

ANÁLISE PATOLÓGICA DE FACHADAS EM FUNÇÃO DO TIPO DE COBERTURA¹

Noyuke Silva Hamado

Graduando do 10º período do curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: noyukehamado@unipam.edu.br

Nancy Tiemi Isewaki

Docente de Graduação do curso de Engenharia Civil do UNIPAM.

E-mail: nancyti@unipam.edu.br

RESUMO: O presente artigo mesclou duas temáticas do campo da construção civil raramente estudadas em conjunto: coberturas e patologias em edificações. Visando estabelecer bases científicas neste campo pouco explorado, objetivou-se estudar a influência dos diferentes tipos de cobertura no aparecimento e na evolução de patologias de fachada. Para alcançar os resultados obtidos, foi criado um modelo de *check-list* para ser aplicado 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 movimentação local. Nesse espaço amostral, definiram-se 3 grupos de 4 edificações, representando os tipos mais utilizados de cobertura: cerâmica, fibrocimento e metálica. Através da abordagem quanti-qualitativa utilizada, verificaram-se outras variáveis que interferiram nas manifestações patológicas, contribuindo favorável ou desfavoravelmente para o desenvolvimento patológico, cada qual segundo aspectos próprios. Em relação específica à influência dos tipos de cobertura nas manifestações em fachadas, verificou-se que a presença de um ou outro tipo específico de cobertura não interfere de forma significativa na proteção das fachadas contra manifestações patológicas, bem como também não auxilia de forma direta na degradação, surgimento e evolução de tais problemáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Edificação. Fachada. Manifestação patológica.

ABSTRACT: The present article merged two themes of the field of civil construction rarely studied together: coverings and pathologies in buildings. Aiming to establish scientific bases in this unexplored field, aimed to study the influence of different types of coverage on the emergence and evolution of facade's pathologies. To achieve the results obtained, a check-list model was created to be applied in the field, in a sample space of 12 buildings in the municipality of Patos de Minas (MG), chosen according to criteria of orientation of the facade in relation to the cardinal points and local busy. In this sample space, 3 groups of 4 buildings were defined, representing the most used types of coverage: ceramic, fiber cement and metallic. Through the quantitative-qualitative approach used, other variables interfered in the pathological

¹ Trabalho apresentado na área temática 3 – Engenharia Civil: Construção Civil do V Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura, realizado de 6 a 9 de novembro de 2018.

manifestations, contributing favorably or unfavorably to the pathological development, each according to its own characteristics. In the specific relation to the influence of the types of cover in the manifestations in facades, it was verified that the presence of one or another specific type of cover does not interfere in a significant way in the protection of the facades against pathological manifestations, as well as do not directly aid in the degradation, emergence and evolution of such problems.

KEYWORDS: Building. Facades. Pathological manifestation.

1 INTRODUÇÃO

Desde a evolução social da espécie humana, existe a necessidade da procura de abrigo em local seguro, não apenas para sua proteção como também para o seu conforto. A cobertura do espaço se tornou uma variável fundamental para o 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 essencialmente 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. Esses estados patológicos podem desencadear diversas outras problemáticas, tanto no exterior quanto no interior da edificação.

Esta pesquisa levou em consideração a alta incidência de patologias de fachada na cidade de Patos de Minas (MG), principalmente as relacionadas à umidade, e tomou 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. O presente estudo, portanto, relacionou alguns dos tipos de cobertura existentes com o aparecimento, assim como o agravamento, de patologias de fachada, buscando analisar quanti-qualitativamente as influências presentes nessa relação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como desenvolvimento das pesquisas de campo e análises de caso a serem realizadas neste estudo, tomam-se como base dois assuntos dentro da Engenharia Civil: coberturas e patologias de fachada. O embasamento teórico que se segue aprofunda e esclarece essas duas temáticas que se relacionam diretamente em uma edificação.

2.1 COBERTURAS

Nos sistemas de cobertura usualmente empregados, geralmente chamados de telhados, possuímos três partes distintas: a estrutura, a cobertura em si e o sistema de captação de águas pluviais. Segundo Azeredo (1997), uma estrutura de telhado poderá ser composta de tesouras, arcos, terças, caibros, ripas, contraventamentos e mão-francesa; esses componentes podem ser de madeira, metálicas, de concreto ou misto. Tais componentes estruturais integram o sistema de construção básica dos telhados comuns e são responsáveis por suportar as cargas de peso próprio da cobertura e do sistema de captação pluvial, bem como cargas externas às quais a cobertura estará sujeita.

No Brasil, por simples observação, qualquer um pode notar a predominância de telhados cerâmicos em residências familiares e telhados embutidos de fibrocimento em edifícios multifamiliares. Já as telhas metálicas são muito utilizadas em galpões de trabalho, ginásios, entre outros espaços que necessitem de grandes vãos sem pilares centrais. São praticamente uma regra cultural esses modelos de cobertura (BARRETO, [s.d.]).

A superfície das telhas cerâmicas, quando utilizadas, deve ser lisa para permitir o bom escoamento da água e evitar a proliferação de musgo. Nesse tipo de telha, é comum se exigir uma absorção de umidade não superior a 18%, visto que a estanqueidade desempenha um papel fundamental; as coberturas precisam fornecer isso ao usuário. Porém, Yazigi (2014) esclarece que as telhas cerâmicas aumentam sua impermeabilidade ao longo do tempo, o que se deve ao fato de os poros serem obstruídos pelo limo e a poeira depositada. A estanqueidade tem influência direta no aparecimento de patologias, bem como problemáticas mais graves ocasionadas por infiltração, devendo a cobertura formar um sistema compacto que proteja o ambiente interno de toda intempérie externa, principalmente aquelas advindas de condições meteorológicas. A inclinação mínima da colocação de telhas aumenta a relação de proteção que a cobertura tem para com o restante da edificação. Essa inclinação é recomendada pelos fabricantes de acordo com a especificação de cada telha, embora também deva ser levada em conta a zona geográfica de acordo com mapas que combinam ações meteorológicas com seus níveis de exposição (LOURENÇO; BRANCO, 2012).

As telhas onduladas de CRFS são produtos fabricados utilizando-se de uma mistura homogênea de cimento Portland, agregados naturais e celulose, reforçada com fios sintéticos de polipropileno. Possuem modelos de diversas espessuras, comprimento e largura, exigindo diversos tipos de ganchos e parafusos para fixação, além de peças de concordância e arremate fabricados no mesmo material que recobrem as telhas nos pontos onde as águas se encontram (YAZIGI, 2014). Para telhas onduladas CRFS, a impermeabilidade deve ser maior ou igual a 37%, segundo a ABNT NBR 7581:2012 – Telha Ondulada de Fibrocimento. Para esse tipo de telhado, os caimentos mínimos são de 10° (aproximadamente 17,6 %, a seguir desse limite estar-se-á arriscando infiltração de água através da junção das telhas), sendo recomendável 15° (aproximadamente 27%). Vale ressaltar que elas devem apresentar superfícies de faces regulares e uniformes, não apresentando trincas, quebras, caroços, deformações

nem remendos.

Com a evolução das tecnologias em relação às estruturas metálicas, também evoluíram o sistema de telhas metálicas, mais leves e resistentes que os outros tipos, vencendo vãos maiores e reduzindo as estruturas de apoio. Entre as opções mais comuns utilizadas no mercado brasileiro estão as telhas de alumínio e as telhas de aço (galvanizado, zincado e inoxidável). Além desses modelos, de menor utilização, existem as formadas de uma liga de aço e alumínio (galvalume) e as telhas de cobre e titânio, opções mais caras (NAKAMURA; FIGUEROLA, 2011). Em relação ao formato, Yazigi (2014) recomenda, para telhados em forma de arco, telhas metálicas onduladas, cujo formato se adapta bem à curvatura, enquanto para cobertura com panos (lados do telhado) planos (duas águas, sheds, espaciais), recomenda-se telha trapezoidal, cujo formato é mais resistente. Tais escolhas e parâmetros devem ser analisados de forma detalhada em projeto, visto que o desempenho e a durabilidade da cobertura estão intrinsecamente relacionados ao tipo da telha metálica e ao seu revestimento (NAKAMURA; FIGUEROLA, 2011).

2.2 PATOLOGIAS DE FACHADA

Em quase todos os fenômenos de degradação físico-química dos materiais, é necessária a presença de água. Portanto, a penetração de água (e das substâncias dissolvidas nela) através de um material poroso é de extrema importância para a ocorrência dos fenômenos de degradação, estabelecendo-se, assim, uma relação direta entre os fenômenos pluviométricos e o surgimento de patologias em uma edificação (BERTOLINI, 2010).

Em relação a variações de umidade e temperatura, um fator que afeta profundamente tais variáveis é a luz solar e sua trajetória. Desse modo, edificações cujas fachadas se encontram orientadas nestas posições – Leste e Oeste – recebem durante longo período e de forma intensa a luz solar da manhã (Oeste) ou da tarde (Leste). Enquanto isso, as edificações cujas fachadas estão voltadas para Norte e Sul, não recebem incidência solar contínua nem de forma direta. A energia solar é o meio energético que movimenta todo o ciclo da água, sendo essencial no processo de evaporação e transpiração, o que, por consequência, influi na umidade das edificações e na forma como esta afeta o aparecimento de patologias, uma vez que todas as manifestações patológicas têm como fator comum a presença de umidade, seja como fator agravante, seja como fator condicionante (CARVALHO, 2016).

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 é a separação de uma ou mais camadas em revestimento argamassado, podendo ocorrer de forma pulverulenta, com empolamento, ou ainda em placas. Os principais contribuintes para sua manifestação, em argamassas de cal, são: o uso de produtos não hidratados ou a falta de hidratação completa da cal extinta, má qualidade da cal ou preparo inadequado da pasta. Já em argamassas mistas, o principal contribuinte 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 das 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 manifestação possui três fatores decisivos que devem coexistir para o seu aparecimento: 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 ou deslocamentos ocorrem pela perda de aderência entre a argamassa e as placas cerâmicas nela fixadas ou entre a argamassa colante e a base. A primeira característica dessa manifestação é a presença de um som cavo nas placas cerâmicas quando percutidas (ALMEIDA, 2012). Geralmente são ocasionados pelo surgimento 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 tipo mais comum de manchamento é o que chamamos de bolor ou mofo. O desenvolvimento dessa manifestação está diretamente ligado à existência 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). Além disso, existem manchas por sujidade e poeiras.

2.2.5 Trincamento e fissuração

Dentre todas as manifestações patológicas que podem acometer uma estrutura, as trincas e fissuras são consideradas as 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 fissuras. Há, ainda, as microfissuras, compreendendo aberturas menores que 0,05 mm.

3 METODOLOGIA

Desenvolveu-se um modelo de coleta de dados, denominado Ficha de Inspeção de Patologias em Fachadas, que aglomerou, em uma única tabela, informações a respeito da edificação a ser analisada. Assim foi possível obter uma visão geral da edificação, facilitando no cruzamento de dados para a interpretação quanti-qualitativa desejada.

As patologias elencadas no *check-list* para análise foram: descolamento de argamassa, eflorescência, destacamento de revestimento, manchamento e trincamento/fissuração. Verificou-se, além da presença, a porcentagem que cada patologia ocupava na fachada, para melhor desenvolvimento analítico. Levaram-se também em consideração os aspectos de orientação geográfica, qualidade da construção e dos materiais, tempo de vida atual da edificação e realização de reformas.

O espaço amostral utilizado para a análise correspondeu a doze edificações do Município de Patos de Minas (MG), sendo elas referentes a cada tipo de cobertura a analisado, a saber: quatro com cobertura em telha cerâmica, quatro com cobertura em telha de fibrocimento (CRFS) e quatro com cobertura em telha metálica. Como requisito mínimo nas edificações utilizadas, está a presença bem definida de uma fachada, objeto específico de estudo para análise das patologias, devendo cada uma das quatro fachadas referentes a cada tipo de cobertura estarem orientadas frontalmente para um ponto cardinal (norte, sul, leste e oeste).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na ocorrência de patologias no espaço amostral, encontrou-se a seguinte 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: dados da pesquisa

Analisando-se os dados recolhidos, constata-se um desenvolvimento de fissuras e manchamentos em 10 das 12 edificações do espaço amostral, tornando a ocorrência dessas manifestações presente em 83,3% do mesmo. O fato das amostras contidas no espaço amostral estarem localizadas em vias de grande movimento, sujeitas a intempéries de ordem física e química, 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, são causas para o aparecimento corriqueiro dessas problemáticas o padrão de qualidade de materiais e mão de obra utilizados, não caracterizando necessariamente uma correlação com as tipologias de cobertura analisadas.

4.1 ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA

Em relação às orientações das fachadas, referentes aos pontos cardeais, notaram-se diferenças que se aplicaram a certas posições. Nas edificações cujas fachadas se encontravam voltadas para o Norte ou para o Sul, as manifestações patológicas mais comuns (manchamento e fissuramento) concentraram-se nas partes altas, próximas à cobertura. Enquanto nas edificações com fachadas voltadas 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, são 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: dados da pesquisa.

Tal fato é geograficamente explicável e verifica 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).

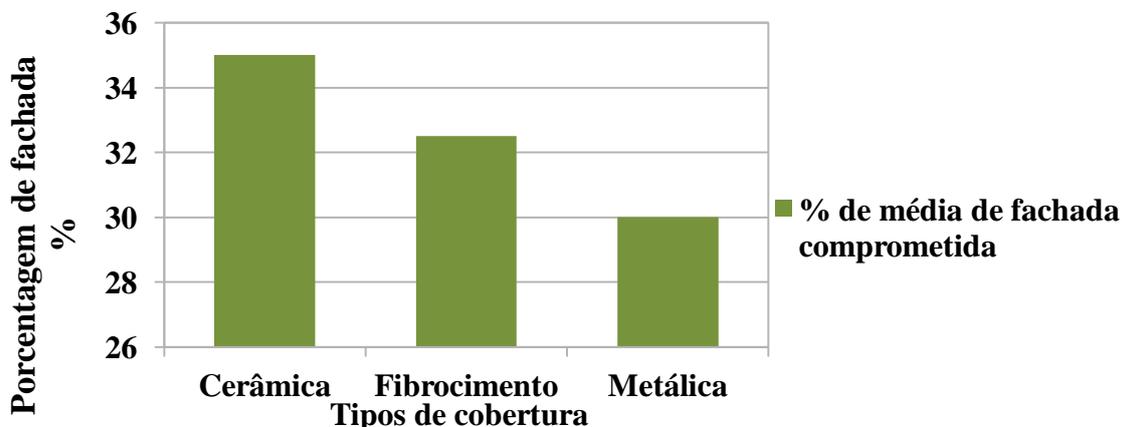
Considerando os valores médios de ocorrência de patologia por orientação, verificou-se que não houve correspondência com o esperado, visto que as fachadas com orientação a Leste apresentaram uma média de abrangência patológica menor do que as fachadas voltadas para Oeste, enquanto as que se encontravam voltadas ao Norte apresentaram uma média maior em relação às do 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. Realizando-se então uma análise quantitativa das patologias, foi elaborado o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Patologias x tipo de cobertura

Patologias por tipo de cobertura



Fonte: dados da pesquisa.

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 de encontro ao esperado: 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. Enquanto 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 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	Orientação	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: dados da pesquisa.

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, percebe-se que as edificações E1 e E9 apresentaram baixa abrangência de patologias (30%) – a edificação E1 tem idade entre 20 e 50 anos e a edificação E9, 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 na edificação E6, verificou-se elevada abrangência patológica (65%); há dois fatores que influenciaram negativamente nesse resultado: ter 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 de o resultado médio ter sido pequeno, como o esperado, ao analisar-se caso a caso, percebeu-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. Enquanto isso, a edificação E5, cuja representatividade na média foi de 35%, é 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 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), 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, já que todas foram 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%) e E12 (10%) e, conseqüentemente, a média (10%) das edificações voltadas para o Leste se justifica 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 este 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. Enquanto 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

De acordo com o cruzamento dos dados e as discussões conduzidas, nota-se que existe sim um vínculo estreito entre o tipo de cobertura e o modo como a edificação se relaciona com a umidade, principalmente advinda de precipitações. Não obstante, não foi possível a afirmação de que um tipo de cobertura específico auxilia beneficemente na prevenção de manifestações patológicas. Os tipos de manifestações predominantes encontradas na pesquisa são as mesmas (manchamento e fissuração) e sua disseminação não se limitou a apenas um tipo de cobertura, aparecendo de maneira uniforme em todas as edificações. Da mesma forma, a gravidade com que elas incidiram nessas edificações foi maior ou menor segundo outras variáveis que não se relacionam com tipo de telhado, como posição geográfica e qualidade dos materiais utilizados.

Pode-se verificar uma mínima influência de coberturas com telhado cerâmico, devido à cultura de não impermeabilização desse tipo de cobertura. A facilidade com que há infiltração de água pluvial é mais intensa, notando-se inclusive uma edificação que acrescentou mantas impermeabilizantes em recente manutenção realizada. Enquanto isso, a cobertura com telha metálica influi diretamente no aparecimento de manchas, advindas do enferrujamento dessas telhas, fato que não pode ser observado neste espaço amostral pelas estruturas recentemente reformadas. As coberturas de fibrocimento, por terem um sistema de calhas geralmente embutido para manejo pluvial, apresenta condições médias, das quais não se pode afirmar qualquer influência de forma definitiva.

Nas três tipologias de telhado, verificou-se a importância da impermeabilização, visto que a umidade advinda das águas pluviais constitui um fator determinante na manifestação de patologias, principalmente nas manchas e em alguns tipos de fissuras (horizontais). Apesar de não ser comum o uso de impermeabilização em coberturas cerâmicas e metálicas, notou-se ser fundamental que as coberturas sejam estanques e sirvam de forma eficiente como vedação, fato que pode ser observado pela quantidade de patologias advindas da umidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelas observações e interpretações realizadas, nota-se que os três tipos de cobertura analisados não influíram de forma significativa na proteção contra ações de umidade ou ações diretas de águas pluviais. As coberturas com telhados de telha cerâmica, fibrocimento e metálica, colocam-se, dessa forma, em proporções de igualdade no ambiente da construção civil, não podendo se destacar uma melhor que

a outra.

Vale destacar a influência que o padrão de qualidade construtiva, tanto de material quanto de serviços, pode ter sobre o aparecimento de futuras manifestações patológicas. Destaca-se também a necessidade de se realizar uma correta impermeabilização das estruturas de cobertura, uma vez que foram encontradas edificações que adicionaram impermeabilização no seu telhado em reformas recentes, provavelmente por necessidades de natureza patológica observada.

Interpretando esses resultados e análises, quanto ao percentual de fachada acometido, e o fator das reformas aplicado sobre o espaço amostral, pode-se verificar a importância da manutenção de uma edificação e como a manutenção correta e periódica influencia na estética e na vida útil da edificação, diminuindo a manifestação patológica e impedindo sua evolução. É sempre recomendado, porém nem sempre realizado, que toda edificação demanda um plano de manutenção periódica a curto, médio e longo prazo, com vistas a perpetuar as características da edificação e prolongar sua vida útil, principalmente quando se trata de fachadas e de coberturas. Tais planos de manutenção, no contexto desta pesquisa, devem ter principal destaque para a remoção das patologias que estiverem se desenvolvendo, bem como a análise para as suas origens, para que elas não se desenvolvam novamente. Essa necessidade foi percebida na interpretação das edificações do espaço amostral – foi percebida também pelos proprietários de algumas edificações, embora tardiamente.

Finalmente, vale ressaltar que esta pesquisa foi realizada em um espaço amostral de 12 edificações e levando em discussão outras variáveis. Busca-se o incentivo para que outros autores desenvolvam trabalhos mais extensos neste campo pouco explorado da engenharia, aumentando o espaço amostral para se verificarem padrões mais definidos. Outro ponto a ser sugerido para pesquisas futuras refere-se à relação entre o tipo de cobertura e os sistemas de impermeabilização utilizados.

REFERÊNCIAS

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.

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 7581-2**: Telha ondulada de fibrocimento – Parte 2: Ensaios. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: E. Blucher, 1997.

BARRETO, Nathália. **16 tipos de telhas para todos tipos de projeto**. [s. d.]. Disponível em: <<https://www.tuacasa.com.br/tipos-de-telhas/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. São Paulo: LTC Editora, 1994. 2 volumes.

BERTOLINI, Luca. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

CARVALHO, D. F. DE; SILVA, L. D. B. DA. **Hidrologia**: Capítulo 2 – Ciclo Hidrológico. UFRRJ, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.

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.

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.

LOURENÇO, P. B.; BRANCO, J. M. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI**. [S.l.: s.n.]. 2012.

NAKAMURA, J.; FIGUEROLA, V. **Tecnologia**: Coberturas metálicas. 2011. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/215/conheca-as-principais-tipos-de-telhas-metalicas-e-suas-aplicacoes-250179-1.aspx>>. Acesso em: 02 maio 2018.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

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, W. **A técnica de edificar**. 14. ed. rev. e atual. São Paulo: Pini, 2014.