



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAEMA

GABRIELE VITÓRIA GOMES DE BRITO

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PATOLOGIAS E IRREGULARIDADES NAS
INSTALAÇÕES DE ESCOLAS MUNICIPAIS DE ARIQUEMES/RO**

ARIQUEMES – RO

2022

GABRIELE VITÓRIA GOMES DE BRITO

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PATOLOGIAS E IRREGULARIDADES NAS
INSTALAÇÕES DE ESCOLAS MUNICIPAIS DE ARIQUEMES/RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau em Bacharel em
Engenharia Civil apresentado ao Centro
Universitário UNIFAEMA.

Orientador: Prof. Esp. Ruan Iuri de
Oliveira Guedes

ARIQUEMES – RO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B862e Brito, Gabriele Vitória Gomes de.

Estudo de caso: análise de patologias e irregularidades nas instalações de escolas municipais de Ariquemes/RO. / Gabriele Vitória Gomes de Brito. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.

40 f. ; il.

Orientador: Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Construção Civil. 2. Edificação Escolar. 3. Patologias em Obras. 4. Análise de Obras. 5. Normas Técnicas. I. Título. II. Guedes, Ruan Iuri de Oliveira.

CDD 620.1

Bibliotecária Responsável

Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

GABRIELE VITÓRIA GOMES DE BRITO

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PATOLOGIAS E IRREGULARIDADES NAS
INSTALAÇÕES DE ESCOLAS MUNICIPAIS DE ARIQUEMES/RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau em Bacharel em
Engenharia Civil apresentado ao Centro
Universitário UNIFAEMA.

Orientador: Prof. Esp. Ruan Iuri de
Oliveira Guedes

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes
Centro Universitário UNIFAEMA

Prof. Esp. Bruno Dias de Oliveira
Centro Universitário UNIFAEMA

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Centro Universitário UNIFAEMA

ARIQUEMES – RO

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades colocadas na minha vida acadêmica e profissional.

A meu orientador, Ruan Iuri, por prontamente aceitar me orientar após a saída da minha antiga orientadora da instituição, e assim me ajudar com todo o seu conhecimento para que eu pudesse alcançar o meu melhor.

Agradeço a todos os docentes do curso que chegaram a ministrar aulas para nossa turma nesses cinco anos e que a partir delas deram o seu melhor para passar todo o conhecimento e experiência que precisaremos de hoje em diante.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, os principais responsáveis pela pessoa que eu sou hoje, e que não mediram esforços para que eu pudesse estar realizando o sonho de concluir esse curso.

Por fim, quero agradecer aos meus amigos e a todos que de alguma forma me auxiliaram e/ou me incentivaram a acreditar que eu conseguiria chegar onde eu cheguei.

RESUMO

As manifestações patológicas são as principais causas que proporcionam uma redução da vida útil das edificações, como exemplos, temos as fissuras, as trincas, os agentes biodeterioradores, entre outros. Outro ponto a considerar é a segurança, por esse motivo existem várias normas vigentes responsáveis por manter as edificações de forma a não causar riscos as pessoas que a utilizam. Nesse trabalho será apresentado algumas patologias e irregularidades analisadas através de um levantamento por meio de relatório fotográfico com auxílio de instrumentos como régua, trena e fissurômetro; e um estudo se baseando em literaturas e nas normas técnicas, tendo como resultado alcançar o objetivo de propor recomendações para as situações encontradas. Para o estudo de caso foi selecionado duas escolas municipais do município de Ariquemes - RO, e no levantamento realizado foi encontrado patologias como fissuras, trincas e rachaduras, entre outras patologias; além que guarda-corpos e quadros de distribuição fora de norma e outras irregularidades. Nas duas escolas analisadas é indicado a realização de manutenções periódicas para conservar a vida útil das edificações.

Palavras-chave: Engenharia civil, análise, edificação, patologia.

ABSTRACT

The pathological manifestations are the main causes that provide a reduction in the useful life of buildings, as examples, we have fissures, cracks, biodeteriorating agents, among others. Another point to consider is safety, and for this reason there are several standards in force responsible for maintaining the buildings in a way that does not cause risks to the people who use them. This work will present some pathologies and irregularities analyzed through a survey by means of a photographic report with the help of instruments such as ruler, tape measure and fissurometer; and a study based on literature and technical standards, with the result of achieving the goal of proposing recommendations for the situations found. For the case study it was selected two municipal schools in the municipality of Ariquemes - RO, and in the survey performed was found pathologies such as fissures, cracks and splits, among other pathologies; in addition to guardrails and switchboards out of standard and other irregularities. In the two schools analyzed, periodic maintenance is recommended to preserve the useful life of the buildings.

Keywords: civil engineering, analysis, building, pathology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Formação do concreto	11
Figura 2 - Pilares	12
Figura 3 - Viga Baldrame	13
Figura 4 - Laje maciça sendo concretada	13
Figura 5 - Infiltração	15
Figura 6 - Parede fissurada	16
Figura 7 - Corrosão de armadura	17
Figura 8 - Destacamento em fachada	17
Figura 9 - Segregação.....	18
Figura 10 - Eflorescência	19
Figura 11 - Distância máxima entre perfis de guarda-corpos (gradis).....	20
Figura 12 - Rachadura no encontro pilar/viga 01	24
Figura 13 - Rachadura no encontro pilar/viga 02	24
Figura 14 - Medição com fissurômetro 01	24
Figura 15 - Rachadura no encontro pilar/viga 03	25
Figura 16 - Dimensão do pilar	25
Figura 17 - Quadro de distribuição sem proteção	26
Figura 18 – Guarda-corpo 01	27
Figura 19 - Guarda-corpo 02.....	27
Figura 20 - Piso cerâmico quebrado	28
Figura 21 - Medição de área de piso 01	28
Figura 22 - Medição de área de piso 02.....	28
Figura 23 - Muro em treliça com ferragem exposta.....	29
Figura 24 - Medição da altura do muro	29
Figura 25 - Medição com fissurômetro 02	30
Figura 26 - Fissura em janela.....	30
Figura 27 - Disjuntor fora de quadro de energia.....	31
Figura 28 - Estrutura de madeira com cupins 01.....	32
Figura 29 - Estrutura de madeira com cupins 02.....	32
Figura 30 - Estrutura de madeira com cupins 03.....	32
Figura 31 - Tubulação hidráulica aparente.....	33
Figura 32 – Guarda-corpo 03	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites de dimensionamento de rampa	21
Tabela 2. Patologias e irregularidades analisadas	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CM	Centímetro
CM ²	Centímetro quadrado
M	Metro
M ²	Metro quadrado
NBR	Norma Brasileira
RO	Rondônia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1. OBJETIVO GERAL	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. REVISÃO LITERÁRIA	11
3.1 ORIGEM E CONCEITO DO CONCRETO ARMADO.....	11
3.2 ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	12
3.2.1 Pilares	12
3.2.2 Vigas	12
3.2.3 Lajes	13
3.3 DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO.....	14
3.4 DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA	14
3.5 CONCEITO DE PATOLOGIA.....	14
3.5.1 Infiltração	15
3.5.2 Fissuras e trincas	15
3.5.3 Corrosão da armadura de aço	16
3.5.4 Destacamento ou deslocamento	17
3.5.5 Desagregação	18
3.5.6 Segregação	18
3.5.7 Eflorescência	18
3.6 IRREGULARIDADES PRESENTES EM EDIFICAÇÕES.....	19
3.6.1 Guarda-corpos	19
3.6.2 Quadros de distribuição	20
3.6.3 Pilares em treliça	20
3.6.4 Inclinação de rampas de acessibilidade	21

4. METODOLOGIA	22
5. RESULTADOS	23
5.1. ESCOLA 1.....	23
5.2. ESCOLA 2.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil é uma área que possui uma lista ampla de projetos para serem planejados e executados, seja eles projetos residenciais, comerciais, pavimentações, drenagens, solos, entre outros. Os projetos devem ser feitos por profissionais qualificados como forma de evitar falhas durante o processo. O grande problema está quando há presença dessas falhas nas estruturas, pois com o passar do tempo as estruturas tendem a ficar enfraquecidas e "doentes", apresentando as chamadas manifestações patológicas.

Segundo Cánovas (1988), a patologia é a área de estudo da engenharia civil responsável pelo estudo das origens, formas de manifestação e consequências dos defeitos em construções civis. Há diversos tipos de manifestações patológicas, que estão relacionadas a diversas partes da construção. Se referindo as patologias de estruturas de concreto, podemos citar como exemplos fissuras, trincas e rachaduras; desagregação, desgaste, eflorescência, entre outros.

Além das manifestações patológicas, a execução de forma irregular dos projetos também podem trazer perigos as pessoas que tenham contato com a edificação, como exemplo de fiações elétricas desprotegidas, ferragens expostas, e afins. É de grande importância buscar sempre manter as estruturas em bom estado para assim garantir a segurança das pessoas que a utilizam, por esse motivo há varias normas técnicas estabelecidas que devem ser seguidas.

Para esse estudo de caso foi selecionado duas escolas da rede de ensino municipal do município de Ariquemes - RO, a fim de realizar um levantamento das patologias e irregularidades existentes e propor recomendações para poder assim garantir a maior segurança dos alunos, professores, funcionários e demais pessoas que frequentemente visitam as instituições, e garantir uma maior vida útil para a estrutura das escolas.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Propor recomendações as patologias e irregularidades presentes nas estruturas das escolas municipais selecionadas no município de Ariquemes/RO.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os tipos de manifestações patológicas por meio da literatura;
- Analisar as patologias e irregularidades existentes na estrutura das escolas selecionadas;
- Realizar relatório fotográfico no levantamento das patologias e irregularidades.

3. REVISÃO LITERÁRIA

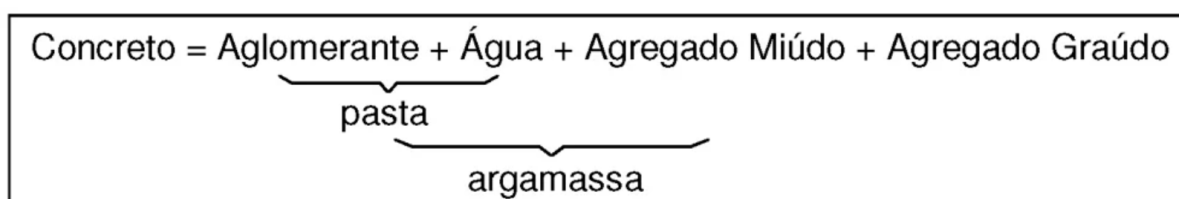
3.1 ORIGEM E CONCEITO DO CONCRETO ARMADO

De acordo com Clímaco (2016), os materiais de construção utilizados para fins estruturais devem apresentar resistência, durabilidade e disponibilidade como suas qualidades principais. Por esse motivo que na antiguidade os materiais com função estrutural mais utilizados, em respectiva ordem, foram, a pedra, a madeira e por fim, as ligas metálicas.

Com o passar do tempo surgiu os aglomerantes, materiais que em contato com a água endurecem formando uma pedra artificial, conhecido popularmente como concreto.

Para aumentar tanto o volume quanto a estabilidade da estrutura e visar diminuir custos é adicionado agregados miúdos e graúdos ao aglomerante. Na figura a seguir (Figura 1) está representado um esquema representando a formação do concreto:

Figura 1 - Formação do concreto



Fonte: Clímaco (2016)

As principais características do concreto são:

- boa resistência à compressão;
- baixa resistência à tração;
- facilidades no transporte e moldagem;
- meio predominantemente alcalino ($pH = 12$ a $13,5$), inibindo a corrosão do aço das armaduras;
- durabilidade elevada;
- emprego limitado a pequenas construções, em peças onde predominam tensões de compressão não muito elevadas.

O concreto armado surgiu para preencher a baixa resistência à tração que o concreto simples apresenta, com a implantação de uma armadura formada por barras de aço circular, chamadas vergalhões.

3.2 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Se tratando de estruturas, elas possuem 3 (três) principais elementos: os pilares, as vigas e as lajes.

3.2.1 Pilares

Conforme a NBR 6118 (2014), pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”. As forças provenientes das vigas e da laje são encaminhadas para as fundações através do pilar.

Figura 2 - Pilares



Fonte: Tudo Construção (2022)

3.2.2 Vigas

De acordo com Bastos (2019), as vigas são elementos lineares onde predomina a flexão. As vigas têm a função básica de vencer vãos e transferir cargas para apoios. Além da flexão, pode ocorrer também momentos de torção e forças normais de compressão ou de tração.

Figura 3 - Viga Baldrame



Fonte: Bastos (2019)

3.2.3 Lajes

De acordo com Bastos (2019), laje é um elemento plano e bidimensional cuja função principal é servir como piso ou cobertura em edificações, normalmente usados para receber impactos verticais aplicados.

Figura 4 - Laje maciça sendo concretada



Fonte: Bastos (2019)

3.3 DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Visando padronizar todo projeto há a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo que a norma vigente destinada a projetos de estruturas de concreto é a ABNT NBR 6118, que se refere a durabilidade e diz que as estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de forma que sob as condições ambientais previstas no período do projeto e quando utilizadas conforme recomendado em projeto conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante a sua vida útil da estrutura (ABNT NBR 6118, 2014).

3.4 DEFINIÇÃO DE PATOLOGIA

O termo “patologia” é derivado do grego (pathos – doença, e logia – ciência, estudo) e significa “estudo da doença”, ou seja, patologia é a área de estudo da engenharia civil responsável pelo estudo das origens, formas de manifestação e consequências dos defeitos em construções civis. Há várias manifestações patológicas, como exemplos fissuras, trincas e rachaduras, entre outros (NAZÁRIO; ZANCAN, 2011).

Segundo Cánovas (1988), patologia é a área da engenharia que estuda os mecanismos, os sintomas, as causas e origens dos defeitos das obras. Em alguns casos, a patologia pode ser diagnosticada por visualização, mas em outros casos, é necessário um estudo mais aprofundado da situação.

3.5 CONCEITO DE PATOLOGIA

Desde os primórdios da civilização, o homem se preocupa em construir estruturas que atendam às suas necessidades e, ao longo dos séculos, a humanidade acumulou um vasto acervo científico, o que levou ao desenvolvimento de técnicas construtivas, incluindo a concepção, cálculo, análise e detalhamento de estruturas. No entanto, devido às limitações do desenvolvimento científico e tecnológico, além das inevitáveis falhas involuntárias, algumas estruturas têm apresentado desempenho final abaixo do ideal, resultando as patologias da construção civil (RIPPER; SOUZA, 1998).

Os problemas patológicos estão presentes em quase toda edificação, variando o tipo, sendo em grande ou baixa intensidade, o período de aparição e a forma que a patologia se manifesta. Segundo Lichtenstein (1985), esses problemas podem ser apresentados de forma simples, exigindo diagnóstico e reparo óbvios, ou de

forma complexa, exigindo análise individualizada. As formas mais comuns de patologia são infiltração, fissuras e trincas, corrosão de armaduras, deterioração do concreto armado, etc.

3.5.1 Infiltração

De acordo com Miotto (2010), a infiltração é uma das formas patológicas encontradas com maior frequência. A infiltração é o resultado de um processo onde há uma quantidade de água em contato com as superfícies que possuem presença de espaços vazios, fazendo com que ela escoe formando as infiltrações.

Figura 5 - Infiltração



Fonte: Bastos (2019)

3.5.2 Fissuras e trincas

De acordo com Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo o dano de ocorrência mais comum e que mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários, atentando que algo de anormal está acontecendo na estrutura.

Conforme a NBR 9575 (2010), fissura é a “abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, com abertura inferior ou igual a 0,5 mm”.

As trincas são aberturas maiores e são mais perigosas que as fissuras, pois nela há uma abertura por ruptura.

De acordo com a NBR 9575 (2010), as trincas “são aberturas ocasionadas por ruptura de um material ou componente com abertura superior a 0,5 mm e inferior a 1,0 mm”.

Figura 6 - Parede fissurada



Fonte: Noal (2016)

3.5.3 Corrosão da armadura de aço

A corrosão da armadura de aço se trata de uma manifestação patológica muito séria, pois quando a armadura de concreto é exposta ela arrisca perder a sua resistência aos esforços solicitantes.

Segundo Weimer (2018), a corrosão é um processo de deterioração do material por meio de reações químicas e eletroquímicas de oxidação. No aço a corrosão se dá pela sua transformação em ferrugem, tornando o material fraco e sem aderência.

Figura 7 - Corrosão de armadura



Fonte: Tecnosil (2022)

3.5.4 Destacamento ou deslocamento

De acordo com Weimer (2018), destacamento é quando há formação de bolhas que provocam o deslocamento do reboco ou do emboço fazendo que os mesmos entrem em colapso. Essa anomalia normalmente está relacionada ao uso de cal indevidamente homogeneizada na argamassa de aplicação do revestimento.

Figura 8 - Destacamento em fachada



Fonte: Cedro Engenharia Consultiva (2018)

3.5.5 Desagregação

Para Souza e Ripper (1998) a desagregação do concreto é a separação física das partículas, quando perde sua propriedade aglomerante, afetando a capacidade de resistência aos esforços da área desintegrada.

3.5.6 Segregação

Weimer (2018), diz que a segregação do concreto pode ser causada pelo lançamento do concreto de maneira brusca, acima da altura máxima dos pilares. Por esse motivo é indicado lançar o concreto próximo da sua destinação final. O adensamento é um fator que pode minimizar o surgimento dessa manifestação patológica.

Segundo Souza e Ripper (1998), o adensamento tem o objetivo de retirar ou reduzir ao máximo os vazios do concreto, dando maior resistência mecânica, e existe normas que especificam a utilização desse processo.

Figura 9 - Segregação



Fonte: Tecnosil (2022)

3.5.7 Eflorescência

Bauer (2000) define eflorescência como a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, da alvenaria ou dos revestimentos cerâmicos, devido à migração dos sais solúveis presentes nos materiais e componentes. Quando

entra em contato com a água esses sais se dissolvem e quando evaporam vai para superfície causa manchas brancas.

Figura 10 - Eflorescência



Fonte: Pointer (2018)

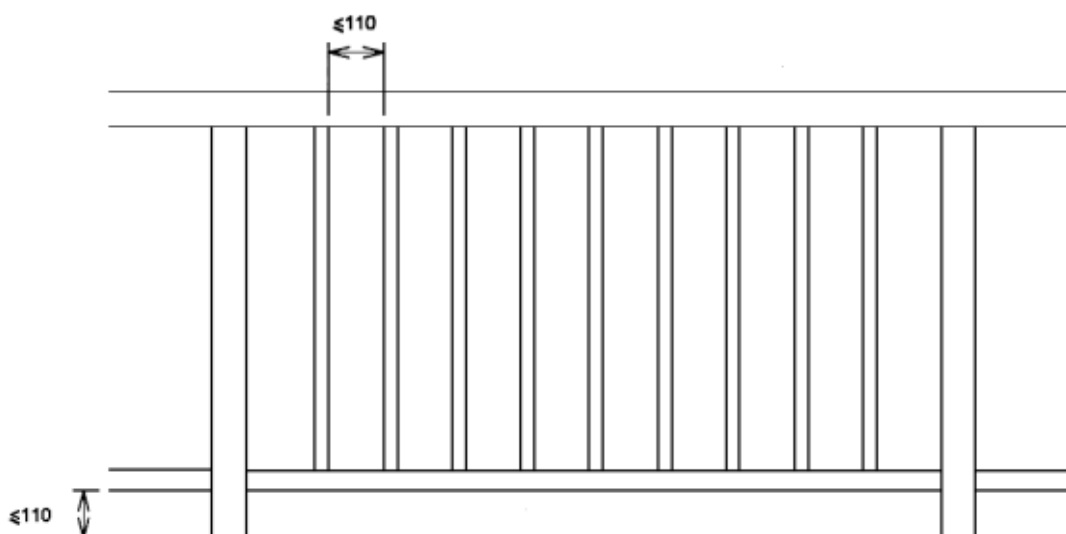
3.6 IRREGULARIDADES PRESENTES EM EDIFICAÇÕES

De acordo com Gomide (2009) as irregularidades são situações que geram algum tipo de risco, grande parte desses riscos são gerados pelo fato de não seguir as normas vigentes existentes que servem exatamente para que tudo seja executado de forma a oferecer segurança. Como exemplo de irregularidades podemos citar guarda corpos fora da norma, quadros de distribuição sem proteção, pilares com treliça, entre outras.

3.6.1 Guarda-corpos

Os guarda corpos devem seguir a NBR 14718 (2001), que visa a forma correta e segura de execução dos guarda-corpos. De acordo com a norma, os guarda corpos devem ter altura mínima de 1,10 metros. Quando forem de vidros, só pode ser utilizado vidros conforme prescritos na NBR 7199 - Projeto, execução e aplicação de vidros na construção civil. Quando forem de grade, devem possuir grades tendo espaçamento entre os perfis de 110 mm.

Figura 11 - Distância máxima entre perfis de guarda-corpos (gradis)



Fonte: NBR 14718 (2001)

3.6.2 Quadros de distribuição

Se referindo a segurança da presença dos quadros de distribuição de energia em locais de afluência de pública, a NBR 13570 (1996) aponta três itens: os quadros de distribuição devem ser do tipo fechado; devem ser instalados de forma a não permitirem acesso involuntário do público; devem possuir indicações claras das funções de todos dispositivos elétricos, bem como informar quanto as posições aberta e fechada das chaves.

3.6.3 Pilares em treliça

É vedado a utilização de treliça como função estrutural. Os pilares, entre outros elementos estruturais, devem seguir rigorosamente a NBR 6118 (2014), que impõe todo o procedimento a ser seguido na execução de projetos de estrutura de concreto e nela é apresentada os valores mínimos e máximos de armadura e diâmetros a serem considerados, sendo assim a treliça incapaz de atuar com função estrutural.

A NBR 6118 (2014) define que a menor dimensão do pilar deve ser de 19 cm, porém em casos especiais pode ser usado dimensões entre 19 cm e 14 cm desde que sejam multiplicados os esforços solicitantes de cálculo por um coeficiente adicional definido na norma e a área mínima da seção transversal do pilar seja de no mínimo 360 cm². Sendo a dimensão mínima do pilar de 14

cm, temos então que sua outra dimensão deverá ser de 26 cm, concluindo que a menor dimensão do pilar é de 14 x 26 cm, totalizando uma área de 364 cm².

Além da seção transversal, a norma também define os diâmetros mínimos e máximos das armaduras longitudinais e transversais dos pilares, sendo que o diâmetro das barras longitudinais não pode ser inferior a 10 mm e nem superiores a 1/8 da menor dimensão transversal; e as barras transversais não podem ser inferiores a 5 mm.

3.6.4 Inclinação de rampas de acessibilidade

A NBR 9050 (2020) define critérios de projeto para dimensionamento de rampas de acessibilidade inclusive a inclinação máxima permitida. As rampas devem seguir os seguintes limites:

Tabela 1 - Limites de dimensionamento de rampa

Desníveis máximos de cada segmento de rampa <i>h</i> m	Inclinação admissível em cada segmento de rampa <i>i</i> %	Número máximo de segmentos de rampa
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	5,00 (1:20) < <i>i</i> ≤ 6,25 (1:16)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < <i>i</i> ≤ 8,33 (1:12)	15

Fonte: NBR 9050 (2020)

4. METODOLOGIA

Para esse trabalho foi realizado estudo de caso sobre patologias em estrutura de concreto, trazendo consigo os tipos de manifestações patológicas e suas características; e irregularidades presentes na edificação. Para a avaliação e classificação das patologias e de outras irregularidades foi realizado relatório fotográfico. A metodologia escolhida tem por finalidade cumprir os objetivos propostos no início desse trabalho.

O levantamento em campo, onde foi realizado por meio de relatório fotográfico, teve como base o levantamento bibliográfico desenvolvido antecipadamente. Visando um trabalho íntegro foi atribuído como base as seguintes normas técnicas: NBR 6118:2014, NBR 13570:1996, NBR 14718:2001, NBR 15575-1:2013, NBR 7190:1997, NBR 9575:2010. Foram utilizados alguns instrumentos de medição com o intuito de trazer veracidade aos dados registrados, sendo esses instrumentos:

- Régua: Peça alongada de faces retangulares, com divisões em unidades de medida linear, própria para fazer medições. Adquirida em papelaria.

- Trena: Fita metálica dividida em centímetros e metros, em geral com 10, 20 ou 25 m de comprimento, empregada na medição de terrenos. Adquirida em loja de materiais para construção.

- Fissurômetro: Instrumento utilizado para medição de fissuras, trincas e rachaduras, dividido em milímetros. Adquirido como brinde por meio de uma instituição de pós-graduação.

O levantamento da primeira escola foi realizado no dia 28 de maio de 2022 e 28 de novembro de 2022; e o da segunda escola no dia 4 de junho de 2022, tendo como local de pesquisa duas escolas da rede municipal, localizadas no município de Ariquemes – RO. Cada visita teve uma duração média de uma hora e meia.

Após a realização dos levantamentos nas duas escolas, foram classificadas como Escola 1 e Escola 2, para o melhor entendimento do estudo.

5. RESULTADOS

Os dados e recomendações a seguir apresentados são resultados do levantamento e do estudo de caso realizado na Escola 1 e na Escola 2.

5.1. ESCOLA 1

No levantamento fotográfico realizado na Escola 1 foi encontrado e identificado rachaduras, fissuras, quadros de distribuição desprotegidos, guarda corpos irregulares, piso cerâmico danificado e muro com pilar em treliça e ferragem de pilar do muro exposta. A seguir será apresentado os registros da Escola 1, local em que foi encontrado, descrição da figura e recomendações de como agir nos casos encontrados.

Figura 12 - Rachadura no encontro pilar/viga 01



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 13 - Rachadura no encontro pilar/viga 02



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 14 - Medição com fissurômetro 01



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Bloco 3 de salas de aula.

Descrição:

Na Figura 12 e na Figura 13 mostra a primeira patologia identificada com o estudo de caso realizado. As figuras apresentam uma rachadura, assim classificada devido ao tamanho da espessura da patologia existente, que apresentou espessura de 2,5 mm conforme o fissurômetro (Figura 4).

Recomendação:

O indicado é realizar uma análise mais a fundo da rachadura e se for o caso realizar um reforço na estrutura e concretar novamente.

Figura 15 - Rachadura no encontro pilar/viga 03



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 16 - Dimensão do pilar



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Bloco 1 de salas de aula.

Descrição:

Rachadura entre o pilar e a viga apresentada de forma bem aparente. O pilar representado possui dimensões 15 cm x 16 cm, e a viga possui dimensões 16 cm x 25 cm.

Recomendação:

O indicado é realizar uma análise mais a fundo da rachadura e se for o caso realizar um reforço na estrutura e concretar novamente.

Figura 17 - Quadro de distribuição sem proteção



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Bloco 3 de salas de aula.

Descrição:

Na Figura 17 é apresentado um quadro de distribuição elétrica que não possui tampa, o que é classificado como uma irregularidade, pois traz perigo as pessoas que trafegam pelo ambiente e também infringe o tópico 4.8.1 da NBR 13570 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos, pois os quadros de distribuição devem ser fechados, de modo a garantir no mínimo grau de proteção IP-2X, que garante a proteção contra choques elétricos.

Recomendação:

Para solucionar esse problema o ideal é realizar a troca do quadro por um novo que possua uma tampa de fechamento, garantindo assim segurança a todos que trafegarem por esse ambiente.

Figura 18 – Guarda-corpo 01



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura 19 - Guarda-corpo 02



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Local:

Bloco 3 de salas de aula.

Descrição:

Na Figura 18 e 19 está representado uma rampa de acessibilidade com um guarda-corpo que não segue as normas impostas pela NBR 14718 - Guarda-corpos para edificação, pois os gradis devem ser na vertical com distância entre os perfis com no máximo 110 mm. O primeiro guarda-corpo representado se encontra permitido pela norma.

Recomendação:

Deve-se realizar a troca do guarda-corpo por um que atenda as exigências da NBR 14718.

Figura 20 - Piso cerâmico quebrado



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 21 - Medição de área de piso 01



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 22 - Medição de área de piso 02



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Bloco 2 de salas de aula.

Descrição:

A Figura 20 apresenta o piso cerâmico da escola que está quebrado em várias partes, se tornando um perigo, principalmente pelo fato de a escola trabalhar com crianças pequenas que podem se cortar com as quinas no piso danificado. A área danificada possui aproximadamente 2,81 m².

Recomendação:

Realizar a retirada do piso danificado e a implantação de um novo piso cerâmico, piso cimentado ou calçada no local.

Figura 23 - Muro em treliça com ferragem exposta



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 24 - Medição da altura do muro



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Muro da escola.

Descrição:

Na Figura 23 apresenta um pilar do muro da escola e nele há duas irregularidades. A primeira irregularidade se dá pelo fato de ter sido utilizado treliça como função estrutural no pilar do muro, elas não atendem a segurança necessária e estão em discordância a NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, sendo exigido que sua seção transversal tenha no mínimo de 360 cm². A segunda irregularidade se dá pelo fato de a ferragem do pilar do muro estar exposta tendo contato direto a intempéries. O muro apresenta uma altura de 2,23m e se estende por todo redor da escola.

Recomendação:

Como a parte estrutural do muro já se encontra executada, a solução para esse caso seria realizar um reforço no muro existente implantando pilares com dimensões mínimas de 14 cm x 26 cm ou realizar a demolição do muro e executar um novo muro seguindo os procedimentos de acordo com a NBR 6118.

Figura 25 - Medição com fissurômetro 02



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 26 - Fissura em janela



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Bloco 3 de salas de aula.

Descrição:

Na Figura 25 e Figura 26 está representado algumas fissuras (classificada de acordo com a espessura pelo fissurômetro) que provém das extremidades da janela.

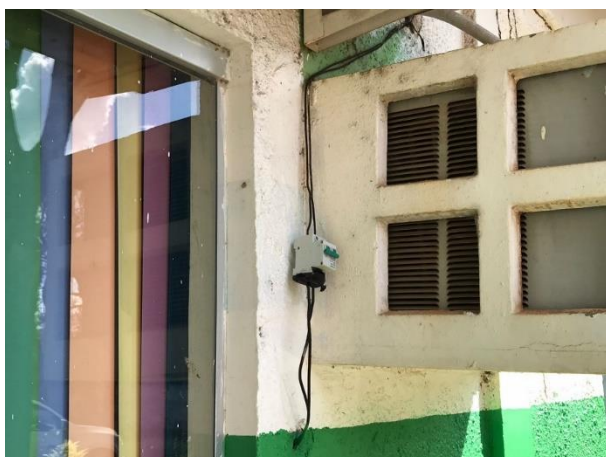
Recomendação:

Se trata de uma patologia que não traz grandes riscos para solucionar, é recomendado a raspagem da pintura existente, limpar a superfície da fissura, realizar o emassamento com massa acrílica, lixamento e aplicação de uma nova pintura.

5.2. ESCOLA 2

No levantamento fotográfico realizado na Escola 2 foi encontrado e identificado estrutura de cobertura em madeira deteriorada por cupins, ferragem de pilar de muro exposta, disjuntor fora de quadro de distribuição, instalações hidráulicas aparentes e guarda corpo irregular. A seguir será apresentado os registros da Escola 2, local em que foi encontrado, descrição da figura e recomendações de como agir nos casos encontrados.

Figura 27 - Disjuntor fora de quadro de energia



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Bloco administrativo.

Descrição:

Na Figura 27 apresenta disjuntor solto, fora de quadro de energia, em ambiente aberto onde tem acesso a intempéries como a chuva, podendo gerar perigo de choque elétrico em seu manuseio, sendo assim ele se encontra em desacordo com as normas técnicas vigentes como a NBR 13570 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos.

Recomendação:

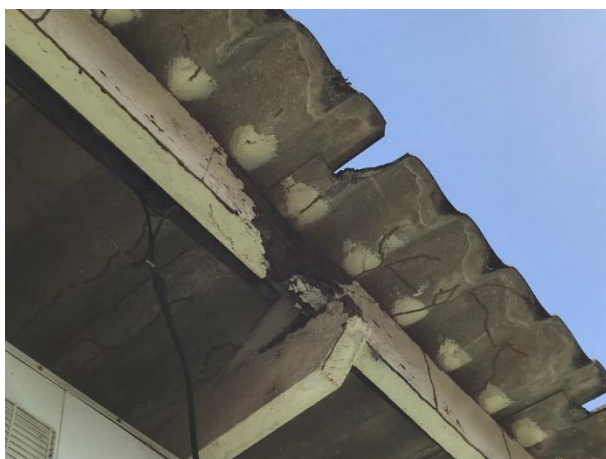
É recomendável encaminhar a função desse disjuntor para o quadro de distribuição existente mais próximo e retirando-o do local que se encontra.

Figura 28 - Estrutura de madeira com cupins 01



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura 29 - Estrutura de madeira com cupins 02



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura 30 - Estrutura de madeira com cupins 03



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Local:

Bloco administrativo.

Descrição:

Na Escola 2 a principal patologia encontrada foi a presença de agentes biodeterioradores (cupins) na estrutura de madeira responsável pela sustentação da cobertura. A escola foi recentemente pintada e em um curto período os cupins retornaram a atacar a estrutura. Nas Figuras 28, 29 e 30 está representado partes distintas da estrutura, ambas afetadas e com presença de cupins, sendo a Figura 30 sido tirada da entrada que dá acesso ao forro da edificação, mostrando que a parte da estrutura da cobertura localizada no interior do forro também se encontra infestada.

Recomendação:

Na situação que se encontra, a troca da estrutura de cobertura seria a melhor recomendação, principalmente se trocada por uma estrutura metálica.

Figura 31 - Tubulação hidráulica aparente



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Banheiro Feminino.

Descrição:

A Figura 31 mostra tubulações destinadas às instalações hidráulicas do banheiro feminino da escola, que estão expostas e passando pelo meio do banheiro, sendo a tubulação apoiada na alvenaria que divide um banheiro do outro. A mesma tubulação passa por todos os banheiros existentes para implantação de chuveiros da mesma forma apresentada na figura.

Recomendação:

Deve ser realizado uma reforma hidráulica nos banheiros, a fim de embutir as tubulações na alvenaria através de um projeto que analise a pressão e os locais para o qual a água será destinada, sendo assim locado os chuveiros, entre outras louças hidráulicas presentes no banheiro.

Figura 32 – Guarda-corpo 03



Fonte: Autoria Própria (2022)

Local:

Pátio.

Descrição:

Na Figura 32 está representado guarda corpo que não segue as normas impostas pela NBR 14718 - Guarda-corpos para edificação, pois os gradis devem ser na vertical com distância entre os perfis com no máximo 110 mm. Deve ser realizado a troca do guarda corpo por um que cumpra com as exigências das normas técnicas.

Recomendação:

Deve-se realizar a troca do guarda-corpo por um que atenda as exigências da NBR 14718.

A tabela a seguir apresenta resumidamente as patologias e irregularidades encontradas nas duas escolas analisadas:

Tabela 2 - Patologias e irregularidades analisadas

ESCOLA 01	ESCOLA 02
Rachadura	Estrutura de cobertura deteriorada
Quadro de distribuição desprotegido	Disjuntor fora de quadro de energia
Guarda-corpo fora de norma	Tubulação hidráulica aparente
Piso cerâmico danificado	Guarda-corpo fora de norma
Muro com estrutura em treliça e ferragem exposta	-
Fissura	-

Fonte: Autoria Própria (2022)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo de caso realizado pode-se concluir que ambas escolas requerem uma certa atenção, pois possuem pontos que divergem das normas técnicas vigentes e/ou patologias que prejudicam a vida útil da edificação. Durante todo o estudo houve embasamento em normas técnicas, livros e artigos para maior veracidade dos fatos.

Com a apresentação dos resultados foi possível identificar que as escolas selecionadas possuem patologias e irregularidades distintas, com exceção do guarda-corpo irregular que foi encontrado tanto na Escola 1 quanto na Escola 2. Na Escola 1 o principal problema encontrado está relacionado a estrutura de concreto, sendo assim apresentado fissuras e trincas em pontos distintos da escola. Na Escola 2 o principal problema identificado foi a estrutura em madeira da cobertura que se encontra fragilizada pela presença de cupins. É recomendado que seja feita uma intervenção a fim de solucionar os problemas encontrados nas duas escolas para que não se agrave e venha a gerar problemas maiores no futuro.

É indicado analisar e realizar manutenções periódicas em edificações públicas como as escolas apresentadas, pois as edificações devem garantir o máximo de segurança a todos que utilizem das suas instalações, principalmente se tratando de escolas que atendam crianças e adolescentes que estão mais propícias a se machucarem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13570**: Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14718**: Guarda-corpos para edificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

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

BASTOS, Paulo Sérgio. **Fundamentos do concreto armado**. São Paulo; 2019. Disponível em: <<https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>>. Acesso em: 01 de dez. de 2021.

BAUER, L. **Materiais de Construção**. 5 ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

CÁNOVAS, Manoel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.

CEDRO ENGENHARIA CONSULTIVA. **Inspeções em fachadas com revestimentos cerâmicos**. Disponível em: <<https://www.cedroeng.com.br/inspecoes-em-fachadas-com-revestimentos-ceramicos/>>. Acesso em: 28 nov. 2022.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação** / João Carlos Teatini de Souza Clímaco. - 3. ed. - Rio de Janeiro : Elsevier ; Brasília, DF : Ed. UnB, 2016.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações** / Tito Lívio Ferreira Gotnide, Jerônito Cabral Pereira Fagundes Neto, Marco Antonio Gullo. São Paulo: Pini, 2009.

HM RUBBER. **Quais as causas das infiltrações em paredes?**. Disponível em: <<https://hmrubber.com.br/quais-sao-as-causas-das-infiltracoes-em-paredes/>>. Acesso em: 28 nov. 2022.

LICHTENSTEIN, Norberto B. **Procedimento para formulação dos diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo, 1985. 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco - PR**. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná: Paraná, 2010.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

NOAL, Bruno Alexandre Mainardi. **Entendendo as trincas e fissuras.** Mapa da Obra, 13 jul. 2016. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/>> . Acesso em: 28 nov. 2022.

POINTER. **Quais são as principais causas da eflorescência?** Disponível em: <<https://pointer.com.br/blog/eflorescencia/>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo: Pini, 1998.

TECNOSIL. **Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano?.** Disponível em: <<https://www.tecnosilbr.com.br/corrosao-de-armadura-o-que-cause-e-como-amenizar-esse-dano/>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

TECNOSIL. **Manifestação patológica: segregação do concreto (bicheira no concreto).** Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/manifestacao-patologica-segregacao-do-concreto-bicheira-no-concreto/>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

TUDO CONSTRUÇÃO. **Quais são os tipos de pilares de concreto?.** Disponível em: <<https://www.tudoconstrucao.com/quais-sao-os-tipos-de-pilares-de-concreto/>>. Acesso em: 28 nov. 2022.

WEIMER, Bianca Funk. **Patologia das estruturas [recurso eletrônico]** / Bianca Funk Weimer, Mauricio Thomas, Fernanda Dresch; revisão técnica : André Luís Abitante. – Porto Alegre : SAGAH, 2018.