

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM HABITAÇÃO POPULAR: ESTUDO DE CASO DE IMPERMEABILIZAÇÃO AUSENTE EM RADIER ESTAQUEADO

Autora: Francielle Rosa Defaci (francielle.defaci@edu.pucrs.br)

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Piazza Recena (fernando.recena@pucrs.br)

Resumo

O diagnóstico de manifestações patológicas na construção civil é um processo técnico que requer investigação para compreender as causas e solucionar as ocorrências que afetam a integridade dos sistemas construtivos. O maior agente causador de patologias nas edificações é a água. A presença de umidade em suas diversas formas, que penetram no substrato poroso não impermeabilizado, ou com falhas de impermeabilização, permitindo a infiltração e ascensão de água por capilaridade. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo de caso sobre um empreendimento residencial de apartamentos populares, ainda em garantia pela NBR 17.170: 2022 - Norma Brasileira de Garantias. A construção, localizada na região metropolitana de Porto Alegre/RS, foi parcialmente afetada pela manifestação de umidade ascendente em decorrência da ausência de impermeabilização nas fundações. O estudo aborda as possíveis causas, os impactos e as medidas corretivas adotadas pela construtora para solucionar a patologia.

Palavras-chave: impermeabilização, manifestação patológica, umidade ascendente.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Caldas (2008), as manifestações patológicas na construção civil são descritas como “fenômenos indesejados que comprometem o desempenho da edificação, podendo surgir em qualquer fase da vida útil da construção”. As patologias podem resultar de variáveis como a utilização de materiais inadequados, falhas na execução de projetos, erros de projeto, condições climáticas e, principalmente, pela presença de água. Existem diversos tipos de manifestações causadas pela água, cabe mencionar que a umidade ascendente por capilaridade é um dos problemas mais recorrentes em edificações, especialmente em áreas sem impermeabilização adequada nas fundações, onde a água do solo é absorvida e transportada verticalmente pelas paredes, comprometendo o desempenho dos materiais e a durabilidade da estrutura (Baldam *et al.*, 2002). Esse problema se torna ainda mais relevante em empreendimentos de habitação popular, onde os recursos limitados e a alta demanda podem resultar em falhas de construção e, conseqüentemente, gerar manutenção precoce, que representa apenas a parte superficial de um problema oculto, capaz de reduzir a vida útil da

edificação a longo prazo. Além disso, a umidade excessiva cria um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos e bolores, o que representa um risco à saúde dos moradores.

Este estudo apresenta um caso de umidade ascendente em um empreendimento residencial de apartamentos populares localizado na cidade de Canoas, Rio Grande do Sul. O propósito é apresentar o diagnóstico da manifestação patológica, identificar as possíveis causas da ocorrência, relatar as medidas corretivas adotadas pela construtora para mitigar a patologia e avaliar os impactos gerados nas edificações, reconhecendo os desafios enfrentados pelos moradores. A análise do caso visa não apenas compreender o fenômeno da umidade ascendente, mas também fornecer orientações e recomendações para a prevenção de futuras ocorrências, visto que “uma medida corretiva inadequada pode, além de não estancar o processo patológico, potencializá-lo, tornando a intervenção onerosa ou, como em muitos casos, maquiando os problemas instalados” (Bolina *et al.*, 2019). Além disso, pretende-se ressaltar a importância da execução de impermeabilização nas fundações, ainda em fase de construção, especialmente em projetos de moradia popular, onde a qualidade das obras impacta diretamente na vida dos moradores e na integridade do empreendimento. Assim, o estudo de caso contribui para o debate sobre as técnicas de impermeabilização adotadas para a tratativa após o habite-se da obra e a gestão por trás da correção da manifestação patológica no empreendimento ainda sob garantia, conforme a NBR 17.170:2022 - Edificações — Garantias — Prazos recomendados e diretrizes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para analisar os aspectos relacionados à umidade ascendente em edificações, é necessário, primeiramente, compreender o que é uma manifestação patológica e quais são os fatores que contribuem para o surgimento e a progressão dessa. Esta revisão teórica abrange desde os conceitos fundamentais de umidade em construções até as principais causas, consequências e métodos de controle, com especial atenção às normas e regulamentações aplicáveis no contexto habitacional.

2.1 Manifestação Patológica

A manifestação patológica na construção civil ocorre em decorrência de erros cometidos durante as etapas de projeto, execução, uso ou manutenção. Esses erros, causados por ações humanas, podem originar uma falha inicial que, ao longo do tempo e sem a devida correção, evolui para um “defeito” perceptível. Esses defeitos são evidências de que a estrutura ou seus componentes não estão desempenhando conforme o esperado, comprometendo sua

durabilidade e segurança. Tais manifestações patológicas, como fissuras, infiltrações ou deformações, são normalmente atribuídas à falta de conformidade com as normas e práticas recomendadas.

Segundo Helene (1992), a patologia referente às edificações pode ser conceituada como a ciência da engenharia a qual estuda as causas de irregularidades ou falhas em construções, além de sintomas que as indicam, como surgem e desenvolvem-se, e como são solucionadas, de modo que a análise de tais problemas denominados manifestações patológicas parte do entendimento dessas partes.

Da mesma forma, Silva (2011) afirma que uma manifestação patológica é a expressão visível de um mecanismo de degradação, enquanto a patologia é a ciência composta por um conjunto de teorias que explicam o mecanismo e a causa da ocorrência dessas manifestações. É importante entender que não se observa a patologia em si, mas sim estudá-la como uma ciência. O que se verifica em uma vistoria são as manifestações patológicas, ou seja, os sintomas que a edificação apresenta.

2.2 Umidade ascendente por capilaridade

A umidade por capilaridade ocorre devido à ascensão da água presente no solo, que, ao entrar em contato com as fundações não impermeabilizadas, satura esses elementos construtivos porosos e sem barreira química. Esse fenômeno provoca a subida da água pelas paredes da edificação, conforme ilustrado na Figura 1. A alta concentração de água no solo pode causar manifestações patológicas, como manchas, umidade persistente, bolores e proliferação de fungos nos revestimentos internos e externos, comprometendo o acabamento e a salubridade dos ambientes.

Figura 1: Infiltração de água por capilaridade

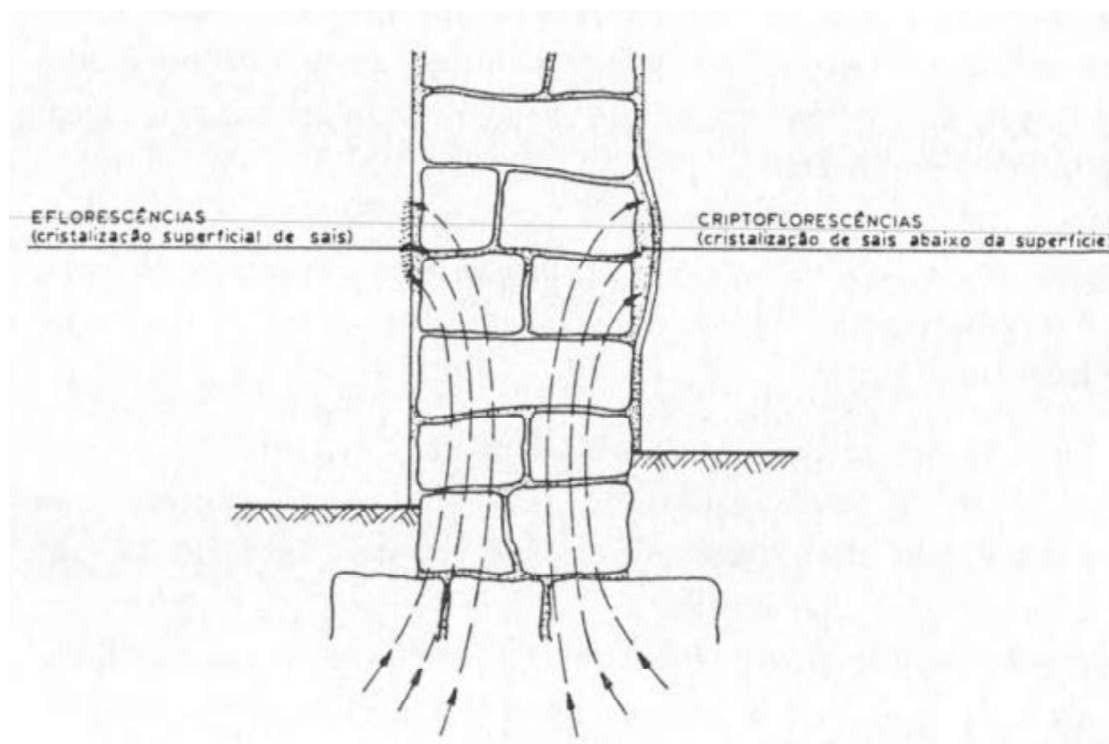


Fonte: JM Painter (2022)

Henriques (1994) argumenta que as paredes dos pavimentos térreos e subsolos de edificações podem, em determinadas circunstâncias, apresentar problemas específicos causados pela presença de água no solo. Muitos dos materiais de construção, tanto antigos quanto atuais, possuem elevada capilaridade, o que facilita a migração da umidade através deles. Na ausência de barreiras estanques, essa migração pode ocorrer tanto horizontalmente quanto verticalmente. Ao atingir as superfícies das paredes e evaporar, a água provoca a cristalização de sais, que permanecem depositados no local. Esse fenômeno leva à progressiva colmatagem dos poros, reduzindo a permeabilidade ao vapor d'água dos materiais e, como consequência, pode elevar ainda mais o nível alcançado pela ascensão capilar. Os sais depositados também podem causar fenômenos de higroscopicidade, que persistem mesmo após a resolução dos problemas relacionados à ascensão de água nas paredes. Em certas condições, os sais cristalizados na superfície podem originar eflorescências visíveis ou, caso a cristalização ocorra sob os revestimentos das paredes, formar criptoflorescências.

A Figura 2 ilustra os processos mencionados, destacando as consequências da migração da umidade e a deposição de sais nas superfícies das paredes.

Figura 2: Mecanismo de formação de eflorescências e criptoflorescências



Fonte: Henriques (1994)

Verçoza (1991) afirma que a umidade não é apenas uma das causas de manifestações patológicas, mas também age como um meio necessário para que grande parte das anomalias e falhas em construções ocorra. Ela é um fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até para a ocorrência de acidentes estruturais.

Roque (2006) complementa, destacando que a umidade ascendente presente nas alvenarias se origina da absorção da água existente no solo através de elementos construtivos, como fundações, vigas de baldrame e lajes térreas. Para minimizar esses vícios construtivos, é de suma importância a escolha adequada dos materiais aplicados, destacando-se a impermeabilização, além da adoção de técnicas construtivas como drenagens que reduzam o transporte da umidade do solo para as alvenarias.

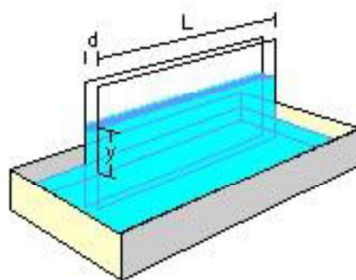
2.2.1 Capilaridade e Tensão superficial

O estudo da tensão superficial é fundamental para o entendimento da retenção de água no solo. A tensão superficial é uma propriedade física dos líquidos, resultante da força de atração entre as moléculas. Na superfície de um líquido, as moléculas são atraídas para o interior, já que não há moléculas acima delas para equilibrar as forças laterais. Esse fenômeno faz com que a superfície do líquido se comporte como uma "membrana elástica", especialmente em líquidos com alta tensão superficial, como a água.

A capilaridade, por sua vez, é um fenômeno físico que ocorre quando um líquido entra em contato com a superfície de um sólido, sendo também mais evidente em líquidos com alta tensão superficial, como a água. Esse fenômeno manifesta-se pelo movimento do líquido, que pode subir ou descer em formações côncavas, tanto em tubos finos quanto em materiais porosos.

A Figura 3 apresenta uma ilustração da subida de água entre as paredes, destacando o papel da tensão superficial nesse processo.

Figura 3: Ilustração da subida de água entre as paredes devido a tensão superficial



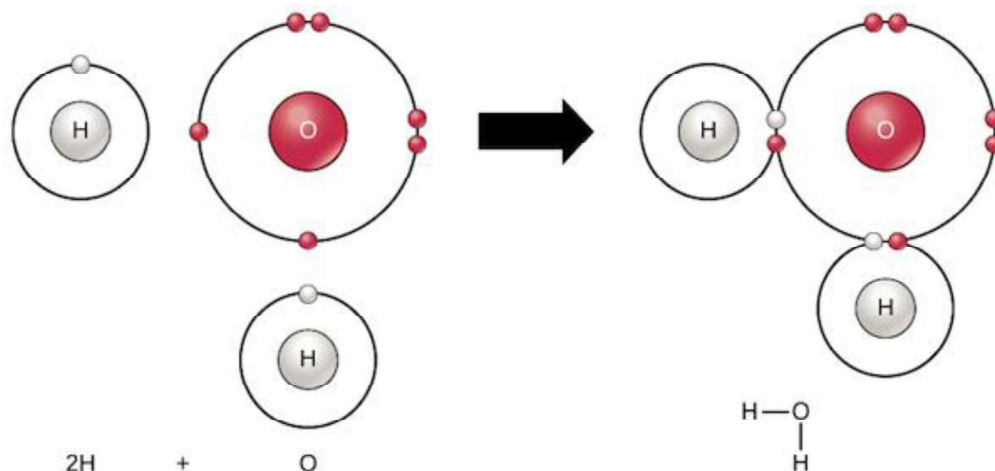
Fonte: Seara da Ciência (2019)

Para a Autora, na molécula de água (H_2O), ocorre um compartilhamento de elétrons entre os átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio por meio de ligações covalentes. Cada átomo de hidrogênio compartilha um de seus elétrons com o oxigênio, e o oxigênio compartilha um elétron com cada hidrogênio. Assim, formam-se duas ligações covalentes, uma entre o oxigênio e cada átomo de hidrogênio.

O átomo de oxigênio é mais eletronegativo que o hidrogênio, o que significa que ele atrai mais fortemente os elétrons compartilhados. Como resultado, os elétrons nas ligações covalentes são mais atraídos pelo oxigênio, criando uma distribuição desigual de carga. Isso deixa o átomo de oxigênio com uma carga parcial negativa e os átomos de hidrogênio com cargas parciais positivas, tornando a molécula de água polar.

Essa polaridade é a base para muitas das propriedades da água, incluindo sua capacidade de formar pontes de hidrogênio com outras moléculas de água, contribuindo para a alta coesão e tensão superficial desse líquido.

Figura 4: Ligação covalente da molécula de água, demonstrando o compartilhamento de elétrons

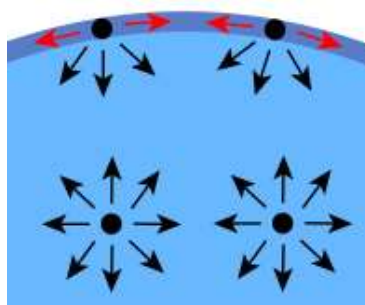


Fonte: OpenStax Biology (2014)

De acordo com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2014), a tensão superficial é um efeito que ocorre na camada superficial de um líquido que leva a sua superfície a se comportar como uma membrana elástica. As moléculas situadas no interior de um líquido são atraídas em todas as direções pelas moléculas vizinhas e, por isso, a resultante das forças que atuam sobre cada molécula é praticamente nula. As moléculas da superfície do líquido,

entretanto, sofrem apenas atração lateral e inferior. Esta força para o lado e para baixo cria a tensão na superfície, que faz ela comportar-se como uma película elástica.

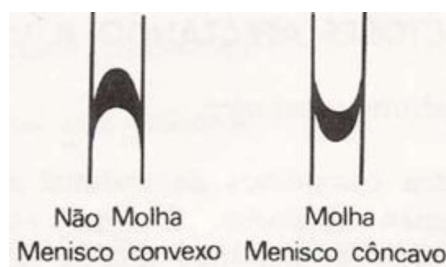
Figura 5: Forças de coesão direcionadas ao interior, na superfície e entre as moléculas vizinhas de um líquido



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Tens%C3%A3o_superficial

A subida de um líquido em um tubo de dimensões capilares (tubo capilar) se deve principalmente à tensão superficial do líquido e as interações do material do tubo com as moléculas do líquido, que geram uma superfície côncava na interface líquido-ar (menisco). A geometria côncava do menisco facilita a interpretação física e matemática do fenômeno. Já a subida de um líquido em um material poroso, como papel, cerâmica e tecido, deve envolver princípios semelhantes, entretanto a explicação do fenômeno é bem mais complexa. (Bessler *et al.*, 2018)

Figura 6: Formações de convidades em tubos com mercúrio e água, respectivamente, em decorrência da tensão superficial para diferentes líquidos



Fonte: Universidade Federal do Vale do São Francisco (2017)

2.3 Impermeabilização

De acordo com Bauer (2014), a impermeabilização consiste em um conjunto de medidas e tecnologias destinadas a proteger edificações contra a passagem indesejada de fluidos. Trata-se de uma etapa essencial no desenvolvimento de um projeto, pois contribui para a conservação

da obra e a redução de vulnerabilidades frente a problemas causados por agentes agressivos, sobretudo a água proveniente de vazamentos em calhas e tubulações.

Segundo a NBR 9575 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010), todas as fundações em contato direto com o solo necessitam de impermeabilização, como as vigas baldrame, a fim de evitar patologias causadas pela umidade e infiltração. A norma também estabelece critérios e exigências para a seleção e o projeto de sistemas de impermeabilização, com o objetivo de garantir a proteção das construções contra a passagem de fluidos e atender aos requisitos mínimos de salubridade, segurança e conforto dos usuários. Essa norma assegura a estanqueidade dos elementos construtivos que necessitam dessa proteção. Aplica-se a edificações e construções em geral, sejam novas, em ampliação, reconstrução ou reforma. Além disso, reconhece que a impermeabilização pode ser complementada por outros sistemas construtivos integrados, desde que respeitem normas específicas voltadas à estanqueidade.

O projeto de impermeabilização deve detalhar diversos aspectos essenciais para garantir a eficiência do sistema e sua compatibilidade com os demais elementos da construção. Entre essas informações, devem constar os sistemas de impermeabilização especificados para cada área, a espessura total do sistema incluindo a camada de regularização e as dimensões necessárias, como alturas e espessuras, para eventuais rebaixos na alvenaria destinados à execução dos rodapés. Também devem ser definidos os desníveis necessários para a laje e apresentados cortes típicos de cada sistema a ser empregado, identificando as camadas, suas respectivas espessuras mínimas e as declividades. Além disso, é indispensável uma análise dos pontos críticos de outros projetos que possam comprometer o sistema de impermeabilização, acompanhada das justificativas e das alterações propostas para mitigar possíveis problemas. Essas especificações são fundamentais para assegurar a eficiência, a durabilidade e a compatibilidade do sistema de impermeabilização com a edificação como um todo. (Souza *et al.*, 1998)

Cabral (1992) analisa que embora seja fundamental que a impermeabilização seja parte integrante do projeto, na maioria dos casos as construtoras só dedicam atenção à impermeabilização e seus problemas no final da obra, quando já é muito tarde. A falta de previsão dos detalhes e a improvisação daí resultantes são responsáveis por muitas falhas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário definir procedimentos metodológicos que orientassem a investigação e garantissem a validade dos resultados obtidos. Com isso, estruturou-se a pesquisa de forma a permitir um estudo aprofundado e direcionado para a

compreensão do problema em questão. Abaixo são descritos os aspectos principais da metodologia de pesquisa, abordando sua natureza, a abordagem do problema, os objetivos e os procedimentos técnicos empregados.

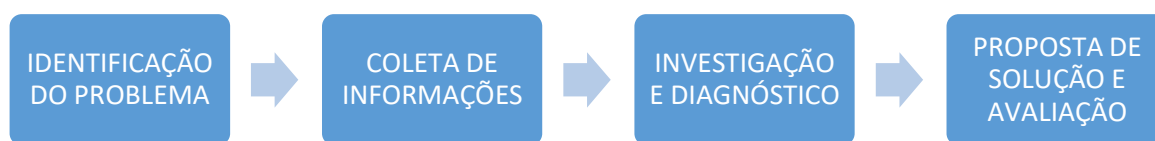
3.1 Método de pesquisa

A pesquisa é de natureza aplicada, com foco na resolução de problemas específicos. Adota uma abordagem qualitativa, voltada para a compreensão e interpretação de fenômenos, levando em conta o contexto em que ocorrem. Seu objetivo é exploratório, buscando fornecer uma compreensão inicial do tema e identificar questões-chave, sem testar hipóteses definitivas, abrindo caminho para futuras investigações. O procedimento técnico é baseado em um estudo de caso, que investiga profundamente um fenômeno específico, utilizando fontes como entrevistas e observações, sem a intenção de generalizar os resultados.

3.2 Método de trabalho

O método de trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, estruturado em etapas específicas para possibilitar um entendimento aprofundado do objeto estudado. Essas etapas, representadas no fluxograma da Figura 7 e descritas a seguir, foram definidas pela autora com base nos principais critérios metodológicos de pesquisa.

Figura 7: Fluxograma das etapas do estudo de caso



Fonte: Autora (2024)

O problema foi inicialmente identificado pelos moradores de um apartamento localizado na cidade de Canoas, na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Canoas encontra-se a aproximadamente 16 km da capital e possui uma localização estratégica, próxima a importantes vias de acesso, como a rodovia BR-116, o que facilita a mobilidade e impulsiona

o desenvolvimento urbano. A cidade, predominantemente residencial, é marcada por diversos conjuntos habitacionais populares, incluindo o empreendimento em análise.

O empreendimento está situado em uma região geográfica caracterizada por solos planos (Figura 8), associados a depósitos aluviais recentes, conforme o material de pesquisa do Museu de Solos do Rio Grande do Sul (2016). Os principais tipos de solo da área são os Planossolos e os Gleissolos, que apresentam drenagem imperfeita ou moderada devido à proximidade do lençol freático. Esses solos possuem textura argilosa ou areno-argilosa, com características que favorecem problemas de umidade. Os Planossolos apresentam horizontes compactados em camadas profundas, enquanto os Gleissolos têm coloração acinzentada nas camadas inferiores, indicando encharcamento frequente.

Figura 8: Regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Museu de Solos do Rio Grande do Sul (2016)

No apartamento estudado, os moradores observaram sinais visíveis de umidade nas paredes, incluindo manchas escuras causadas pelo bolor, e contataram a assistência técnica da construtora. Após o relato, a construtora realizou uma avaliação visual do local afetado, analisou os históricos de construção e verificou se já haviam sido realizadas manutenções anteriores no apartamento, além de questionar os moradores sobre problemas prévios.

Com base nas informações coletadas, a autora juntamente com os engenheiros responsáveis pela obra realizou análises detalhadas para identificar as possíveis causas da manifestação patológica. Durante a investigação técnica, foi constatada a presença de umidade nas paredes do apartamento, associada à ausência de impermeabilização nas fundações.

O diagnóstico final confirmou o problema de umidade ascendente por capilaridade, identificado com base na origem do fenômeno. Para solucionar o problema, foram propostos testes em blocos cerâmicos de vedação para verificar a absorção de água, avaliando a eficácia de diferentes métodos corretivos de impermeabilização.

A solução corretiva escolhida envolveu o tratamento dos blocos cerâmicos com argamassas impermeabilizantes. Após a implementação das medidas, o reparo foi monitorado para garantir sua eficácia. Por fim, as condições do apartamento foram avaliadas, e considerações foram feitas para prevenir ocorrências futuras do problema.

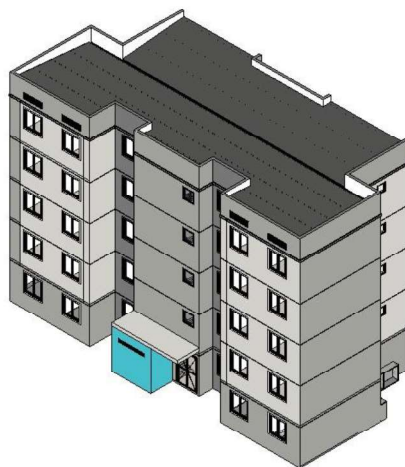
4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Este capítulo apresenta o desenvolvimento da pesquisa que tem como objetivo analisar um caso de umidade ascendente por capilaridade, oriunda da ausência de impermeabilização nas fundações do empreendimento em estudo. Primeiramente, serão abordadas a localização e as características gerais do empreendimento. Em seguida, detalham-se as etapas do método de trabalho, mencionadas anteriormente na Página 10, considerando ainda os impactos causados aos moradores.

4.1 Introdução ao empreendimento em estudo

O empreendimento foi desenvolvido por meio do programa habitacional do Governo Federal e oferece apartamentos com áreas privativas de 44,44 m² e 43,73 m². Além das unidades habitacionais, o condomínio dispõe de uma ampla área comum, que inclui piscina, salão de festas, quadra esportiva, quiosques, playground e espaço fitness. Localizado em um terreno de 27.100 m², o condomínio é composto por 30 blocos de edifícios verticais, cada um com 5 pavimentos, construídos em três fases distintas.

Figura 9: Representação de um bloco residencial do empreendimento em estudo



Fonte: Autora (2024)

O sistema estrutural do empreendimento é formado por lajes pré-moldadas de concreto armado e alvenaria estrutural, que transmitem as cargas atuantes para as fundações. As fundações consistem em um radier estaqueado com 25 cm de espessura, estacas de 40 cm de diâmetro e concreto com resistência característica (f_{ck}) de 25 MPa, assegurando a solidez e a segurança da edificação. As paredes foram executadas em alvenaria de blocos cerâmicos, com espessuras definidas pelo projeto estrutural, enquanto os shafts dos banheiros utilizam o sistema drywall com chapas de gesso acartonado.

4.2 A manifestação patológica do empreendimento em estudo

O empreendimento obteve seu habite-se no início de 2022, com a entrega das Fases 1 e 2. Durante o período de inverno de 2022, a assistência técnica da construtora registrou 20 chamados relacionados a manifestações de umidade ascendente por capilaridade em apartamentos térreos dessas fases. Nos 20 casos relatados, foram observados problemas recorrentes, como bolhas na pintura (Figura 11), localizadas entre 30 centímetros e 1 metro acima do rodapé, rodapés mofados e, em alguns casos, móveis também apresentando sinais de mofo (Figura 12). Além disso, as manifestações de umidade ascendente por capilaridade ocorreram não somente nas paredes internas do empreendimento, mas também nas externas, que ficaram manchadas devido à retenção de água no revestimento externo (Figura 10). A Fase 3 só foi entregue no ano seguinte (2023), logo não foi afetada.

Figura 10: Manchas no revestimento externo do empreendimento em estudo devido à presença de umidade ascendente



Fonte: Autora (2024)

Como as ocorrências estavam dentro do período de garantia previsto pela NBR 17.170, a construtora acionou a assistência técnica para atendimento pós-obra.

A assistência técnica da construtora realizou uma avaliação inicial dos apartamentos térreos afetados com base nos dados e informações fornecidos pelos moradores por meio do canal de comunicação da empresa. Essas análises tiveram início com uma inspeção visual remota, utilizando as imagens (Figura 11 e 12) e descrições enviadas pelos moradores para identificar os sinais visíveis das manifestações patológicas, como bolhas na pintura e a presença de bolor atrás dos móveis. Além disso, a equipe técnica analisou os históricos e verificou que não havia registros de intervenções ou manutenções anteriores nas unidades privativas térreas afetadas. Essa etapa preliminar permitiu levantar hipóteses iniciais sobre as possíveis causas do problema recorrente, enquanto as informações coletadas seriam complementadas em uma vistoria presencial agenda entre o técnico responsável pelo empreendimento e os moradores afetados.

Figura 11: Presença de bolhas no revestimento interno das paredes do apartamento



Fonte: Morador do empreendimento em estudo (2022)

Figura 12: Presença de bolor atrás dos móveis do apartamento



Fonte: Morador do empreendimento em estudo (2022)

Após a análise das informações fornecidas pelos moradores, a assistência técnica avaliou a complexidade da manifestação patológica relatada. Nesse processo, foram considerados possíveis fatores causadores, como infiltração, falhas na impermeabilização, ventilação inadequada ou o uso de materiais incompatíveis utilizados durante a obra. Dada a complexidade e recorrência do problema, foram agendadas visitas técnicas aos apartamentos afetados para que o técnico responsável pelo empreendimento pudesse realizar uma inspeção mais detalhada e verificar as possíveis causas levantadas na análise preliminar.

Durante as vistorias técnicas realizadas no empreendimento, foram efetuadas verificações detalhadas para identificar a presença de umidade nas paredes dos apartamentos, bem como nos pisos, a fim de averiguar possíveis manchas, sinais de umidade ou penetração de água pelo solo. No entanto, não foram observados indícios de infiltração ou umidade nos pisos dos apartamentos. A análise visual revelou que a umidade estava presente apenas nas paredes dos apartamentos, em uma faixa que variava entre 30 centímetros e 1 metro de altura, próxima aos rodapés. Com o auxílio de um medidor de umidade, foi identificado um índice elevado de umidade nos revestimentos de pintura das paredes internas (Figura 13).

Além disso, foi realizada uma verificação das etapas construtivas e dos projetos, em conjunto com os engenheiros responsáveis pela obra. Durante essa análise, os engenheiros informaram que as instalações de drenagem pluvial do solo foram executadas conforme o projeto, o que minimizava a possibilidade de acúmulo de água superficial como causa direta da umidade observada. Foi também confirmada a ausência de impermeabilização nas fundações, já que a construtora não havia contratado um projeto de impermeabilização e, consequentemente, não executou nenhuma barreira química nas Fases 1 e 2 do empreendimento. A Fase 3, por sua vez, ainda estava em construção e, portanto, não apresentava manifestações patológicas. A ausência de impermeabilização no radier estaqueado foi identificada como o principal fator contribuidor para o fenômeno de umidade ascendente por capilaridade, que resultou no agravamento das manifestações patológicas observadas. Por fim, foi realizado um levantamento fotográfico abrangente de todos os ambientes dos apartamentos onde as manifestações, como bolhas na pintura e presença de bolor, estavam visíveis nas paredes das unidades privativas. Esses registros visuais reforçam as evidências da extensão e severidade do problema.

Figura 13: Aparelho utilizado para medir a umidade nas paredes comprometidas do empreendimento em estudo, indicando níveis elevados de umidade, conforme registrado no indicador



Fonte: Autora (2022)

4.3 Proposta de solução e avaliação

Para controlar e mitigar os efeitos da umidade ascendente nos apartamentos, a construtora escolheu diferentes tipos de materiais impermeabilizantes como parte do planejamento das correções. Onde foram feitos por eles testes em blocos cerâmicos (Figura 14), realizados com o objetivo de avaliar a capacidade de absorção de água de cada material escolhido para execução das medidas corretivas, também com intuito de avaliar a eficiência das barreiras químicas propostas por eles.

Paralelamente, a construtora realizou um estudo de viabilidade para a remoção temporária dos moradores dos apartamentos a serem reparados. A medida foi adotada visando garantir a segurança e o conforto dos residentes durante a execução das intervenções, além de evitar o contato direto com os processos de reparação. Essa iniciativa reforçou o comprometimento da construtora em minimizar os impactos das obras sobre os moradores.

Figura 14: Teste de umidade e absorção em blocos cerâmicos



Fonte: Construtora (2022)

Após a realização dos testes nos blocos cerâmicos “tratados” com diferentes as argamassas impermeabilizantes, a construtora propôs quatro métodos corretivos para o reparo das unidades afetadas pela umidade ascendente.

O primeiro método foi executado pela equipe de obras, que ainda estava atuando na Fase 3 do empreendimento. Já o segundo, terceiro e quarto método foram executados pela assistência técnica da construtora. A execução dos métodos seguiu a seguinte configuração:

Método 1

Consiste na utilização de uma argamassa com especificações técnicas e de uso para impermeabilização de rodapés comprometidos por umidade, mofo e bolor, podendo ser aplicado em áreas internas e externas. É composto de cimento, agregados e aditivos especiais, com densidade de 1,25 g/cm³.

- **Argamassa polimérica A** +/- 40cm a partir do piso, espessura 1cm
- **Gesso:** espessura 0,6cm – 1,5cm
- **Selador**
- **Massa Corrida**
- **Tinta Látex (PVA)**

Método 2

A argamassa deste método é indicada para aplicações voltadas à impermeabilização e proteção de estruturas expostas à umidade ou pressão de água. Pode ser usado em estruturas em contato

com água potável, como reservatórios enterrados, e em locais submetidos à pressão hidrostática positiva ou negativa. É indicado para pisos diretamente sobre o solo, baldrame, fundações e rodapés com umidade, prevenindo infiltrações e danos relacionados. Outras áreas de aplicação incluem piscinas enterradas, muros de arrimo, paredes de subsolos e poços de elevadores, que frequentemente enfrentam desafios devido à alta umidade ou contato constante com água. Além disso, o material pode ser utilizado como base para sistemas complementares de impermeabilização, garantindo maior proteção e durabilidade das estruturas tratadas.

- **Argamassa Polimérica B:** 3 demãos, 1,5m do piso espessura 2-5mm por demão.
- **Gesso:** espessura 0,6cm – 1,5cm
- **Fundo Preparador a base de solvente**
- **Massa Corrida**
- **Tinta Látex (PVA)**

Método 3

Trata-se de uma argamassa pronta indicada para impermeabilização e recuperação de paredes e rodapés, especialmente em áreas danificadas por umidade proveniente do solo. O produto atua como uma solução 3 em 1, funcionando como impermeabilizante, reboco e chapisco, eliminando etapas no processo de reforma. É indicado para uso em ambientes internos e externos, oferecendo acabamento fino e pronto para receber revestimentos ou pintura. Além disso, apresenta resistência à pressão e contrapressão da água, além de formar uma barreira contra agentes corrosivos que podem afetar a estrutura.

- **Argamassa pronta:** 1 demão, 1,5m do piso, espessura 1,5-2cm
- **Gesso:** espessura 0,6cm – 1,5cm
- **Fundo Preparador a base de solvente**
- **Massa Corrida**
- **Tinta Látex (PVA)**

Método 4

O Método 4 faz a utilização de duas argamassas, a primeira a ser aplicada é a argamassa impermeável. Em sua especificação afirma ser eficaz e duradoura contra problemas de umidade, incluindo capilaridade, infiltração e condensação, sendo possível acabar com paredes estufadas

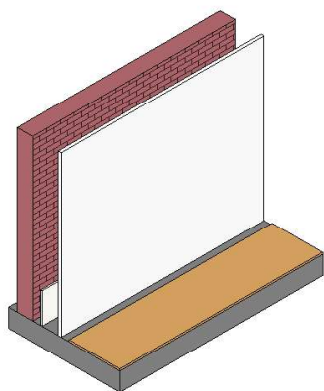
pela umidade e evitar móveis mofados e manchados. É indicado para áreas internas e externas para resolver de forma prática e definitiva os problemas relacionados à umidade.

Já a argamassa utilizada para o acabamento interno é composta por uma mistura seca de cal hidratada, agregados minerais, filler mineral, aditivos químicos e polímeros especiais. De coloração branca, ela apresenta rendimento de 1,3 kg/m²/mm e é ideal para uma aplicação rápida e fácil, inclusive em áreas com umidade. É indicada para uso em paredes e tetos, reboco ou emboço argamassado, elementos e blocos de concreto, além de placas cimentícias ou de gesso. Também pode ser utilizada para criar texturas que disfarçam imperfeições e reduzem a necessidade de camadas extras de acabamento.

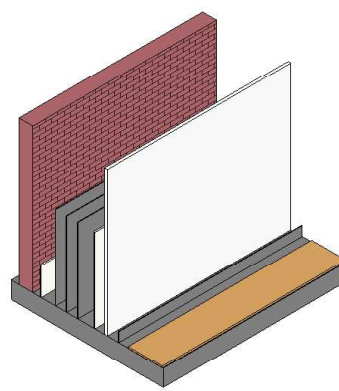
- **Argamassa impermeável:** 1 demão, espessura 1,5-2cm
- **Argamassa acabamento interno:** 1 demão, espessura 2mm
- **Fundo Preparador a base de solvente**
- **Massa Corrida**
- **Tinta Látex (PVA)**

Figura 15: Métodos corretivos adotados pela construtora: (a) Método 1; (b) Método 2; (c) Método 3; (d) Método

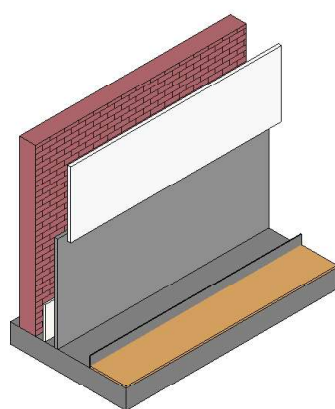
4



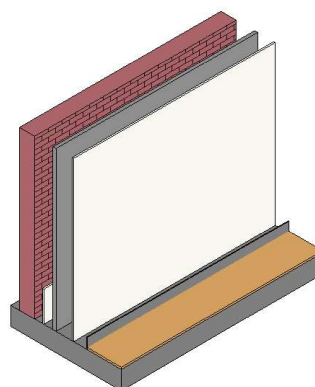
(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Autora (2024)

Todos os métodos foram executados de maneira sequencial, com monitoramento contínuo do progresso das intervenções, garantindo que as soluções corretivas fossem aplicadas de forma eficaz. Para a execução das intervenções, foi necessária a remoção do reboco existente nas paredes afetadas, possibilitando a aplicação dos métodos descritos anteriormente.

Durante a execução dos reparos, alguns moradores optaram por permanecer em seus apartamentos, o que permitiu que vários apartamentos atingidos fossem tratados simultaneamente. Contudo, alguns moradores manifestaram o desejo de sair temporariamente de suas residências para que a construtora pudesse atuar com maior liberdade e evitar transtornos diretos. A saída temporária foi viabilizada pela disponibilidade de uma unidade térrea de propriedade da construtora dentro do próprio empreendimento. Os moradores afetados realizaram a mudança para essa unidade provisória, onde permaneceram até a conclusão de todos os reparos em seus apartamentos.

A Figura 16 apresenta a localização dos apartamentos afetados, bem como a posição da unidade utilizada como "moradia provisória" durante o período das intervenções, demonstrando o planejamento da construtora para minimizar os impactos sobre os residentes.

Os apartamentos destacados em vermelho representam as unidades térreas que estavam sendo tratadas simultaneamente, pois os moradores optaram por permanecer em suas residências durante a execução dos reparos. Os apartamentos em amarelo correspondem às unidades cujos moradores solicitaram a saída temporária de suas casas durante as intervenções. Como havia apenas um apartamento disponível para realocação, isso resultava em um período de espera

maior para esses moradores. Já o apartamento destacado em azul era a unidade de propriedade da construtora, utilizada como “moradia provisória” para atender os moradores que desejavam deixar suas residências temporariamente durante o período de reparos.

Figura 16: Localização das unidades térreas afetadas e apartamento utilizado para realocação dos moradores



Fonte: Autora (2024)

Na Figura 17, observa-se a remoção do reboco das paredes do apartamento, em uma altura aproximada de 1,5 metros, etapa necessária para a aplicação dos métodos corretivos 2 e 3. Já na Figura 18, é possível visualizar a aplicação das argamassas recomendadas pelos métodos, seguida da finalização com gesso. Durante a execução, a construtora enfrentou desafios, como a persistência de umidade próxima ao rodapé mesmo após a aplicação das argamassas, conforme ilustrado na Figura 19. Por fim, a Figura 20 apresenta a parede completamente finalizada, com o acabamento devidamente aplicado e sem sinais de manifestações patológicas.

Figura 17: Execução das medidas corretivas nos apartamentos térreos da Fase 1- remoção do reboco para recebimento de tratativa com argamassa polimérica



Fonte: Autora (2022)

Figura 18: Aplicação de argamassa polimérica com espessura entre 2-5mm por demão, seguida pela finalização de superfície



Fonte: Autora (2022)

Figura 19: Presença de umidade após a aplicação das argamassas



Fonte: Autora (2022)

Figura 20: Paredes com acabamento



Fonte: Autora (2022)

Figura 21: Etapa do empreendimento em estudo ainda em construção e sem impermeabilização no radier



Fonte: Autora (2022)

Após a conclusão das intervenções corretivas, foram realizadas avaliações detalhadas das condições dos apartamentos. Os métodos aplicados pela construtora envolveram técnicas específicas de impermeabilização para tratar problemas de umidade ascendente decorrentes das fundações.

No entanto, verificou-se que os Métodos 1, 2 e 3, apresentaram recorrências de umidade ascendente, indicando que as soluções implementadas nesses casos não foram completamente eficazes para eliminar o problema.

Por outro lado, o Método 4 demonstrou a melhor eficácia, sem registro até então de novas ocorrências de umidade após sua aplicação. Esse resultado evidenciou a superioridade técnica do método em comparação aos demais, levando a construtora a adotá-lo para as próximas unidades que fossem afetadas no empreendimento e como medida preventiva para evitar novas manifestações patológicas da etapa da obra que ainda estava em construção (Figura 21).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o objetivo do presente trabalho foi atingido ao identificar e diagnosticar as manifestações de umidade ascendente em apartamentos térreos de um empreendimento habitacional, motivadas pela ausência de impermeabilização nas fundações. A análise incluiu inspeções detalhadas, testes em blocos cerâmicos, avaliação das condições construtivas e a aplicação de diferentes métodos de reparo. Entre os métodos aplicados, apenas o Método 4 demonstrou eficácia inicial, sendo adotado como solução padrão para o restante das unidades afetadas. No entanto, acredita-se que nenhum dos métodos empregados será eficaz a longo prazo, visto que essas soluções funcionam como paliativos, resultando em manutenções contínuas. A recorrência da umidade reflete um erro construtivo que necessita de abordagens alternativas, já que não é possível acessar a fundação para realizar a impermeabilização que deveria ter sido implementada durante a fase de obra. Além disso, os materiais e métodos de execução escolhidos e determinados pela construtora não são os mais adequados para solucionar esse tipo de problema de forma definitiva, o que reforça o caráter transitório das soluções implementadas. Assim, os métodos aplicados configuram ações de mitigação temporária, não erradicando completamente a patologia.

Os resultados obtidos destacam a importância de incorporar barreiras impermeabilizantes eficazes na etapa de projeto e construção para prevenir manifestações como a umidade ascendente por capilaridade. Embora caracterizada como erro construtivo, a ausência de impermeabilização nas fundações poderia ter sido evitada com um planejamento mais detalhado e soluções preventivas adequadas ainda na fase de obra. Além disso, a construtora deveria ter considerado a interrupção do fluxo hidráulico na interface entre as paredes externas e a aba do radier, utilizando barreiras impermeabilizantes específicas para minimizar a migração da umidade e preservar os revestimentos internos e externos.

Conclui-se que o planejamento preventivo, a contratação de projetos específicos e o monitoramento contínuo durante a construção são indispensáveis para evitar tais problemas. Com melhorias e novos estudos, será possível garantir edificações mais seguras e duráveis.

REFERÊNCIAS

- A Tensão Superficial**, 2019. Disponível em: <<https://seara.ufc.br/pt/producoes/nossas-producoes-e-colaboracoes/secoes-especiais-de-ciencia-e-tecnologia/tintim-por-tintim/fisica/a-tensao-superficial/#:~:text=A%20for%C3%A7a%20devida%20%C3%A0%20tens%C3%A3o,T%20%3D%20%CF%81%20g%20d%20y%20%2F%202>> Acesso em: 07 de novembro de 2024.
- Arquivo da FEUP Tensão superficial**, 2014. Disponível em: <<https://biblioteca.fe.up.pt/arquivo/glossario/tensao-superficial/index.html#:~:text=Na%20F%C3%ADsica%2C%20a%20tens%C3%A3o%20superficial,comportar%20como%20uma%20membrana%20el%C3%A1stica.>>> Acesso em: 07 de novembro de 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- BALDAM, R.; ORNSTEIN, S. W. **Patologia das Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção** 2. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.
- BESSLER, K. E.; NEDER, A. V. F. **Química em tubos de ensaio: uma abordagem para principiantes**. São Paulo: Edgard Blücher, 2018.
- BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia das Estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- CABRAL, P. L. **Impermeabilização e proteção em armazéns graneleiros**. Revista Impermeabilizar, São Paulo, n. 43, p. 6, fev. 1992.
- CALDAS, L. M. R. **Patologia das Construções: Identificação, Diagnóstico e Terapia**. São Paulo: PINI, 2008.
- HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini: 1992.
- HENRIQUES, F. M. A. **Humidade em Paredes**. Lisboa: Edifícios, 1994.
- Patologias x Manifestação patológica**, 2014. Disponível em: <<https://blog.ofitexto.com.br/engenharia-civil/patologia-x-manifestacao-patologica/>> Acesso em: 05 de outubro de 2024.
- ROQUE, J. A. **O desempenho quanto à durabilidade de alvenarias de blocos cerâmicos de vedação com função auto portante: o caso da Habitação de Interesse Social**. 2009. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, São Paulo.
- SILVA, F. B. D. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Techne, São Paulo, 2011.
- SOUZA, J.C.S.; MELHADO, S.B. **Diretrizes para uma metodologia de projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios**. In: Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão Na Produção de Edifícios: Soluções Para o Terceiro Milênio, 1998, São Paulo.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Museu dos Solos do Rio Grande do Sul**, 2016 Disponível em: <<https://www.ufsm.br/museus/msrs/relacao-solo-paisagem>> Acesso em: 18 de novembro de 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Capítulo 10 Tensão superficial**, 2017.
Disponível em:
<http://www.univasf.edu.br/~anibal.livramento/disciplinas/FisTeo2/QuimFisCap10_TENSAO_SUPERFICIAL.pdf> Acesso em: 06 de outubro de 2024.
VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.