



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil



Ewerthon Zanetti Rosa

**A UMIDADE COMO AGENTE DE DEGRADAÇÃO DE
EDIFICAÇÕES: UM ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÕES
DE OURO PRETO-MG**

Ouro Preto

2024

“A umidade como agente de degradação de edificações: um estudo de caso em edificações de Ouro Preto- MG”

Ewerthon Zanetti Rosa

Trabalho Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação: 04/10/2024

Área de concentração: Patologias na Construção Civil

Orientador: Prof. Bruna Silva Almada – UFOP

Ouro Preto

2024



FOLHA DE APROVAÇÃO

Ewerthon Zanetti Rosa

A umidade como agente de degradação de edificações: um estudo de caso em edificações de Ouro Preto-MG

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel

Aprovada em 04 de outubro de 2024

Membros da banca

[M.Sc.] - Bruna Silva Almada - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
[Eng.] - Gustavo Dias Ramos - (Universidade Federal de Ouro Preto)
[M.Sc.] - Matheus Henrique Dela Costa Ferreira - (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Bruna Silva Almada], orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 04/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Bruna Silva Almada, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/10/2024, às 17:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0789081** e o código CRC **18A91918**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus pais, José Luís Rosa e Shirleine Zanetti Rosa, cujo amor, paciência e incentivo constante foram fundamentais para a conclusão desta jornada. Aos meus irmãos, que sempre estiveram prontos para ouvir, apoiar e compartilhar momentos importantes ao longo desta trajetória, e por isso sou eternamente grato.

À orientadora Bruna, agradeço pela paciência e pelo compromisso com meu projeto, contribuindo de forma significativa para o meu crescimento acadêmico e profissional. A UFOP pelo ensino de qualidade e gratuito.

E por final a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste TCC, meu sincero agradecimento. Sem vocês, esta conquista não teria sido possível.

RESUMO

A umidade está presente em todas as edificações, causando problemas estéticos e podendo culminar em problemas respiratórios devido ao surgimento de patologias associadas a umidade. Por conseguinte, se faz necessário entender as diversas manifestações da umidade e como cada uma poderá afetar a construção em suas diferentes fases. Neste trabalho, estão constadas as diversas manifestações patológicas causadas pela água em seus diferentes estados físicos. Conta com um breve apanhado de informações sobre as áreas de Ouro Preto que são objetos deste estudo, sendo elas: Centro Histórico, Santa Cruz e Morro do Cruzeiro. Foram realizadas inspeções nas edificações para identificação das manifestações patológicas, confecção de relatório fotográfico e levantamento de informações a partir de conversa com os moradores. Para exemplificar as análises presentes no documento, consta com 3 laudos patológicos exemplificando como a umidade afetou, afeta e afetará as edificações supracitadas. Foi constatado que a arquitetura histórica de Ouro Preto aliada ao clima e geologia, são fatores influentes na maioria das patologias encontradas, sendo uma delas a umidade ascendente, que causa mofo, bolor e empolamento das paredes, causando assim um desconforto estético e problemas para os usuários.

Palavras-chaves: umidade, patologia, Ouro Preto, Arquitetura.

ABSTRACT

Humidity is present in all buildings, causing aesthetic problems and potentially culminating in respiratory problems due to the emergence of pathologies associated with humidity. It is therefore necessary to understand the various manifestations of humidity and how each one can affect the building in its different phases. This paper looks at the various pathological manifestations caused by water in its different physical states. It includes a brief overview of the areas of “Ouro Preto” that are the subject of this study: Historic Center, “Santa Cruz” and “Morro do Cruzeiro”. The buildings were inspected to identify pathological manifestations, a photographic report was produced and information was gathered from conversations with residents. To illustrate the analyses in the document, there are three pathology reports showing how humidity has affected, is affecting and will affect the aforementioned buildings. It was found that the historic architecture of “Ouro Preto”, together with the climate and geology, are influential factors in most of the pathologies found, one of which is rising damp, which causes mold, mildew and blistering of the walls, thus causing aesthetic discomfort and problems for users.

Keywords: humidity, pathology, “Ouro Preto”, Architecture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo - Ouro Preto (ESC: 1:50.000)	4
Figura 2 - Mapa síntese de estrutura urbana	6
Figura 3 - Índices pluviométricos mensais de Ouro Preto.....	9
Figura 4 - Índices físicos de Ouro Preto.....	12
Figura 5 - O tecido urbano da cidade de Ouro Preto é entrecortado de becos, travessas e ladeiras - Rua do Pilar.....	13
Figura 6 - Igreja de São Francisco de Assis em Ouro Preto.....	14
Figura 7: Carros são atingidos por deslizamento de terra em Ouro Preto.	16
Figura 8 – Sistema representativo da variação de estrutura molecular da água em estado líquido (esq) e da água no estado sólido (dir).....	17
Figura 9 - Pilar degradado pela ação da água do mar.....	18
Figura 10 - Desagregação e fissura por corrosão na base de um pilar (Imagem: Thórus Engenharia/Reprodução)	19
Figura 11 – Surgimento de mofo em teto da residência	20
Figura 12 - Surgimento de musgos em piso abaixo de torneira.....	21
Figura 13 - Fissura causada devido recalque do terreno	22
Figura 14 - Origem da umidade ou locais de ocorrência	23
Figura 15 - Paredes e tetos danificados devido à falta de impermeabilização ...	24
Figura 16 - Danos causados em estrutura devido a infiltração de água	25
Figura 17 - Representação da condensação de água em ambientes.....	26
Figura 18 - Parede localizada em um banheiro mofada devido a condensação de água	26
Figura 19 - Umidade ascendente por capilaridade	27

Figura 20 - Parede com presença de mofo e bolor devido a ascensão de água por capilaridade	28
Figura 21 - Percolação pela esquadria	28
Figura 22 - Muro com sinais do fenômeno de eflorescência.....	29
Figura 23: República Ninho do amor	33
Figura 24: Residência no bairro Santa Cruz	34
Figura 25: DEGEO.....	35
Figura 26: Telhado da república Ninho do amor com telhas danificadas.....	36
Figura 27: Surgimento de mofo no forro de um dos quartos.....	37
Figura 28: Surgimento de mofo em parede e forro	37
Figura 29: Carreira de telhas novas recém colocadas a fim de amenizar a infiltração.....	38
Figura 30: Existência de mofo em parede interna da edificação.....	39
Figura 31: Empolamento de pintura proveniente de infiltração na parede.....	39
Figura 32: Piso interno com verniz danificado (esq) e piso interno danificado devido a presença de umidade e tempo de uso (dir)	40
Figura 33: Viga de sustentação com notáveis rachaduras em toda sua extensão	41
Figura 34: Vista ampla de viga de sustentação	41
Figura 35: Mofo e bolor na parede interna devido infiltração proveniente do teto	44
Figura 36: Mofo e bolor na parede interna provenientes de infiltração por capilaridade.....	45
Figura 37: Surgimento de bolor em muro de arrimo	45
Figura 38: Surgimento de mofo em parede de vedação	47
Figura 39: Presença de bolor em teto proveniente de umidade por infiltração ...	47

Figura 40: Presença de bolor em teto proveniente de umidade por infiltração ...	48
Figura 41: Detalhe do surgimento de mofo e bolor em parede	48
Figura 42: Marco de porta degradado devido a presença de umidade.....	49
Figura 43: Corrosão em esquadria metálica	49
Figura 44: Dano estrutural visto da parte interna	50
Figura 45: Dano estrutural visto da parte externa	50
Figura 46: Surgimento de mofo em parte superior da parede devido a infiltração vinda do telhado	54
Figura 47: Manchas escuras ao longo de todo o forro da edificação.....	54
Figura 48: Manchas no forro provenientes de umidade por infiltração	54
Figura 49: Empolamento em parede interna da edificação.....	55
Figura 50: Rodapé da sala de estar com grande surgimento de bolores.....	54
Figura 51: Parede interna – mofo, bolor, empolamento da parede e rodapé	54
Figura 52: Parede externa com evidências de empolamento e degradação de pintura	55
Figura 53: Parede interna com fortes sinais de degradação.....	56
Figura 54: Registros de intenso surgimento de bolor em parte do muro externo	56
Figura 55: Surgimento de mofo em parte inferior da parede da sala	56
Figura 56: Desagregação de alvenaria devido a presença de umidade	56
Figura 57: Desagregação e mofo em alvenaria devido a presença de umidade	57
Figura 58: Detalhamento de desagregação de material devido a presença de umidade	57
Figura 59: Teto do corredor danificado devido a infiltrações	58

Figura 60: Sinais de fluxo de umidade, evidenciando a existência de infiltrações	58
Figura 61: Sinais de fluxo de umidade, evidenciando a existência de infiltrações	58
Figura 62: Parte externa do corredor com elevado surgimento de mofo e acúmulo de matéria orgânica.....	58
Figura 63: Detalhamento de momento em que a fissura da viga estrutural se transfere para a alvenaria	59
Figura 64: Vista macro de fissura na edificação	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tecidos urbanos e bairros correspondentes	7
Tabela 2 - Índices pluviométricos de Ouro Preto	10
Tabela 3 - Altura de Chuva diária (mm) - Máximo por Ano Hidrológico	11
Tabela 4 – Ocorrências com danos pessoais em Ouro Preto (Bonuccelli & Zuquette <i>apud</i> Castro, 2006).....	15
Tabela 5 – Patologias causa vs consequência	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivos Específicos	3
3	Revisão Bibliográfica.....	4
3.1	Contexto da Ocupação Urbana em Ouro Preto - MG	4
3.1.1	A Estrutura Urbana	5
3.2	Pluviometria de Ouro Preto	8
3.3	Arquitetura e formas de degradação dos diferentes tecidos urbanos....	12
3.3.1	Tecido Urbano 1: Centro Histórico	12
3.3.2	Tecido Urbano 2: O tecido 2 está localizado nas encostas que circundam o núcleo histórico.	15
3.3.3	Tecido Urbano 5: UFOP.....	16
3.4	Formas de degradação dos diferentes sistemas construtivos e materiais pela água 17	
3.4.1	Estado físico 1 - Água no estado sólido	17
3.4.2	Estado físico 2 - Água no estado líquido.....	18
3.4.3	Estado físico 3 - Água em estado gasoso.....	23
3.4.4	As diversas manifestações da umidade.....	23
4	Metodologia.....	30
4.1	Inspeção das edificações de estudo.....	31
4.2	Objetos de estudo.....	32
4.2.1	Republica Estudantil Ninho do amor	32

4.2.2	Santa Cruz	34
4.2.3	UFOP - DEGEO	35
5	RESULTADOS	36
5.1	Diagnóstico Republica Estudantil Ninho do Amor.....	36
5.1.1	Classificação das patologias encontradas	41
5.1.2	Sugestão de conduta	42
5.2	Diagnostico Residência no Bairro Santa Cruz.....	43
5.2.1	Classificação das patologias encontradas	45
5.2.2	Sugestão de conduta	46
5.3	Diagnóstico Prédio DEGEO- UFOP.....	46
5.3.1	Classificação das patologias encontradas	50
5.3.2	Sugestão de conduta	51
6	Conclusão	52
7	ANEXO A	54
8	ANEXO B	56
9	ANEXO C.....	58
10	Referências.....	60

1 INTRODUÇÃO

Indubitavelmente, a construção civil vem inovando cada vez mais. Atualmente, conta-se com concretos mais resistentes e construções dramáticas e desafiadoras. Apesar disso, observa-se que as edificações apresentam, desde os tempos mais remotos, patologias recorrentes, como degradação precoce do concreto, corrosão da armadura, mofo, bolor, dentre várias outras. Tais adversidades se manifestam em diferentes locais, por exemplo, sistemas de vedação, estruturais, cobertura, instalações hidráulicas e elétricas, contudo, muitas vezes têm a mesma causa raiz.

A umidade é um elemento intrínseco à complexidade do ambiente da construção civil. Durante a fase de construção, a umidade se apresenta como um fator dinâmico, desencadeando uma série de desafios, exigindo habilidades adaptativas na escolha dos materiais e métodos de construções e, conseqüentemente, exigindo profissionais qualificados. Compreender todos os aspectos envolvidos ao edificar evitará potenciais problemas de deterioração ou até mesmo falhas estruturais. A umidade excessiva compromete não somente a integridade da construção, mas também pode criar um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos e mofos, representando assim, riscos à saúde respiratória das pessoas que ocupam o local.

De acordo com Fiocruz (2021) estudos epidemiológicos fazem uma associação positiva entre doenças respiratórias e umidade do ambiente, ao que tudo indica, há um aumento dos sintomas e sinais de obstrução bronquial. Em suma, a umidade juntamente com os materiais de construção, criam um ambiente favorável ao crescimento de fungos (FIÓRIO,2009). Cerca de 20% da população brasileira vive em residências com problemas de umidade, o que impacta diretamente a saúde Fiocruz (2021). A melhoria da ventilação e a manutenção adequada dos imóveis são essenciais para reduzir esses riscos. Com uma gestão eficaz pode-se assegurar a longevidade das edificações e qualidade de vida para os usuários.

A necessidade de estudar as patologias associadas à água, surge então, dessa preocupação. A fim de entender melhor as adversidades, Ouro Preto se apresenta como um local com condições interessantes de estudo de patologias associadas à

umidade, devido ao clima tropical de montanha, onde o inverno é de baixa temperatura e elevada umidade. A região de Ouro Preto possui ainda, uma alta pluviosidade devido a sua elevada altitude. A cidade se encontra em um grande vale com regiões de aclives/declives acentuados.

O presente trabalho possui assim, uma revisão bibliográfica sobre as patologias causadas pela água, detalhando a proveniência, causas e efeitos. Além disso, foi realizada uma revisão e contextualização sobre o local escolhido, tal qual, o estudo de ocupação e história da cidade. Para auxiliar na compreensão dos diversos fatores supracitados, um estudo de caso foi conduzido, permitindo uma compreensão da temática com uma aplicação direta. Por fim, foram apresentados laudos técnicos acerca do estudo de caso.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é identificar as principais formas de manifestação e origens de patologias relacionadas à umidade em Ouro Preto- MG.

2.1 Objetivos Específicos

- Apresentar laudo com grau de risco para as manifestações patológicas identificadas
- Identificar e propor métodos de mitigação e reparo das manifestações patológicas identificadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Contexto da Ocupação Urbana em Ouro Preto - MG

O processo de ocupação da cidade de Ouro Preto, Minas Gerais, iniciou-se no fim do século XVII, vinculado à atividade de exploração aurífera (Calil, 2018). (Oliveira & Sobreira, 2015) No início do século XX, a cidade enfrentou um declínio econômico e político devido à transferência da capital estadual para Belo Horizonte. A recuperação iniciou na década de 1940, impulsionada pela atividade mineradora e pela instalação de indústrias. Posteriormente, a partir dos anos sessenta, o crescimento populacional e a necessidade de novas áreas urbanas ocorreram sem um planejamento adequado devido a ocupação do território incentivada pelas atividades industriais, educacionais e turísticas, resultando numa expansão desordenada da malha urbana.

A área de estudo abrange o distrito sede do município de Ouro Preto, conforme ilustrado na figura 1. A cidade está situada no extremo sudeste da região conhecida como quadrilátero Ferrífero, na zona minero-metalúrgica do Estado de Minas Gerais, uma localização estratégica que desempenha um papel significativo na história e cultura da região (Oliveira & Sobreira, 2015). A figura 1 destaca a delimitação geográfica da área do distrito sede.

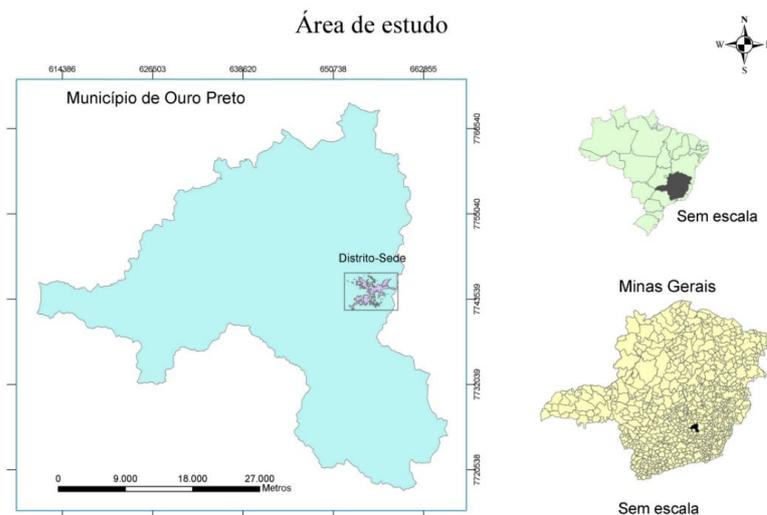


Figura 1 - Área de estudo - Ouro Preto (ESC: 1:50.000)
Fonte: Oliveira, L.D, 2010

3.1.1 A Estrutura Urbana

De acordo com Salgado (2010), a malha urbana de Ouro Preto pode ser compreendida pela identificação das articulações viárias. Tendo como foco as vias estruturantes, que organizam a malha no sentido do direcionamento dos fluxos de deslocamento, e sob o ponto de vista morfológico, através da sua divisão em tecidos urbanos.

Segundo o autor, o termo "tecidos urbanos" refere-se à organização e padrão espacial das edificações em uma área urbana, considerando elementos como a disposição, tipologia, volumetria, e estilo das construções. Esses tecidos constituem a textura ou a trama visual que caracteriza uma determinada porção do ambiente urbano. A análise dos tecidos urbanos leva em conta diversos fatores, como a forma como as edificações estão distribuídas no espaço, a densidade populacional, a natureza do uso do solo, a estética arquitetônica, entre outros. Compreender os tecidos urbanos é crucial para o planejamento urbano e o desenvolvimento sustentável de áreas urbanas, pois influencia a qualidade de vida, a eficiência dos serviços urbanos e a preservação do patrimônio histórico e cultural.

Os tecidos urbanos examinados foram submetidos a uma análise detalhada, levando em consideração semelhanças nas características das edificações, como implantação no lote, volumetria e estilo, entre outros elementos. Essas informações foram essenciais para a elaboração do mapa de tecidos urbanos, conforme evidenciado na figura 2, sendo apresentadas em detalhes na tabela 1. Nessa abordagem, cada bairro de Ouro Preto foi minuciosamente avaliado em relação a suas características morfo-tipológicas, abarcando aspectos como impacto visual, visibilidade do centro histórico, densidade, traçado, declividade, vegetação, implantação das edificações no lote e volumetria, além do padrão de acabamento das construções (SALGADO, 2010).

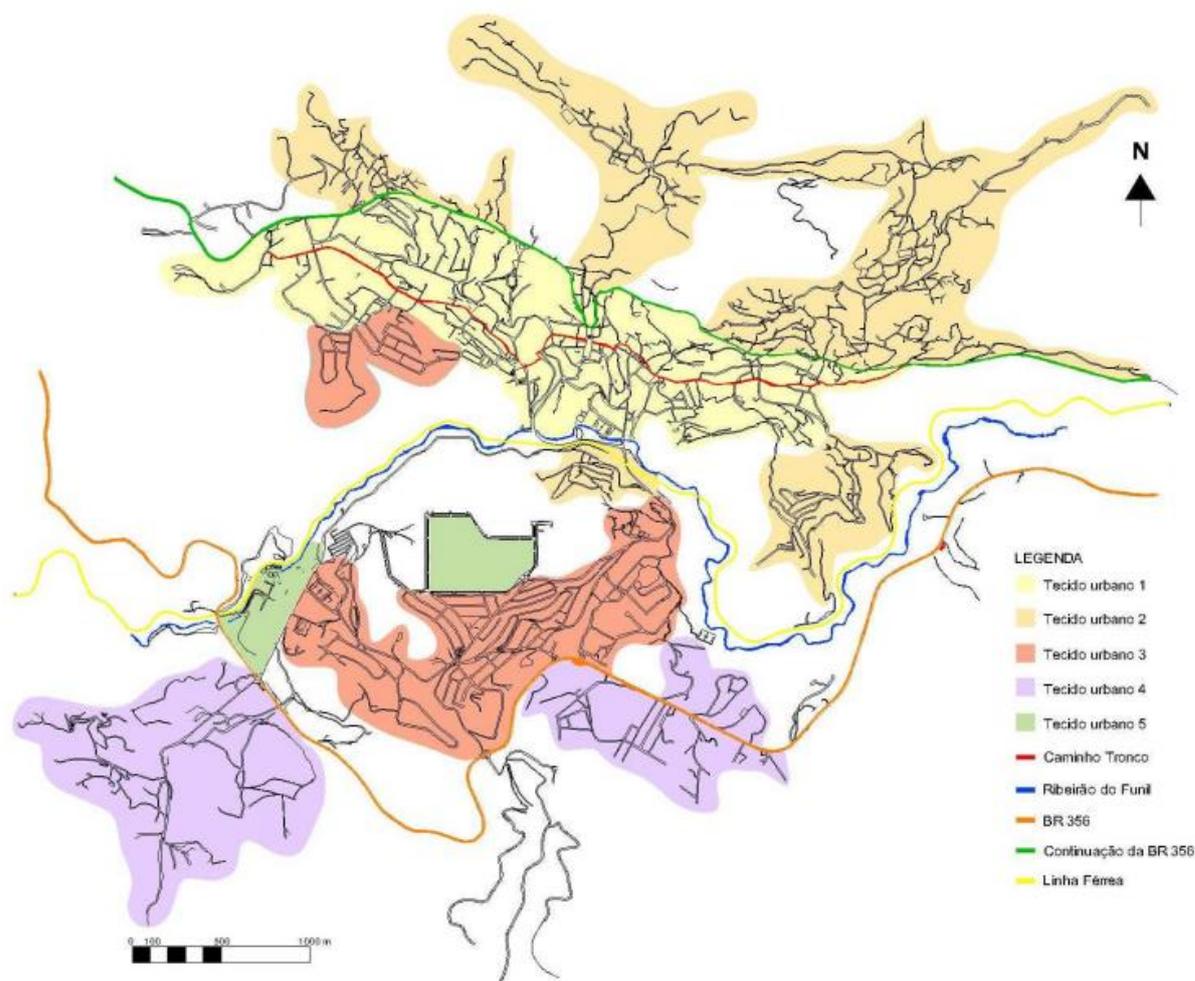
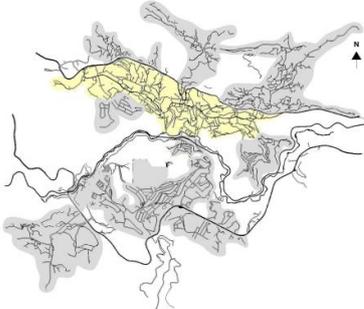
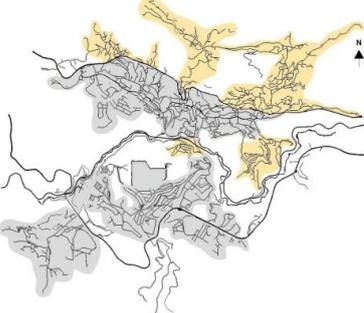
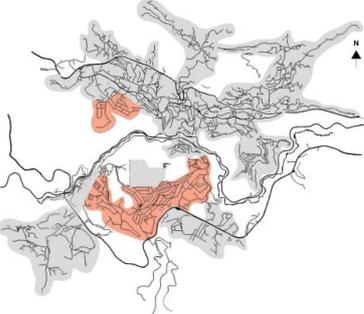
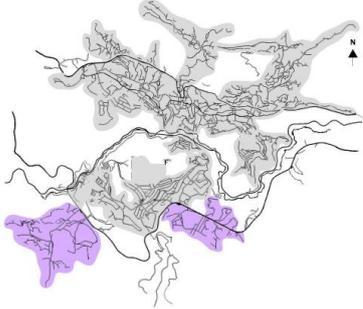


Figura 2 - Mapa síntese de estrutura urbana
 Fonte: Roberta Duarte Magalhães apud Salgado, 2006.

Tabela 1 – Tecidos urbanos e bairros correspondentes

Tecidos Urbanos	Localização	Bairros
<p>Tecido Urbano 1: O primeiro tecido urbano é caracterizado pela ocupação inicial da cidade no século XVIII.</p>		<p>Cabeças, Nossa Senhora de Lourdes, Nossa Senhora do Rosário, Nossa Senhora do Pilar, Centro, Antônio Dias, Barra, Nossa Senhora das Dores, além de parte dos bairros São Francisco, Alto da Cruz e Padre Faria.</p>
<p>Tecido urbano 2: O tecido 2 está localizado nas encostas que circundam o núcleo histórico.</p>		<p>São Cristóvão, Morro São Sebastião, Morro da Queimada, Morro São João, Morro Santana, Nossa Senhora da Piedade, Santa Cruz, Vila Aparecida e parte dos bairros Alta da Cruz, São Francisco e Padre Faria.</p>
<p>Tecido urbano 3: O tecido urbano 3, que possui, como característica principal, ocupação recente.</p>		<p>Vila dos Engenheiros, Lagoa, Morro do Cruzeiro, Vila Itacolomy, Jardim Alvorada e Loteamento.</p>

<p>Tecido urbano 4: O traçado característico deste tecido urbano é orgânico, com presença de ruas sem saída, o que leva à existência de quarteirões extensos e não delimitados, sem a marcação de seu contorno pelas vias do entorno.</p>		<p>Saramenha de Cima, Lagoa, Tavares, Novo Horizonte e Nossa Senhora do Carmo.</p>
<p>Tecido urbano 5: Estes se caracterizam como um “vazio urbano” na malha urbana da cidade, pois está se interrompe quando encontra um destes equipamentos. Além disso, ambos representam áreas de grandes proporções, sendo equivalentes, em tamanho, a um bairro inteiro.</p>		<p>ALCAN e UFOP.</p>

3.2 Pluviometria de Ouro Preto

A cidade de Ouro Preto se encontra em um grande vale, tendo como limite a norte a Serra de Ouro Preto e a sul a Serra do Itacolomi. A geomorfologia local é caracterizada por diversos níveis altimétricos, variando entre 800 e 1.500 m, com relevo acidentado e vales profundos. Cerca de 40% da área urbana detém

declividades entre 20 e 45% e apenas 30% com declividades entre 5 e 20% (AMARANTE, 2017). O clima possui características básicas de clima tropical de montanha (CARVALHO, 1982).

A média anual da temperatura em Ouro Preto é de 18,5°C, sendo o mês de janeiro o mais quente e o mês de julho o mais frio. As temperaturas mais elevadas coincidem com o período chuvoso, enquanto as temperaturas mais baixas ocorrem no período seco (Ribeiro, 2023). A região de Ouro Preto possui alta pluviosidade, como ilustrada na figura 3.

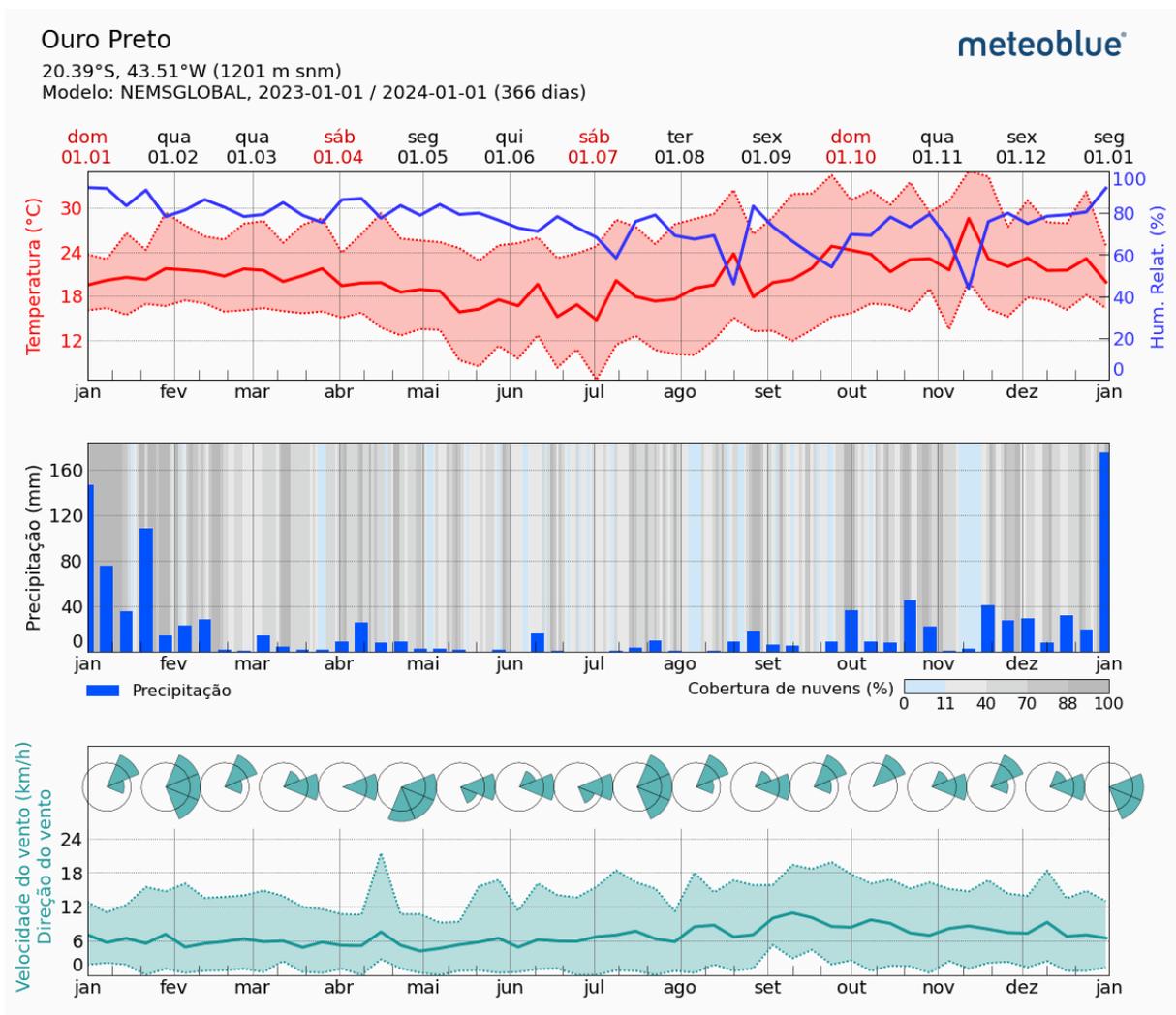


Figura 3 - Índices pluviométricos mensais de Ouro Preto
 Fonte: Meteoblue

A precipitação pluvial é analisada a partir de uma série histórica que caracteriza a variabilidade temporal das chuvas intensas, associada à probabilidade de ocorrência. As chuvas mais intensas e com curta duração são as que mais impactam uma bacia hidrográfica pequena e, geralmente, essas precipitações acontecem em intervalos de tempos maiores (GONÇALVES, 2011).

O regime pluviométrico é caracterizado como tropical com uma média de 1.610,1 mm anuais (série de 1988 a 2004) (CASTRO, 2006). O índice pluviométrico é caracterizado como a quantidade de chuva por metro quadrado em determinado local e em determinado período sendo calculado em milímetros (INPE,2016). A altitude elevada do município é um dos fatores responsáveis pelo alto índice pluviométrico (IGA, 1994).

A tabela 02 apresenta os índices pluviométricos de Ouro Preto segundo Jeanne Castro (2006). A tabela 03 apresenta a altura de Chuva diária (mm) - Máximo por Ano Hidrológico (Ano Civil), segundo o atlas pluviométrico do Brasil, e a Figura 4 apresenta os índices físicos de Ouro Preto.

Tabela 2 - Índices pluviométricos de Ouro Preto
 Fonte: Novelis do Brasil apud Jeanne Michelle Garcia Castro (2006)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1988	290.6	278.5	99.5	205.4	53	0.8	0	0	33.4	80.2	127.7	177.7	1346.8
1989	176.6	317.4	188.1	16.2	1.1	40.9	49.5	28.1	93.7	154.2	212.8	555.1	1833.7
1990	88.8	141.5	109.3	75	61.9	12.2	30.7	52.4	44.9	69.8	159.4	159.2	1005.1
1991	604.5	256.1	310.1	65.1	37	7.5	2.6	2	93.4	115	158.1	277.5	1928.9
1992	694.2	304.8	91	116.6	95.2	2.7	29.4	38.4	186.4	194.7	347.7	411.3	2512.4
1993	144.8	204	162.3	165.1	40.4	8.9	0	11.6	67.1	200.4	136.2	284.7	1425.5
1994	367	59.5	206.1	60.8	35.6	3.9	2	0	1.2	119.6	130	329.5	1315.2
1995	152.1	188.5	225.1	64.7	24.3	4.5	1.7	0	15.7	178.3	198.3	514.5	1567.7
1996	148	275.3	167.4	51.6	49.4	0	0	5.6	96.5	153.2	407.3	400.5	1754.8
1997	572.9	138.1	208	96.5	20.8	0	0	3.1	90.6	194.3	189	165.6	1678.9
1998	322.4	299.3	114.9	70	70.5	0.7	3.2	41.4	18.8	164.3	233.5	166.7	1505.7
1999	152.9	120.2	336	23	1.5	3.9	0.1	0	37.8	87.6	298.6	252.8	1314.4
2000	490.5	131.9	179.4	20.4	4	0	12.3	29.7	75.9	77.2	337.1	272.5	1630.9
2001	251.9	75.4	188.8	24	38.9	0	2.5	16.2	60.8	114.2	341.2	347.7	1461.6
2002	343.6	280.1	112.3	25.8	71.5	0	1	44.5	127.4	30.6	368.3	449.1	1854.2
2003	502.1	59	158	61.6	15.8	0	1.4	33.5	22.4	70.1	279.1	265.5	1468.5
2004	261.4	318	241.7	149.6	50.3	21.6	43.4	0	0	68.9	221.7	390.9	1767.5
Média	327.3	202.8	182.2	76	39.5	6.3	10.6	18	62.7	121.9	243.9	318.9	1610.1

Tabela 3 - Altura de Chuva diária (mm) - Máximo por Ano Hidrológico
 Fonte: Atlas Pluviométrico do Brasil (2014)

Ano Inicial	Ano final	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1963	1964	22/06/1963	73.1
1966	1967	29/05/1966	108.3
1968	1969	27/01/1968	117.7
1969	1970	24/05/1969	50.3
1970	1971	11/08/1970	144.2
1971	1972	08/05/1971	136.1
1972	1973	23/04/1972	100.3
1973	1974	22/04/1973	129.2
1974	1975	22/05/1974	119.3
1975	1976	17/07/1975	123.4
1976	1977	23/05/1976	112.4
1977	1978	05/07/1977	71.6
1980	1981	10/06/1980	139.4
1985	1986	31/07/1985	104.2
1986	1987	18/06/1986	100.2
1987	1988	01/04/1987	52.2
1988	1989	15/07/1988	84.4
1989	1990	12/07/1989	84.2
1990	1991	29/07/1990	165
1991	1992	24/05/1991	106
1993	1994	29/03/1993	73.5
1994	1995	20/06/1994	162.7
1995	1996	24/07/1995	89.3
1996	1997	29/04/1996	144.5
1997	1998	06/04/1997	119
1998	1999	25/08/1998	89.2
1999	2000	21/05/1999	95.8
2000	2001	26/06/2000	116.5
2001	2002	13/06/2001	90.6
2002	2003	04/03/2002	98.2
2003	2004	16/06/2003	73.9
2004	2005	26/06/2004	67.6
2005	2006	02/06/2005	91.9
2006	2007	30/04/2006	86
2007	2008	20/04/2007	102.5
2008	2009	21/03/2008	97.2
2012	2013	14/06/2012	104.3
2013	2014	18/05/2013	57.5

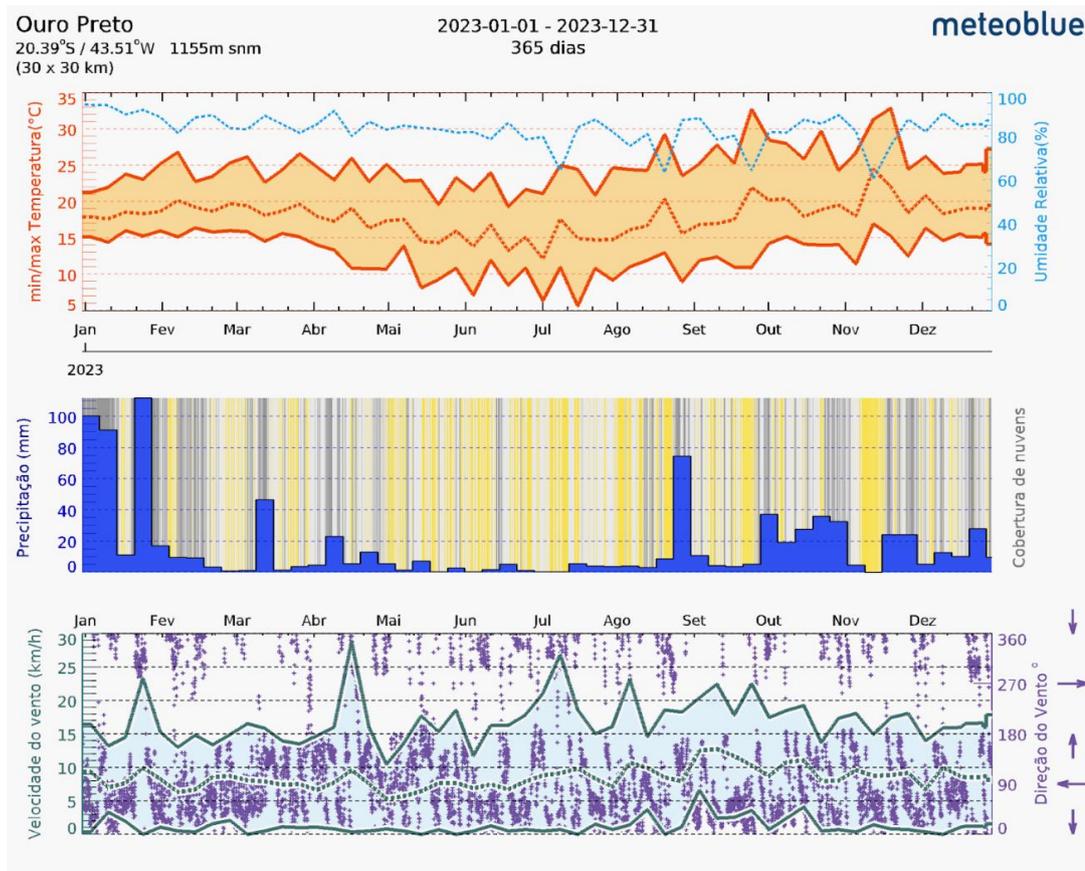


Figura 4 - Índices físicos de Ouro Preto
Fonte: Meteoblue

3.3 Arquitetura e formas de degradação dos diferentes tecidos urbanos

Ao longo das décadas os diferentes sistemas construtivos enfrentam os mesmos problemas de degradação. Usualmente, a deterioração precoce da edificação é associada a água em seus diferentes estados físicos. Neste capítulo, será apresentado a influência da arquitetura na degradação das edificações nos tecidos urbanos 1, 2 e 5.

3.3.1 Tecido Urbano 1: Centro Histórico

A cidade de Ouro Preto foi construída no período do Ciclo do Ouro por escravos e artistas tais como Antônio Francisco Lisboa, conhecido como “Aleijadinho”. A

arquitetura local foi inspirada nos modelos europeus, criando um estilo barroco nacional singular.



Figura 5 - O tecido urbano da cidade de Ouro Preto é entrecortado de becos, travessas e ladeiras - Rua do Pilar
Fonte: IPHAN (2014)

O traçado das ruas principais de Ouro Preto acompanha o desenho topográfico dos morros e córregos (IPHAN, 2014), por isso é notório becos estreitos e ruas pequenas nos entremeios do centro histórico. As edificações não apresentam afastamento frontal de fachada tão pouco afastamento lateral, fazendo com que o trânsito de veículos afete de maneira acentuada as edificações, por compartilharem paredes com outras edificações adjacentes, estas por sua vez, podem ser mais suscetíveis a danos estruturais causados por vibrações transmitidas pelas paredes compartilhadas.

A infraestrutura das vias urbanas no centro histórico é predominantemente pavimentada com pedras irregulares de basalto ou quartzito. Esse estilo de pavimentação é uma característica marcante e importante da cidade, pois contribui para a preservação de sua atmosfera histórica. Contudo, devido a irregularidade das pedras, drenagem escassa (inexistência de canaletas) e topografia desfavorável em períodos de maior incidência de chuvas, ocorre alagamentos e empoçamentos em

algumas áreas. Essa condição pode resultar em uma umidade excessiva na região afetada, tal como, na aceleração da corrosão e deterioração dos materiais.

Em meados do século XVIII, em substituição às técnicas de pau-a-pique e adobe, as construções passaram a ser de pedra e cal (IPHAN, 2014). Ouro Preto distingue-se das restantes cidades mineiras pela nobreza dos materiais empregues na construção do aglomerado urbano e apresenta uma arquitetura vernacular idêntica à das povoações portuguesas do Minho e Alto Douro. Do centro histórico de Ouro Preto, destacam-se edifícios como o antigo Palácio dos Governadores, a antiga Casa da Câmara e Cadeia, a Casa dos Contos, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário, a Igreja de Nossa Senhora do Pilar e a Igreja de S. Francisco de Assis.



Figura 6 - Igreja de São Francisco de Assis em Ouro Preto
Fonte: Wikipédia (2024)

3.3.2 **Tecido Urbano 2:** O tecido 2 está localizado nas encostas que circundam o núcleo histórico.

O tecido urbano 2 é formado principalmente por áreas de grande aclive que, por sua vez, circundam o centro histórico. Devido ao patrimônio histórico, o tecido urbano 2 é predominantemente barroco, com isso, pode-se apontar alguns dos problemas informados no tópico 3.3.1. Em suma, os problemas estruturais e de drenagem são os mesmos, devido aos aclives e a estética arquitetônica.

Além disso, no tecido urbano 2 de Ouro Preto, é notável a ocorrência de movimentos de massa, especificamente deslizamentos de encostas. As principais causas dos movimentos no município são as características geológicas e geomorfológicas, que proporcionam um ambiente favorável aos eventos, o processo de ocupação desordenado que ocorreu deste o seu povoamento e principalmente a precipitação, visto que a maioria ocorre na estação chuvosa (CASTRO, 2006). A Tabela 4 mostra as ocorrências com danos pessoais atendidas pelo Corpo de Bombeiros de Ouro Preto.

A Figura 7 ilustra o movimento de massa que ocorreu no bairro São Cristóvão. Uma encosta de aproximadamente 30 metros deslizou e atingiu dois carros que passavam pela rua Padre Rolim, no bairro São Cristóvão, em Ouro Preto, na Região Central de Minas.

Tabela 4 – Ocorrências com danos pessoais em Ouro Preto (Bonuccelli & Zuquette *apud* Castro, 2006)

Data	Danos pessoais	Material envolvido	Área atingida (m²)	Local
14/12/89	3 mortes e 2 feridos	Rocha e detritos	457	Centro
23/01/92	2 mortes	Detritos e solo	305	Volta Córrego
14/12/95	3 mortes e 1 ferido	Rocha, detritos e solo	472	São Cristóvão
02/01/97	1 morte	Rocha, detritos e solo	219	Taquaral
04/01/97	12 mortes e 1 ferido	Rocha, detritos e solo	3860	Piedade
02/04/98	1 ferido	Rocha	277	Taquaral
TOTAL	21 mortes e 5 feridos			



Figura 7: Carros são atingidos por deslizamento de terra em Ouro Preto.
Fonte: Jornal Hoje em dia (2021)

3.3.3 Tecido Urbano 5: UFOP

A Universidade Federal de Ouro Preto – Campus Ouro Preto, sem dúvida, contrasta com a arquitetura barroca da cidade, mas sua estética está profundamente ligada à cultura local. O estilo industrial das edificações é intencional, remetendo constantemente às grandes indústrias de Ouro Preto e à cultura de mineração, que constitui a base histórica da região.

Apesar da modernidade, no cotidiano, nos deparamos com patologias nos diversos prédios, tais como:

- Infiltração
- Deslocamento de cerâmica
- Rachaduras, trincas e fissuras.
- Goteiras

Para entender de onde vem tais anormalidades, deve-se olhar o aspecto construtivo, a manutenção predial e a execução da obra propriamente dita.

3.4 Formas de degradação dos diferentes sistemas construtivos e materiais pela água

Neste tópico, serão abordadas as diferentes formas de degradação pela água em seus diferentes estados físicos, tal qual, as patologias sucedidas deste processo.

3.4.1 Estado físico 1 - Água no estado sólido

Patologias causadas por água neste estado físico (gelo), se dão em regiões de baixas temperaturas. A água contida nos capilares do concreto, quando submetida a baixas temperaturas, solidifica-se. Este processo causa um aumento do volume da água conforme Figura 8, e a quantidade excedente movimentada para os capilares mais próximos que passarão pelo mesmo processo e se deformarão caso a pressão sofrida seja maior que a resistência do material (MONTEIRO, A., PAIXÃO, M. F., & COSTA, F. N., 2021)

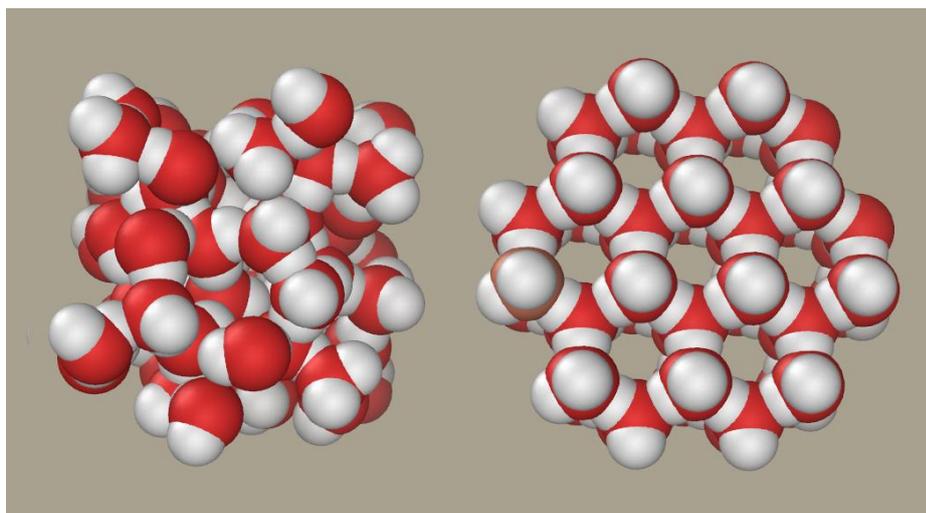


Figura 8 – Sistema representativo da variação de estrutura molecular da água em estado líquido (esq) e da água no estado sólido (dir)

Fonte: Diário de um Químico Digital (2015)

A água dos sistemas de distribuição da casa, tal como, torneira da cozinha, torneira do banheiro etc, em lugares mais frios, quando a temperatura está abaixo de 0°C, pode congelar. A água quando congelada, tende a expandir e com isso, pode

fissurar o cano de água ou até mesmo rompe-lo por completo. Neste caso, poderá ocorrer um vazamento para as paredes, que culminará em mofo e na degradação dos materiais da região.

3.4.2 Estado físico 2 - Água no estado líquido

As patologias causadas pela água em estado líquido são várias, e abrangem diferentes regiões, como por exemplo em áreas perto de lagoas ou mar e também em áreas de declive com lixiviação do solo. As Figura 9 e Figura 10 mostram algumas dessas patologias.

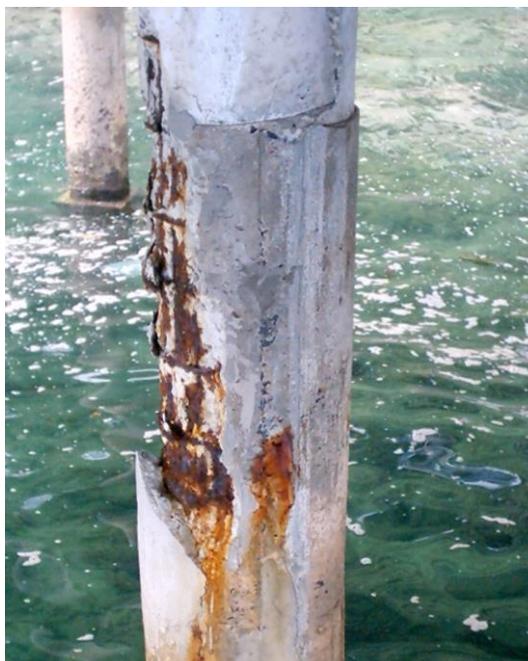


Figura 9 - Pilar degradado pela ação da água do mar
Fonte: AeG Construções (2010)

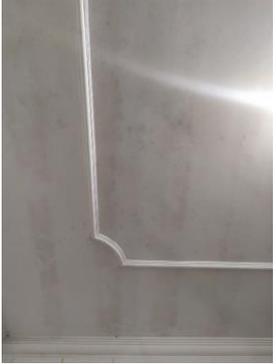


Figura 10 - Desagregação e fissura por corrosão na base de um pilar (Imagem: Thórus Engenharia/Reprodução)

A água no estado físico causa algumas das patologias mais corriqueiras, a Tabela 5 indica a causa e a consequência de algumas das situações que a água pode causar na edificação. Porém, cabe ressaltar, que algumas dessas patologias são graves, pois como abordado anteriormente, com a presença da água, pode ocorrer movimento de massa.

Existem diversos tipos de classificações e descrições para os movimentos de massa. As classificações tentam agrupar o tipo de movimento a um conjunto de características, tais como, o material envolvido, velocidade e direção do movimento, profundidade e extensão, a geomorfologia local e ambiente climático, entre outros. Os principais tipos de movimentos de massa podem ser: queda (“fall”); tombamento (“topple”); escorregamentos (“slide”); espalhamento (“spread”); escoamentos (“flow”) e ainda pode ser do tipo complexo (mais de um tipo de movimento) (CASTRO,2006).

Tabela 5 – Patologias causa vs consequência

Forma de atuação	Causa	Manifestações patológicas	Ilustração
Infiltração	Estas podem ocorrer devido vazamentos nos canos ou vazamento pelo telhado.	Surgimento de mofo e bolor	 <p>Figura 11 – Surgimento de mofo em teto da residência Fonte: Imagem do autor</p>

<p>Percolação livre da água</p>	<p>Estas ocorrem devido a passagem da água, podendo ser por uma calha ou até mesmo uma torneira pingando diariamente.</p>	<p>Surgência de musgo, e/ou mofo se existir parede perto e deterioração do concreto ou superfície que está em contato com a água diariamente</p>	 <p>Figura 12 - Surgimento de musgos em piso abaixo de torneira Fonte: Imagem do autor</p>
---------------------------------	---	--	--

Forma de atuação	Causa	Manifestações patológicas	Ilustração
Solo saturado/submerso	<p>Pode ocorrer devido a ao nível do lençol freático, presença de vazamentos subterrâneos, nascente próxima a edificação, erro na execução da obra quando foi realizado o rebaixamento do lençol freático ou alguma condição específica do solo que não foi percebida na concepção da obra.</p>	<p>A água pode lixiviar o solo abaixo da edificação, comprometendo a sua estabilidade parcialmente ou completamente. O rebaixamento do nível d'água poderá deixar vazios no solo e, dependendo da gravidade, formar um recalque diferencial, comprometendo também, a estrutura, surgindo trincas, fissuras e/ou rachaduras.</p>	 <p>Figura 13 - Fissura causada devido recalque do terreno Fonte: ASOPE Engenharia (2012)</p>

3.4.3 Estado físico 3 - Água em estado gasoso

A umidade nas edificações é encarada como uma das mais difíceis problemáticas a serem sanadas pelos profissionais da área. Isso ocorre porque, entre outros motivos, essa manifestação construtiva causa grande desconforto e é capaz de degradar rapidamente uma construção. Um dos exemplos para evidenciar os danos causados pela água em estado gasoso, podemos citar os danos estéticos comumente encontrados em tetos de banheiro, seja na forma de mofo ou conspurcação da pintura. Em contrapartida, as medidas preventivas adotadas para impedir o seu surgimento geralmente são dispendiosas, em virtude da complexidade de fenômenos que ela envolve.

3.4.4 As diversas manifestações da umidade

A presença de umidade acarreta diferentes problemas, por exemplo, o mofo. Estudos realizados pela Organização Mundial da Alergia (WAO), expõem que 40% dos casos de rinite alérgica estão relacionados ao mofo (Terra apud Dino, 2021). Contudo, a umidade manifesta-se de diferentes maneiras e por isso, podem aparecer em diversos componentes de uma construção, incluindo: paredes, pavimentos, fachadas e estruturas de concreto reforçado, entre outros. A Figura 14 apresenta a conexão entre as causas desses problemas e as áreas afetadas na edificação.

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

Figura 14 - Origem da umidade ou locais de ocorrência
Fonte: Lage (2012)

Ao examinar a presença de umidade em construções e suas origens correspondentes, é essencial levar em conta os diversos modos pelos quais a umidade pode se manifestar em uma estrutura. De acordo com Lage (2012), estes incluem: umidade resultante de condições climáticas adversas, umidade causada por infiltrações, umidade devido à condensação, umidade ascendente através da capilaridade, umidade resultante de percolação e umidade associada a processos higroscópicos.

- Umidade decorrente de intempéries

Reconhecida como a mais prevalente pelos especialistas na área, essa forma de umidade é provocada principalmente pela chuva. A manifestação torna-se mais acentuada durante ou após precipitações intensas e contínuas, resultando em danos tanto internos quanto externos, particularmente em regiões mais susceptíveis à ação do vento (LAGE,2012). Essencialmente, trata-se da penetração da água da chuva na estrutura da construção, seja por meio do telhado ou da fachada. Isso geralmente ocorre devido a falhas na impermeabilização ou à sua completa ausência.



Figura 15 - Paredes e tetos danificados devido à falta de impermeabilização

Fonte: 3TC Isolamentos / Acesso em: 09/01/2024

- Umidade por infiltração

A infiltração representa a entrada direta de água nas estruturas construídas, resultando em danos aos componentes da edificação. Quando esses eventos ocorrem, o ambiente pode adquirir uma aparência de negligência e deterioração, apresentando sinais de mofo, manchas, bolhas e o característico odor de umidade (LAGE,2012). Esse processo de infiltração se inicia quando a água presente nos espaços porosos do solo se desloca para dentro da construção, causando as indesejáveis marcas de umidade e infiltrações mais pronunciadas, muitas vezes levando à emergência de água na superfície. Adicionalmente, problemas hidráulicos, como tubulações defeituosas ou inadequadamente instaladas dentro das paredes, também podem ser responsáveis por tais ocorrências. Por último, as infiltrações também podem ser desencadeadas por eventos pluviais.

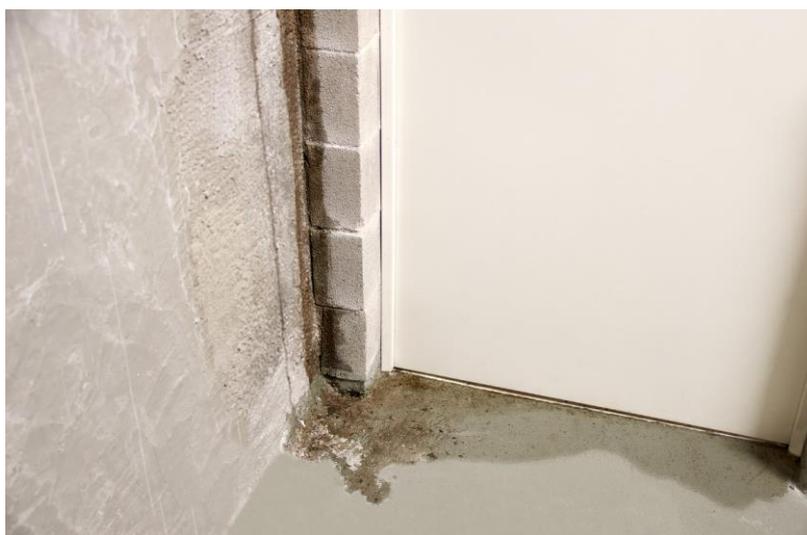


Figura 16 - Danos causados em estrutura devido a infiltração de água

Fonte: Hm Hubber / Acesso em: 09/01/2024

- Umidade por condensação

A umidade por condensação se diferencia significativamente de outras formas de umidade. Ela não resulta da infiltração de água, mas sim da água já presente no ar dentro de um espaço, que se acumula nas superfícies da construção. Este tipo de

umidade se forma quando o vapor de água presente em qualquer ambiente da edificação, como uma sala ou cozinha, entra em contato com superfícies mais frias, como janelas de vidro, levando à formação de pequenas gotículas de água. É provável que surjam manchas de umidade com aparência desigual, muitas vezes acompanhadas de mofo e um odor característico.

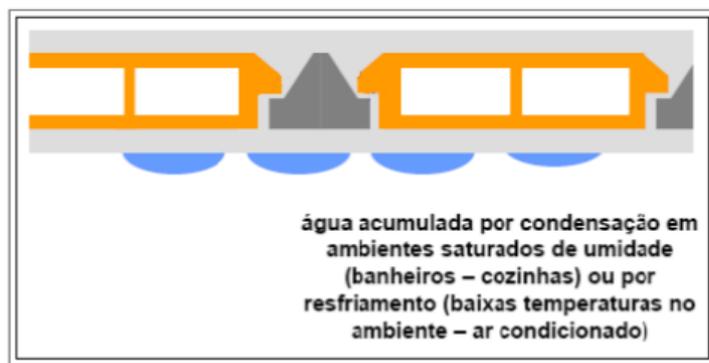


Figura 17 - Representação da condensação de água em ambientes
Fonte: Adriana Lage (2012)

Esta condição é mais comum durante os meses de inverno, períodos chuvosos ou em áreas úmidas, como banheiros. Se não forem tratadas adequadamente, essas condições podem representar riscos à saúde humana e comprometer a estética do espaço.



Figura 18 - Parede localizada em um banheiro mofada devido a condensação de água
Fonte: Idealista (2022)

- Umidade ascendente por capilaridade

A umidade por capilaridade é caracterizada pelo movimento ascendente de água proveniente do solo úmido (VERÇOZA apud LAGE, 2012). Esta forma de umidade se manifesta principalmente nas partes inferiores das paredes das construções, visto que as estruturas têm a capacidade de absorver a água presente no solo úmido através de suas bases.

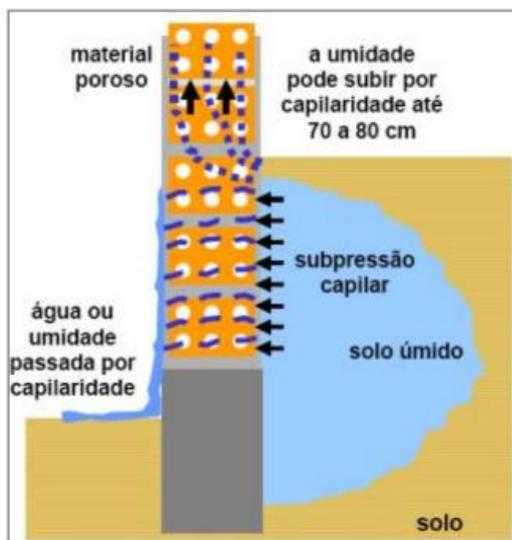


Figura 19 - Umidade ascendente por capilaridade

Fonte: Lage (2012)

Segundo especialistas na área, este tipo específico de umidade se manifesta nas fundações das edificações por três razões fundamentais: a presença de solo úmido onde a estrutura foi erguida; a falta de barreiras que restrinjam a ascensão da umidade; e a utilização de materiais porosos, como tijolos, concreto e blocos cerâmicos, que possuem canais capilares facilitando a subida da água do solo para dentro das construções. Esta umidade se manifesta por meio de marcas tanto internas quanto externas. Internamente, pode-se observar a formação de salitre, descamação de pintura ou papel de parede, bem como o desenvolvimento de mofo (LAGE, 2012). Externamente, pode surgir musgo. Esse tipo de umidade é observado ao longo de todo o ano, variando em intensidade conforme a frequência de chuvas ou outros fatores provenientes do entorno.



Figura 20 - Parede com presença de mofo e bolor devido a ascensão de água por capilaridade
Registro do autor

- Umidade por percolação

Esta forma de umidade surge devido à movimentação da água impulsionada pela gravidade, influenciada pela pressão hidrostática. Refere-se ao deslocamento de líquidos em um padrão de fluxo laminar através de pequenas rachaduras, fissuras ou porosidades presentes em superfícies expostas, conforme Figura 21. A umidade por percolação é facilmente encontrada em lâminas de água sobre determinados ambientes, tais como: terraços, empenas, fachadas e coberturas.

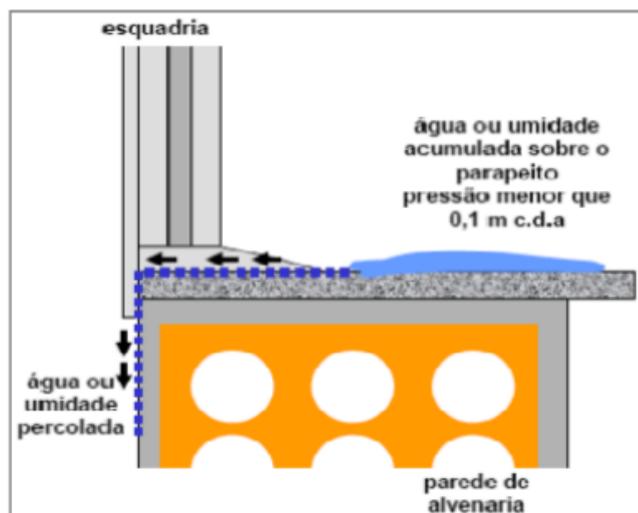


Figura 21 - Percolação pela esquadria
Fonte: Adriana Lage (2012)

- Umidade devido a fenômenos de higroscopicidade

Muitos materiais de construção contêm sais que são solúveis em água, assim como certos tipos de solo, especialmente aqueles com alta concentração de matéria orgânica. Quando estes sais estão presentes em ambientes secos, não causam problemas. No entanto, na presença de umidade, os sais se dissolvem e se deslocam com a água até a superfície, onde se cristalizam. Esse processo de dissolução seguido de cristalização resulta em um aumento no volume do sal, levando à deterioração da superfície onde se acumulam. Quando essa cristalização ocorre internamente, é denominada criptoflorescência; já quando acontece externamente, é referida como eflorescência (LAGE,2012).



Figura 22 - Muro com sinais do fenômeno de eflorescência
Fonte: Blok (2019)

4 METODOLOGIA

O presente trabalho visou apresentar e analisar manifestações patológicas identificadas em estudos de caso específicos. A partir de uma análise crítica das causas subjacentes a cada manifestação, foram considerados fatores como projeto, execução, materiais e condições ambientais. Além disso, analisou-se como a localização da residência e as práticas de manutenção influenciaram o surgimento dessas patologias.

No contexto da manutenção residencial, o presente trabalho buscou contribuir com boas práticas, recomendando a implementação de planos eficazes que evitem o surgimento de patologias. Houve ênfase na conscientização dos proprietários sobre a importância da manutenção regular para preservar a integridade da edificação ao longo do tempo. Isso visa eliminar quaisquer dúvidas futuras que possam surgir em função de eventos que tenham causado as manifestações patológicas detectadas no imóvel.

Para a realização deste estudo, foi adotado uma abordagem descritiva e estudo de caso como metodologia, com o objetivo de compreender e analisar as patologias de três residências localizadas em Ouro Preto – MG, com todas elas tendo a umidade como o seu principal agente causador. A seguir, será detalhado os principais passos metodológicos adotados:

- **Seleção de Residências em Ouro Preto – MG:** Inicialmente, foi realizada uma seleção de três diferentes residências em Ouro Preto, visando garantir uma representatividade adequada das construções existentes na região. Assim, foi realizado um levantamento dos tipos construtivos utilizados e condições dos terrenos, a fim de abranger uma variedade de bairros e altimetria ao longo de todo território do distrito sede da cidade.
- **Registro Fotográfico:** após a seleção, foi realizado um registro fotográfico detalhado de cada residência selecionada. Este registro teve como finalidade capturar imagens que evidenciem as manifestações patológicas

presentes nas edificações, proporcionando uma análise visual que complementa os dados coletados.

- **Análise das Patologias:** A partir das fotografias obtidas, foi realizada uma análise minuciosa das patologias identificadas em cada residência. Esta etapa permitiu identificar e categorizar as possíveis falhas construtivas, deteriorações ou anomalias estruturais presentes nas edificações estudadas, além de quais práticas poderiam ser feitas para correção ou mitigação das patologias encontradas.

Ao integrar estas etapas metodológicas, buscou-se proporcionar uma compreensão abrangente das condições climáticas das residências em Ouro Preto – MG, contribuindo para a identificação de possíveis melhorias e soluções para as patologias identificadas e para o desenvolvimento de práticas construtivas mais adequadas à realidade local.

4.1 Inspeção das edificações de estudo

A inspeção baseou-se em um *check-up* da edificação, resultando em uma análise técnica das condições relativas à habitabilidade, através da verificação *in loco* dos sistemas construtivos, focando na segurança e manutenção.

A inspeção busca realizar o diagnóstico das anomalias construtivas, falhas na edificação e prejuízos causados aos bens dos moradores/usuários, que interferem e prejudicam o uso da moradia/estadia e suas instalações. O objetivo é verificar os aspectos de desempenho, uso e segurança que impactam diretamente os usuários.

Esta inspeção é caracterizada por uma análise rápida dos fatos e sistemas construtivos vistoriados, com a identificação de suas anomalias e falhas aparentes.

Cabe ressaltar que as patologias encontradas foram classificadas conforme a referida Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2021). As anomalias e falhas são classificadas em três diferentes graus de recuperação, considerando o impacto do risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio.

- GRAU DE RISCO CRÍTICO – IMPACTO IRRECUPERÁVEL – é aquele que provoca danos contra a saúde e segurança das pessoas e meio ambiente, com perda excessiva de desempenho e funcionalidade, causando possíveis paralisações, aumento excessivo de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização imobiliária acentuada.

- GRAU DE RISCO REGULAR – IMPACTO PARCIALMENTE RECUPERÁVEL – é aquele que provoca a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas, deterioração precoce e desvalorização em níveis aceitáveis.

- GRAU DE RISCO MÍNIMO – IMPACTO RECUPERÁVEL – é aquele causado por pequenas perdas de desempenho e funcionalidade, principalmente quanto à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos relativos aos impactos irrecuperáveis e parcialmente recuperáveis, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

4.2 Objetos de estudo

4.2.1 Republica Estudantil Ninho do amor

A residência está situada na Rua Paraná, número 24, no Centro Histórico de Ouro Preto, Minas Gerais, ilustrado na Figura 23. Pesquisas realizadas na internet revelam que, entre os anos de 1953 e 1967, a casa foi lar de um morador que deixou relatos sobre sua vivência naquele período.

Após 1967, a propriedade foi transferida para a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), que passou a utilizá-la como república estudantil. Esse novo uso trouxe uma dinâmica diferente para a residência, que passou a abrigar estudantes de diversas partes do país, cada um contribuindo com suas histórias e experiências.

Contudo, com o passar dos anos, a casa sofreu com a ação do tempo e a falta de manutenção adequada. Em 1992, foi necessário realizar uma reforma abrangente e cuidadosa. Os pisos, tetos e paredes, assim como outros elementos de madeira como

escadas e guarda-corpos, estavam em estado avançado de deterioração, com sinais evidentes de apodrecimento e buracos que comprometiam a segurança dos moradores. A instalação elétrica original, por sua vez, apresentava sérias falhas e curtos-circuitos frequentes, o que exigiu uma renovação completa para garantir a segurança dos habitantes.

A arquitetura da casa é um reflexo fiel do estilo das construções do Centro Histórico de Ouro Preto, uma cidade conhecida por sua riqueza arquitetônica e cultural. A edificação compartilha as paredes laterais com as construções vizinhas, característica comum nas casas daquela região. Além disso, a residência mantém seu estilo original, uma harmoniosa mistura de elementos clássicos, destacando o barroco e o rococó, que conferem um charme singular e uma sensação de viagem no tempo a todos que adentram seus espaços.



Figura 23: República Ninho do amor

4.2.2 Santa Cruz

Se trata de uma edificação localizada na Rua dos Pinheiros, 115, no bairro Santa Cruz, Ouro Preto, MG, ilustrado na Figura 24. A construção teve início em 1985 e foi concluída em 1986, inicialmente como um imóvel de um único pavimento térreo. Desde o início, a edificação foi projetada com um sistema de fundação robusto, utilizando tubulões de 1,8 metros de altura, com o objetivo de permitir futuras ampliações. Vinte e um anos depois, essas ampliações ocorreram com a construção do segundo e terceiro pavimentos.

Na construção do primeiro pavimento, em 1986, foram utilizados materiais adquiridos exclusivamente de fornecedores locais de Ouro Preto e seus distritos. O sistema de vedação deste pavimento foi feito inteiramente com tijolos cerâmicos maciços. Em contraste, os andares superiores, construídos posteriormente, utilizaram tijolos cerâmicos do tipo "tijolo baiano", refletindo as inovações e a disponibilidade de materiais no período de suas construções.

No fundo da edificação, existe um muro de arrimo com 1,2 metros de espessura. A construção deste muro foi uma resposta a um deslizamento de terra ocorrido durante o período de chuvas intensas em 1990. O deslizamento cobriu todo o quintal da residência e atingiu o nível das janelas, sem, no entanto, causar danos estruturais significativos à edificação. A existência deste muro demonstra a preocupação com a estabilidade e segurança da construção em um terreno suscetível a deslizamentos.



Figura 24: Residência no bairro Santa Cruz

4.2.3 UFOP - DEGEO

O imóvel está situado na rua 09, campus morro do cruzeiro, Ouro Preto, Estado de Minas Gerais ilustrado na Figura 25 .Em 1969, com a fundação da Universidade Federal de Ouro Preto, surgiu o Departamento de Geologia, responsável pelo atual curso de graduação em Engenharia Geológica, que teve início em 1963 como curso de Geologia, e pelo programa de pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais.

O primeiro curso de pós-graduação oferecido pelo Departamento de Geologia foi o de Aperfeiçoamento em Geologia Econômica, realizado de 1972 a 1975, com patrocínio do Programa de Formação e Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (PLANFAP) do Ministério das Minas e Energia. Em 1981, foram criados dois cursos de especialização no DEGEO/EM/UFOP. O primeiro, em Geologia de Reservatórios de Hidrocarbonetos, surgiu por meio de uma parceria com a PETROBRAS. O segundo foi em Gemologia, formando 72 especialistas entre geólogos e engenheiros, tanto brasileiros quanto estrangeiros.

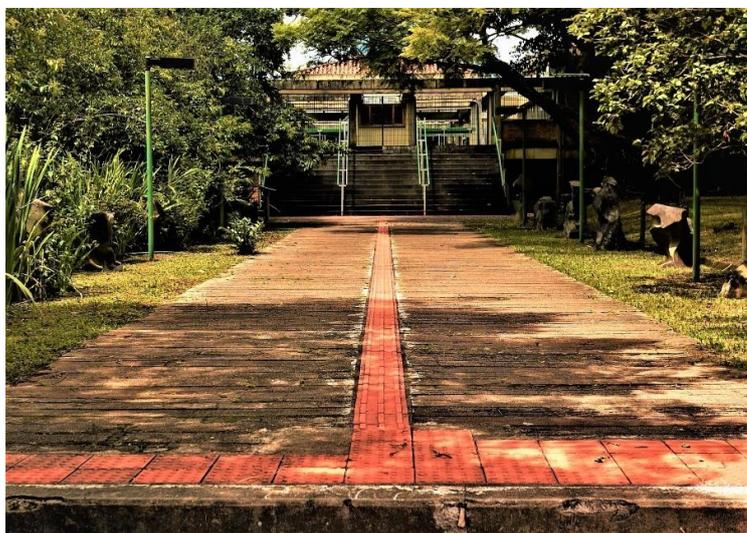


Figura 25: DEGEO

5 RESULTADOS

5.1 Diagnóstico Republica Estudantil Ninho do Amor

Neste tópico foram exemplificadas as patologias encontradas durante a visita técnica, ilustradas com fotos e descrições detalhadas. Cada imagem foi acompanhada por um diagnóstico técnico que destaca os problemas identificados.

Conforme apresentado na Figura 26, a cobertura possui diversos problemas de infiltração devido a telhas quebradas, que culminarão em bolor e mofo.



Figura 26: Telhado da república Ninho do amor com telhas danificadas

A infiltração advinda do telhado resultou no apodrecimento parcial do forro. Originalmente pintado de branco, o forro apresenta manchas de coloração amarela e avermelhada. Além disso, há presença de mofo em diversas áreas, acompanhado de frestas visíveis, indicando um comprometimento estrutural e estético do forro. A Figura

27 e a Figura 28 ilustram a situação do forro e das paredes, as demais imagens referentes a tais patologias se encontram no ANEXO A.



Figura 27: Surgimento de mofo no forro de um dos quartos



Figura 28: Surgimento de mofo em parede e forro

A edificação passou por uma reforma recente a fim de amenizar a infiltração, na Figura 29 podemos identificar claramente a diferença entre as telhas antigas e as novas telhas.



Figura 29: Carreira de telhas novas recém colocadas a fim de amenizar a infiltração

Além dos problemas no forro a infiltração, tanto por parte do teto, quanto a infiltração ascendente, ocasionou em mofo nas paredes e empolamento, como descrito na Figura 30 e Figura 31. Com isso a estética das paredes e os demais itens afetados pela umidade foram comprometidos. Um item crítico identificado foi o rodapé, que está descolado, estufado, mofado e apodrecendo. As paredes externas também apresentam mofo, bolor, fissuras, vegetação nascendo nos entremeios da alvenaria e desgaste da tinta. Apesar dos itens citados trazerem problemas estéticos e de desvalorização do imóvel, não foi identificado nenhum dano estrutural.



Figura 30: Existência de mofo em parede interna da edificação



Figura 31: Empolamento de pintura proveniente de infiltração na parede

O piso da edificação é bem antigo de madeira nobre conhecida como jatobá, bem comum na região. Devido ao uso e umidade, o verniz superficial está desgastado por completo, conforme demonstram as manchas ilustradas pela Figura 32. A parte do piso que apodreceu devido a umidade foi substituída na reforma recente.



Figura 32: Piso interno com verniz danificado (esq) e piso interno danificado devido a presença de umidade e tempo de uso (dir)

O andar inferior, detém um muro de arrimo que funciona como parede, neste andar em específico, além do mofo, bolor, vegetação, desgaste na pintura e fissuras, foi identificado um dano crítico a estrutura, a Figura 33 e a Figura 34 ilustram a situação. As rachaduras e trincas estão ao longo da viga e descem para o pilar, neste é possível ver a ferragem exposta, aumentando assim, o risco a segurança dos moradores, devido a fácil corrosão das armaduras.



Figura 33: Viga de sustentação com notáveis rachaduras em toda sua extensão

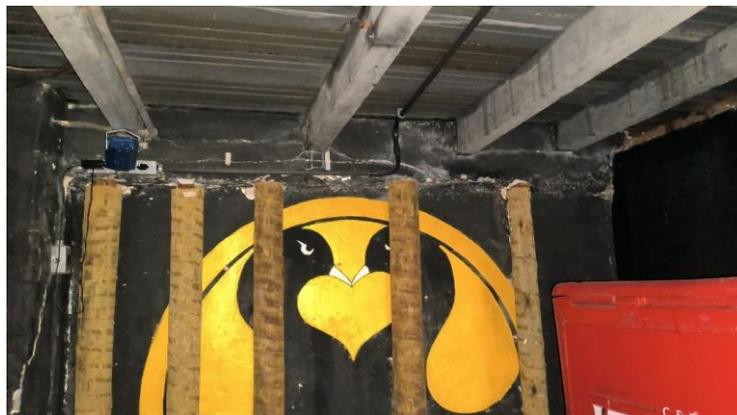


Figura 34: Vista ampla de viga de sustentação

5.1.1 Classificação das patologias encontradas

Na República “Ninho do Amor”, os principais danos e Manifestações patológicas observados, durante a Vistoria Técnica realizada em 13/06/2024, foram:

1. Vedação da cobertura inadequada, apresentando pontos de vazamento.	Regular 
---	--

2. Grandes índices de infiltrações/umidade nas paredes internas e nas estruturas, causando a proliferação de fungos.	Regular 
3. Sinais de vazamentos de água nas paredes internas da edificação.	Regular 
4. Empolamento da parede na região interna.	Regular 
5. Formação de fissuras na região entre a viga e a alvenaria abaixo (região de sustentação).	Mínimo 
6. Formação de fissuras, trincas e rachaduras entre a viga e o pilar de sustentação.	Crítico 

5.1.2 Sugestão de conduta

É necessário de seja observado os pontos de infiltração do telhado e que a telhas trincadas e/ou quebradas sejam substituídas.

É recomendado a instalação de uma manta para assegurar a proteção do forro de madeira.

É necessário que nos pontos de infiltração das esquadrias seja passado silicone ou outro selante a fim de que a água não passe pela esquadria em questão e danifique a alvenaria.

É recomendado um tratamento da alvenaria que foi danificada, passando materiais adequados para lidar melhor com o ambiente. Pode-se recomendar tintas antifúngicas que sejam laváveis (no caso das paredes internas).

É recomendado o tratamento do piso interno, tais como, lixar e envernizar o piso a fim de garantir uma durabilidade maior.

É necessário solicitar um laudo estrutural no piso inferior tendo em vista a situação atual da viga e do pilar.

Como sugestão de conduta, se faz necessário salientar a importância de manter os ambientes limpos e arejados, tendo em vista que a região tem muitos problemas com umidade. Com os ambientes fechados o vapor condensa nas paredes e tetos, promovendo assim, uma aceleração da proliferação de mofo e desgastando os diversos componentes da edificação, causando problemas estéticos, problemas de saúde aos moradores e também, desvalorizando a edificação.

5.2 Diagnostico Residência no Bairro Santa Cruz

No presente tópico, será exemplificado as patologias encontradas durante a visita técnica, ilustradas com fotos e descrições detalhadas. Cada imagem será acompanhada por um diagnóstico técnico que destaca os problemas identificados.

A Figura 35 ilustra a infiltração pelo teto, que ocasionou em mofo nas paredes e empolamento. Com isso a estética das paredes e os demais itens afetados pela umidade foram comprometidos. Apesar dos itens citados trazerem problemas estéticos e de desvalorização do imóvel, não foi identificado nenhum dano estrutural.



Figura 35: Mofo e bolor na parede interna devido infiltração proveniente do teto

Além da umidade proveniente do teto, a umidade ascendente também afetou significativamente as paredes externas e internas. As patologias identificadas foram o empolamento da parede, mofo e bolor. Apesar da pintura ser nova, a parte afetada pela umidade já descascou. A Figura 36 e a Figura 37 ilustram a patologias causadas pela umidade ascendente proveniente do solo ou de limpezas diárias, as demais imagens da edificação se encontram no ANEXO B.



Figura 36: Mofo e bolor na parede interna provenientes de infiltração por capilaridade



Figura 37: Surgimento de bolor em muro de arrimo

5.2.1 Classificação das patologias encontradas

Os principais danos e Manifestações patológicas observados, durante a Vistoria Técnica realizada em 14/06/2024 no imóvel situado no bairro Santa Cruz, foram:

1. Vedação da cobertura inadequada, apresentando pontos de vazamento.	Regular 
2. Grandes índices de infiltrações/umidade nas paredes internas e nas estruturas, causando a proliferação de fungos.	Regular 
3. Sinais de vazamentos de água nas paredes internas da edificação.	Regular 

4. Empolamento da parede na região interna.	Regular 
---	--

5.2.2 Sugestão de conduta

É necessário de seja observado os pontos de infiltração do telhado e que a telhas trincadas e/ou quebradas sejam substituídas.

É recomendado a instalação de uma manta para assegurar a proteção do forro de madeira.

É recomendado um tratamento da alvenaria que foi danificada, passando materiais adequados para lidar melhor com o ambiente. Pode-se recomendar tintas antifúngicas que sejam laváveis (no caso das paredes internas).

Como sugestão de conduta, se faz necessário salientar a importância de manter os ambientes limpos e arejados, tendo em vista que a região tem muitos problemas com umidade. Com os ambientes fechados o vapor condensa nas paredes e tetos, promovendo assim, uma aceleração da proliferação de mofo e desgastando os diversos componentes da edificação, causando problemas estéticos, problemas de saúde aos moradores e desvalorizando a edificação.

5.3 Diagnóstico Prédio DEGEO- UFOP

No presente tópico, será exemplificado as patologias encontradas durante a visita técnica, ilustradas com fotos e descrições detalhadas. Cada imagem será acompanhada por um diagnóstico técnico que destaca os problemas identificados, as demais imagens desse laudo se encontram no ANEXO C.

A Figura 38 até a Figura 41 até a ilustram a infiltração pelo teto, pela chuva lateral e infiltração pelas esquadrias, que ocasionaram em mofo e bolor nas paredes. Com

isso a estética das paredes e os demais itens afetados pela umidade foram comprometidos.



Figura 38: Surgimento de mofo em parede de vedação



Figura 39: Presença de bolor em teto proveniente de umidade por infiltração



Figura 40: Presença de bolor em teto proveniente de umidade por infiltração



Figura 41: Detalhe do surgimento de mofo e bolor em parede

A Figura 42 e a Figura 43 ilustram como a água proveniente da chuva corroeu as esquadrias, escadas, as cerâmicas externas e o guarda corpo, neste caso, trazendo risco ao usuário. Além do mofo e corrosão, nota-se também o deslocamento da cerâmica.



Figura 42: Marco de porta degradado devido a presença de umidade



Figura 43: Corrosão em esquadria metálica

Além disso foi constatado uma rachadura na viga que está com a armadura exposta. Este é um dano estrutural sério e estes estão expostas na Figura 44 e Figura 45.



Figura 44: Dano estrutural visto da parte interna



Figura 45: Dano estrutural visto da parte externa

5.3.1 Classificação das patologias encontradas

Os principais danos e Manifestações patológicas observados, durante a Vistoria Técnica realizada em 13/06/2024, foram:

1. Vedação da cobertura inadequada, apresentando pontos de vazamento.	Regular ●
2. Grandes índices de infiltrações/umidade nas paredes internas e nas estruturas, causando a proliferação de fungos.	Regular ●
3. Sinais de vazamentos de água nas paredes internas da edificação.	Regular ●

4. Empolamento da parede na região interna.	Regular 
5. Deterioração e corrosão das esquadrias	Regular 
6. Formação de fissuras, trincas e rachaduras na viga.	Crítico 

5.3.2 Sugestão de conduta

É necessário de seja observado os pontos de infiltração do telhado e que a telhas trincadas e/ou quebradas sejam substituídas.

É recomendado a instalação de uma manta para assegurar a proteção do forro.

É necessário que nos pontos de infiltração das esquadrias seja passado silicone ou outro selante a fim de que a água não passe pela esquadria em questão e danifique a alvenaria.

É recomendado um tratamento da alvenaria que foi danificada tal qual das esquadrias, passando materiais adequados para lidar melhor com o ambiente. Pode-se recomendar tintas antifúngicas que sejam laváveis (no caso das paredes internas).

É recomendado o tratamento do piso interno, tais como, lixar e envernizar o piso a fim de garantir uma durabilidade maior.

É necessário solicitar um laudo estrutural no piso inferior tendo em vista a situação atual da viga e do pilar.

Como sugestão de conduta, se faz necessário salientar a importância de manter os ambientes limpos e arejados, tendo em vista que a região tem muitos problemas com umidade. Com os ambientes fechados o vapor condensa nas paredes e tetos, promovendo assim, uma aceleração da proliferação de mofo e desgastando os

diversos componentes da edificação, causando problemas estéticos, problemas de saúde aos moradores e também desvalorizando a edificação. É recomendado que os ambientes não sejam tão afetados pela chuva, desta forma, recomenda-se algum tipo de prolongamento da cobertura e/ou outra solução afim de assegurar que ela não danifique.

6 CONCLUSÃO

A presente investigação teve como objetivo a classificação e análise das manifestações patológicas causadas pela água em seus diversos estados físicos, abrangendo desde a fase líquida até a sólida e gasosa. Foram identificadas as

principais patologias associadas à presença de água, considerando os diferentes contextos e materiais afetados. A metodologia empregada permitiu uma compreensão abrangente dos mecanismos de ação da água e seus efeitos adversos sobre estruturas, superfícies e sistemas.

Após a identificação e classificação das manifestações patológicas, notou-se que as principais manifestações patológicas foram mofo e bolores, contudo a origem das anomalias se mostra diferente, sendo os dois principais agentes causadores a água no estado líquido, proveniente de infiltrações causadas pelo elevado índice pluviométrico da região, e a água no estado gasoso proveniente da umidade característica da região. Este diagnóstico permite a formulação de recomendações específicas para a mitigação e correção dos problemas identificados. As sugestões de conduta incluem práticas preventivas, como a impermeabilização adequada de superfícies, a manutenção regular de sistemas de drenagem e o controle da umidade relativa do ar em ambientes internos.

As recomendações propostas visam não apenas a correção dos danos já existentes, mas também a prevenção de futuras ocorrências, contribuindo para a conservação e segurança das estruturas e a saúde dos ocupantes dos ambientes afetados. A adoção dessas medidas é fundamental para minimizar os impactos negativos da água e garantir a integridade e durabilidade dos materiais e sistemas estudados.

7 ANEXO A



Figura 46: Surgimento de mofo em parte superior da parede devido a infiltração vinda do telhado



Figura 47: Manchas escuras ao longo de todo o forro da edificação



Figura 48: Manchas no forro provenientes de umidade por infiltração



Figura 50: Rodapé da sala de estar com grande surgimento de bolores



Figura 51: Parede interna – mofo, bolor, empolamento da parede e rodapé



Figura 49: Empolamento em parede interna da edificação



Figura 52: Parede externa com evidências de empolamento e degradação de pintura

8 ANEXO B



Figura 53: Parede interna com fortes sinais de degradação



Figura 54: Registros de intenso surgimento de bolor em parte do muro externo

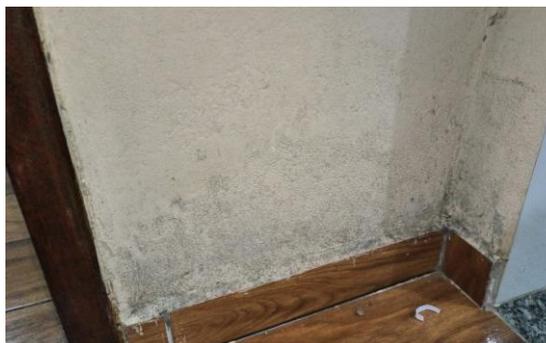


Figura 55: Surgimento de mofo em parte inferior da parede da sala



Figura 56: Desagregação de alvenaria devido a presença de umidade



Figura 57: Desagregação e mofo em alvenaria devido a presença de umidade



Figura 58: Detalhamento de desagregação de material devido a presença de umidade

9 ANEXO C



Figura 59: Teto do corredor danificado devido a infiltrações



Figura 60: Sinais de fluxo de umidade, evidenciando a existência de infiltrações



Figura 61: Sinais de fluxo de umidade, evidenciando a existência de infiltrações



Figura 62: Parte externa do corredor com elevado surgimento de mofo e acúmulo de matéria orgânica



Figura 63: Detalhamento de momento em que a fissura da viga estrutural se transfere para a alvenaria



Figura 64: Vista macro de fissura na edificação

10 REFERÊNCIAS

AeG Construções. Reparo e concreto. Disponível em: <https://reparoemconcreto.blogspot.com/2010/04/reparo-e-concreto.html>. Acesso em: 08 jan. 2024.

AMARANTE, Rafael. Aplicação do Índice Geomorfológico para Avaliação da Ocupação e Uso do Solo em Ouro Preto, MG. 2017. Trabalho de conclusão de curso apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais.

ASOPE Engenharia. Trincas e Fissuras nas estruturas de paredes vigas e pilares (2012). Disponível em: <https://www.asope.com.br/single-post/2018/04/19/trincas-e-fissuras-nas-estruturas-de-paredes-vigas-e-pilares>. Acesso em: 17 set 2024

ATLAS pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência (desagregação de precipitações diárias), município: Ouro Preto - MG, estação pluviométrica: Fazenda Água Limpa - Jusante, código: 02043056. Brasília: Agência Nacional de Águas

BLok. Eflorescência. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>. Acesso em: 09 jan. 2024.

CALIL, Maria Ribeiro. Expansão urbana em Ouro Preto–MG: o risco de ocupar encostas mineradas. 2018.

CASTRO, Jeanne Michelle Garcia. Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto. 2006.

Diário de um Químico Digital. Por que o gelo flutua na água? Disponível em: <https://digichem.org/2015/08/11/por-que-o-gelo-flutua-na-agua/>. Acesso em: 17 set 2024

DINO. Doenças respiratórias atingem 25% da população mundial, aponta OMS. Terra, 2021. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/doencas-respiratorias-atingem-25-da-populacao-mundial-aponta->

oms,856f84859353ec0f34a99aec584fe9b8aghjscqy.html?utm_source=clipboard.
Acesso em: 09 jan. 2024.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. Baixa umidade do ar aumenta incidência de doenças respiratórias: veja como amenizar os efeitos. Observatório de Clima e Saúde, 2021. Disponível em: <https://climaesaude.iciet.fiocruz.br>. Acesso em: 09 set. 2024.

FIOCRUZ. Observatório de Clima e Saúde. Radis - Comunicação e Saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021. Disponível em: <https://climaesaude.iciet.fiocruz.br>. Acesso em: 09 set. 2024.

FIÓRIO, Cleiton Eduardo. Mofo nos domicílios dos recém-nascidos de uma coorte na cidade de São Paulo, Brasil – Projeto Chiado. 2009. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GONÇALVES, L. S (2011). Relações Intensidade-Duração-Frequência com base em estimativas de precipitação por satélite. junho 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 135f.

HM Rubber. Conhecendo os mecanismos da ação da umidade em edificações. Disponível em: <https://hmrubber.com.br/conhecendo-os-mecanismos-da-acao-da-umidade-em-edificacoes/>. Acesso em: 09 jan. 2024.

IBAPE/SP. Norma de Inspeção Predial – 2021. São Paulo: IBAPE/SP, 2021.

Idealista. Tipos de umidade: causas e soluções. Disponível em: <https://www.idealista.pt/news/immobiliario/habitacao/2022/11/28/55057-tipos-de-humidade-causas-e-solucoes>. Acesso em: 09 jan. 2024.

IGA – Instituto de Geociências Aplicadas. (1994). Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil. Relatório técnico.

INBEC. Quais são as principais manifestações patológicas em edificações? Disponível em: <https://inbec.com.br/blog/quais-principais-manifestacoes-patologicas-edificacoes>. Acesso em: 08 jan. 2024.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Ouro Preto: patrimônio mundial. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/373/>. Acesso em: 16 out. 2024.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Galeria de fotos: Minas Gerais - Ouro Preto. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/galeria/detalhes/62>. Acesso em: 16 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Como se mede o índice de chuva?. Disponível em:

<https://www.gov.br/inpe/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/principais-produtos-e-servicos-do-inpe/previsao-de-tempo-e-clima/como-se-mede-o-indice#:~:text=O%20%C3%ADndice%20%C3%A9%20calculado%20em,mm%20de%20altura%20naquele%20dia..> Acesso em: 16 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). Relatório de Índice de Desenvolvimento Humano de Ouro Preto 2014. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22843/1/MG-Ouro%20Preto-relatorio_IDF_2014.pdf. Acesso em: 17 set. 2024.

LAGE, Adriana Duarte Brina et al. Patologias associadas à umidade: soluções ao caso concreto. 2012.

METEOBLUE. Histórico climático de Ouro Preto, Brasil. Disponível em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/weatherarchive/ouro-preto_brasil_3455671?fcstlength=1y&year=2023&month=1. Acesso em: 16 jan. 2024.

MONTEIRO, Analécia; PAIXÃO, Maria Fabiana; COSTA, Fernanda Nepomuceno. Influência dos ciclos gelo-degelo em matrizes cimentícias.

OLIVEIRA, Leandro Duque de. Ocupação urbana de Ouro Preto de 1950 a 2004 e atuais tendências. 2010.

OLIVEIRA, Leandro Duque de; SOBREIRA, Frederico Garcia. Crescimento urbano de Ouro Preto-MG entre 1950 e 2004 e atuais tendências. 2015.

(PATRIMÔNIO CULTURAL). Centro histórico de Ouro Preto. Disponível em: <https://www.museudoscoches.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-mundial/origem-portuguesa/centro-historico-de-ouro-preto/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

RIBEIRO, Rodrigo Magno; DE CARVALHO, Alex. Avaliação das condições de balneabilidade na Represa do Taboão, Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais. Revista GEOgrafias, v. 19, n. 2, p. 1-20, 2023.

SALGADO, Mariana. OURO PRETO: Paisagem em transformação. 2010. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável.

Thórus Engenharia. Patologia nas edificações: o que é e como tratá-la?. 12 de outubro de 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/patologia-nas-edificacoes/>. Acesso em: 16 out. 2024.

Wikipédia. Igreja de São Francisco de Assis (Ouro Preto). Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Igreja_de_S%C3%A3o_Francisco_de_Assis_%28Ouro_Preto%29. Acesso em: 17 set. 2024

3TC. Umidade em ambientes fechados. Disponível em: <https://www.3tc.com.br/blog/umidade-em-ambientes-fechados/>. Acesso em: 09 jan. 2024.

Hoje em Dia. Carros são atingidos por deslizamento de terra em Ouro Preto. Atualizado em 28 out. 2021 às 01:56. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/minas/carros-s-o-atingidos-por-deslizamento-de-terra-em-ouro-preto-1.673568>. Acesso em: 15 jun. 2024.