

Análise da influência de diferentes tipos de cobertura em patologias de fachada

Analysis of the influence of different coverage types in façade pathologies

Noyuke Silva Hamado

Graduando do curso de Engenharia Civil (UNIPAM).

E-mail: noyukehamado@unipam.edu.br

Nancy Tiemi Isewaki

Professora orientadora (UNIPAM).

E-mail: nancyti@unipam.edu.br

Resumo: O presente artigo mesclou duas temáticas do campo da construção civil, raramente estudadas conjuntamente: coberturas e patologias em edificações. Objetivou-se estudar a influência dos diferentes tipos de cobertura no aparecimento e evolução de patologias de fachada. Para alcançar os resultados obtidos, foi criado um modelo de *check-list* para aplicação em campo, em um espaço amostral de 12 edificações do município de Patos de Minas (MG), escolhidas segundo critérios de orientação da fachada em relação aos pontos cardeais e trânsito local. Definiram-se 3 grupos de 4 edificações, representando os tipos mais utilizados de cobertura: cerâmica, fibrocimento e metálica. Através de abordagem quanti-qualitativa, verificaram-se outras variáveis que interferiram nas manifestações patológicas, contribuindo favoravelmente para o desenvolvimento patológico. Em relação aos tipos de cobertura, verificou-se que a presença de um ou outro tipo específico não interfere significativamente na proteção das fachadas nem auxiliam, de forma direta, no surgimento e evolução de tais problemáticas.

Palavras-chave: Edificação. Fachada. Manifestação patológica.

Abstract: This article merged two themes of the field of civil construction seldom studied together: roofs and pathologies in buildings. The objective of this study was to study the influence of different coverage on the appearance and evolution of facade pathologies. In order to reach the obtained results, a check-list model was created for field application, in a sample space of 12 buildings in Patos de Minas (MG), chosen according to orientation criteria of the façade in relation to the cardinal points and local traffic. Three groups of four buildings were defined, representing the most used types of cover: ceramic tiles, fiber cement and metallic. Through quantitative-qualitative approach, other variables that interfered in the pathological manifestations were verified, contributing favorably to the pathological development. In relation to coverage types, it was verified that the presence of one or another specific type does not significantly interfere in the protection of the façades nor does it directly aid in the emergence and evolution of such problems.

Keywords: Building. Façades. Pathological manifestation.

1 INTRODUÇÃO

Na evolução da espécie humana no planeta, existe a necessidade da procura de abrigo em local seguro, não apenas para sua proteção como também para o seu conforto. A cobertura de tal espaço se tornou uma variável fundamental para melhor acolhimento da espécie, que atribuía valor social às suas conquistas. Com o intuito principal de proteção contra as intempéries naturais e externas, a cobertura em uma construção, ainda hoje, é um quesito de suma importância em qualquer edificação, possuindo muitas vezes um caráter puramente estético e em outras um caráter sumariamente funcional.

Influenciada diretamente pelo estilo da cobertura, a fachada se apresenta como uma prévia de tudo que uma construção pode oferecer, seja em níveis estruturais, seja em níveis arquitetônicos. Na era atual, não obstante os avanços tecnológicos e a crescente padronização de técnicas no âmbito da engenharia civil, as patologias presentes nas fachadas das edificações ainda se constituem como algo comum de ser encontrado. Os estados patológicos desencadeiam diversas outras problemáticas, no exterior e no interior da edificação. Segundo Bertolini (2010), tanto a umidade, e os ciclos de secos-molhados que as alvenarias sofrem, quanto as variações de temperatura podem gerar tensões internas que ocasionam as piores degradações no processo patológico, com o desenvolvimento de fissuras. Assim, é essencial o estudo das estruturas que influem em tais fenômenos, como, de forma direta, as coberturas.

A presente pesquisa relacionou alguns dos tipos de cobertura existentes com o aparecimento, assim como o agravamento, de patologias de fachada, e tomou como estudo a análise de casos no município de Patos de Minas (MG). Para isso, levou-se em consideração a alta incidência de patologias de fachada no município referido, principalmente relacionadas à umidade, como manchamento e infiltração. Ainda, tomou-se como base o fato de a cobertura de uma edificação estar relacionada ao escoamento de águas pluviais, buscando evitar o enraizamento de qualquer umidade na alvenaria e estrutura de uma construção.

A presente pesquisa justifica-se em virtude de se analisarem dois campos específicos da Engenharia Civil pouco estudados: a arquitetura e estrutura das coberturas e as patologias de fachadas. Há poucos estudos que demonstrem uma relação de causa e efeito entre essas áreas específicas. Desse modo, através de pesquisa de campo e análise de casos, este estudo estabeleceu critérios que conectam as tipologias de cobertura ao desenvolvimento de patologias de fachada. Além da correspondência entre as duas áreas do conhecimento pesquisadas, foram analisadas as específicas influências que levaram aos casos patológicos estudados, buscando aplicar da melhor forma na construção civil os sistemas e as técnicas, tanto de construção de fachadas, quanto de coberturas de forma geral.

Com a presente pesquisa de iniciação científica, objetivou-se analisar o impacto de alguns tipos específicos de cobertura, arquitetônica e estruturalmente, no surgimento e desenvolvimento de patologias nas fachadas. Posto isso, realizando uma análise de campo comparativa entre construções com tipologias de cobertura diferentes no município de Patos de Minas (MG), objetivou-se identificar os fatores em cada caso que levaram ao aparecimento das patologias e, assim, a função da cobertura no

referido estado patológico. Ademais, pretendeu-se criar um modelo analítico padrão para estudo de patologias de fachada em diversas situações e estabelecer parâmetros para futuras pesquisas relacionando estados patológicos característicos em fachadas com diferentes coberturas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 COBERTURAS

A cobertura sempre foi um elemento essencial para que o ser humano se estabelecesse em um local, pois deveria atender às necessidades de proteção e conforto da região de modo suficientemente adequada para que se pudesse estabelecer um modelo social familiar. Dessa forma, segundo Azeredo (1997), a cobertura de um edifício tem como principal finalidade o abrigo contra as intempéries e deve possuir propriedades isolantes. Ainda segundo Azeredo (1997), para que uma cobertura seja ideal em relação ao conforto, ela deverá ser impermeável, resistente, inalterável quanto à forma e ao peso, leve, de secagem rápida, de fácil colocação, de longa duração, de custo econômico, de fácil manutenção, deverá prestar-se às dilatações e contrações e ter bom escoamento.

Ao longo da história, as construções foram cobertas das mais diversas formas e de acordo com as possibilidades materiais e de engenharia de cada época. Segundo Addis (2009), na Antiguidade a maior parte das edificações era coberta com palha; na civilização egípcia, assim como na grega, a cobertura era feita com placas de pedra apoiadas em vigas do mesmo material; nas casas populares romanas – as *insulae* – havia a cobertura de madeira sustentando telhas de barro. Chegando à Idade Média, apesar do enorme desenvolvimento de abóbodas nas igrejas, feitas dos mais diversos materiais incluindo o concreto, a maioria das casas populares ainda se utilizava da palha como cobertura. Só posteriormente houve a gradual troca de sistema de cobertura, passando a serem utilizadas estruturas de ferro cobertas com concreto e materiais cerâmicos.

Embora seja quase “inconsciente” o desenvolvimento de materiais e técnicas de cobertura nas mais diferentes regiões do globo terrestre, em cada cultura houve um desenvolvimento próprio segundo as características locais. As coberturas desenvolvidas em regiões frias e úmidas foram diferentes das projetadas por engenheiros que tiveram que enfrentar a neve, assim como os que tiveram que lidar com regiões tropicais. Dessa forma, acima de tudo, podem-se entender as coberturas como expressão cultural de um povo ou de uma região, cada uma possuindo um contexto e buscando resolver problemáticas específicas. As coberturas foram muitas vezes adaptadas e reproduzidas de forma errônea em outros contextos para os quais não foram nem deveriam ter sido projetadas, influenciando em toda a edificação em si.

2.2 PATOLOGIAS DE FACHADA

As fachadas de uma edificação funcionam como uma prévia de toda a obra, expondo suas qualidades e defeitos técnicos e estéticos. Constituídas, em sua maioria,

de alvenaria de revestimento, as fachadas padecem de diversas problemáticas pelo simples fato de estarem em contato direto com as intempéries ambientais. Tais evidências se encontram no desenvolvimento de patologias nas fachadas; essas patologias muitas vezes podem migrar para o interior da edificação das mais diversas formas. Esses fenômenos de degradação, segundo Bertolini (2010), podem ocorrer só na presença de água ou se o teor de umidade na alvenaria é elevado, com poucas exceções. Assim, a permanência de água na alvenaria não só pode comprometer a funcionalidade dos edifícios, mas também é a principal causa de sua degradação.

Segundo Campante e Sabbatini (2001), manifestações patológicas são situações nas quais os sistemas de revestimento deixam de apresentar o desempenho esperado em determinado momento de sua vida útil, ou seja, não cumprem suas funções, deixando de atender às necessidades dos usuários. A manifestação patológica acontece com a queda, repentina ou gradual, de desempenho, precocemente, em relação à sua estimativa de durabilidade. Segundo Yazigi (2014), dentre as mais comuns manifestações patológicas referentes à interação com a umidade em edificações, destacam-se manchas de umidade, corrosão, bolor (ou mofo), algas, líquens, eflorescências, descolamento de revestimentos, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos, fissura e mudança de coloração de revestimentos, além da degradação e descolamento da pintura. Vale destacar, no entanto, que tais manifestações não se restringem somente a si mesmas, podendo evoluir para outras situações agravantes, assim como o fato de apresentarem-se nas fachadas pode ser apenas o começo do seu contágio em uma edificação, devido à relação em cadeia que estabelecem entre si.

2.2.1 Descolamento de argamassa

Os descolamentos são a separação de camadas do revestimento argamassado, podendo se dar de forma pulverulenta, com empolamento ou ainda em placas. As principais causas dessa manifestação patológica, em argamassas de cal, são uso de produtos não hidratados ou a falta de hidratação completa da cal extinta e má qualidade da cal ou preparo inadequado da pasta. Já em argamassas mistas, a principal causa é o excesso de cimento (BAUER, 1994).

2.2.2 Eflorescência

As eflorescências são depósitos cristalinos formados pela presença de soluções salinas, tanto na superfície quanto no interior de alvenarias. Surgem pela evaporação ou variação de temperatura em meio úmido (GONÇALVES, 2007). Dependendo do tipo de sal depositado, as eflorescências podem causar degradações profundas na estrutura. Essa patologia possui três fatores decisivos que devem coexistir para o seu surgimento: o teor de sais solúveis presente no meio, a presença de água e a pressão hidrostática (UEMOTO, 1988).

2.2.3 Destacamento de revestimento

Os destacamentos em um revestimento ocorrem devido à perda de aderência entre a argamassa e as placas de cerâmicas nela fixadas, ou entre a argamassa colante e a base. A primeira característica dessa patologia é a presença de um som cavo nas placas cerâmicas quando percutidas (ALMEIDA, 2012). Geralmente, tal manifestação surge pelo desenvolvimento de tensões que ultrapassam a capacidade de aderência devido às mais diversas causas, como ausência de juntas de dilatação, retração da argamassa de assentamento, deformações devido a variações de umidade, deformações advindas da infiltração de água nas fachadas, dilatações térmicas e deformações na estrutura (CHAVES, 2009).

2.2.4 Manchamento

O manchamento pode se dar de diversas formas, com diferentes características. Existem as manchas advindas de sujeiras, geralmente relacionadas à utilização de tintas de baixa qualidade, que apresentam alta porosidade e não apresentam resistência adequada ao aparecimento de manchas, ou ainda à aplicação da tinta sem que a superfície esteja corretamente selada (POLITO, 2006). No entanto, o tipo mais comum de manchamento é o que chamamos de bolor ou mofo. O desenvolvimento dessa manifestação está diretamente ligado à presença de umidade, seja na estrutura (por infiltração ou encanamento rompido), seja no ar (pela elevada umidade relativa do ambiente). O emboloramento é consequência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos, que se desenvolvem em locais úmidos e escuros ou abafados (ALUCCI; FLAUZINO; MILANO, 1988).

2.2.5 Trincamento e fissuração

Dentre todas as manifestações patológicas que podem acometer uma estrutura, as trincas e fissuras são consideradas a mais graves por poder ser o indício de um estado perigoso para a estrutura, comprometer o desempenho (estanqueidade, durabilidade, isolamento acústico, etc.) e constranger psicologicamente os seus usuários (THOMAZ, 1989). São os problemas mais comuns enfrentados por usuários e estão presente na grande maioria das edificações. Segundo classificação da ABNT NBR 9575:2010, as aberturas maiores que 0,5 mm e menores que 1 mm são denominadas trincas, enquanto as aberturas maiores que 0,05 mm e menores que 0,5 mm são denominadas como fissuras. Havendo, ainda, as microfissuras, compreendendo aberturas menores que 0,05 mm.

O surgimento das trincas e fissuras pode estar relacionado aos mais diversos fenômenos, como movimentações térmicas e higroscópicas, existência de sobrecargas, deformabilidade excessiva, recalques diferenciais da fundação, retração de produtos cimentícios e alterações químicas dos materiais (THOMAZ, 1989).

3 METODOLOGIA

Apresentam-se a seguir o percurso metodológico utilizado para o cumprimento dos objetivos desta pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi desenvolvido, primeiramente, através de uma pesquisa bibliográfica com aprofundamento teórico a respeito tanto de coberturas, quanto de patologias de fachadas. Entender o mecanismo de cada uma dessas áreas específicas foi fundamental para que fossem estabelecidas relações de causa e efeito, bem como ressaltar as influências recíprocas.

Para comparar as estruturas e arquiteturas dos telhados, foi realizada uma pesquisa de campo para identificação e caracterização de patologias em 12 edificações no município de Patos de Minas (MG). A interpretação de dados foi feita sob duas perspectivas. A análise quantitativa foi utilizada para o levantamento das patologias em quantidade numérica de ocorrência, estabelecendo também parâmetros de classificação para a gravidade ou estado de ocorrência de cada patologia. Em seguida, foi realizada uma análise qualitativa para comparar os resultados da pesquisa e estabelecer uma possível relação entre o tipo de telhado e as patologias detectadas nas fachadas.

3.2 PESQUISA DE CAMPO

Para registrar a ocorrência de patologias e o tipo de estrutura do telhado de cada edificação estudada, foi desenvolvido um método de recolhimento de dados na forma de uma ficha, visando à verificação da quantidade de patologias, os tipos e o grau de acometimento. Também foi desenvolvido um relatório fotográfico para registro das imagens correspondentes ao estado de conservação das edificações analisadas. Com o método determinado, foi feito o estudo de caso em 12 edificações no município de Patos de Minas (MG), relacionando os tipos de telhado com as manifestações patológicas presentes. As 12 edificações escolhidas foram visitadas e houve o recolhimento de dados fotográficos para análise acurada.

Foram definidas para o estudo 4 construções com cobertura em telha cerâmica, 4 com cobertura em telha de fibrocimento e 4 com telhado metálico; dentro de cada grupo, cada edificação estava voltada para um ponto geográfico, ou seja, Norte, Sul, Leste e Oeste. Essas obras foram analisadas visualmente, conforme critérios preestabelecidos para classificação das patologias sendo, posteriormente, analisados esses resultados com o tipo e a influência das coberturas, levando em consideração as especificidades arquitetônicas de cada uma.

3.3 ELABORAÇÃO DO *CHECK-LIST*

Desenvolveu-se um modelo de coleta de dados, denominado Ficha de Inspeção de Patologias em Fachadas, que aglomerou, em um único quadro, informações a

respeito da edificação a ser analisada. Assim foi possível obter uma visão geral da edificação, facilitando o cruzamento de dados para interpretação.

Figura 01 – Check-list: Ficha de Inspeção de Patologias em Fachada

FICHA DE INSPEÇÃO DE PATOLOGIAS EM FACHADAS						
RESP. INSPEÇÃO:				CREA:	DATA:	
RESP. EDIFICAÇÃO:				TEL.:		
ENDEREÇO:						
NÍVEL DE INSPEÇÃO:		<input type="checkbox"/> NÍVEL 1		<input type="checkbox"/> NÍVEL 2		<input type="checkbox"/> NÍVEL 3
TIPOLOGIA DA EDIFICAÇÃO:		<input type="checkbox"/> RESIDENCIAL		<input type="checkbox"/> COMERCIAL		<input type="checkbox"/> INDUSTRIAL <input type="checkbox"/> OUTROS
COBERTURA:		<input type="checkbox"/> CERÂMICA <input type="checkbox"/> FIBROCIMENTO		<input type="checkbox"/> METÁLICA		<input type="checkbox"/> OUTROS
Nº PAVIMENTOS:	IDADE EDIFICAÇÃO:		ÚLTIMA REFORMA:		PADRÃO CONSTRUT.:	
OBS. DA REFORMA:						
ORIENTAÇÃO FACHADA:		<input type="checkbox"/> NORTE		<input type="checkbox"/> SUL		<input type="checkbox"/> LESTE <input type="checkbox"/> OESTE
CLIMA DA REGIÃO:		<input type="checkbox"/> SECO				<input type="checkbox"/> ÚMIDO
UMIDADE RELATIVA NO MOMENTO DA INSPEÇÃO:						
PERÍODO DA INSPEÇÃO:		<input type="checkbox"/> MATUTINO		<input type="checkbox"/> VESPERTINO		<input type="checkbox"/> NOTURNO
PATOLOGIA	GRAU DE CRITICIDADE			LOCAL	Nº FOTO	OBSERVAÇÕES
	MÍNIMO	MÉDIO	CRÍTICO			
DESCOLAMENTO DE ARGAMASSA						
EFLORESCÊNCIA						
DESTACAMENTO DE REVESTIMENTO						
MANCHAMENTO						
TRINCAMENTO E FISSURAÇÃO						
CROQUI:						

Fonte: Elaborado pelo autores

4 RESULTADOS

No desenvolvimento de patologias no espaço amostral, encontrou-se a realidade de manifestações apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Manifestações patológicas nas amostras

Edificação	Cobertura	Descolamento Argamassa	Eflorescência	Destacamento revestimento	Manchamento	Trincamento
E1	Cerâmica				x	x
E2	Cerâmica				x	x
E3	Cerâmica				x	x
E4	Cerâmica	x			x	x
E5	Fibrocimento				x	x
E6	Fibrocimento		x		x	x
E7	Fibrocimento				x	
E8	Fibrocimento				x	x
E9	Metálica				x	x
E10	Metálica					
E11	Metálica				x	x
E12	Metálica					x
Total		1	1	0	10	10

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando-se os dados extraídos em campo, constata-se a manifestação de fissuras e manchamentos em 10 das 12 edificações do espaço amostral, tornando a ocorrência dessas manifestações presente em 83,3% dos casos. O fato, escolhido propositalmente, de as amostras contidas no espaço amostral estarem localizadas em vias de grande movimento, sujeitas a intempéries de todas as ordens, constitui um ambiente favorável a essas manifestações. No entanto, fissuras estão relacionadas a movimentações dos elementos construtivos (sejam de origem higroscópicas ou estruturais), bem como manchamentos estão relacionados à qualidade de absorção e evaporação da umidade pelos materiais (BAUER, 1994). Dessa forma, podem ser estabelecidos como causas para o aparecimento corriqueiro dessas problemáticas o padrão de qualidade de materiais e a mão de obra utilizada, não caracterizando necessariamente uma correlação com as tipologias de cobertura analisadas.

4.1 ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA

Em relação às orientações das fachadas, tomando como base os pontos cardeais, notaram-se diferenças que se aplicaram a certas posições. Nas edificações cujas fachadas se encontravam orientadas para o Norte ou para o Sul, as manifestações patológicas mais comuns (manchamento e fissuramento) concentraram-se nas partes altas, próximas à cobertura. Nas edificações com fachadas orientadas para o Leste ou Oeste, as manifestações patológicas encontraram-se homoganeamente distribuídas pela fachada. As edificações com orientação voltadas para Norte e Sul, bem como as voltadas para Leste e Oeste, estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Porcentagem afetada por orientação

Edificação	Cobertura	Orientação	Fachada Comprometida	Média por Orientação
E1	Cerâmica	Norte	30%	41,60%
E6	Fibrocimento	Norte	65%	
E9	Metálica	Norte	30 %	
E2	Cerâmica	Sul	40%	25%
E5	Fibrocimento	Sul	35%	
E10	Metálica	Sul	0%	
E3	Cerâmica	Leste	15%	10%
E7	Fibrocimento	Leste	5%	
E12	Metálica	Leste	10%	
E4	Cerâmica	Oeste	55%	53,30%
E8	Fibrocimento	Oeste	25%	
E11	Metálica	Oeste	80%	

Fonte: Elaborado pelos autores.

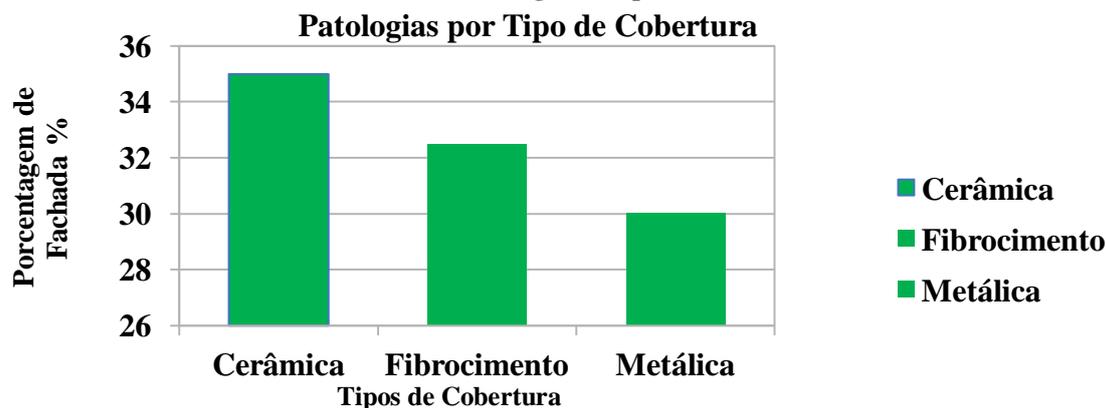
Tal fato é geograficamente explicável e verifica-se a influência da ação solar sobre o aparecimento de patologias de fachada, principalmente quando associado com a umidade presente nas edificações, seja ela advinda de qualquer origem. O resultado esperado seria que todas as fachadas das edificações voltadas para Leste e para Oeste não apenas apresentassem diferença na localização das manifestações, mas também demonstrassem maior incidência patológica em relação às fachadas voltadas para o Norte e para o Sul. Esse resultado seria justificado pela incidência elevada do sol em Leste e Oeste (nascer e poente) em detrimento da pouca incidência em Norte e Sul (trajetória paralela).

Considerando os valores médios de ocorrência de patologia por orientação, verificou-se que não houve correspondência com o esperado, visto que as fachadas com orientação a Leste apresentaram uma média de abrangência patológica menor do que a fachada voltada para oeste, enquanto as que se encontravam ao Norte apresentaram uma média maior em relação às voltados ao Sul.

4.2 IDADE DA EDIFICAÇÃO E MANUTENÇÃO

Na reunião de dados realizada em cada amostra de edificação, foi estimada a porcentagem de fachada que cada patologia acometia naquela amostra. Realizou-se, então, uma análise quantitativa das patologias. Foi elaborado o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Patologias x tipo de cobertura



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no Gráfico 1, percebe-se que as edificações com cobertura de telhas cerâmicas apresentam o maior nível percentual médio de fachada afetada por patologias (35%), seguido da cobertura com telhas de fibrocimento (32,5%) e da cobertura com telha metálica (30%). Tal resultado vai contra o esperado de que as edificações com coberturas cerâmicas estariam menos expostas à ação da chuva e consequente umidade, devido à sua estrutura que geralmente ultrapassa o limite das alvenarias, o que diminuiria e desfavoreceria um maior aparecimento e desenvolvimento de patologias. Já nas coberturas em fibrocimento e metálicas, pela alvenaria estar mais exposta e não possuir proteção direta contra a ação pluvial, devido à estrutura típica destas coberturas (geralmente com platibandas), a tendência seria o maior aparecimento de patologias.

Tal resultado inesperado, assim como o constatado em 4.1, pode ser explicado analisando-se o Quadro 3, elaborado discriminando-se as porcentagens de fachada atingida em cada edificação e adicionando-se as informações referentes à idade de construção da edificação e a presença de reformas nos últimos 5 anos.

Quadro 3 – Orientação geográfica x idade e reforma

Edificação	Cobertura	Orient.	Fachada Comprometida	Média por Orientação	Idade	Reforma - últimos 5 anos
E1	Cerâmica	Norte	30%	41,60%	Entre 20 e 50 anos	Sim
E6	Fibrocimento	Norte	65%		Acima de 50 anos	Não
E9	Metálica	Norte	30%		Entre 10 e 20 anos	Sim
E2	Cerâmica	Sul	40%	25%	Acima de 50 anos	Não
E5	Fibrocimento	Sul	35%		Entre 20 e 50 anos	Sim
E10	Metálica	Sul	0%		Entre 10 e 20 anos	Sim
E3	Cerâmica	Leste	15%	10%	Entre 10 e 20 anos	Sim
E7	Fibrocimento	Leste	5%		Entre 10 e 20 anos	Sim
E12	Metálica	Leste	10%		Entre 10 e 20 anos	Sim
E4	Cerâmica	Oeste	55%	53,30%	Acima de 50 anos	Sim
E8	Fibrocimento	Oeste	25%		Entre 10 e 20 anos	Não
E11	Metálica	Oeste	80%		Entre 20 e 50 anos	Não

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 3 apresenta uma visão mais complexa, inter-relacionando informações e permitindo o cruzamento de interpretações quanto à abrangência das manifestações patológicas em cada edificação, com a idade e a manutenção mais recente realizada em cada uma.

As edificações com fachada orientada para o Norte apresentaram, em média, 41,6% da fachada comprometida por patologias. No entanto, ao analisar-se cada amostra desse grupo, percebeu-se que as edificações E1 e E9 apresentaram baixa abrangência de patologias (30%), em que a edificação E1 possui idade entre 20 e 50 anos e a edificação E9 possui idade entre 10 e 20 anos. Essas duas edificações foram reformadas nos últimos 5 anos, fato que diminuiu os níveis de manifestações patológicas, independentemente das idades verificadas. Já a edificação E6, em que se verificou elevada abrangência patológica (65%), possuía dois fatores que influenciaram negativamente esse resultado: possuir mais de 50 anos e não ter sido reformada nos últimos 5 anos. Dessa forma, a média elevada de incidência patológica nas edificações voltadas para o Norte tem como causa a edificação E6, que elevou a média do grupo.

Nas edificações cuja fachada estava voltada para o Sul, apesar do resultado médio ter sido pequeno, como o esperado, ao analisar-se caso a caso, percebe-se como cada edificação contribuiu para essa média. A amostra E2 apresentou o maior índice patológico do grupo (40%), fato que se justifica por ser uma edificação construída há mais de 50 anos e não ter sofrido reforma nos últimos 5 anos. Já a edificação E5, cuja representatividade na média foi de 35%, tratava-se de uma edificação relativamente antiga (entre 20 e 50 anos), o que justificaria uma porcentagem de fachada atingida maior do que a constatada. No entanto, tal amostra foi reformada nos últimos 5 anos, o que se refletiu em sua fachada que, apesar de ser antiga, não apresenta o maior índice do grupo. Tais resultados se mostram ainda mais significantes na análise da amostra E10, edificação recente (entre 10 e 20 anos de idade) e que, mesmo assim, foi reformada nos últimos 5 anos, apresentando um conclusivo índice de abrangência patológica de 0%, diminuindo a média desse grupo de fachadas.

Em relação às edificações com fachadas voltadas para o Leste, esperava-se uma alta abrangência de manifestações patológicas nas fachadas, fato que se mostrou errôneo. Analisando-se caso a caso, viu-se que as 3 amostras E3, E7 e E12 apresentam idades relativamente próximas; todas terem sido construídas entre 10 e 20 anos. Tal fato, por si só, já justifica parcialmente a pouca abrangência patológica, visto se tratarem de edificações recentes. No entanto, o fator reforma corrobora completamente os resultados obtidos, visto que, além de serem edificações recentes, todas foram reformadas nos últimos 5 anos. Dessa forma, a baixa incidência patológica em E3 (15%), E7 (5%) E12 (10%) e, conseqüentemente, a média (10%) das edificações voltadas para o Leste, justifica-se mesmo contra o resultado esperado para o grupo.

Por fim, o grupo com maior média de abrangência de manifestações patológicas (53,3%) encontra nas variáveis idade e reforma, as mesmas justificativas caso a caso para esse resultado. A amostra E4 apresentou 55% de área de fachada comprometida, porcentagem que deveria ser maior considerando o fato de ser uma edificação com mais de 50 anos de idade. No entanto, a reforma nos últimos 5 anos estacou o desenvolvimento patológico, evitando maior abrangência, fato condizente com as

incidências de todas as outras amostras estudadas. Já a edificação E8 (25% de fachada comprometida) não foi reformada nos últimos anos, o que justificaria elevada porcentagem, não fosse a idade da edificação, entre 10 e 20 anos, que pode ser considerada nova. Já a amostra E11, além de ser antiga (idade entre 20 e 50 anos), não foi reformada nos últimos 5 anos, fato que justifica sua elevada taxa de manifestações patológicas (80%).

4.3 RELAÇÃO ENTRE O TIPO DE COBERTURA E AS PATOLOGIAS EM FACHADAS

Nas edificações com coberturas cerâmica e fibrocimento, observou-se a presença de manchas concentradas em beirais e pingadeiras. Nas coberturas cerâmicas, na junção da estrutura do telhado com as alvenarias de vedação, notou-se a ausência de manchas, mesmo em locais com pouca impermeabilização, uma vez que estas só apareceram em pingadeiras e beirais, locais onde a água pluvial escorre em situações de chuva. Tal fato se explica pela própria estrutura geralmente utilizada em coberturas cerâmicas, em que o caimento e as dimensões encaminham a água para longe das alvenarias. Tal proteção tipológica típica não se encontra presente em coberturas de fibrocimento, as quais, constituídas de platibandas e beirais, estão em contato constante com águas pluviais em dias chuvosos, e não possuem o mesmo sistema físico de proteção ocasionado pela estrutura de telhados cerâmicos. As imagens a seguir apresentam patologias encontradas em edificações com coberturas cerâmicas.

Figura 2 – Fissuras em coberturas cerâmicas



Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Figura 03 – Descolamento de argamassa

Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Figura 04 – Manchamento em coberturas cerâmicas

Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Na Figura 2, observam-se trincas presentes na parte superior da fachada que, apesar de possuir telhado cerâmico, apresenta uma platibanda que o esconde. Nessa mesma figura, manchas podem ser observadas no detalhe superior da fachada (que pode ser denominado pingadeira). Na Figura 3, observa-se manchamento em estruturas de laje, embora não haja manchas diretamente abaixo dos beirais da edificação. Também pode ser constatado nessa figura o descolamento de argamassa pontual ocorrido em uma zona de encontro de estruturas. Já na Figura 4, nota-se a presença de pequenas e recentes manchas em um peitoril, indicando os locais de escoamento de água pluvial naquela estrutura.

Nas edificações específicas com cobertura em fibrocimento, a presença de fissuras se concentrou em platibandas e marquises, estruturas típicas desse tipo construtivo. Desconsiderando-se a influência de fatores externos de intemperismo, tal desenvolvimento patológico é devido à exposição a águas pluviais e à falta de correta impermeabilização, uma vez que esse tipo de cobertura proporciona maior contato da chuva com os elementos construtivos da fachada de uma edificação. Sem correta impermeabilização, portanto, partes não estruturais como platibandas e marquises ficam à mercê de ações higroscópicas que levam ao aparecimento de fissuras pelo

processo de expansão e retração dos elementos. Abaixo, veem-se imagens fotográficas demonstrativas das patologias encontradas durante as visitas *in loco*:

Figura 5 – Manchamento e fissuras em marquises



Fonte: Arquivo dos autores (2018)

Figura 6 – Fissuras em cobertura de fibrocimento



Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Na Figura 5, observa-se o comprometimento da marquise, com a presença de fissuras e um manchamento generalizado. Próximo à marquise também podem ser encontradas trincas na alvenaria e próximas a esquadrias. Já na Figura 6, o trincamento se destaca na estrutura, bem como um manchamento na região fissurada.

Já nas edificações com cobertura metálica, notou-se que os manchamentos, quando encontrados, localizavam-se próximos às partes metálicas da cobertura ou fachada. Tal acometimento deve-se à ausência de correta impermeabilização, que permite o escoamento de águas pluviais de forma contínua em dias chuvosos. Notou-se também um menor índice de patologias nesse tipo construtivo quando comparado a coberturas cerâmica e fibrocimento. Tal fato, no entanto, não deve ser considerado conclusivo por si só, visto que as amostras em cobertura metálica analisadas passaram por reformas na fachada recentemente, o que provavelmente maquiou as patologias antes existentes. As imagens apresentadas caracterizam as patologias encontradas nas edificações com cobertura metálica.

Figura 7 – Manchamento em coberturas metálicas



Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Figura 8 – Fissuras em coberturas metálicas



Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Figura 9 – Manchamento em revestimento à tinta



Fonte: Arquivo dos autores (2018).

Na Figura 7, observam-se manchas derivadas do escoamento de água vinda do telhado, que desce pelos sulcos das placas metálicas que compõem a fachada. Em relação à Figura 8, notam-se fissuras localizadas e pontuais próximas à marquise metálica existente. Já na Figura 9, apresentam-se manchas e pequenas fissuras no revestimento à base de tinta na cor preta.

5 CONCLUSÕES

Após a análise, chega-se às seguintes considerações finais:

- (i) As tipologias de cobertura (cerâmica, fibrocimento e metálica) não influenciam de forma direta no surgimento ou agravamento de manifestações patológicas.
- (ii) O fator orientação geográfica, em conjunto com a qualidade de materiais, mão de obra e técnicas, influi diretamente no surgimento de patologias em edificações.
- (iii) O fator idade da edificação e a presença ou não de manutenção apresenta correlação direta com a gravidade do desenvolvimento patológico nas estruturas.
- (iv) Recomendam-se, como futuros trabalhos, pesquisas relacionando coberturas e fachadas, porém com um espaço amostral maior do que o desta pesquisa, para a obtenção de mais padrões a respeito do comportamento patológico em fachadas.

REFERÊNCIAS

ADDIS, Bill. **Edificação: 3000 anos de projeto, engenharia e construção**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 640 p. ISBN 9788577803637 (broch.).

ALMEIDA, L. L. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. 2012. Dissertação de Pós-Graduação (Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. 2012. 74 p.

ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988. p. 565-70.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013. 60 p.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: E. Blucher, 1997. 182 p. (Prática de construção civil). ISBN 9788521201298 (broch.).

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5. ed. São Paulo: LTC Editora – 2 volumes. 1994. 960 p.

BERTOLINI, Luca. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 414 p. ISBN 9788579750106 (broch.).

CAMPANTE, E. F. E SABBATIN, F. H., Metodologia para diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. 2009. Dissertação (Mestrado) na área de Especialização Materiais, Reabilitação e Sustentabilidade da Construção, Universidade do Minho, Braga, 2009. 176 p.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral P.; GULLO, Marco Antonio. **Engenharia diagnóstica em edificações**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2015. 424 p. ISBN 9788572664479 (broch.).

GONÇALVES, T. C. D. **Salt crystallization in plastered or rendered walls**. 2007. Tese de doutorado – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007. 262 p.

POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação**. Monografia (Especialização em Avaliação em Perícia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescência**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988. p. 561 - 64.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 14. ed. rev. e atual. São Paulo: Pini, 2014. 848 p. ISBN 9788572664233 (broch.).