



FAEX – FACULDADE DE EXTREMA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TÁSSIA SIMÕES DE SOUZA

PATOLOGIAS OCASIONADAS POR UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES:
Estudo de caso realizado na escola Evandro Brito da Cunha em Extrema M.G.

Extrema
2018

TÁSSIA SIMÕES DE SOUZA

PATOLOGIAS OCASIONADAS POR UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES:
Estudo de caso realizado na escola Evandro Brito da Cunha em Extrema M.G.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Extrema-FAEX, como quesito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Ma. Roberta Martins Moraes

Extrema
2018

TÁSSIA SIMÕES DE SOUZA

PATOLOGIAS OCASIONADAS POR UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES:

Estudo de caso realizado na escola Evandro Brito da Cunha em Extrema M.G.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Extrema-FAEX, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Data de aprovação:

____/____/____

Banca Examinadora:

Prof^a. Orientadora Ma. Roberta Martins Moraes

Prof. Afonso Henrique Vilela

Prof. Marcelo Hermógenes

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me abençoa com sabedoria e capacidade de aprendizado diariamente.

A FAEX que disponibilizou tão competentes mestres para transmitir seus conhecimentos.

Aos meus pais, família e amigos que sempre estiveram ao meu lado, dando apoio psicológico e me motivaram em momentos difíceis dessa caminhada.

A todos que indiretamente ou diretamente tiveram participação em minha formação.

“Deixe nas mãos do Senhor tudo o que você for fazer. Confie nEle de todo o coração e Ele fará o que for necessário.”

Salmos 37:5

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as manifestações patológicas causadas pela umidade na escola Municipal Evandro Brito da Cunha na cidade de Extrema, MG. A umidade pode ser considerada um dos maiores problemas enfrentados no que diz respeito a vida útil da edificação, e tendo em vista que as patologias são prejudiciais à edificação, foram apontadas algumas possibilidades para eliminação ou redução das mesmas. Para tal realizou-se pesquisa bibliográfica e registro de imagens feitas *in loco*, para registrar as patologias. Contudo foi possível identificar os locais de ocorrência das manifestações patológicas decorrentes da umidade, a classificação destas, e por fim apresentou-se possíveis medidas tratativas. Pode-se constatar que o melhor controle para este tipo de patologia é atuar com prevenção, que ocorre ainda em projeto, com um bom dimensionamento das tubulações, utilização de material de qualidade e mão de obra especializada.

Palavras-chaves: Patologia das estruturas; umidade; manifestações patológicas; construção civil.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the pathological manifestations caused by humidity at the Evandro Brito da Cunha Municipal School in the city of Extrema, MG. The humidity can be considered as one of the major problems in relation to the useful life of the building, Since pathologies are detrimental to building, some possibilities for eliminating or reducing them have been pointed out. For this purpose, a bibliographic search and recording of images made in loco were carried out to register the pathologies. However, it was possible to identify the sites of occurrence of the pathological manifestations due to humidity, their classification, and finally, possible treatment measures were presented. It can be verified that the best control for this type of pathology is to act with prevention, that still occurs in design, with a good dimensioning of the pipes, use of quality material and specialized labor.

Keywords: Structural pathology; moisture; pathological manifestations; construction

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Bolor.....	19
Figura 2- Corrosão em estruturas de edificações.....	21
Figura 3- Eflorescência.	21
Figura 4- Origem das falhas.....	24
Figura 5 - Layout da escola Evandro Brito da Cunha.	28
Figura 6- Fissuras e manchas no teto.	29
Figura 7- Manchas na parede do vestiário	30
Figura 8- Manchas na parede da sala do núcleo de educação	31
Figura 9- Manchas na parede da sala de coordenação	31
Figura 10- Paredes descascadas na sala de multimídia.	32
Figura 11- Manchas e infiltrações no teto do almoxarifado.	32
Figura 12- Bolhas na pintura e manchas na parede do almoxarifado.	33

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Manifestações Patológicas e suas Causas.....	20
Quadro 2- Sais comuns em eflorescência.....	26
Quadro 3- Origens da umidade nas construções.....	25
Quadro 4- Classificação da agressividade ambiental.....	26

LISTA DE ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
VUP	Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	ORIGEM DA UMIDADE NAS CONSTRUÇÕES	15
2.1.1	Umidade por capilaridade (ascensional).....	17
2.1.2	Umidade de precipitação	17
2.2	DANOS CAUSADOS PELA UMIDADE.....	17
2.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	18
2.3.1	Vazamentos.....	18
2.3.2	Manchas e danificação de pintura	18
2.3.3	Bolor	19
2.3.4	Corrosão.....	20
2.3.5	Eflorescências	21
2.4	CAUSAS DAS PATOLOGIAS	23
2.5	DIAGNÓSTICOS PARA MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	25
3	ESTUDO DE CASO.....	27
3.1	A ESCOLA	27
3.2	HISTÓRICO DA ESCOLA.....	28
4	ANALISE E DISCUSSÃO	29
4.1	Salas de aula de 37,44m ²	29
4.2	Vestiário de 9,60m ²	30
4.3	Núcleo de educação de 18,72m ²	30
4.4	Sala de coordenação de 37,44m ²	31
4.5	Sala de multimídia de 37,4m ²	31
4.6	UMIDADE ASCENDENTE	34
4.7	UMIDADE POR PRECIPITAÇÃO	34
4.8	UMIDADE POR PERCOLAÇÃO	Erro! Indicador não definido.
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013) patologia pode ser definida como uma não conformidade que se manifesta no produto por conta de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção e também podem ser decorrentes de problemas que não decorram do envelhecimento natural.

Fato é que toda estrutura está sujeita a sofrer deteriorações com o tempo, porém com um bom planejamento durante a execução os efeitos indesejáveis podem ser reduzidos. Isto reforça a importância da implantação de um sistema de impermeabilização nas edificações, visto que a ausência de tal pode comprometer a edificação, tendo um alto custo para correção, enquanto a implantação deste sistema corresponde a aproximadamente 3% do valor da obra.

Perez (1985 apud Ribeiro et. al. 2017), afirma que a umidade representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos na construção civil. Para mitigar a ocorrência dessas patologias deve-se adotar um bom dimensionamento das instalações hidráulico-sanitárias, bem como a utilização de material de boa qualidade.

Conforme Verçoza (1991) a umidade é responsável por desencadear grande parte das patologias em construções, tais como eflorescências, corrosão, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. O autor ainda afirma que a origem da umidade pode ocorrer durante a construção; por capilaridade, chuva, oriundas de vazamentos em redes hidráulicas ou condensação.

A durabilidade das estruturas de concreto está relacionada a diferentes fatores, tais como preparação do concreto, execução da estrutura, manutenções e ainda, deve-se considerar, a ação do meio ambiente, visto que o grau de agressividade do local da construção determinará as características do concreto e da estrutura, tais como a relação água e cimento, a espessura do cobrimento da armadura, a resistência à compressão do concreto e a abertura máxima de fissura, conforme determina a NBR 6118.

Já a norma NBR 15575 afirma que o projeto deve especificar o valor teórico para a Vida Útil de Projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é avaliar a Escola Municipal Evandro Brito da Cunha, na cidade de Extrema MG, afim de identificar as patologias encontradas decorrentes da umidade nas edificações, e sugerir medidas tratativas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar e coletar dados das manifestações patológicas ocasionadas pela umidade nas estruturas.
- b) Citar as principais patologias decorrentes;
- c) Apresentar alguns mecanismos de proteção com o objetivo de sanar patologias ocasionadas pela umidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

A relevância deste estudo consiste em analisar as manifestações patológicas encontradas nas estruturas e abordar os principais problemas patológicos para diagnosticar possíveis causas e sugerir soluções de correção para tais processos deteriorantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordadas as origens da patologia umidade que pode estar relacionada com a ascensão capilar ou infiltração por precipitações.

Quando se detecta, por exemplo, a existência de zonas de revestimento com teores de água elevados, quer em condições de tempo seco (Verão), quer em tempo úmido (Inverno) e se verifica não haver outras causas de alimentação permanente de água como, por exemplo, a ruptura de tubos, pode-se considerar que a umidade é proveniente do solo. Por esta razão é importante conhecer o solo e seu teor de umidade, que é determinante para assegurar o comportamento funcional e estético da obra. De acordo com Caputo (1977) o teor de umidade é a relação entre o peso da água existente no solo e o peso seco das partículas sólidas do solo, dada em porcentagem.

Outro fator responsável por desencadear a umidade é a água da chuva, caso a edificação não possua uma boa drenagem pluvial é provável que ocorram acúmulo da água, e qualquer defeito que a área apresentar se tornará a entrada para a água penetrar internamente isso se apresentará em forma de infiltração.

2.1 ORIGEM DA UMIDADE NAS CONSTRUÇÕES

As causas mais comuns do surgimento de umidade na construção civil são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade. Essa patologia pode desencadear:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto para os usuários, que em alguns casos pode até mesmo afetar a saúde dos usuários;
- Deterioração de bens presentes nos interiores das edificações;
- E conseqüentemente prejuízos financeiros.

Este tipo de patologia pode se manifestar em paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, etc.

A umidade é responsável por desencadear outra série de patologias tais como eflorescências, corrosões, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

Conforme Verçoza (1991) afirma que a umidade nas construções é originada:

- Durante a construção;
- Por capilaridade;
- Por chuva;
- Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- Condensação.

Verçoza (1991) ainda afirma que a umidade proveniente da execução da construção é necessária para a obra, mas que desaparece com o tempo (aproximadamente seis meses).

A umidade a qual o autor se refere, se encontra no interior dos poros dos materiais, tais como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas, etc.

Já umidade por capilaridade, é oriunda do solo úmido (umidade ascensional), que ocorre nos baldrame das edificações, devido às próprias condições do solo úmido, assim como a falta de obstáculos que impeçam a sua progressão, pode ainda ser proveniente dos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações.

A chuva é o principal agente gerador de umidade, que age de acordo com a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção, tais como:

- Impermeabilização;
- Porosidade de elementos de revestimentos;
- Sistemas precários de escoamento de água.

Verçoza (1991) salienta que é difícil identificar a umidade causada por vazamentos de redes de água e esgoto pelo fato de estarem encobertos pela construção, mas afirma que está patologia é extremamente prejudicial para o desempenho da edificação. E por fim, a umidade de condensação possui suas peculiaridades, uma vez que a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura e não está mais infiltrada. Neste trabalho serão considerados dois tipos de causa de umidade: por capilaridade (ascensional) e por precipitação (chuva).

2.1.1 Umidade por capilaridade (ascensional)

Este tipo de umidade é o fluxo vertical que consegue ascender de um local com água ou umidade, através do fenômeno da capilaridade para uma estrutura permeável.

Segundo Eichler (1973, apud RIBEIRO et. al. 2017), a ascensão de água nas paredes atinge alturas consideráveis e é inversamente proporcional ao diâmetro dos seus poros, desta forma quanto menor o seu diâmetro, maior é a altura que a água poderá atingir.

Os condutores capilares são canais de diâmetro extremamente finos, que se ramificam pelos materiais, saturando os materiais com água que desafiam a força da gravidade e são capazes de atingir grandes alturas.

2.1.2 Umidade de precipitação

Quando a edificação é acometida por este tipo de umidade, nota-se o surgimento de manchas de dimensões variadas nas paredes exteriores em períodos de precipitações.

Vale ainda salientar que em períodos prolongados de chuvas, é passível a ocorrência de bolores e eflorescência.

Ribeiro (et. al. 2017) relata que a chuva em si não se constitui em problemas para a construção, porém quando é acompanhada do vento, é capaz de gerar um componente horizontal de acordo com a sua intensidade.

O autor ainda afirma que a energia das gotas de água pode provocar penetração direta, quando essas gotas atingem fissuras ou juntas mal vedadas, e reforça que a ação continuada da chuva pode formar uma cortina de água que escorre pela parede.

2.2 DANOS CAUSADOS PELA UMIDADE

A umidade não se restringe apenas a danos estéticos, podendo também causar danos à estrutura da edificação. A ausência de impermeabilizantes

pode causar problemas como: vazamentos, manchas, carbonatação, apodrecimento, corrosão, eflorescências, entre outros.

2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

São diversas as patologias ocasionadas pela umidade, dentre elas citaremos as principais e visíveis em uma edificação.

São localizadas em ambientes internos e externos e encontradas em paredes, pilares e coberturas.

As paredes têm como finalidade a vedação dos ambientes, os configurando e compartimentando-os, os pilares e coberturas são de grande importância estrutural. Todos estes elementos devem ter o controle sobre a ação de agentes externos, criando condições de habitabilidade para as edificações juntamente as esquadrias e revestimentos. Várias patologias podem ser encontradas em alvenaria, como vazamentos, manchas, perda de pintura, bolor, corrosão, eflorescências, fissuras, desnivelamento de superfícies, entre outros, o que por meio destas podem levar a manifestação da umidade.

2.3.1 Vazamentos

Os vazamentos surgem quando é identificada alguma falha nas calhas ou condutores, por estas razões a água começa a penetrar os materiais de uma obra e, conseqüentemente, apresentar-se na forma de manchas nos forros ou nas paredes. Isso também pode acontecer em terraços ou coberturas.

A umidade permanente deteriora qualquer material de construção, e sempre desvaloriza uma obra, porém, infelizmente os vazamentos são os defeitos mais comuns das infiltrações, contudo podem ser sanados através de impermeabilização.

2.3.2 Manchas e danificação de pintura

As manchas e danificação da pintura causada pela umidade pode se manifestar com chuva lateral, decorrente da chuva que incide na parede por

um de seus lados, a maioria das vezes, através de trincas e fissuras, e a absorção capilar, na qual a água existente no solo, entra em contato com a alvenaria, tende a infiltrar-se nesta, e chega ao nível do rodapé do imóvel, ou atingindo alturas maiores, gerando perda de coesão do reboco, diminuindo a aderência da pintura e gerando bolhas na pintura, que muitas vezes acabam descaracterizando o acabamento.

2.3.3 Bolor

Essa patologia é composta por vegetais que aparecem nas estruturas de concreto. Geralmente aparecem em ambientes úmidos, onde não há água corrente, estes são ambientes ideais para a sua proliferação.

Para Vieira (2016) essas proliferações dão como resultados manchas escuras, mas também existem fungos que geram cores esverdeadas. Os fungos podem aparecer em qualquer tipo de material, sejam os materiais cerâmicos, vidro argamassa dentre outros. São micros vegetais (micro algas) e se alimentam de materiais orgânicos.



Figura 1- Bolor.

Fonte: Adaptado de VIEIRA (2016)

2.3.4 Corrosão

Conforme Vieira (2016) o processo inverso pelo qual o metal volta ao seu estado natural vai acompanhado de uma redução da sua energia, ou seja, acontece através de uma reação espontânea.

Este processo, que corresponde a uma oxidação, é conhecido por corrosão e representa a degradação progressiva do metal.

Polito (2006) define corrosão como uma interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica.

É comum em edificações identificar corrosões localizadas, conforme sua causa exposta na tabela a seguir.

Quadro 1- Manifestações Patológicas e suas Causas.

Manifestações patológicas	Principais causas
Corrosão localizada	Causada por deficiência de drenagem das águas pluviais e deficiências de detalhes construtivos, permitindo o acúmulo de umidade e de agentes agressivos.
Corrosão generalizada	Causada pela ausência de proteção contra o processo de corrosão
Deformações excessivas	Causadas por sobrecargas ou efeitos térmicos não previstos no projeto original ou ainda deficiências na disposição de travejamentos
Flambagem local ou global	Causadas pelo uso de modelos estruturais incorretos para verificação da estabilidade, ou deficiências no enrijecimento local de chapas, ou efeitos de imperfeições geométricas não consideradas no projeto de cálculo.
Fratura e propagação de fraturas	Falhas estas iniciadas por concentração de tensões devido a detalhes de projeto inadequados, defeitos de solda ou variações de tensão não previstas no projeto.

Fonte: BRITO (2005)



Figura 2- Corrosão em estruturas de edificações.

Fonte: Adaptado de FONSECA (et. al. 2015)

2.3.5 Eflorescências

Esta patologia é o resultado da dissolução do cal (CaO) presente na argamassa, oriundos de contaminações externas e seu posterior transporte pela água através dos materiais porosos.

Normalmente aparecem como manchas brancas conforme exposto na figura 3, também podem se apresentar com a cor castanha ou de ferrugem, porém as mais predominantes são embranquecidas. Se, durante esse transporte, a concentração dos sais na solução aumentar (por perda de água ou aumento da quantidade de sais), eles poderão entrar em processo de cristalização e dar origem ao fenômeno. (VIEIRA, 2016).



Figura 3- Eflorescência.

Fonte: Adaptado de VIEIRA (2016)

No quadro abaixo estão disponibilizados as fontes prováveis deste tipo de patologia e os sais que a compõe.

Quadro 2- Sais comuns em eflorescência

Composição Química	Solubilidade em água	Fonte Provável
Carbonato de cálcio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada
Carbonato de magnésio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada
Carbonato de potássio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis
Carbonato de sódio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis
Hidróxido de cálcio	Solúvel	Cal liberada na hidratação do cimento
Sulfato de cálcio desidratado	Parcialmente solúvel	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo
Sulfato de magnésio	Solúvel	Tijolo e água de amassamento
Sulfato de cálcio	Parcialmente solúvel	Tijolo e água de amassamento
Sulfato de potássio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento
Sulfato de sódio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento
Cloreto de cálcio	Muito solúvel	Água de amassamento
Cloreto de magnésio	Muito solúvel	Água de amassamento

Nitrato de magnésio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado
Nitrato de sódio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado
Nitrato de amônio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado

Fonte: Adaptado de Bauer, 2001 apud Silva, 2011

2.4 CAUSAS DAS PATOLOGIAS

Existem vários fatores que causam manifestações patológicas nas construções. Machado (2002) descreve as principais causas: Deficiência na execução dos projetos no que se refere às cargas atuantes, dimensionamento incorreto das estruturas, e ainda materiais e processos com descrições inadequadas; Ações térmicas internas (gradientes térmicos originados pelo calor de hidratação) e externas (variação sazonal de temperatura) atuando nas estruturas de concreto armado; Intemperismo, tais como variação de umidade, agentes atmosféricos diversos, agressões ambientais, entre outros. Utilização inadequada da construção (alteração da destinação, acréscimo das solicitações). Como se sabe, os problemas patológicos surgem na maior parte das edificações, porém, em algumas com maior intensidade do que em outras, além de apresentarem diferentes formas de manifestação.

A origem das falhas em edificações é distribuída conforme figura 4.

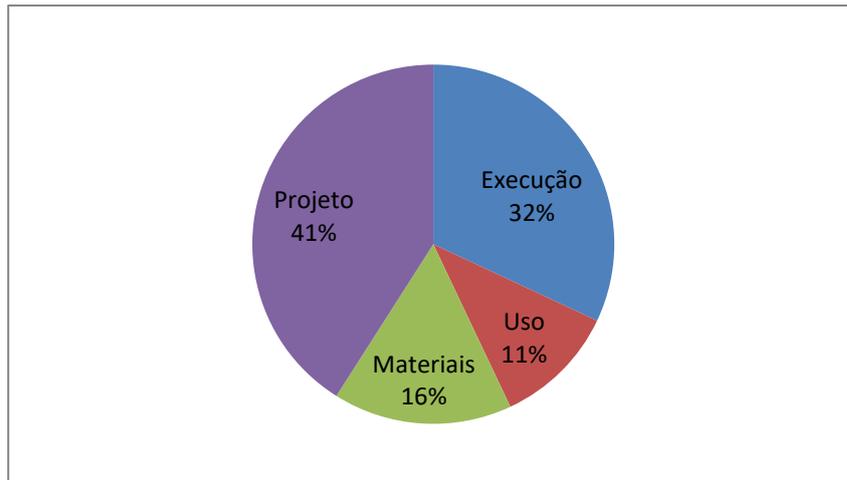


Figura 4- Origem das falhas.

Fonte: BRITO (2005)

Os dados apresentados se tratam de valores médios de vários países europeus e demonstram que é na fase de desenvolvimento do projeto que está a origem da maior parte das patologias detectadas em construções. (MESSEGUER, 199, *apud* BRITO, 2005).

Pode-se ainda considerar fatores como placas cerâmicas, blocos e argamassas, que possuem vazios no interior, como cavidades, bolhas, poros abertos e fechados e uma enorme rede de micro canais. A água pode passar para o seu interior por capilaridade ou mesmo por força do gradiente hidráulico. O quadro 3 mostra as origens das umidades nas construções e os locais onde está presente.

Quadro 3- Origens da umidade nas construções

Origens	Presente na,
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção da argamassa Execução de pinturas
Umidade oriunda de chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes e terraços
Umidade trazida por capilaridade	Terra, através do lençol freático.
Umidade resultante de vazamentos em redes de água e esgoto	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouco ventilação Banheiro, cozinha e garagens.

Fonte: Adaptado de Klein, 1999 apud Souza, 2008

2.5 DIAGNÓSTICOS PARA MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Para Vieira (2016) o diagnóstico de manifestações patológicas pode ser considerado como o entendimento dos fenômenos em termos da identificação das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam uma anomalia patológica na edificação.

Tendo em vista que, diversas partes da estrutura apresentavam deficiências em seu desempenho em serviço, devem ser consultadas as normas técnicas, ABNT NBR 6118:2014 e ABNT NBR 9062:2006, entre outros documentos normativos nacionais e internacionais, admitidos como complementares a estas normas.

A norma 6118 define que a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, e que isto independe das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas, afirma ainda que nos projetos das estruturas

correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado no quadro 4:

Quadro 4- Classificação da agressividade ambiental.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana	Pequeno
III	Forte	MarinhaIndustrial	Grande
IV	Muito Forte	Industrial Respingos da maré	Elevado

Fonte: Adaptado de ABNT 6118

Para Lichtenstein (1985), o objetivo do diagnostico é prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, de forma a incluir a definição sobre os meios e a previsão das consequências em termos do desempenho final.

Para diagnosticar, é preciso reunir o maior número de informações e depois separar o essencial do acessório, desta forma,deve-se primeiramente conhecer o problema, uma vez que este, pode ter origens amplas, que aponta para um estudo aprofundado, pois do mesmo jeito que algumas causas dessa doenças exigem tratamentos mais simples, outras podem exigir tratamentos mais específicos (VIEIRA, 2016).

Para extrair as informações e obter um diagnóstico preciso, pode-se utilizar o exame visual do desgaste e de seu meio ambiente; ensaios locais, rápidos e simples; estudos de laboratório; consulta com os autores do projeto e com os usuários da edificação; estudo dos projetos, dos cadernos de encargos, das anotações de canteiro, atas de reuniões de obra, documentos diversos e correspondências disponíveis.

3 ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi realizado na escola Evandro Brito da Cunha em Extrema- MG, natureza da pesquisa pode ser classificada, quanto aos objetivos, como descritiva, por conter um estudo de caso, e os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados.

Este estudo ainda compreende a pesquisa documental, que consiste no uso de:

- a) Documentos pessoais, como e-mails e fotografias,
- b) Normas e regulamentos,
- c) Consulta de trabalhos acadêmicos semelhantes.

3.1 A ESCOLA

A Escola Municipal Evandro Brito da Cunha, localizada na Rua Concheta Cipoloni Camanducci, nº 250 , Jardim Nova Extrema II, na cidade de Extrema – MG, consta de uma área total de 3060 m², sendo 1.899m² de área construída.

Dividida em 3 prédios e 2 quadras poliesportivas, a escola tem 22 salas de aula de 37,44 m², um auditório para 200 pessoas, 01 sala multimídia, 01 secretaria de atendimento externo, 01 secretaria de atendimento interno, 01 diretoria, 01 sala de vice gestora, 01 sala de psicologia escolar, 01 sala dos professores com 01 sala de Leitura, 01 sala de Núcleo de Educação Especial, 01 sala de orientação pedagógica, 01 brinquedoteca, 01 sala de jogos, 01 biblioteca, 01 sala de informática, 01 laboratório de Ciências, 01 almoxarifado, banheiros, cantina, cozinha e refeitório.

A equipe de funcionários é composta por 22 pessoas (diretoria, secretariado e auxiliares em geral), 52 Professores. Possui 1.234 alunos matriculados.

3.2 HISTÓRICO DA ESCOLA

A Escola Municipal Evandro Brito da Cunha, foi assim denominada e inaugurada pelo prefeito municipal Dr. Sebastião Antônio Camargo Rossi em 14 de setembro de 1996.

Esta escola recebeu essa denominação pela Lei Municipal nº 1.178/95 de 14 de setembro de 1995, em homenagem ao ex-prefeito o Sr. Evandro Brito da Cunha que entrou na vida pública como vereador e mais tarde foi eleito como prefeito municipal de Extrema no período de 1977 a 1982.

Em 23 anos de existência, esta Unidade de Ensino tem atendido alunos da zona urbana e da zona rural, buscando por meios de seus currículos plenos e organizados de acordo com as normas baixadas pelos Conselhos Federal e Estadual de Educação, nas respectivas áreas de competência, oferecer um ensino integrador e inclusivo, que visa amenizar as diferenças de ensino aprendizagem apresentadas pelos alunos, sejam no momento de seu ingresso, ou no decorrer de sua vida acadêmica.

O layout da escola esta disposto na figura a seguir.

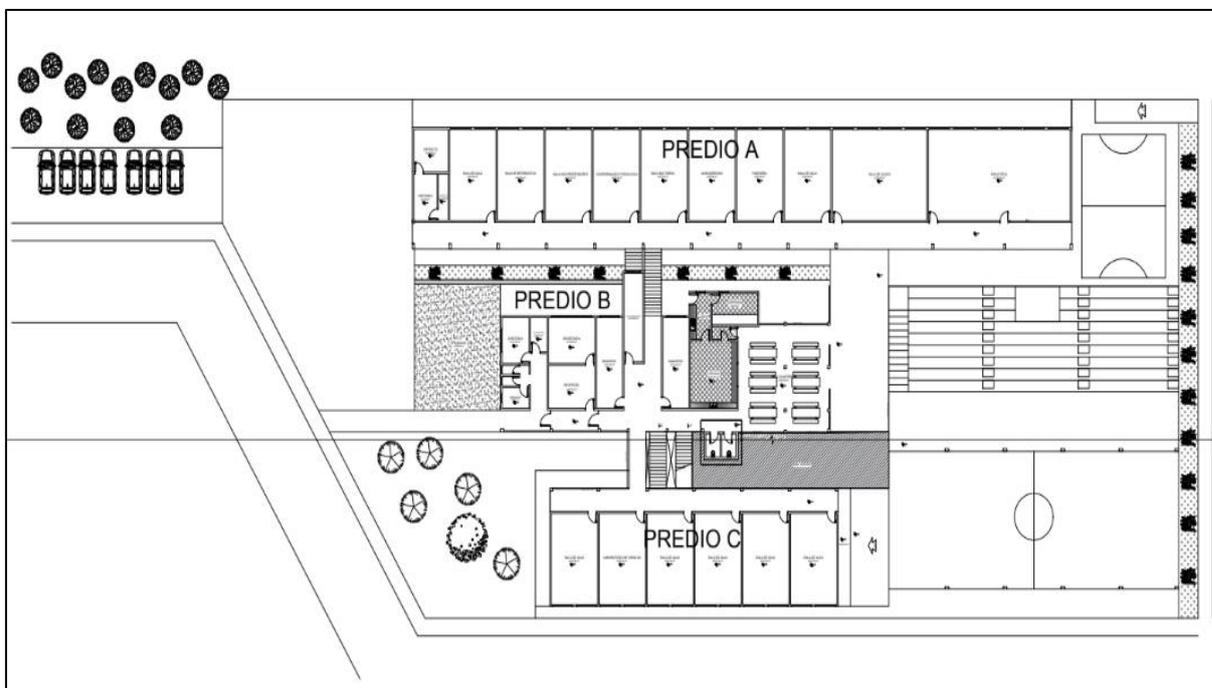


Figura 5 - Layout da escola Evandro Brito da Cunha.

Fonte: Próprio autor

Vale ainda salientar que a escola tem 23 anos de construção, e expõe a NBR 5674 a partir do 20º ano é mais comum a aparição de certas patologias e depreciações.

4 ANALISE E DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado no prédio A, onde foram identificadas a maioria das patologias na obra, conforme será exposto a seguir.

4.1 Salas de aula de 37,44m²

Nas salas de aula foi possível registrar a presença de manchas no teto, estas manchas são causadas pela água da chuva, que por algum meio, se infiltra, na maioria das vezes, por haver alguma falha no telhado. Esta água entra em contato com laje sem impermeabilização e procura um meio para vazão, que por vezes, são as luminárias ou o próprio concreto (através dos poros), como apresentado na figura 6. Foi visto também algumas fissuras no teto.



Figura 6- Fissuras e manchas no teto.

Fonte. Próprio autor (2018)

4.2 Vestiário de 9,60m²

No vestiário constatou-se a presença de manchas na parede causada por infiltrações da água da chuva, um problema ocasionado pela má impermeabilização do forro, demonstrado na figura 7.



Figura 7- Manchas na parede do vestiário

Fonte: Próprio autor (2018)

4.3 Núcleo de educação de 18,72m²

As manchas no teto causadas por infiltração de água da chuva também se encontram presentes na sala de núcleo de educação, o mesmo problema detectado nas salas de aula. Foi encontrado também eflorescências ocasionadas na união da viga, como mostra a figura 8.





Figura 8- Manchas na parede da sala do núcleo de educação

Fonte: Próprio autor (2018)

4.4 Sala de coordenação de 37,44m²

A sala de coordenação também apresenta manchas nas paredes, apresentadas na figura 9, próximo aos cantos e vazamento pelas luminárias, que também tem sua origem como exposto anteriormente.



Figura 9- Manchas na parede da sala de coordenação

Fonte: Próprio autor (2018)

4.5 Sala de multimídia de 37,4m²

A sala de multimídia possui a pintura descascada, rodapés danificados, devido a umidade ascendente presente na obra, conforme figura 10



Figura 10- Paredes descascadas na sala de multimídia.

Fonte: Próprio autor

O almoxarifado foi a área que mais sofreu com a umidade, o ambiente possui bolhas na pintura, vazamentos e infiltrações. O diagnóstico foi feito de maneira visual levando em conta que a umidade presente neste local se apresenta na forma de manchas, no interior pode se formar salitre fazendo com que a pintura se desprenda da parede e ainda formar o bolor, exposto nas figuras 11 e 12. Atribui-se a causa das patologias nesta área a falta de ventilação neste local, e ao fato de haver um grande acúmulo de água, por conta da declividade da laje.



Figura 11- Manchas e infiltrações no teto do almoxarifado.

Fonte: Próprio autor



Figura 12- Bolhas na pintura e manchas na parede do almoxarifado.

Fonte: Próprio autor (2018)

Os pilares da área externa da escola também apresentam infiltrações, devido as calhas serem embutidas nos pilares. As calhas coletoras de água são importantes, pois protegem as paredes da umidade, e quando embutidas nos pilares corre maior risco do aparecimento de patologias, conforme apresentadas na figura 13, por não haver um escoamento adequado.



Figura 13- Pilares da escola Evandro Brito da Cunha

Fonte: Próprio autor

Na pesquisa realizada *in loco*, constatou-se que boa parte de ambiente possui manifestações patológicas de umidade, oriundas em especial por três tipos de causas: umidade ascendente e umidade por precipitação (vertical e

horizontal), a umidade que se dá pelas laterais das paredes e em cima nas coberturas, em contato com o ambiente externo. A seguir serão expostas sugestões para solucionar cada uma delas.

4.6 UMIDADE ASCENDENTE

Esta umidade acontece quando a água que vem da fundação, sobe por ascensão pelas paredes. A melhor tratativa para este problema é efetuar a impermeabilização das vigas baldrame no ato da construção, com cimento polimérico ou emulsão asfáltica por exemplo, além da impermeabilização da fundação deve-se ainda aplicar aditivos impermeabilizantes até a quarta camada de tijolos para assegurar que a água do subsolo não cause esta patologia.

Caso a patologia só seja considerada quando a obra já estiver finalizada, será necessária uma solução mais complexa, exigindo que a parede seja demarcada a cada um metro, na sequência, com uma serra cortar a parede no sentido horizontal (neste espaço de um metro) e aplicar impermeabilizante, este processo deve ser feito em metro sim e outro não. Após completar um ciclo, deve-se aguardar um período de aproximadamente 14 dias e realizar o processo novamente para os metros que ainda não foram feitos até completar o perímetro completo da edificação.

Uma opção que surgiu recentemente no mercado, consiste na aplicação de silicato líquido.

Esta substância deve ser aplicada em pequenos furos feitos na parede, pelos quais irá se infiltrar e romper os canais de ascensão da água.

4.7 UMIDADE POR PRECIPITAÇÃO

Este tipo de umidade é responsável pela infiltração e vazamentos identificados, nas laterais das paredes (horizontal) e por cima nas coberturas (vertical)

Este também é um problema que deve ser considerado logo no projeto, levando em conta os rufos, as descidas, e o dimensionamento das calhas por exemplo.

Para evitar este problema deve-se optar por um bom dimensionamento e reparo dos telhados para que não ocorra infiltrações, a laje ao receber a água da chuva não é capaz de barra-la, visto que essa não é a função da laje, o ideal é realizar a impermeabilização, preferencialmente com a aplicação de manta asfáltica.

A cobertura é uma fase importante da edificação. Não só a questão estética deve ser considerada, como a escolha dos elementos, a posição dos planos de água e o tipo de telha.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo foi possível identificar que as melhores tratativas para as patologias causadas pela umidade devem ser previstas logo no projeto da obra, e desta forma atuar com ações preventivas. Porém quando isto não acontece é inevitável que estas patologias se apresentem, antes mesmo do tempo estimado, que conforme a NBR 5674 começa a aparecer no 20º ano após a construção.

Na escola Evandro Brito da Cunha, em especial no prédio A, boa parte do ambiente foi acometido por umidade, seja ascendente, por precipitação ou percolação, isso desencadeou vazamentos, manchas, bolhas na pintura, rodapés e pinturas descascando.

Para sanar esses problemas é importante que seja feita uma avaliação visual in loco, com dispositivos apropriados para identificar essas manifestações patológicas.

Na escola pode-se notar que boa parte dos problemas está associado a ausência de calhas e rufos, mal dimensionamento dos telhados, má impermeabilização das lajes e paredes, vazamentos da tubulação hidráulica e reservatórios, mal dimensionamento estrutural, ocasionando as trincas e fissuras que atuam como agente transportador para a água, permitindo que está se infiltre no interior da estrutura.

O presente trabalho cumpriu seu objetivo inicial que consiste em estudar as patologias presentes na escola em questão e propor sugestões que solucionassem o problema da obra.

REFERÊNCIAS

RIBEIRO, Daniel José, et, al. Patologias causadas pela umidade - estudo de caso em uma edificação residencial no município de Nova União / MG. Revista CONSTUINDO, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 72 – 92, Jul – dez., 2017 77 3.1.1.

ABNT NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto —Procedimento.** 2014.

Disponível em:

<https://engcivil20142.files.wordpress.com/2017/08/nbr-6118-2014-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento-versc3a3o-corrigida.pdf>

Acesso em: 27/10/2018

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações: São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (M estrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações. Vol. 2. São Paulo, SP, 3ª edição revista e ampliada, Editora LTC, 456 p.1977.

VIEIRA, M. Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento. IPOG – Revista On-Line Especialize, Goiânia, v. 1, n. 12, dez. 2016.

MACHADO, Ari de Paula. Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono. São Paulo: Pini, 2002.