A SEGURANÇA DAS OBRAS NO BRASIL DISCUTIDA SOB DIFERENTES PONTOS DE VISTA. TRAGA O SEU.
1° CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
ALCONPAT BRASIL
21 a 23 de maio de 2014 - Foz do Iguaçu - PR

SISTEMAS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: UMA ANÁLISE DAS IGREJAS SETECENTISTAS DE SERRO, MG

SOUZA, Kelly Diniz de[1], LIMA, Gustavo Emílio Soares de[2], STEPHAN, Ítalo Itamar Caixeiro[3]

[1] Universidade Federal de Viçosa, Mestranda, Arquiteta e Urbanista, e-mail: kelly.diniz@ufv.br
[2] Universidade Federal de Viçosa, Mestrando, Engenheiro Civil, e-mail: gustavo.lima@ufv.br
[3] Universidade Federal de Viçosa, Professor Adjunto, Doutor em Arquitetura e Urbanismo, e-mail: stephan@ufv.br

RESUMO

Este artigo, a partir do estudo de caso da arquitetura religiosa da cidade de Serro-MG, trata das vedações externas de edificações históricas e as principais manifestações patológicas que afetam essas superfícies arquitetônicas em decorrência do uso de diferentes materiais construtivos. A cidade, antiga sede da Comarca de Serro Frio, possui um expressivo acervo de arquitetura colonial, remanescente dos séculos XVIII e XIX. Seu conjunto arquitetônico e urbanístico, tombado pelo governo federal em 1938, apresenta um sistema construtivo em estrutura autônoma de madeira, alvenarias de pau-a-pique, com revestimento de argamassa e pintura a base de cal. O presente trabalho visa identificar manifestações patológicas em fachadas de igrejas setecentistas tombadas em Serro, considerando as técnicas e os materiais construtivos empregados. O desenvolvimento do tema está estruturado em dois aspectos: leitura do sistema construtivo tradicional e análise das manifestações patológicas e agentes causadores de danos, a partir da qual foi elaborado um mapeamento das manifestações nas fachadas e estabelecidos quadros comparativos entre fachadas de orientação similar. Por fim, foi possível verificar os principais problemas patológicos nas edificações analisadas, relações de causa e efeito entre eles.

Palavras chave: Patrimônio Histórico; Sistema Construtivo; Manifestações Patológicas.

ABSTRACT

This article, from the analysis of the religious architecture in the city of Serro-MG, have aimed to external seals of historic buildings and the main pathological manifestations that affecting these architectural surfaces due to the use of different building materials. The city is the former headquarters of the district of Serro Frio, has a significant collection of colonial architecture, reminiscent of the eighteenth and nineteenth centuries. Its architectural and urban agglomeration, listed by the federal government in 1938, features a construction system for autonomous structure of wood, walls of "pau-a-pique", with coat of mortar and whitewash-based paint. This study aims to identify pathological manifestations in eighteenth-century facades of churches fallen in Serro, considering the techniques and building materials used. The development of the subject is divided into two aspects: reading the traditional construction system and analysis of pathological manifestations and damage-causing agents, from which a mapping of events has been prepared on the facades and established comparative tables between facades of similar orientation. Finally, we found the major pathological problems in buildings analyzed, relations of cause and effect between them.

Keywords: Heritage; Construction System; Pathological Manifestations.

1. INTRODUÇÃO

A Arquitetura pode ser definida, segundo Costa (2002), como arte funcional, tendo o adjetivo funcional um sentido de uso vital. Portanto, "arquitetura é coisa para ser concebida como um todo orgânico e funcional, [...] coisa para ser vivida, [...] coisa para ser exposta à intempérie". (COSTA, 2002, p. 23) Desse modo, ela deve ser gerada com o propósito de organizar e ordenar plasticamente o espaço, em função de determinado meio e de determinada época, a partir de certas técnicas e com a finalidade de cumprir uma determinada intenção.

Os aspectos básicos dessa arquitetura devem satisfazer, portanto, tanto "às exigências técnicas e funcionais [...] mas, também, àquela intenção superior que escolhe, coordena e orienta [...], transmitindo assim ao conjunto, ritmo, expressão, unidade e clareza – o que confere à obra o seu caráter de permanência." (COSTA, 2002, p. 22-23) Entretanto, à sua necessidade de permanência se contrapõe a ideia de envelhecimento. Com o tempo, as edificações sofrem desgastes, tendo em vista que seus componentes estão sujeitos a deteriorações contínuas.

Esses desgastes, quando não interrompidos ou controlados, podem conduzir a danos nos materiais constituintes e até à ruína da edificação. Com a finalidade de prevenir essas ocorrências, os edifícios necessitam de ações de conservação que englobam desde operações de manutenção, até a substituição parcial ou completa de componentes danificados, com o objetivo de aumentar ou recuperar o desempenho e a vida útil da edificação ou de parte dela.

Nesse contexto, o presente trabalho investigou a influência da morfologia da fachada – volumetria, geometria e, sobretudo, materiais; integrada às condições ambientais de exposição, na ocorrência das principais manifestações patológicas que afetam as vedações externas e, consequentemente, alteram o aspecto original da edificação.

Para se compreender esta abordagem, este estudo tem por base a análise das correlações entre as condições ambientais do local e as características da morfologia das fachadas. As três edificações escolhidas como estudo de caso estão inseridas no núcleo antigo da cidade de Serro, que possui expressivo acervo de arquitetura colonial remanescente dos séculos XVIII e XIX, legado do período áureo da economia das Minas Gerais que, durante o Ciclo da Mineração, viveu uma fase de enriquecimento econômico com base na exploração do ouro.

Tendo em vista a importância da preservação das edificações históricas, em especial a arquitetura religiosa, que teve papel primordial na ocupação e consolidação dos núcleos coloniais, os exemplares analisados são três igrejas edificadas nos oitocentos: a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição (1776), a Igreja de Nossa Senhora do Carmo (1768) e a Igreja do Bom Jesus de Matozinhos (1781). As edificações escolhidas chegaram aos dias atuais em condições similares quanto à manutenção de sua aparência, possibilitando confirmar a influência da sua morfologia – considerando as técnicas, as formas e os materiais construtivos empregados, no seu desempenho frente às condições de exposição aos agentes ambientais.

2. MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA: INTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E A FORMA CONSTRUÍDA

A ocorrência de manifestações patológicas[1] nas edificações ocasiona uma diminuição de sua vida útil[2], que está diretamente relacionada ao desempenho de seus componentes. Em geral, esses problemas são evolutivos e tendem a se intensificar com o passar do tempo, além de acarretarem outros danos associados ao problema inicial, que podem ter suas causas relacionadas, segundo Ribeiro (2003, p. 95), a aspectos "[...] de ordem intrínseca ou extrínseca, ou seja, provenientes dos materiais que constituem a edificação ou de fatores externos aos mesmos."

Como fatores extrínsecos, têm-se os aspectos físicos resultantes de ações externas que, neste estudo, limitam-se às condições ambientais (ou ambiente físico) para as quais as fachadas das edificações se expõem. Como intrínsecos, têm-se as variáveis que dizem respeito à materialização do edifício, à forma construída.

Para compreender as manifestações patológicas observadas em vedações externas, foco deste trabalho, o método utilizado abrangeu dois eixos. O primeiro, por meio de revisão bibliográfica, direciona-se para a investigação dessas manifestações recorrentes nas fachadas das edificações e suas conseqüências, tendo por referência os fatores extrínsecos e intrínsecos atuantes. O segundo eixo dirigiu-se para a avaliação das vedações de três edificações religiosas construídas em Serro, Minas Gerais, no século XVIII, por meio do estudo de caso.

2.1 Fatores extrínsecos atuantes: condições ambientais

As condições ambientais em que uma edificação está inserida exercem grandes influências no tempo de vida útil de seus materiais constituintes. "A água, a umidade, a luz, o ar, a poluição, a temperatura, os microorganismo são elementos que interferem direta ou indiretamente nos elementos de uma edificação, ocasionando danos e patologias muitas vezes irrecuperáveis." (RIBEIRO, 2003, p. 95)

Esses danos podem estar relacionados à alteração da composição do material, nos casos de degradação química, sobretudo sob a ação da água, da poluição, da temperatura e de microorganismos. Ou resultarem da ação que os fatores ambientais exercem sobre a estrutura dos materiais, causando um "stress" mecânico capaz de desintegrá-la, ocasionando uma degradação física.

[1] Entende-se por manifestação patológica a "não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural". (ABNT, 2013)

[2] Conforme estabelecido na NBR 15575-1, vida útil é o "período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção [...]". (ABNT, 2013)

2.1.1 Ação do vento

O ar é elemento básico que envolve qualquer edificação, não sendo possível, portanto, resguardá-la de seus efeitos. Sua ação está diretamente relacionada com as partículas por ele transportadas que se assentam em camadas sobre os edifícios, formando uma crosta ativa que pode provocar erosão progressiva da superfície. O vento, por sua velocidade, serve de veículo para estas partículas, bem como à água da chuva, e atua na modificação da distribuição das sujidades depositadas sobre as superfícies das vedações. (GANDEMER, 1975)

Na ação do vento, ainda que a princípio essa ocorrência seja mais observada em edificações isoladas e em local aberto, Vallejo (1990. p. 51) observa que o efeito abrasivo será maior nas partes mais expostas das fachadas, como esquinas e coroamento; e também quando a camada do revestimento estiver suficientemente alterada para permitir o arraste apreciável de material. Em oposição, nas áreas baixas, com vento incidente de menor intensidade, e nas partes abrigadas por saliências, a força de abrasão diminui, aumentando a taxa de deposição.

2.1.2 Ação da água

A água é "[...] um elemento da natureza causador de degradação devido ao intemperismo e pela corrosão. Sem a água não existiriam danos pelo congelamento, corrosão biológica ou química e nem tampouco transporte de sais." (RIBEIRO, 2003, p. 97)

A ação da água ocorre, segundo Ribeiro (2003), através do lençol d'água que, por apresentar variações nos seus níveis, provoca infiltrações ascendentes nas alvenarias, em que a água, eleva-se por capilaridade, provocando o aparecimento de eflorescências e microorganismos. Ocorre também, por meio das chuvas, podendo provocar infiltrações nas alvenarias das fachadas, sobretudo na parte superior das vedações e nas bordas laterais das faces expostas, locais que, segundo Vallejo (1990, p. 62), fachadas estão mais sujeitas à sua incidência. A água depositada nas superfícies da parede tende a ser mais absorvida pelos materiais porosos, que a manterão por mais tempo na fachada.

Em contrapartida, a água não absorvida, ao se deslocar sobre a superfície, enriquece-se de partículas, tendo seu poder abrasivo aumentado pelo atrito que exerce. Vallejo (1990, p. 70) aponta também a ação da água sobre a erosão química, que atua reforçando a ação abrasiva, sobretudo nos materiais sujeitos a alteração hidrossolúvel e sob ações contínuas da chuva.

A atuação da água sobre as fachadas está relacionada, ainda, aos processos de fissuração por retração e por movimentação higroscópica. As fissuras decorrentes da retração ocorrem quando há redução do volume do material devido à perda de água para o meio através da evaporação. Aquelas oriundas da movimentação higroscópica, por sua vez, surgem quando há movimentação de água ou de umidade no interior dos materiais, e ocorre devido à alteração do volume desses elementos à medida que absorvem ou expelem água.

2.1.3 A umidade relativa do ar

A umidade constitui um dos fenômenos que caracterizam boa parte dos danos que ocorrem nas edificações. Entre as manifestações mais comuns ocorrem manchas, corrosão, eflorescências, destacamento de revestimentos, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentíceas, fissuras e mudança de coloração dos materiais.

Como apontado por Vallejo (1990, p. 84), altas taxas de umidade podem conduzir ao aumento da deposição e adesão de partículas e, por consequência, da sujidade de materiais porosos pouco expostos à ação do vento e da chuva. Nessas condições, as fachadas adquirem uma pátina de enegrecimento mais evidenciada que em situações de menor conteúdo de umidade.

As variações de umidade estão relacionadas, ainda, à ação de microorganismos, fontes determinantes de destruição dos componentes de um edifício, seja por apodrecimento, como causado por fundos e bactérias; seja pelo ataque de insetos xilófagos.

2.1.4 A temperatura ambiental

A influência da temperatura é geralmente benéfica em relação à contaminação e, portanto, ao processo de sujidade e aparecimento de manchas nas fachadas. “A temperatura opera, principalmente, em duas direções: a dissolução de contaminantes na atmosfera, e a modificação dos conteúdos de vapor de água no ambiente e de umidade no interior do material que reveste as fachadas.” (VALLEJO, 1990, p. 77)

Entretanto, “a temperatura quando aumenta acelera os processos de corrosão [...]. O forte calor também afeta os elementos expostos ao sol causando um descoloramento das fachadas, ressecamento do madeiramento e a cristalização rápida, e conseqüente expansão dos sais na alvenaria.” (RIBEIRO, 2003, p. 97)

Alterações na temperatura estão, ainda, associadas a processos de fissuração por movimentação térmica, isto é, variações de temperatura podem provocar contrações ou dilatações dos materiais constituintes das vedações.

2.2 Fatores intrínsecos atuantes: a forma construída e as características dos materiais

Os fatores intrínsecos dizem respeito à materialização do edifício pelas características formais das fachadas, bem como pelas características dos materiais empregados. As características formais se relacionam com a superfície dos materiais de revestimento e aquelas que dizem respeito à sua geometria. Em contrapartida, as características dos materiais estão ligadas às propriedades mecânicas e físicas dos diferentes elementos que constituem a fachada.

2.2.1 Influência da morfologia da fachada

Como observado por Vallejo (1990, p. 116), a organização compositiva da fachada constitui, juntamente com a tipologia dos materiais de revestimento, os fatores principais que exercem influência sobre a imagem de deterioração de um edifício. Para o autor, dentro da organização aparente da fachada, deve-se distinguir três aspectos fundamentais: proporção e forma da fachada; sua composição geral, incluindo planos, maciços, reentrâncias, etc; e sua textura geral, estritamente relacionada com a ornamentação, e outros elementos como de drenagem.

A influência da forma e das proporções das fachadas afeta diretamente o modo de incidência do vento e da chuva, que dependerá tanto da orientação das fachadas frente às correntes de ar, quanto dos obstáculos existentes.

A composição geral da fachada resulta importante para avaliar o resultado das ações de sujidade e manchas que ocorrem sobre ela, bem como a influência da temperatura responsável pelo ressecamento de materiais. Para Vallejo (1990, p. 158), talvez a inclinação dos planos seja o aspecto mais importante, pois influenciará na quantidade de partículas que se deposita, e determinará a quantidade de água de chuva direta que pode alcançar esses planos. Outro fator é a disposição dos planos maciços, ou a existência de planos avançados ou recuados que igualmente aumentam a deposição de partículas de sujidade e a incidência de ventos e chuvas.

Os principais componentes da textura das fachadas são os ornamentos, as juntas, elementos decorativos ou de drenagem. Todos estes elementos, ao gerar descontinuidades sobre as vedações, também constituem fontes de acúmulo de sujidades e de água da chuva; podendo, ainda, ocasionarem fissuras provenientes de aberturas e junções de materiais.

2.2.2 Influência dos materiais das fachadas

A influência dos materiais que compõem a fachada afeta diretamente a forma como se dá a absorção de água e capilaridade pelas vedações e como esses componentes reagem às variações de temperatura. Esse parâmetro opera, principalmente, no fenômeno de fissuração, no empolamento e destacamento dos revestimentos, e no surgimento de manchas de umidade e acumulação de sais na superfície da vedação (eflorescência).

Em relação a esses materiais, deve-se distinguir dois grupos de aspectos fundamentais: as manifestações patológicas decorrentes das ações mecânicas dos componentes da fachada, e aquelas decorrentes de suas ações físicas, químicas e biológicas.

Segundo ICOMOS (2004, p. 18), as ações mecânicas que atuam na estrutura produzem tensões e deformações no material, resultando em fissuração, esmagamento e movimentos visíveis. Essas propriedades dizem respeito à resistência do material e à sua capacidade de deformação, estando associadas às movimentações por variações térmicas e higroscópicas, danos das estruturas e fundações, cargas de vento e choque, que provocam tensões de compressão, tração e cisalhamento. Várias dessas ações possuem caráter cíclico, tais como variações de temperatura e movimentação do terreno devido à variação do nível freático.

Entretanto, ainda que seus efeitos sejam habitualmente cíclicos, é possível que produzam degradações contínuas, uma vez que cada ciclo produz alterações pequenas, mas permanentes.

Em contrapartida, as ações físicas, químicas e biológicas "[...] atuam sobre os materiais alterando a sua natureza, habitualmente resultando numa forma diferente de degradações e, nomeadamente, afetando a sua resistência." (ICOMOS, 2004, p. 19) Englobam as lesões que se manifestam, geralmente, devido à presença de água, variações de temperatura e condições microclimáticas. As alterações químicas podem acontecer espontaneamente, em virtude das características inerentes do material, ou pela ação de agentes externos, ou pela migração de água ou de outros agentes através do material.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Caracterização tipológica das edificações

A presente análise contempla a caracterização dos sistemas construtivos, com foco nas vedações, de três edificações em uso, monumentos religiosos edificados em Serro, MG, no século XVIII. Todos os edifícios estão localizados no núcleo antigo da cidade, em sua região central, relativamente próximos uns aos outros, como observado na Figura 1.

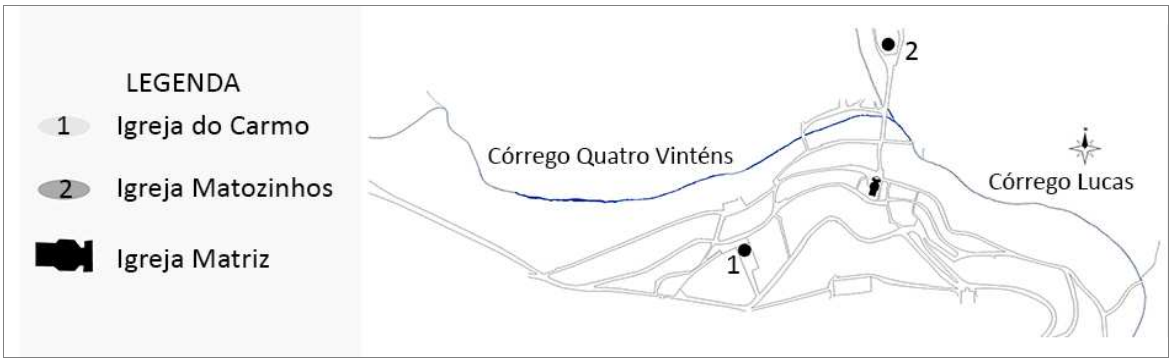


Figura 1: Croqui do núcleo antigo, com indicação das edificações. Elaborado por Kelly D. Souza, jan. 2014.
Fonte: Adaptado de Planta de Macrozoneamento Urbano de Serro, MG. Prefeitura Municipal de Serro, 2007.

Para uma melhor identificação de cada edifício inspecionado, foram adotadas as referências IG-M para a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição, IG-C para a Igreja de Nossa Senhora do Carmo e IG-BJ para a Igreja do Bom Jesus de Matozinhos.

A edificação IG-M, cujo início da atual construção data de cerca de 1776, é o único dos três monumentos que está implantado no nível do arruamento e que não possui adro que a isole de seu entorno imediato. O edifício é constituído por três níveis – nave, coro e torre, com alturas externas que variam entre 4,0 e 26 metros. Segundo o Arquivo Noronha Santos, (BRASIL/Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), embora seja de período posterior, mantém o partido tradicional das matrizes mineiras construídas na primeira metade dos setecentos, com exceção de suas torres destacadas em relação ao corpo principal e a

insinuação de paredes curvas, particularidades da segunda metade daquele século. A sua estrutura é em madeira, com alvenarias externas em adobe e pau-a-pique, com reforços posteriores em alvenarias de concreto celular, com espessuras entre 30 e 40 centímetros, cunhais e enquadramento dos vãos em madeira e cobertura em telhas cerâmicas. Diversas intervenções foram realizadas na segunda metade do século XIX e ao longo do século XX, com destaque para a alteração da fachada frontal, com a construção de alicerces em pedra, ainda nos novecentos, e a substituição dos materiais tradicionais das torres por blocos de concreto celular, com reforços metálicos, na segunda metade do século passado. A sua última intervenção arquitetônica ocorreu entre os anos de 2007 e 2010, período em que foi realizada manutenção do madeiramento e elementos em pedra, e em que foi substituído todo o reboco danificado das fachadas, que receberam nova pintura.

A edificação IG-C, cujo início da obra remonta a 1768, está implantada em terreno elevado, apresentando um adro protegido por arrimos de pedra. O monumento é constituído por três níveis – nave, coro e torre, com alturas externas que variam entre 4,0 e 22 metros. A planta obedece ao partido tradicional das edificações religiosas da região, com corpo principal retangular, torres quadrangulares destacadas do corpo da construção, às quais se agregaram anexos laterais. O edifício possui estrutura autônoma, cunhais e vãos de madeira, paredes de adobe, com espessuras que variam entre 25 e 31 centímetros, e cobertura em telhas cerâmicas. (BRASIL/Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) Foram realizadas obras de conservação nos séculos XIX e XX, e a sua última intervenção arquitetônica ocorreu em 2004, período em que foi realizada manutenção de todas as fachadas.

A edificação IG-BJ foi construída por volta de 1781 em terreno elevado, apresentando um adro protegido por arrimos de pedra. Assim como os outros, o edifício é constituído por três níveis – nave, coro e torre, com alturas externas que variam entre 4,8 e 16,5 metros. Sua planta forma um retângulo irregular, com ligeiro arqueamento das paredes externas laterais. Apresenta estrutura autônoma de madeira, paredes de adobe e trechos de tijolos maciços, com espessura média de 30 centímetros, e cobertura em telhas cerâmicas. (BRASIL/Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) Foram realizadas obras de conservação nos séculos XIX e XX, e a intervenção mais recente se deu entre os anos de 2007 e 2009, quando ocorreu manutenção de todas as fachadas.

3.2 O sistema construtivo tradicional e os danos decorrentes do uso de diferentes materiais construtivos

A resultante formal que caracteriza uma determinada arquitetura é a combinação entre certa intenção plástica, sua corrente estilística, as técnicas construtivas adotadas e a disponibilidade dos materiais então usados. Nos setecentos, a arquitetura religiosa mineira seguia as normas e os sistemas construtivos em voga na metrópole: madeira, pedra e barro. Nesse contexto, terra

e pedra, utilizadas como matéria-prima, somavam-se à estrutura autônoma de madeira, dando origem à tipologia construtiva do período e, consequentemente, das edificações em estudo.

A madeira, utilizada como arcabouço estrutural, tem a particularidade de sofrer significativas alterações de volume em presença de umidade associada a amplitudes térmicas, o que favorece o aparecimento de danos relacionados a esta característica, como apodrecimento, alterações cromáticas e destacamento da camada de tinta, além do ataque de fungos e insetos.

Em edificações antigas, o apodrecimento da madeira é comum nas áreas de junções das vigas com as paredes de alvenaria e nas fundações em contato com o solo. As janelas e portas são os elementos que mais são afetados por umidade de precipitação, seja pela própria geometria do elemento, seja pela má vedação de juntas e execução inadequada de drenos nos peitoris.

Embora a madeira apresente resistência mecânica tanto a esforços de tração quanto aos de compressão, sua degradação pode ser, ainda, resultado de fadiga, provocada por ações de origem dinâmica, pelo aumento de tensões instaladas e por redistribuição de esforços oriundos de outros elementos.

As alvenarias, com função exclusivamente de vedação, são feitas, sobretudo, em terra crua[3], material que tem, de modo geral, uma resistência à tração muito baixa e pode facilmente exibir sinais de fissuração ou separação entre elementos. Ainda que apresentem resistência à compressão, esforços próximos à capacidade dos materiais podem causar fendas verticais como primeiro sinal de dano, conduzindo a maiores deformações laterais e destacamentos.

Os danos da alvenaria podem resultar do comportamento estrutural, originando manifestações patológicas com instabilidade local ou global em elementos e na própria estrutura; ou resultar do comportamento do material, resultando em manifestações patológicas localizadas, como fissuras nas vedações e descolamento de placas de revestimento. As alvenarias de tijolo de terra crua, ou adobe, e aquelas de pau-a-pique, por serem muito porosas, tendem a absorver muita água, podendo acarretar, ainda, problemas de umidade, com a degradação do material, e até mesmo causar danos na estrutura, principalmente pelo apodrecimento da madeira.

A pedra aparente também sofre danos associados à poluição atmosférica, à presença de água e à temperatura, que levam a modificações da aparência, coesão, dimensões ou composição química. As manifestações patológicas mais recorrentes estão associadas, sobretudo, à umidade, que constitui condições favoráveis para o crescimento de vegetação que, embora seja inofensiva na maioria dos casos, pode exercer efeitos químicos e mecânicos, acentuando as deteriorações já existentes. (MOTTA, 2010) Paredes de pedra ainda constituem meios propícios ao desenvolvimento de colônias biológicas como fungos, bolores e musgos, devido, também, à presença de umidade.

[3] Terra crua é a designação genérica que se dá aos materiais de construção produzidos com solo, porém, sem passar pelo processo de cozimento (queima)

As camadas de regularização e proteção eram constituídas por argamassas de cal e areia, eventualmente com adições minerais e aditivos orgânicos. Segundo Motta (2010), geralmente, as camadas internas tinham granulometria mais grosseira que as externas, com isso, a capacidade de deformar sem causar danos maiores e a porosidade iam aumentando do interior para o exterior, promovendo, desse modo, um bom comportamento às deformações estruturais e à água, já que, com o aumento da porosidade, a liberação de água é facilitada.

Esses revestimentos, pela grande exposição às ações externas e pelo seu papel de proteção das alvenarias, são os elementos mais sujeitos à degradação, sobretudo pela ação da água. Um dos danos mais significativos é a cristalização de sais, sob a forma de eflorescências, contribuindo para a perda de aderência da tinta e para a fissuração e o destacamento do reboco.

3.3 Análise das edificações

Segundo ICOMOS (2004), o método de análise de edificações requer tanto dados qualitativos, baseados na observação direta da degradação dos materiais e dos danos estruturais, como também dados quantitativos, obtidos por meio de ensaios e modelos matemáticos.

Limitando-se este estudo aos dados qualitativos, essa avaliação teve por base a inspeção visual das construções, a partir do mapeamento dos danos visíveis, com o objetivo de identificar as degradações e danos e os efeitos do meio ambiente sobre essas edificações. As fachadas dos edifícios, denominadas segundo sua orientação solar, foram assim analisadas quanto à sua composição geral e geometria, detalhes de superfície e materiais construtivos.

3.3.1 Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição – IG-M

A fachada frontal, orientada para Nordeste (NE), foi concebida com uma simetria especular que enfatiza a grande porta de acesso ao edifício. Trata-se de fachada solucionada com algumas superfícies não co-planares, como os avanços dos alicerces em pedra e os balcões do piso do coro, cuja geometria contribui para o acúmulo de sujidade, e para manchas por lavado de chuva. Por suas características construtivas, observa-se fissuração por movimentação higroscópica nas alvenarias, sobretudo nas junções de materiais distintos; além de empolamento e destacamento da pintura a base de cal ao longo de toda a superfície. Os revestimentos em madeira encontram-se ressecados, com alteração cromática, devido à alta incidência solar no plano, apresentando, ainda, início de destacamento da pintura. Revestimentos em pedra apresentam ataque de fungos, alteração cromática, manchas de umidade, além de presença de vegetação, como apresentado na Figura 2.

As fachadas laterais, orientadas para Sudeste (SE) e Noroeste (NO), mantém a mesma distribuição de aberturas e elementos avançados e recuados que, como ocorre na fachada frontal, contribuem para o aumento da deposição de partículas de sujidade e incidência de manchas por lavado de chuva. Observam-se fissuras por retração e movimentação higroscópica nas alvenarias e embasamento de concreto, e fissuras provenientes de aberturas,

em janelas e óculos, manchas de umidade localizada, como apresentado na Figura 3, e destacamento da pintura à cal, sobretudo na fachada SE, Figura 4. Nesta elevação são maiores os danos observados, resultantes da combinação dos materiais empregados e umidade; assim, é notória a presença de umidade e a acumulação de sais na superfície da torre e proximidades, além da presença de fungos e vegetação no embasamento de pedra, de perda de pequenas partes de reboco nas junções de diferentes materiais, e de umidade localizada, sobretudo próximo às coberturas. No madeiramento, observa-se ressecamento, com alteração cromática e destacamento de pintura, principalmente nos beirais dos telhados.



2



3



4

Figura 2: Vista parcial da Igreja Matriz. Figura 3. Detalhe: Fachada NO. Figura 4. Detalhe: Fachada SE. Fotografias: Gustavo E. S. Lima. Janeiro de 2014.

A fachada posterior, orientada para Sudoeste (SO) é a elevação com menor dano observado. Por apresentar menor quantidade de aberturas, ocorre menor acúmulo de sujidade e de manchas de lavado de chuva. Os revestimentos em madeira se encontram com baixo índice de ressecamento e alteração cromática, sobretudo em virtude da mínima incidência solar no plano. Destaque, apenas, para a umidade ascendente, associada à umidade por precipitação.

3.3.2 Igreja de Nossa Senhora do Carmo – IG-C

Das edificações analisadas, a IG-C é o imóvel mais deteriorado, e que apresenta maiores problemas com fissuração por retração e movimentação higroscópica, e aquelas provenientes de aberturas, em janelas, portas e óculos, além dos danos vinculados à presença de umidade e acumulação de sais na superfície da vedação (eflorescência).

A fachada frontal, orientada para Nor-noroeste (NNO), é a elevação mais atingida, Figura 5. Trata-se de fachada em que, por suas características construtivas, pode-se verificar alta incidência de umidade localizada, que destaca sua estrutura interna em madeira; além de elevada ocorrência de fissuras por retração, provenientes de aberturas e aquelas originadas pela movimentação higroscópica das alvenarias, sobretudo nas junções de materiais distintos.

Notou-se, ainda, diferenciação na superfície inferior da alvenaria em toda a extensão do imóvel, onde o reboco foi substituído em intervenção anterior, estando, atualmente desprendendo em virtude da umidade ascendente, associada à umidade por precipitação, sobretudo nas fachadas laterais Oés-sudoeste (OSO) e Lés-nordeste (ENE), Figura 6. Nessas fachadas, há presença de umidade localizada nos encontros das alvenarias com as coberturas das sacristias laterais, como apresentado na Figura 7, e ocorre, ainda, empolamento e destacamento da pintura a base de cal ao longo de todas as superfícies. Os revestimentos em madeira encontram-se ressecados, com alteração cromática e elevado índice de destacamento da pintura. A fachada posterior, orientada para Su-sudeste (SSE) é, proporcionalmente, a elevação com menor dano observado, apresentando, ainda que em menor intensidade, as mesmas manifestações patológicas levantadas nas fachadas laterais.



5



6



7

Figura 5: Vista frontal da Igreja do Carmo. Figura 6. Detalhe: Fachada ENE. Figura 7. Detalhe: Fachada OSO. Fotografias: Gustavo E. S. Lima. Janeiro de 2014.

3.3.3 Igreja do Bom Jesus de Matozinhos – IG-BJ

A IG-BJ apresenta, em todas as vedações, problemas com fissuração por retração e movimentação higroscópica, e aquelas provenientes de aberturas, além dos danos vinculados à presença de umidade e acumulação de sais na superfície (eflorescência). A fachada frontal, orientada para Sudoeste (SO), é a elevação mais atingida, como se pode verificar na Figura 8, na qual, em função de sua geometria, é favorecido o acúmulo de sujidade, e o surgimento de manchas por lavado de chuva. Apresenta, ainda, empolamento e destacamento da pintura a base de cal, Figura 10; além de umidade ascendente nas alvenarias e nos embasamentos em pedra, com presença de vegetação nesses últimos.

Notou-se, ainda, diferenciação de textura do reboco da alvenaria em toda a extensão lateral do imóvel, no embasamento das paredes, onde o reboco foi substituído em intervenção anterior, estando, atualmente enegrecido e com eflorescência em função da umidade ascendente, Figura 9. Nas fachadas laterais Noroeste (NO) e Sudeste (SE) ocorre, ainda, destacamento da pintura à cal e umidade localizada nas torres e próximo ao encontro das alvenarias com as coberturas das sacristias. No madeiramento, observa-se ressecamento, com alteração cromática e destacamento de pintura, principalmente nos beirais dos telhados. A fachada posterior, orientada para Nordeste (NE), é a elevação com menor dano observado, apresentando, ainda que em menor intensidade, as lesões levantadas nas fachadas laterais.


8


9


10

Figura 8: Vista frontal Igreja do Matozinhos. Figura 9. Detalhe: Fachada NO. Figura 10. Detalhe: Fachada SO. Fotografias: Kelly D. Souza. Janeiro de 2014.

3.4 Interpretação dos resultados

Na análise das manifestações patológicas observadas, para facilitar a identificação dos danos ocorridos, as fachadas de cada edificação foram classificadas e divididas em grupos de três segundo orientação similar, conforme Tabela 1. Devido à implantação desses edifícios, foram analisados quatro grupos de orientações, definidas por quadrantes: Quadrante 1 – NO-N-NE, que corresponde à faixa entre os pontos colaterais Noroeste (NO) e Nordeste (NE); Quadrante 2 – NE-L-SE, faixa entre os colaterais Nordeste (NE) e Sudeste (SE); Quadrante 3 – SE-S-SO, faixa entre os colaterais Sudeste (SE) e Sudoeste (SO) e Quadrante 4 – SO-O-NO, faixa entre os colaterais Sudoeste (SO) e Noroeste (NO)[4].

Tabela 1: Quadro geral das manifestações patológicas observadas nas vedações dos edifícios.

		Degradação do material												**Umidade**			
		Alvenarias					**Revestimento Pedra**			**Revestimento Madeira**							
Fachada	**Manifestação patológica**	Fissura	Desprendimento reboco	Destacamento caiação	Sujidade	Dano Humano	Ataque de fungos	Alteração cromática/ sujidade	Presença de vegetação	Ressecamento	Alteração cromática	Destacamento de tinta	Ataque insetos/ fungos	Infiltração ascendente	Infiltração localizada	Apodrecimento de elementos de madeira	Eflorescência
NO-N-NE	IG-M	●		●	●		●	●	●	●	●	●		●	●		
	IG-C	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●
	IG-BJ	●		●	●					●	●			●	●		●
NE-L-SE	IG-M	●		●	●		●	●	●	●	●	●		●	●		●
	IG-C	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●
	IG-BJ	●		●	●		●	●	●	●	●	●		●	●		●
SE-S-SO	IG-M	●		●	●					●	●			●	●		
	IG-C	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●	●	●
	IG-BJ	●		●	●		●	●	●	●	●			●	●		●
SO-O-NO	IG-M	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●		●	●		●
	IG-C	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●
	IG-BJ	●		●	●		●	●	●	●	●	●		●	●		●

[4] Cabe esclarecer que a repetição de um colateral em grupos consecutivos é apenas para marcação do intervalo, sendo que o primeiro ponto colateral do quadrante não está contido no mesmo.

Fachadas orientadas para o Quadrante 1 – NO-N-NE apresentaram, em maior intensidade, danos decorrentes da degradação dos revestimentos das alvenarias e dos revestimentos de madeira, devido a exposição à radiação solar. Verificou-se, ainda, com maior incidência na IG-C, manchas de umidade ascendente e localizada.

As fachadas voltadas para o Quadrante 2 – NE-L-SE foram as que apresentaram problemas patológicos com maior intensidade em todos os elementos analisados, com destaque para os danos nas alvenarias, sobretudo empolamento e destacamento da caiação e sujidade, e para as manifestações patológicas relacionadas às umidades ascendente e localizada.

Considerando a intensidade dos danos verificados, as fachadas orientadas para o Quadrante 3 – SE-S-SO foram as que apresentaram menor índice patológico. Assim como nas demais, são relevantes as manifestações de empolamento e destacamento da caiação e sujidade; entretanto, são pouco intensos os danos que afetam os revestimentos em pedra e madeira, bem como aqueles inerentes à umidade.

Nas fachadas orientadas para o Quadrante 4 – SO-O-NO destacam-se os danos no reboco e caiação, além das manifestações patológicas que incidem sobre os revestimentos de madeira, sobretudo o ressecamento e a alteração cromática, em virtude da exposição à radiação solar.

Observou-se que, embora em diferentes intensidades, as manifestações patológicas listadas foram identificadas em todos os grupos de orientação solar. Verificou-se que, indiferente a essa orientação, a geometria da fachada tem grande influência na deposição de sujidade e na presença de manchas por lavado de chuva, o que faz com que as fachadas posteriores, arquitetonicamente menos elaboradas, estejam menos sujeitas a esse dano. Constatou-se, também, que a ocorrência de manchas de umidade em todas as fachadas está associada à infiltração ascendente conjugada com a umidade de precipitação, decorrente de falhas no sistema de escoamento da água da chuva. A análise confirmou que os danos verificados nos revestimentos em madeira são mais severos nas fachadas com maior incidência solar; e que o apodrecimento de elementos e ataque de insetos está diretamente relacionada aos trabalhos de conservação, sendo assim mais recorrentes na IG-C, restaurada a cerca de dez anos, do que nas edificações IG-M e IG-BJ, que passaram por intervenções a quatro anos. Confirmou-se, ainda, que os materiais das vedações, em virtude de sua porosidade, tendem a reter a água em seu interior, causando manchas de umidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das manifestações patológicas de uma edificação, bem como de seus sistemas construtivos, materiais e as condições ambientais de seu local de inserção, permitem que sejam realizadas restaurações e manutenções de forma sistêmica, visando à ampliação de sua vida útil com um requerido nível de desempenho.

Pode-se perceber nos dados investigados como os aspectos relativos ao sistema construtivo tradicional e o uso simultâneo de diferentes materiais influenciam na totalidade dos danos verificados. Nesse sentido, em se tratando de edificações de interesse histórico, este conhecimento deve se apresentar muito mais consolidado, pois a proliferação de manifestações patológicas e seu tratamento tardio e/ou de forma inadequada pode gerar avarias de solução complexa e onerosa. Acredita-se, assim, que quando diagnosticados os problemas patológicas, principalmente em sua fase inicial, maiores são as possibilidades de sucesso no planejamento e execução das intervenções.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: **edificações habitacionais**: desempenho: parte 1 - requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério da Cultura/Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Arquivo Noronha Santos**. http://www.iphan.gov.br.

COSTA, L. **Arquitetura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 2002.

GANDEMER, J. Wind environment around buildings: Aerodynamic concepts. In: International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, 4., 1975, London. **Proceedings…** London: Cambridge University Press, 1975, p. 423-432. Disponível em: <http://books.google.com.br/books>. Acesso em: 05 jan. 2014.

ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. **Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico.** Tradução livre por Paulo B. Lourenço e Daniel V. Oliveira. Universidade do Minho. Departamento de Engenharia Civil. 2004. Disponível em: <www.civil.uminho.pt/masonry>. Acesso em: 05 jan. 2014.

MOTTA, S. N. M. **Metodologia para caracterização dos processos construtivos e das patologias de edificações históricas:** estudo de caso em Ouro Preto – MG. 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.

RIBEIRO, R. T. M.. Patologias nas construções históricas. In: BRAGA, M.. (Org.) **Conservação e restauro:** arquitetura brasileira. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.

VALLEJO, F. J. L. **Ensuciamiento de fachadas por contaminación atmosférica:** análisis y prevención. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones, 1990.