Figura 03 – Fachada Principal do Sobrado Major Selemérico

Fonte: Acervo IPHAN/2016

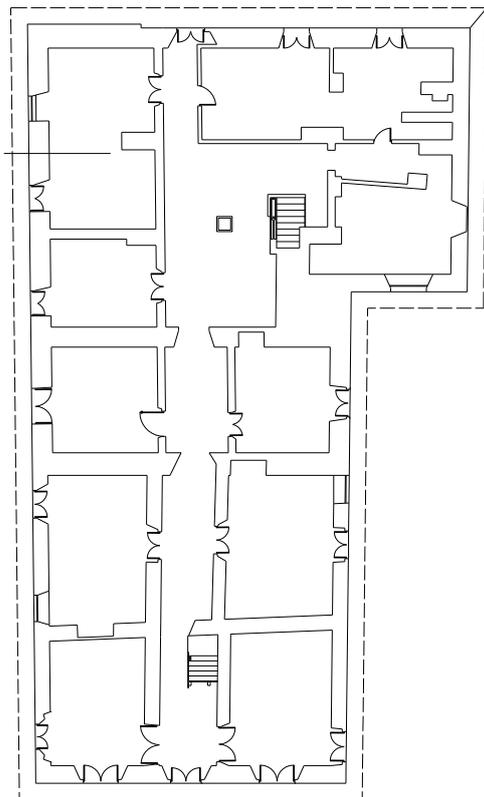


Figura 04 – Planta Baixa Pavimento Térreo antes da intervenção no ano de 2006

Fonte: Acervo IPHAN/2006

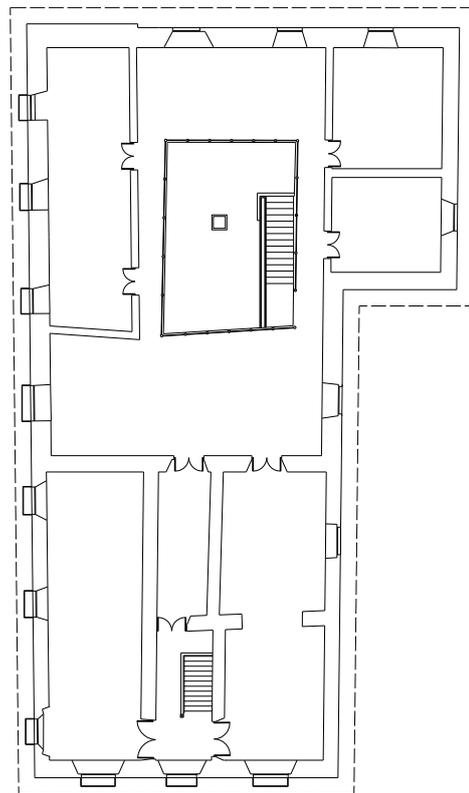


Figura 05 – Planta Baixa Pavimento Superior antes da intervenção no ano de 2006

Fonte: Acervo IPHAN/2006

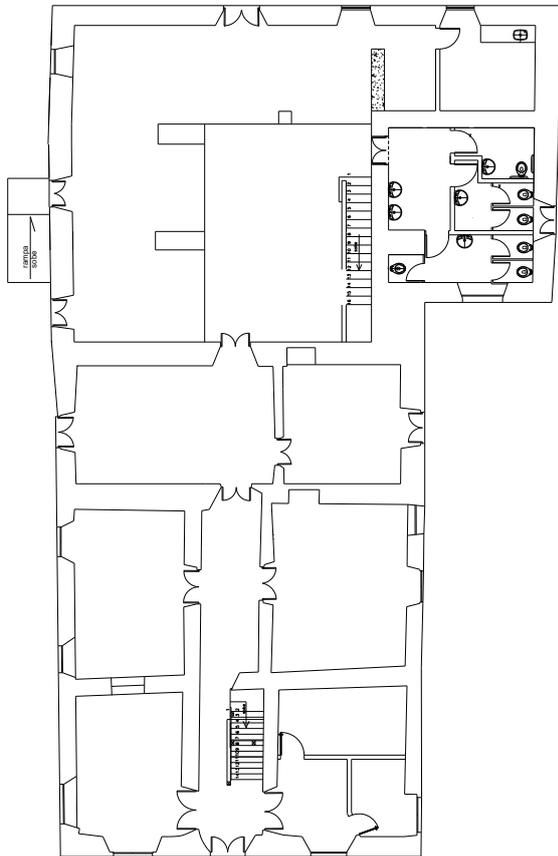


Figura 06 – Planta Baixa Pavimento Térreo após intervenção no ano de 2006  
Fonte: Acervo IPHAN/2006

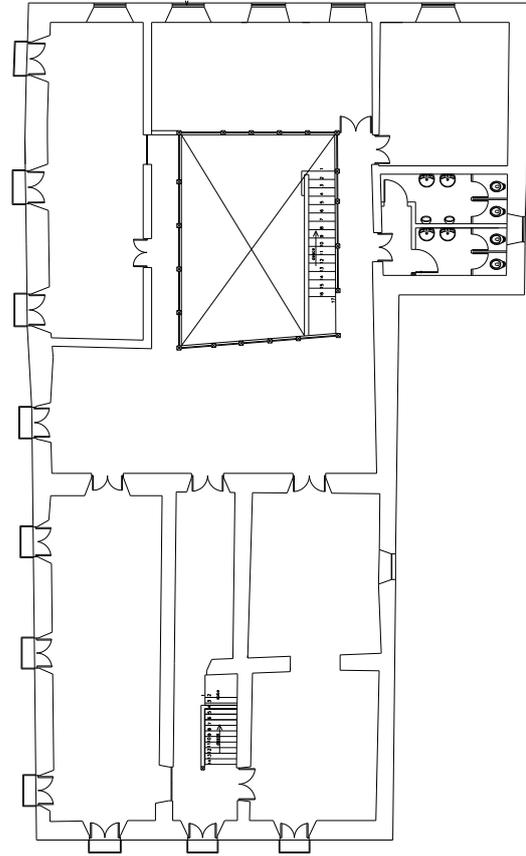


Figura 07 – Planta Baixa Pavimento Superior após intervenção no ano de 2006  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 08 – Estrutura em carnaúba da cobertura  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 09 – Estrutura em carnaúba da cobertura  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 10 – Estado de deterioração da alvenaria  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 11 – Esquadria em madeira  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 12 – Esquadria em madeira com balaústre  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 13 – Esquadria em madeira  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 14 – Esquadria em madeira veneziana  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 15 – Fachada lateral direita  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 16 – Salão no pavimento superior  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 17 – Barroteamento do piso superior  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 18 – Piso cerâmico no pavimento inferior  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



Figura 19 – Piso tabuado no pavimento superior  
Fonte: Acervo IPHAN/2006



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



Figura 20 – Fachada Principal do Sobrado Major Selemérico

Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 21 – Fachada Principal do Sobrado Major Selemérico em início de obra de restauro

Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 22 – Restauro de paredes pavimento inferior

Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 23 – Restauro de paredes pavimento inferior

Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 24 – Restauro da ligação da esquadria com a parede

Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 25 – Escoramento de esquadria

Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 26 – Restauro do piso tabuado do pavimento superior

Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 27 – Revisão da fiação elétrica

Fonte: Acervo IPHAN/2015



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



Figura 28 – Restauro do pátio interno  
Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 29 – Restauro do pátio interno  
Fonte: Acervo IPHAN/2015



Figura 30 – Fachada Principal do Sobrado Major Selemérico - obra de restauro finalizada  
Fonte: Acervo IPHAN/2016

### 3.5 – Relatório de atividades da Oficina de Conservação e Manufatura de Revestimentos Históricos para Arquitetura de Terras

Aconteceu em Oeiras, Piauí, durante o Festival de Cultura – 13 a 15 de novembro de 2014 – a Oficina de Conservação e Manufatura de Revestimentos Históricos para Arquiteturas de Terra, ministrada pelo professor Dr. Marcos Tognon e pelo mestre de restauro José Edson Santos, uma iniciativa do IPHAN/PI em parceria com a Prefeitura Municipal de Oeiras/PI. O evento contou com a participação ativa da autora desta pesquisa.

O público principal que participou da oficina foram os operários da região, que trabalham diariamente em serviços de construção, muitas vezes sendo contratados pelas empresas



executoras de restauro e também a construtora responsável pela obra de restauro, então em andamento. Também contou com a presença de estudantes dos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil, de faculdades diversas de Teresina/PI.

No dia 13/11/2014, houve uma palestra introdutória, cujo assunto principal foram os revestimentos do patrimônio arquitetônico, abordando desde as características do reboco e pinturas em edifícios históricos até as novas posturas e situações perante o restauro das edificações históricas, que mesclam a tradição e a inovação às soluções técnicas de revestimento contemporâneos. Os exemplos utilizados foram do próprio Conjunto Histórico e Paisagístico de Oeiras, mostrando, através de slides, algumas patologias encontradas e apontando as devidas soluções.

Nos dias 14 e 15/11/2014, foram postas em prática as situações discutidas na palestra introdutória em formato de atividades interativas, englobando testes de:

Argamassas;

Fibra de polipropileno;

Pasta de cal;

Granulometrias de areias;

Estratificação dos rebocos;

Frisamento de emboços e rebocos;

Curas em áreas úmidas e sombreada.

#### 4. Resultados e discussão

##### 4.1 – Análise das intervenções no sobrado Major Selemérico

A falta de conservação e manutenção preventiva aliados à antiguidade do edifício aceleraram o processo de degradação no Sobrado Major Selemérico, causando sérios riscos de arruinamento, caso essas medidas ligadas ao uso contínuo da edificação, não sejam tomadas.

A seguir, estão listadas as áreas principais e suas respectivas causas de intervenção ocorridas na última obra de restauro do edifício, concluída em 2016:

Sistema estrutural: paredes com infiltração, que comprometiam a integridade do prédio;

Pintura em geral: muito desgastada com o tempo e as intempéries;

Telhado e calhas: o telhado encontrava-se com madeiramento estragado, telhas quebradas e soltas, e com calhas degradadas sem efeito na sua utilização;

Madeiramento: o madeiramento de piso, esquadrias, cobertura e forro encontrava-se muito desgastado pela ação de cupins e intempéries, em especial o piso, que na restauração anterior foi trocado por madeira que não correspondia à especificada na época;

Fossa: excessivamente danificada, sendo necessário restaurá-la;

Instalações prediais: toda a instalação do prédio, seja hidráulica, elétrica, lógica e telefônica, estavam desgastadas e necessitaram de restauro completo;



Pavimentação externa: a área externa do prédio estava tomada por vegetação, necessitando de trabalho de capina.

#### 4.2 – Oficina de conservação e manufatura de revestimentos históricos para arquiteturas de terra

Os resultados obtidos e discussão das atividades práticas da Oficina de Restauro realizada em Oeiras, Piauí são notórios e expostos a seguir.

##### 4.2.1 – Testes de argamassas

Para iniciar uma obra de restauro é necessário que antes mesmo da compra ou aluguel de andaimes, por exemplo, sejam feitos testes com os vários tipos e/ou composições de argamassas. Em obra nova já é conhecido o tipo de tijolo, o tipo de argamassa, os materiais utilizados em geral, pois já existe um padrão a ser seguido. Porém, em obra antiga, não é conhecido o tipo de areia que foi utilizado. Tem-se uma grande variedade de alvenarias, e mesmo que tenha sido utilizada a mesma técnica de construção em edificações diferentes, não necessariamente terão a mesma resposta à aplicação do reboco durante o restauro. Por isso, é necessário que sejam feitos de 12 a 15 testes de traços de argamassa, e que sejam avaliados geralmente depois de 21 dias. A espessura e o tamanho devem ser padrão e devem ser avaliadas três qualidades da argamassa:

Como o reboco adere à parede;

Qual é a sua resistência à compressão;

O quanto e como ele fissa.

Tendo feitos esses testes, e obtido resultado satisfatório para essas indagações, há maior chance de dar certo a aplicação na obra.

Existem outras formas de testes, por exemplo, os laboratoriais, que demandam maior custo e demora nos resultados. Faz-se necessário a adequação dos custos e benefícios para encontrar a melhor solução.

As argamassas produzidas nas atividades tiveram resultados diferentes de acordo com o tipo de material da parede em que foram aplicadas, como descrito a seguir:

Parede composta por pedras: a superfície foi escovada para retirar a camada de pó (Figura 44); após foi bastante umedecida com água (Figura 45); em seguida foi pulverizada com leite de cal (Figura 46); concluída com o assentamento da argamassa (Figura 47). Foi observada a necessidade de umedecer bastante a superfície pois a pedra absorveu rapidamente a água da argamassa e causou retração no reboco;

Parede composta de adobe: a superfície também foi escovada, umedecida com água, porém foi necessário receber pulverização de leite de cal mais concentrado para garantir a aderência da argamassa na parede (Figura 48), tendo em vista que no primeiro teste houve deslocamento de argamassa como demonstra a Figura 49;

Parede do muro de tijolo comum, exposta ao sol: a superfície recebeu a limpeza necessária; umedecimento com água; chapisco (Figura 50), e aplicação do reboco (Figura 51). A



diferença principal dessa aplicação para as anteriores é que pelo fato de estar exposta aos raios solares a perda de água é maior e mais rápida, e, portanto, teve a necessidade de umedecer bastante a parede em intervalos curtos de tempo pelo tempo mínimo de 72 horas (Figura 52 e 53).



Figura 45 – Limpeza de resíduos superficiais na parede  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 46 – Superfície umedecida com água  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 47 – Pulverização de leite de cal  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 48 – Argamassa assentada em parede de pedra  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 49 – Pulverização de leite de cal  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 50 – Argamassa em parede de adobe  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 51 – Aplicação de chapisco no muro  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 52 – Aplicação de argamassa no muro  
Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 53 – Umedecimento no muro  
 Fonte: Acervo IPHAN/2014



Figura 54 – Argamassa assentada no muro  
 Fonte: Acervo IPHAN/2014

#### 4.2.2 – Fibra de polipropileno

É um filamento que substitui o capim seco utilizado na técnica tradicional do adobe (Figura 54). A fibra do capim seco resseca, apodrece e quebra. Enquanto a fibra de polipropileno é durável. Com a utilização dessa fibra na argamassa, a resistência do reboco aumenta em torno de 40% em relação à argamassa sem fibra. Além disso reduz o fissuramento e evita o reboco craquelado.

Figura 55 – Fibra de polipropileno sendo misturada à argamassa



Fonte: Acervo IPHAN/2014

#### 4.2.3 – Pasta de cal

A pasta de cal é feita utilizando em média 12 Kg de cal, colocada dentro de um reservatório de água com capacidade para 500 litros, e durante 90 dias é acrescido água



progressivamente, sempre batendo a argamassa. Depois de 60 dias essa pasta de cal já tem condições para ser utilizada. Alternando os dias, abre-se a tampa, acrescenta água e mexe, pois, a água evapora aos poucos e deve-se evitar que a pasta vire pedra, inutilizando dessa forma a mesma. A hidratação da cal melhora seu desempenho como aglomerante e com ela podem ser feitos barrados de até 5mm. É importante que a cal utilizada possua selo e classificação normatizada.

#### 4.2.4 – Granulometrias de areias

No Brasil existem na classificação oficial 5 tipos de areia, mas de um modo geral elas são classificadas como sendo dos tipos: grossa, média e fina (Figura 55). Geralmente, a argamassa é composta de no mínimo duas areias, uma mais grossa e outra mais fina. Isso porque evita a criação de vazios e uniformiza melhor a argamassa.

Figura 56 – Fibra de polipropileno sendo misturada à argamassa



Fonte: Acervo IPHAN/2014

#### 4.2.5 – Estratificação dos rebocos

É um reboco feito com vários rebocos fininhos que ao juntar as camadas fica com uma espessura de até 3cm. Quando é feito um reboco com vários estratos tem-se uma argamassa que dilata para vários lugares e tem mais resistência. Formado basicamente por:

Emboço + Chapisco + Reboco + Reboco + Pintura a Cal

É uma execução trabalhosa, que custa mais caro, pelo tempo e mão de obra na execução, porém, obtém-se um resultado melhor, com um reboco de maior resistência e que compensa na diminuição da retração.

#### 4.2.6 – Frisamento de emboços e rebocos

O frisamento é feito com a utilização de uma desempenadeira dentada visando os primeiros rebocos de contato com a areia grossa (Figura 56). Devem ser bem frisados, criando uma



serie de dentes que gera maior engaste para o próximo reboco, obtendo maior fixação. Esse procedimento se repetido fazendo duas camadas intermediarias, vai criando no sentido horizontal da argamassa cada vez maior resistência, e esta é chamada de INTERTRAVADA. O frisamento aumenta até 50% da resistência dele de adesão à superfície, diminui a retração e aumenta a resistência mecânica.

Figura 57 – Frisamento do reboco



Fonte: Acervo IPHAN/2014

#### 4.2.7 – Curas úmida e sombreada

A cura do reboco exige um cuidado no sentido de sempre molhar para controlar sua cura. A área do reboco executado, se exposta ao sol, deve ser coberta por uma lona esticada a fim de sombrear. Ao longo das primeiras 72 horas deve-se umedecer o reboco com uma a duas vezes ao dia com jato pulverizado. Esse cuidado faz com que o reboco perca água de forma gradual e evita a retração.

### 5. Considerações finais

Toda obra de restauro exige contínuo acompanhamento das intervenções ao longo dos anos e requer maior tempo de execução do que uma obra comum e isso deve ser levado em consideração tanto pelo proprietário como pelo empreiteiro e outros envolvidos na obra. Faz-se necessário o entendimento técnico da preparação de argamassas com as informações das composições de traços básicos do chapisco, emboço, rebocos, barrados e argamassa para capeamento de muros e cumeeiras, bem como da compra de material com a qualidade necessária para tornar o efeito visual da obra como especificado no projeto.

Através das leituras dos autores aqui referenciados e todas as atividades aprendidas e postas em prática na oficina de restauro, mostrou-se que restaurar o patrimônio histórico é uma arte que requer sensibilidade, interesse e conhecimento técnico para obter excelência



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

no resultado objetivando a preservação do patrimônio de forma adequada e durável. Portanto, essa pesquisa tem a finalidade de melhorar e dar continuidade a este estudo.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, M. Conservação e restauro - arquitetura brasileira. Editora Rio, edição 1, 2004.

CAON, Marcelo. Memória e cidade: o processo de preservação do patrimônio histórico edificado em Caxias do Sul 1974-1994. Porto Alegre, 2010.

FERREIRA, T. M.; SANTOS, C.; VICENTE, R.; SILVA, J. A. R. M. Caracterização arquitectónica e construtiva do património edificado do núcleo urbano antigo do Seixal. Janeiro, 2013.

LIMMER, C. V. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras – Rio de Janeiro: LTC, 2008.

RIBEIRO, R. W. Paisagem cultural e patrimônio – Rio de Janeiro: IPHAN/COPEDOC, 2007

SORGINE, J. Salvemos Ouro Preto: a campanha em benefício de Ouro Preto, 1949-1950. Rio de Janeiro: IPHAN/COPEDOC, 2008.

SCHICCI, M. C. S. Gestão do patrimônio urbano e edificado nos centros históricos das cidades de Campinas e Santos. Campinas, 2010.



## PATOLOGIA EM REVESTIMENTO DE FACHADAS: ESTUDO DE CASO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS V

### *Pathology In Facade Coating: Case Study Of The State University Of Paraíba - Campus V*

Karina SOUZA<sup>1</sup>, Lucas DELFINO<sup>2</sup>, Diego BEZERRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Araruna – PB, Brasil, karinafernandes-@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Araruna – PB, Brasil, lucasmouragba@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Araruna – PB, Brasil, diegop.bezerra@hotmail.com

**Resumo:** No decorrer do tempo os edifícios sofrem alterações dimensionais, variações de volumes e deslocamentos, que se originam sobretudo de mudanças de temperatura e umidade, refletindo diretamente no desempenho dos revestimentos exteriores. Do ponto de vista funcional, os revestimentos constituem integrantes das vedações e essenciais nos aspectos de durabilidade das construções, além de contribuir em questões estéticas das fachadas.

Quando se trata de patrimônios históricos e culturais, o diagnóstico e reparo das possíveis falhas externas aumentam a satisfação da população de maneira geral, pelo fato de contribuir com a beleza arquitetônica local, além de estender a vida útil da construção. Diante disso, o presente estudo centrou-se no levantamento patológico e sugestão de reabilitação para a envolvente externa de um patrimônio histórico e cultural localizado em João Pessoa -PB, sendo ela uma componente fundamental na funcionalidade, e também, a primeira impressão visual da edificação.

A metodologia adotada constou de três etapas consecutivas: identificação do objeto de estudo, diagnóstico e proposta técnica de reparo. Para identificar a intensidade e localização dos danos, foi realizada uma investigação *in loco* na construção, afim de se obter dados suficientes para elaboração de um diagnóstico coerente. Após avaliar as manifestações patológicas inerentes as fachadas da edificação, desenvolveu-se um estudo acerca de uma proposta técnica de reparo.

Como consequência da inspeção visual, verificou-se que as camadas de revestimento externo do objeto de estudo apresentam um estado avançado de degradação, com presença de manchas e descascamento de pintura em diversas áreas que prejudicam a estética do ambiente. A proposta de reparo enfoca a restauração da pintura e substituição da argamassa em locais que tenham sofrido algum dano, por uma argamassa específica para restauro, de forma a contribuir com a conservação do patrimônio cultural e seus acervos.

**Palavras-chave:** Patologia. Fachadas. Patrimônio histórico.

**Abstract:** In the course of time, buildings undergo dimensional changes, volume variations and displacements, which arise mainly from changes in temperature and humidity, directly



reflecting the performance of exterior coatings. From the functional point of view, the coatings constitute integral of the fences and essential in the aspects of durability of the constructions, besides contributing in aesthetic questions of the façades.

When it comes to historical and cultural heritage, the diagnosis and repair of possible external faults increase the satisfaction of the population in general, because it contributes to the local architectural beauty, in addition to extending the useful life of the construction. Therefore, the present study focused on the pathological survey and suggestion of rehabilitation for the external surroundings of a historical and cultural heritage located in João Pessoa -B, being a fundamental component in the functionality, as well as the first visual impression of the building

The methodology adopted consisted of three consecutive steps: identification of the object of study, diagnosis and technical proposal of repair. In order to identify the intensity and location of the damages, an on-site investigation was carried out in the construction, in order to obtain enough data for a coherent diagnosis. After evaluating the pathological manifestations inherent to the façades of the building, a study was developed on a technical proposal of repair.

As a consequence of the visual inspection, it was verified that the outer coating layers of the object of study have an advanced state of degradation, with the presence of stains and paint peeling in several areas that detract from the aesthetics of the environment. The repair proposal focuses on the restoration of paint and the replacement of mortar in places that have been damaged by a specific mortar for restoration, in order to contribute to the conservation of the cultural heritage and its collections.

**Keywords:** Pathology. Facades. Historical Patrimony.

## 1. Introdução

A imagem que a expressão “patrimônio histórico” evoca entre as pessoas é a de um conjunto de monumentos antigos que devem ser preservados, ou porque constituem obras de arte excepcionais ou por terem sido palco de eventos marcantes, referidos em documentos e em narrativas dos historiadores (FONSECA, 2003). O termo patrimônio histórico também estará relacionado com a importância do monumento no desenvolvimento cultural e intelectual de uma sociedade. Nessa conjuntura, as construções em terra eram importantes técnicas para elevação dos patrimônios arquitetônicos que corresponde à utilização de matérias e recursos do ambiente onde se insere a edificação, apresentando, portanto, carácter local ou regional.

Ao longo da vida dos edifícios, devem existir preocupações de manutenção e reabilitação, sendo as fachadas, um dos componentes que maior cuidado deverá merecer, uma vez que, se encontram mais expostas aos mecanismos de degradação sendo, por outro lado, a cara visível de uma construção (CHAVES, 2009). Esses elementos sofrem a influência do clima, forma da execução da construção, propriedades físicas, químicas e qualidades inerentes a cada material que o constituem. Devido a esse ambiente complexo é propício o surgimento



de patologias nas fachadas externas da estrutura, na maioria das vezes de difícil determinação de seu princípio, pois, as doenças construtivas não são isoladas, mas são agravadas por vários fatores. Grande parte desses problemas poderiam ser evitados se existisse um melhor detalhamento do projeto e da escolha apropriada dos materiais e componentes da construção, sobretudo em patrimônios históricos e culturais.

Em virtude dos fatos mencionados, este trabalho destinou-se a realizar levantamentos das patologias existentes nas fachadas externas do patrimônio histórico e cultural da cidade de João Pessoa - PB, especificamente da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio José Lins do Rêgo, sede também do Campus V da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, cuja idade é de aproximadamente 30 anos. As paredes são constituídas por elementos de alvenaria de argamassa (areia, cal, cimento) que desempenha mais a função de preencher os espaços livres entre as unidades de alvenaria, criando boas condições para o seu assentamento, do que constituir ligações químicas. Após a inspeção em que se observou o estado de degradação da estrutura e baseado em pesquisas literárias que melhor se enquadraram para a situação estudada, foi tomada como proposta de reparo a restauração da pintura antiga e substituição da argamassa nos locais que apresentam danos devido à ação dos agentes patológicos, por uma argamassa específica de restauro. Assim, devido à complexidade do detalhamento estrutural, a conservação do patrimônio histórico, o crescimento urbano e, em especial, a reabilitação das fachadas das construções além de tratar-se de um local em que prevalecem atividades educativas, o que de certo modo a qualidade visual do espaço afeta diretamente no convívio e aprendizagem dos acadêmicos e alunos, que motivou a realização dessa pesquisa. Visto que, esse patrimônio histórico carece do de políticas públicas que visem o incentivo a reabilitação do edificado.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi realizada na Escola - EEEFM Escritor Jose Lins do Rego também sede da Universidade Estadual da Paraíba- Campus V, localizada no município brasileiro, capital e principal centro financeiro e econômico do estado da Paraíba: João Pessoa, por sua vez situada na mesorregião da Mata Paraibana. As imagens a seguir se referem a localização do campo de estudo.



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil



Fonte: Agência UFPB



Figuras 1 e 2 – Mapa de localização da cidade Joao Pessoa - PB

Fonte: Google Maps

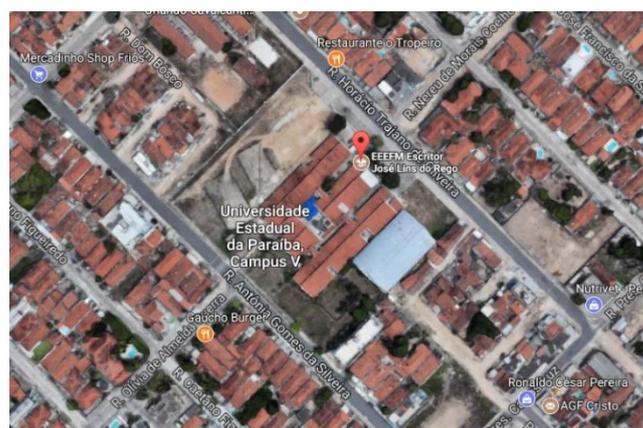


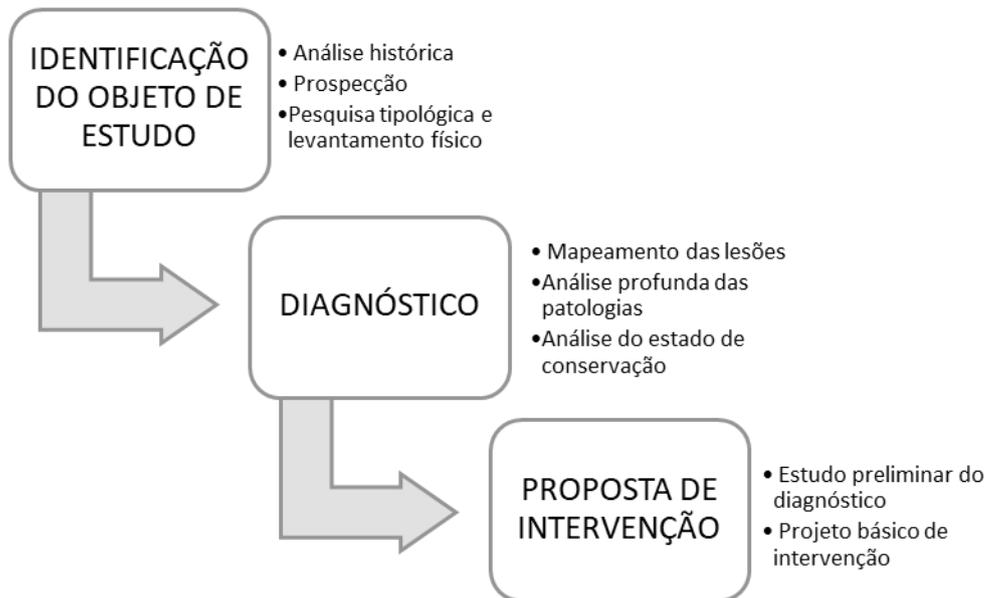
Figura 3 – Imagem via satélite da localização da Escola José Lins do Rêgo

Fonte: Google Maps



Para desenvolvimento do artigo e alcance dos objetivos, foi estabelecido a divisão do trabalho em três etapas consecutivas: identificação do objeto de estudo, diagnóstico e proposta técnica de reparo para a fachada da escola. O sistema foi baseado no seguinte esquema:

**Quadro 1** – Etapas no processo do estudo patológico na fachada



Para se chegar a um diagnóstico coerente de uma manifestação patológica, é preciso realizar, inicialmente, uma inspeção visual com um estudo minucioso da construção, para que assim possa se fazer uma coleta de dados, identificando todos os sintomas observados, como também sua localização e intensidade. Dessa forma, para o desenrolar da primeira etapa, conheceu e situou a edificação assim como sua arquitetura de acordo com o tempo, por meio de leituras e entrevistas com os cidadãos do município. Após definida a origem e seu percurso histórico, aferiu a autenticidade dos elementos e identificou qualquer fator que viesse a dar suporte para as decisões no projeto. Em seguida, partiu-se para o levantamento físico, compreendendo uma pesquisa da construção por meio de vistorias e levantamentos, para que assim pudesse finalizar a primeira etapa através de prospecção arquitetônica, que consistiu na identificação dos materiais, sistemas construtivos e modificações ocorridas no casarão.

Dando continuidade, partiu-se para a concretização dos estudos feitos na etapa anterior, focando os problemas e interesses particulares de utilização da edificação para se chegar a um diagnóstico adequado. Com isso, a segunda etapa consistiu no mapeamento de danos onde foi representado todo o levantamento das manifestações patológicas identificadas na fachada da edificação através de tabelas, relacionando-as aos seus



agentes e causas. A partir disto seguiu para análise do estado de conservação avaliando a condição dos materiais e do sistema estrutural.

A análise e o estudo de uma manifestação patológica concedem ao investigador a determinação da origem, do mecanismo e também, dos danos subsequentes, de modo que possa avaliar e concluir sobre as técnicas de recomendações mais eficazes. Por isso, o presente artigo definiu como última etapa um estudo preliminar do diagnóstico com intuito de propor uma intervenção técnica de reparo para a fachada da escola baseada em toda análise feita nas etapas anteriores.

### 3. Resultados

#### 3.1 Principais Patologias em Pinturas: Causas e Descrição

As patologias encontradas nos revestimentos, apresentam-se de formas distintas, todas elas são resultado da inviabilidade na execução dos objetivos para os quais foram projetados e falta de manutenção, especialmente no que se refere aos aspectos estéticos, de isolamento e de proteção.

A partir da análise visual *in loco*, foi observado que há um estado avançado de degradação das camadas de revestimento do objeto de estudo. Sendo constatadas diversas áreas com descascamento de pintura, bolores e eflorescências que acaba por desfavorecer a estética da construção. Também foram observadas grandes presenças de manchas de diversas tonalidades nas fachadas e nos muros do entorno (Figura 4 e 5).



**Figura 4** - Fachada frontal da Universidade Estadual da Paraíba Campus V.



**Figura 5 - Descascamento de pintura**

A presença da patologia apresentada nas figuras caracteriza-se pela perda de aderência do revestimento, ou pela separação natural da película de pintura da sua base de aplicação por falta de aderência. É nítida a presença de manchas escuras, tal característica indica a presença patológica do descascamento e as possíveis causas da presente lesão segundo Chaves (2009) são:

Presença de excesso de umidade na base devido à falta de alvenaria de embasamento/cinta de amarração (presença de fissuras, remates, revestimentos porosos);

Água por capilaridade na base devido a condições de aplicação desfavoráveis;

Presença de partículas não aderentes e sujidades;

Não aplicação de primário ou primário inadequado;

Escolha do produto não teve em conta as condições de exposição do revestimento;

Inadequada preparação da base;

Incompatibilidade física, química e mecânica entre o produto de pintura e a base de aplicação;

Tempo insuficiente ou demasiado prolongado entre aplicações subsequentes, desrespeito pelo tempo de secagem entre demãos;

Mal doseamento, originando misturas com características diferentes das esperadas;



**Figura 6** – Presença de emboloramento

A lesão patológica mais frequente na Figura 6 é o emboloramento, sendo característica de tal a presença de manchas esverdeadas ou escuras nas paredes lesionadas. Segundo SOUZA (2008) o fenômeno conhecido por bolor nada mais é do que uma alteração que pode ser constatada macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo consequência do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos. As possíveis causas do desenvolvimento patológico vigente são:

Inadequada elaboração do projeto quanto a presença de circulação de vento, iluminação e insolação adequadas ao ambiente;

Falta de limpeza superficial com emprego de soluções anti-fungos;

É notório também o descascamento da pintura no referente registro;

Presença de sais e água por capilaridade além da ausência de alvenaria de embasamento.



**Figura 7 – Eflorescência**

Conforme pode ser observado na Figura 7, o fenômeno da eflorescência é o aparecimento de manchas de umidade ou pó branco acumulado na superfície. Segundo Chaves (2009), se uma alvenaria que estiver contaminada com sais for molhada e depois secar lentamente, esses sais podem ser dissolvidos, trazidos para a superfície e precipitados por evaporação, produzindo uma típica eflorescência salina de cor branca. As eflorescências, também se podem formar onde a água do solo, que contém sais, subir por capilaridade através da alvenaria. Sendo assim as prováveis causas são:

Presença de umidade constante;

Sais solúveis presentes na alvenaria ou na água de amassamento e, cal não carbonatada;

A ação microbiológica que pode permitir a produção de sais solúveis;

É notório também a presença do descascamento e emboloramento.



**Figura 8 – Deslocamento com pulverulência**



A lesão presente na Figura 8 refere-se ao deslocamento da película de tinta luxando o reboco. Essa ocorre devido à grande quantidade de finos presentes nos agregados, argamassa magra, muito espessa ou rica em cal e ausência de carbonatação desse.



**Figura 9 - Fissuras**

A Figura 9 demonstra a presença de fissuras verticais que são um tipo de patologia com grande influência no comportamento deste tipo de revestimentos. O seu surgimento afeta o processo de impermeabilização, que, viabiliza o acesso da água e de outros agentes agressivos, e assim, reduz a durabilidade do revestimento. Além disso, há o aparecimento do descascamento e do fenômeno conhecido por bolor.



**Figura 10- Fissura horizontal**



A figura 10 indica o aparecimento de fissura horizontal em determinada área da parede com aberturas ou deslocamento do revestimento em placas. Oriunda da expansão da argamassa de assentamento por hidratação tardia do óxido de magnésio da cal, pela reação do cimento com o sulfato ou devido a presença de argilo-minerais expansivos.

### 3.2 Proposta de intervenção

A sugestão de reparo será focada na fachada da construção, que inclui restauração completa da pintura e substituição da argamassa em locais específicos, que tenham sofrido algum dano devido ação de intempéries ao longo dos anos, por uma argamassa específica para restauro.

O processo pode consistir na limpeza com água sob pressão juntamente com a lavagem com hipoclorito, para retirada da porção de argamassa comprometida, nos locais identificados por manchas de umidade, resultantes da adsorção de água pelos sais higroscópicos e descascamento de tinta, causadas devido à má preparação do material utilizado, além das machas por ação de agentes biológicos, com consequente reparo no revestimento quando pulverulento.

Para evitar danos por abrasão, devem-se realizar testes nos revestimentos para definir o tipo de bico e a distância entre o bico e o revestimento. A técnica de limpeza com água sob pressão possui a vantagem, se usada corretamente, de não alterar a superfície do material e é apropriada para limpar sujidades provenientes de poluição (BOLORINO *et al.*, 1995).

Os revestimentos de recuperação podem ser estruturados a partir das camadas de chapisco, emboço e reboco de recuperação, ou apenas chapisco e reboco de recuperação. A utilização ou não do emboço, bem como sua espessura, está condicionada ao teor de sais presentes e a necessidade de regularizar o substrato antes da aplicação do revestimento final (reboco). A utilização do emboço é mais eficiente mesmo para baixos teores de sais, pois aumenta a altura de sucção da água por capilaridade evitando que a cristalização de sais ocorra na interface entre a argamassa e o substrato de alvenaria causando danos a ambos (ARENDDT, 1995).

## 4. Conclusão

Conforme observado, o estado de deterioração da fachada da Escola E. E. F. M. José Lins do Rêgo, sede também da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB (Campus V) vem de fatores relacionados a pintura e às camadas de emboço e reboco ali presentes. Tudo isso é resultado de um projeto inadequado que conteve tintas de má qualidade acompanhadas de suas más aplicações assim como o processo de carbonatação interligado a fatores físicos, químicos e biológicos. Devido a isso, a edificação sujeitou-se a patologias como emboloramento, descascamento de pinturas, eflorescência e fissuras.

Já existe um grande material teórico capaz de fundamentar as ações práticas para uma atuação na preservação de patrimônios culturais, porém, para as legislações brasileiras isso não se aplica a propostas que intervenham na durabilidade e vida útil, por isso o



encontro desta situação na construção, pois ela deriva de uma carência no plano de políticas públicas, quanto à preservação do patrimônio socioculturais, visando a restauração da edificação, que serviriam de ação para o investimento técnico e científico para o ensino fundamental e médio do Colégio Estadual e para os cursos presentes no Campus.

Portanto, é dessa forma que vem como ponto de partida a sugestão de reparo para a restauração da pintura e substituição da argamassa em locais específicos, pois espera-se através disso, obter resultados que contribuam para a solução dos problemas e fomento, com maior consistência, da indignação para com os efeitos produzidos pela inadequada ou ausente conservação dos patrimônios antigos e seus acervos, assim como das consequências da má conservação dos mesmos, o que proporcionaria em um futuro próximo, uma maior número de restaurações, recuperações e revitalizações.

### **Agradecimentos**

A elaboração desse trabalho não seria válida, tão menos findada, sem a contribuição de diversas pessoas e órgão institucional público. Por meio deste, expressamos todo afeto, gratidão e apressado àqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram para que a incumbência se tornasse realidade. A todos manifestamos os sinceros agradecimentos.

Em especial ao professor Leonardo Medeiros da Costa pelo empenho, orientação e cordialidade com que sempre nos atendeu, como professor, abriu-nos horizontes, e soluções para as dificuldades e problemas enfrentados no decorrer da pesquisa. Externamos também a gratulação a Universidade Estadual da Paraíba, Campus V e VIII pela coadjuvação em plena execução do trabalho.

### **Referências Bibliográficas**

ARENDDT, C. A. A utilização de reboco de recuperação e medidas de combate aos sais – Método de tratamento de alvenarias deterioradas. Tradução: Hélio Adão Greven In: Seminário sobre Recuperação de Obras históricas de Engenharia e Arquitetura: Avaliação do Estado de Conservação, Análise, Diagnóstico e Terapia, UFRGS, Porto Alegre, 1995.

BOLORINO, H.; CINCOTTO, M. A.; RITTI, R. Limpeza de fachadas de argamassa. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 1, Goiânia. Anais... Goiânia: ANTAC, 1995. p. 411-419.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas. 2009. 176 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho Escola de Engenharia, 2009.

FONSECA, Marília Cecília Londres. Para além da Pedra e cal: Por uma concepção ampla de patrimônio cultural. In: ABREU, Regina. Memória e patrimônio: ensaios contemporâneos. Rio de Janeiro: Dp&a, 2003. p. 56-76.

**ISBN: 978-85-65425-32-2**



XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas  
XIII Congreso Internacional sobre Patología y Rehabilitación de Estructuras  
XIII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation

7-9 September, 2017, Crato (Ceara), Brasil

---

SOUZA, Marcos Ferreira de. PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES. 2008. 64 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Mina Gerais, 2008.