

# AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA VITÓRIO ROMAN EM VARGEM BONITA-SC

Samuel Vinicius Luvizão<sup>1</sup>  
Scheila Lockstein<sup>2</sup>

## Resumo

Os fenômenos patológicos podem ser os mais diversos, desde o envelhecimento natural, acidentes, negligência de profissionais e usuários que optam pela utilização de materiais fora das especificações ou não realizam a manutenção correta das estruturas e revestimentos, muitas vezes por razões econômicas, também podem surgir devido a eventos climáticos, dentre outras (RIPPER; SOUZA, 1998). A edificação em estudo é composta por 3 edificações com salas de aula e um ginásio que além de não receber muitas manutenções, sofreu com dois eventos climáticos com elevada precipitação e granizo em um período de 18 meses. O objetivo principal foi avaliar os problemas patológicos mais comuns em um edifício público (Escola de Educação Básica Vitorio Roman) com área aproximada de 3.500,00 m<sup>2</sup> em Vargem Bonita, Santa Catarina, identificando as manifestações patológicas e catalogando por meio da utilização de visitas in loco, medições, avaliação visual, ensaios de resistência, formulação de diagnóstico e proposta de alternativas de intervenção para os principais problemas encontrados. Trabalho consiste em uma pesquisa de cunho qualitativo, que foi realizado em quatro fases: inicialmente, efetuou-se a revisão bibliográfica; seguida por visitas in loco com inspeções visuais; seguido por realização dos ensaios e pôr fim a elaboração do artigo científico. Essas manifestações patológicas são várias e causam prejuízos financeiros, além de insatisfação dos usuários, perigo de vida devido a estruturas comprometida até mesmo causando doenças as pessoas que o utilizam. Com base no apresentado, a prioridade é refazer a camada de concreto nos locais onde a armadura está exposta, reparar as fissuras mapeadas e demais fissuras, corrigir os descolamentos. Após isso, para as manifestações de grau de risco mínimo, devem ser efetuados concertos para casos de infiltração de água e de umidade na edificação, em seguida para as patologias que causam prejuízos estéticos. Sobre a manutenção, verificou-se que é possível realizar os serviços, mas não tem plano algum elaborado, nem registro dessas atividades.

Palavras-chave: Patologia; Escola; Edificação.

## 1 INTRODUÇÃO

A ciência da patologia da construção civil pode ser entendida como o setor da engenharia que estuda os sintomas, causas e origens das anomalias construtivas que

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, *campus* de Joaçaba, e-mail: samuelluvi04@gmail.com.

<sup>2</sup> Professora Mestre, Universidade do Oeste de Santa Catarina, e-mail: scheila.lockstein@unoesc.edu.br.

ocorrem na construção de edificações. A partir do estudo das fontes dos vícios, é possível de se evitar que a ocorrência de problemas patológicos se torne algo comum nas edificações modernas (DO CARMO, 2003).

As patologias das edificações não acontecem de forma isolada e sem razão, geralmente têm início relacionado a algum erro cometido em ao menos um dos processos de concepção de uma edificação, sendo importante o conhecimento da origem do problema e o histórico da construção para que se possa indicar em que fase do processo aconteceu o erro que veio a gerar problema patológico (HELENE, 2003).

O objetivo principal de artigo é avaliar os problemas patológicos mais comuns em um edifício público (Escola de Educação Básica Vitorio Roman) em Vargem Bonita, Santa Catarina, com área aproximada de 3.500,00 m<sup>2</sup>, analisando as manifestações patológicas catalogadas através da utilização de visitas in loco, medições, avaliação visual, ensaios de resistência à compressão simples, formulação de diagnóstico e proposta de alternativas de intervenção para os principais problemas encontrados, pois a escola já possui aproximadamente 50 anos de idade e o fato de ter sofrido em um ano e meio duas altas precipitações com granizo, assim os estudantes estão estudando em local improvisado, com isso prejudicando seu ensino.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Patologias das construções é a área da engenharia civil que analisa o desempenho insatisfatório de elementos que compõem uma edificação, desempenho este, atualmente regido por normas técnicas, a análise do defeito em questão é o que trata o ramo de patologias, fazendo uma análise através dos tipos de manifestações, causas e origens, a engenharia utiliza o termo como a área de estudo das origens e mecanismos de ocorrência das diversas falhas que afetam aspectos estruturais e estéticos de uma edificação (CREMONINI, 1988).

Os fenômenos patológicos podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento natural, acidentes, negligência de profissionais e usuários que optam pela utilização de materiais fora das especificações ou não realizam a manutenção correta das estruturas e revestimentos, muitas vezes por razões econômicas, também podem surgir devido a eventos climáticos, dentre outras (RIPPER; SOUZA, 1998).

#### 2.1.1 Durabilidade e vida útil

A concepção de uma construção durável é resultado de um conjunto de decisões e processos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento, tais decisões são as que asseguram à estrutura e aos materiais

um desempenho satisfatório durante sua vida útil, parâmetros que definem um sistema de qualidade e produção, também são os mesmos que definem a durabilidade do edifício (RIPPER; SOUZA, 1998).

### 2.1.2 Inspeção e manutenção preventiva de edificação

É recorrente que os problemas patológicos desencadeados nessa fase sejam de responsabilidade do usuário, devido à má utilização ou falta de manutenção da construção. Algumas ações são recorrentes: uso de produtos químicos, ou reagentes bastante agressivos; alterações estruturais em reformas; sobrecargas não previstas durante a fase de concepção; impactos; não realização de manutenções periódicas (PINA, 2013).

A inspeção predial é ferramenta que possibilita esta avaliação sistêmica da edificação. Elaborada por profissionais habilitados e devidamente competentes, classifica as anomalias constatadas na edificação quanto a sua origem, grau de risco e indica orientações técnicas necessárias à melhoria da Manutenção dos sistemas e elementos construtivos (IBAPE 2012).

Conforme estabelecido pela norma técnica NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) todos os componentes, elementos e sistemas da edificação devem manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, para tal, a formatação do manual de uso, operação e manutenção, mostra-se essencial para auxiliar na manutenibilidade do edifício em questão.

Devem ser realizadas manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenção corretiva realizada assim que algum problema se manifestar, além de impedir que pequenas falhas progridam, às vezes rapidamente, para patologias maiores. As manutenções devem ser realizadas em obediência ao manual de uso, operação e manutenção fornecido pelo incorporador ou pela construtora (CBIC, 2013).

## 2.2 TIPOS DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

### 2.2.1 Patologia em estrutura de concreto armado

Segundo a norma NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), toda estrutura de concreto (durante sua construção e vida útil) deve atender a três requisitos mínimos de qualidade: capacidade resistente, desempenho em serviço, e durabilidade. A capacidade resistente vai garantir a segurança da estrutura em relação à ruptura; o desempenho em serviço deve garantir que a estrutura permaneça em condições de utilização, sem apresentar danos que possam comprometê-la (em parte ou totalmente); e a durabilidade define a capacidade da estrutura em resistir às influências externas que estão previstas desde o projeto.

As manifestações patológicas que surgem no próprio material (inerentes a ele), ou na peça toda, durante execução e/ou utilização da estrutura. Já as causas extrínsecas são

agentes que deterioram a estrutura e que independem da constituição do material, do processo de execução, ou da composição do concreto (RIPPER; SOUZA, 1998).

Todas as causas internas e extrínsecas geram as seguintes manifestações patológicas mais recorrentes: fissuras e trincas; desagregação do concreto e eflorescências; manchas na superfície; segregação dos materiais constituintes do concreto; infiltrações; flechas e rotações excessivas (deformações); degradação química da estrutura; elevada porosidade e permeabilidade e perda de aderência nas juntas de concretagem (MACHADO, 2002).

### 2.2.2 Patologia nas fundações

É comum que determinados solos, ao serem carregados, alterem seu volume, sofram deformações e causem deslocamentos das fundações (recalques). Porém, a existência de um projeto que não faça as previsões adequadas do comportamento do solo, podem desencadear manifestações patológicas como trincas na parede ou em laje (MILITITSKY; CONSOLI; SHNAID, 2006).

Execução falha dos serviços e incorreta previsão de esforços que vão atuar na estrutura e no solo pode desencadear: danos estruturais, como as trincas e fissuras, afetando o desempenho da estrutura, a durabilidade e estabilidade da construção (MACEDO, 2017).

### 2.2.3 Patologia em revestimento

Conforme cita Segat (2005), os revestimentos de argamassa fazem parte de um sistema constituído por um conjunto de elementos, sendo eles: base de revestimento, argamassa de preparo da base (chapisco), argamassa de regularização da base (emboço), o que pode se constituir em um revestimento de camada única, e argamassa de acabamento.

Carasek (2011) destaca como processos físico-mecânicos de deterioração dos revestimentos de argamassa, situações como retração plástica, devido à rápida evaporação de água, levando à fissuração; movimentação da base (alvenaria/estrutura) causando fissuração do revestimento; movimentações de origem hidrotérmica podendo levar à fissuração, desagregação e descolamento dos revestimentos.

Processos químicos de deterioração dos revestimentos de argamassa, segundo o descrito por Carasek (2011), podem ser exemplificados em casos de hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, levando ao empolamento e à desagregação do revestimento; à oxidação de impureza presente na areia (pirita) o que leva à formação de vesículas, manchamento e fissuração.

Já no que se refere a processos biológicos de deterioração dos revestimentos de argamassa, Carasek (2011) exemplifica por meio de crescimento de microrganismos (fungo e bolor) por produzir manchas e desagregação devido à produção de ácidos orgânicos que atacam os aglomerantes (este problema é característico de áreas úmidas).

Outro meio de classificar as manifestações patológicas, de acordo com Carasek (2011), é tomando como referência a origem da causa da patologia. Desta forma, a deterioração das argamassas pode ser originada por fatores externos ao revestimento, ou por causas internas da própria argamassa. Nesse aspecto, pode-se citar a qualidade dos materiais constituintes da argamassa, o traço da argamassa, os processos de execução, e os fatores externos, como: intempéries, poluição atmosférica, umidade de infiltração, entre outros fatores.

### 2.2.3.1 Fissuras

A incidência de fissuras normalmente está associada a fatores relativos à execução do revestimento, solicitações higrotérmicas, principalmente devido à retração hidráulica da argamassa (BAUER, 2008). Também é possível que ocorra reações expansivas da argamassa de assentamento ou hidratação retardada da cal e por ataques de sulfatos, assim ocorrendo fissuras (BARROS *et al.*, 1997).

#### 2.2.3.1.1 Fissuras Mapeadas

Barros *et al.*, (1997) explica que quando há consumo excessivo de água de amassamento, pelo fato de a argamassa apresentar alto teor de finos, o revestimento resultante, depois de endurecido, apresenta-se com maior elevado de vazios, e, conseqüentemente, com maior disposição a fissuras mapeadas, em função da retração da argamassa no processo de secagem. Nas fachadas externas, Leal (2003) alerta para as condições climáticas, pois estas podem apresentar grande influência no resultado. Dias quentes e secos podem ocasionar uma precoce perda de água da argamassa, resultando em fissuras mapeadas.

A retração da argamassa de emboço pode estar associada ao desempenamento excessivo ou executado em tempo inadequado, visto que quando executado antes do tempo, pode provocar fissuras. O desempenamento é uma técnica importante, ao ser executado corretamente, no tempo e com intensidade adequados, por ser possível comprimir a pasta e aproximar os grãos, reduzindo a chance do surgimento de fissuras (BARROS *et al.*, 1997).

#### 2.2.3.1.2 Fissuras lineares e horizontais

Segundo Thomaz (1989), as fissuras horizontais causadas pela hidratação retardada da cal da argamassa de assentamento, geralmente ocorrem nas proximidades do topo da parede, onde há menos esforço de compressão do peso próprio. Já as fissuras decorrentes de ataque de sulfatos, semelhante às causadas pela retração da argamassa de revestimento, diferenciam-se por serem fissuras mais pronunciadas, acompanhando as juntas de assentamento horizontais e verticais, sendo comum a manifestação conjunta de eflorescências.

### 2.2.3.2 Descolamento

A manifestação de tais problemas, muitas vezes é decorrência da umidade remanescente da própria argamassa ou até mesmo dos tijolos, vazamentos em tubulações e falhas do sistema de impermeabilização, tais eflorescências são causadas pela umidade (H<sub>2</sub>O), que reage com os elementos químicos do cimento trazendo as manifestações patológicas à tona. A presença da umidade causa também a desagregação da argamassa e descolamentos por baixa aderência das camadas do revestimento, causadas por erros de execução (DO CARMO, 2003).

### 2.2.3.3 Manchas de umidade, mofo e bolor

De acordo com Segat (2005), problemas de umidade em edificações podem se manifestar a partir de causas associadas, porém é uma das principais. É possível classificar o fenômeno a partir de sua origem e forma de manifestação: a) da fase de obras: umidade excedente dos materiais utilizados na construção, mantendo-se por um período após o término da obra, diminuindo gradualmente até desaparecer; b) da absorção e capilaridade dos materiais: absorção de água proveniente do solo, através das fundações, das paredes e pavimentos, migrando para as fachadas e pisos; c) de infiltrações: água da chuva que penetra das edificações através de elementos constituintes de sua envoltória exterior; d) da condensação: proveniente do vapor de água que condensa nas superfícies ou no interior dos elementos construtivos.

### 2.2.3.4 Eflorescência

Diversas são as fontes de eflorescências nos revestimentos, podendo ser tanto dos materiais constituintes da argamassa, quanto de blocos cerâmicos, ou mesmo do solo (por problemas de impermeabilização). As eflorescências podem ocorrer a qualquer sal solúvel, mas as mais frequentes são produzidas por sulfatos, nitratos e cloretos (CARASEK, 2011).

Barros et al. (1997) salienta que a ação dos sais solúveis do cimento Portland é uma importante fonte de eflorescência nos revestimentos, devendo-se minimizar seu emprego.

Visto que um dos principais fatores para o desenvolvimento de eflorescências é a presença de água, a primeira medida para conter esta patologia é a eliminação da infiltração de umidade (CARASEK, 2011).

### 2.2.3.5 Manchas resultante da degradação atmosférica

Petrucci (2000) expõe que fatores extrínsecos e intrínsecos contribuem para o manchamento de fachadas. Quanto aos fatores extrínsecos, relacionam-se às condições ambientais, sendo os agentes climáticos (como vento e chuva) e os contaminantes

atmosféricos que contribuem para a manifestação desta patologia. Quanto aos contaminantes atmosféricos, são partículas provenientes de emissões de chaminés industriais e de emissões de subprodutos de combustão e semi combustão na queima de combustíveis.

## 2.3 ENSAIOS ESTRUTURAIS

Quando os danos não são muito graves, o levantamento dos sintomas é capaz de demonstrar a inexistência de riscos à estabilidade da estrutura, porém, quando os danos são mais intensos, pode ser necessária a verificação do cálculo da estrutura, sendo conveniente um estudo detalhado da geometria dos elementos, espessura e posição da armadura nas peças de concreto. Caso não haja entendimento dos níveis de deterioração da estrutura utiliza-se de exames laboratoriais, como ensaios não destrutivos, pacometria, esclerometria, ultrassom, entre outros, bem como, os semidestruídos, como corpo de prova, microscopia, extração de amostras, ensaios de carbonatação e teor de cloretos, estes ensaios são ferramentas acessíveis e que podem auxiliar no entendimento do problema quando necessário (SANTUCCI, 2015).

### 2.3.1 Ensaios não destrutivos

Ensaio de Esclerometria (NBR 7584; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012) mede a dureza superficial do concreto e a correlaciona com a resistência à compressão desse concreto. É muito usado em obras em execução, para avaliar a resistência do concreto cujos corpos de prova padrão deram resultado abaixo do esperado. Também é usado para estimar a resistência do concreto de obras antigas. O esclerômetro foi criado em 1948 pelo engenheiro suíço Ernest Schmidt.

### 2.3.2 Ensaios destrutivos

Extração de testemunho: Os testemunhos devem ser íntegros, isentos de fissuras, segregação, ondulações, e não podem conter materiais estranhos ao concreto, como pedaços de madeira. Testemunhos que apresentem defeitos como os citados devem ser descartados. Os testemunhos devem ser ensaiados de acordo com o estabelecido na NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), sendo determinada sua resistência de ruptura à compressão axial em laboratório.

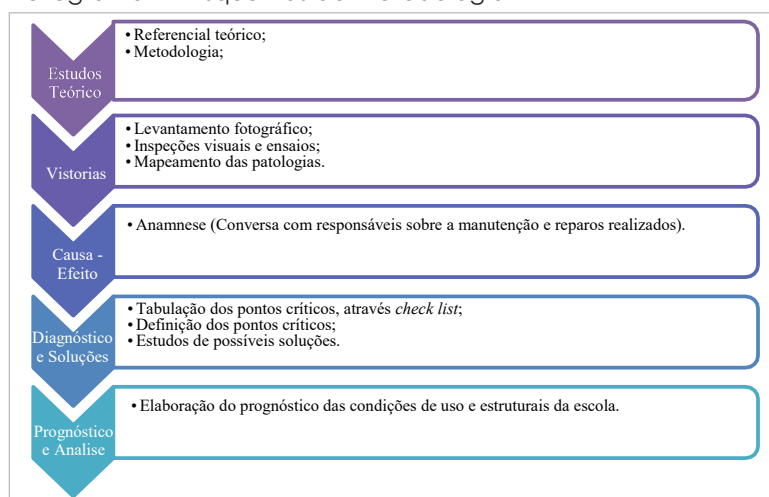
## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho consiste em uma pesquisa de cunho qualitativo, que foi realizado em quatro fases: inicialmente, efetuou-se a revisão bibliográfica; seguida por visitas in loco com inspeções visuais; seguido por realização dos ensaios e pôr fim a elaboração do artigo científico.

No decorrer das visitas in loco, foram identificadas as patologias expostas na edificação através de inspeções visuais e uso de régua de fissuras para determinar suas dimensões, assim realizado o mapeamento das patologias e identificadas no croqui da edificação, em conjunto com levantamento fotográfico. Ainda foi efetuado uma anamnese com os responsáveis pela escola, para obter dados relativos à realização de manutenções e de reparos.

Junto as visitas foram executados os ensaios de esclerometria e de extração de testemunho com posterior aferição da resistência de ruptura à compressão axial e pôr fim a elaboração do diagnóstico e prognóstico das patologias constatadas no local. A metodologia pode ser observada no esquema, demonstrado na Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Esquemas da metodologia



Fonte: os autores.

### 3.1 EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

A edificação tem idade estimada de 50 anos, localizado em Vargem Bonita – Santa Catarina, Centro, Rua José de Alencar, sendo utilizado pela Escola de Educação Básica Vitorio Roman.

O imóvel possui um pavimento distribuído em três blocos e o ginásio, com área aproximada de 3.500,00 m<sup>2</sup>. A estrutura dos três blocos é de concreto armado, com fechamento em alvenaria, revestimento em argamassa, cobertura em estrutura de madeira e telhas de fibrocimento onduladas conforme Fotografia 1. O bloco 1 é composto por seis salas de aula, biblioteca, sala dos professores, sala do diretor, secretaria, cozinha, lavanderia e a sala de vídeo, já o bloco 2 tem quatro salas de aula e 4 banheiros sendo eles dois masculinos e dois femininos. O bloco 3 dispõe de seis salas de aula, sala de educação física e o laboratório de ciências/biologia. O ginásio foi executado em estrutura pré-moldada, com fechamento em alvenaria, com revestimento em argamassa, cobertura em estrutura metálica e telhas de zinco onduladas conforme Fotografia 2.



Fotografia 1 – Pátio entre blocos 1 e 2



Fonte: os autores.

Fotografia 2 – Fachada do Ginásio



Fonte: os autores.

A cidade de Vargem Bonita foi alvo de dois eventos climáticos extremos em menos de dois anos. A Escola de Educação Básica Vitorio Roman está inserida no perímetro urbano da cidade sendo submetida aos dois eventos, alta precipitação e granizo no primeiro semestre 2020 e no segundo semestre de 2021. A edificação está abandonada desde 2020, quando do primeiro incidente. Os alunos que até então estudavam na escola foram acolhidos no pavilhão paroquial da cidade.

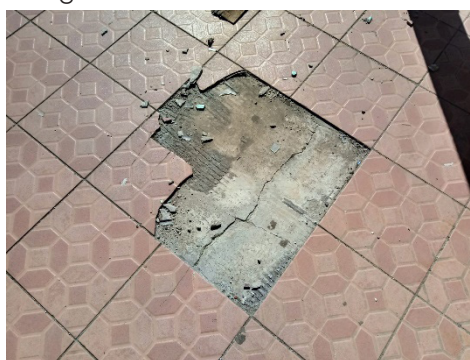
Como pode ser visto nas Fotografia 3 e 4 a estrutura da escola apresenta em alguns pontos a armadura da estrutura exposta a ações corrosivas, além de várias patologias como fissuras, trincas, eflorescência, descolamento, manchas de umidades e corrosão em armaduras expostas. Até o presente momento foi programada uma substituição de toda a cobertura da edificação e está em planejamento a reforma geral do imóvel desde a estrutura ao acabamento, segundo informações repassadas pela diretora da escola.

Fotografia 3 – Armadura exposta



Fonte: os autores.

Fotografia 4 – Descolamento cerâmico

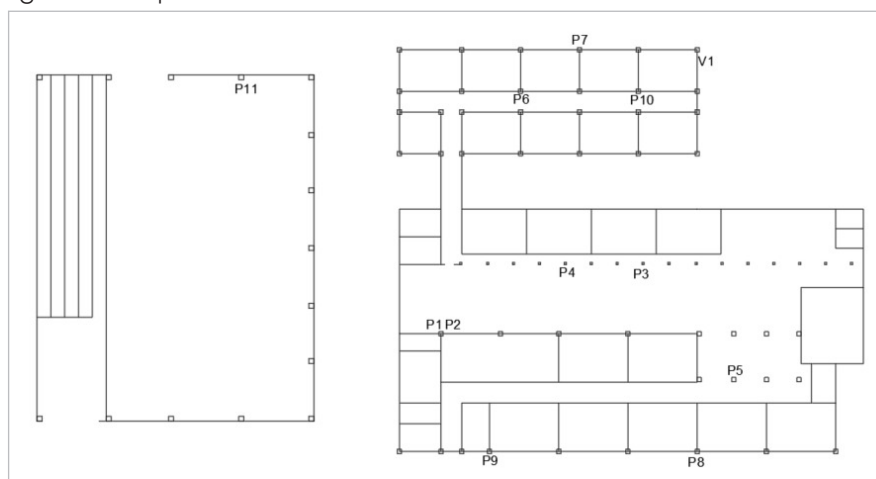


Fonte: os autores.

### 3.2 ENSAIOS REALIZADOS

Os ensaios realizados *in loco* foram o de esclerometria e o de extração de testemunho, a localização dos pontos onde executou-se os ensaios está sendo demonstrado na Figura 1. Os pilares que foram ensaiados foram numerados de P1 a P11, bem como uma viga denominada V1.

Figura 1 – Mapeamento dos ensaios



Fonte: os autores.

Foi realizado o ensaio não destrutivo, sendo ele de esclerometria, conforme norma NBR 7584 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). O teste requer uma superfície plana, seca, limpa e uniforme, antes de utilizar o aparelho, usou-se a pedra esmeril para a regularização da superfície. Antes de a marcação dos pontos foi executado um lixamento (Fotografia 5), assim executando a marcação das 16 leituras por ponto, espaçadas a 3 cm entre elas, como recomenda a norma (Fotografia 6). Para o tratamento dos dados é necessário que dentre essas 16 leituras 5 delas tem que estar dentro do limite inferior e superior de 10 %, caso não seja aceitável uma segunda leitura no mesmo local onde já foi feito, deve ser novamente executado. Foram executados 12 pontos de esclerometria. Foi realizado com esclerometro da marca PROCEQ, modelo Silver Schmidt N-34 de procedência suíça, nº de série 150724. O aparelho foi calibrado por empresa certificada.

Fotografia 5 – Regularização da superfície



Fonte: os autores.

Fotografia 6 – Marcação dos 16 pontos



Fonte: os autores.

Já o ensaio destrutivo, extração de testemunho, foi realizado isento de segregação, fissuras, ondulações e sem materiais estranhos, com maquinário em nível na posição horizontal em uma viga do bloco 3 (Fotografia 7 e 8). Posteriormente em laboratório o testemunho foi ensaiado de acordo com o estabelecido pela NBR 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), sendo aferida a sua resistência de ruptura à compressão axial em prensa mecânica PC200 do Laboratório de materiais da Unoesc, no campus de Joaçaba. A extração do testemunho foi realizada na viga 1, com o extrator com broca diamantada de diâmetro externo de 7,5 cm, sendo resfriada a água, para extração também utilizou um gerador de energia portátil da Honda de 220 Watt de potência. Com a extração executada, levou-se o testemunho para ser preparado para o rompimento, foi retirado a camada de revestimento do testemunho e posterior retificação nas duas extremidades, assim apresentou o diâmetro médio de 6,3 cm com seção 3127,15 mm<sup>2</sup> e altura de 13,2 cm.

Fotografia 7 – Extrator em nível



Fonte: os autores.

Fotografia 8 – Extração do testemunho



Fonte: os autores.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta sessão serão apresentadas as patologias encontradas na edificação vistoriada, sendo divididas por blocos: bloco 1; bloco 2; bloco 3; ginásio (Executado em concreto pré-moldado), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Croqui da Escola Educação Básica Vitorio Roman



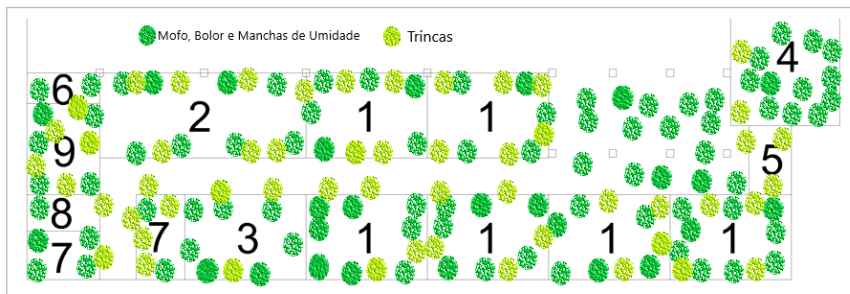
Fonte: os autores.

### 4.1 MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

#### 4.1.1 Bloco 1

Na Figura 3, encontra-se o croqui do bloco 1 com a localização das manifestações patológicas. De acordo com a responsável pela escola, não foi realizada manutenção nesta área. As manifestações patológicas observadas foram: manchas de umidade, mofo e bolor e trincas, encontra-se nas paredes e no piso. Devido ao fato de ficar exposto ao tempo e o acúmulo de umidade e poças de água no piso, pois a cobertura foi totalmente destruída por eventos climáticos.

Figura 3 – Mapeamento das patologias bloco 1

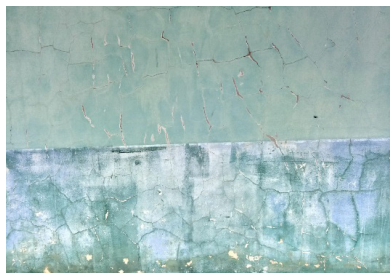


Fonte: os autores.

As Fotografias 9 e 10 apresentam as fissuras dos revestimentos em argamassa externos do edifício. Nota-se que as características das fissuras não se assemelham devido de apresentar fissuras verticais, horizontais e mapeadas, apesar de manifestarem-se no mesmo sistema construtivo de alvenaria convencional, mostrando que suas prováveis causas são distintas e decorrentes dos mais variados fatores.

Dentre as principais possíveis causas de surgimento de patologias de revestimento, têm-se: a qualidade dos produtos utilizados para execução do revestimento, falta de limpeza gerando resíduos, argamassa com baixo consumo de cimento, chapisco com elevado teor de POZ (material pozolânico) ou AF (escória de alto forno), baixa coesão ou compacidade da argamassa, desagregação por insuficiência de teor aglomerante do cimento, areia com presença de material silto-argiloso, erro na aplicação das espessuras das camadas, presença de umidade e expansão da argamassa de assentamento (DO CARMO, 2003).

Fotografia 9 – Fissuras Mapeadas



Fonte: os autores.

Fotografia 10 – Fissura vertical



Fonte: os autores.

Ainda devido à umidade excessiva oriunda das águas pluviais presentes no interior da edificação, fato que ocorre devido o telhado estar comprometido, conforme visitas técnicas, grande parte do quadro de patologias relaciona-se ao elevado grau de umidade ascendente, seja pela falta de manutenção adequada ou inexistência de limpeza das áreas atingidas pela chuva, como demonstra a Fotografia 11 e 12. Assim como para os revestimentos argamassados, são diversas as causas geradoras de patologias nas pinturas de uma edificação, sendo assim, inúmeras as alternativas de intervenção, porém o mais recomendado é a remoção completa da pintura danificada, através de uma nova aplicação seguindo uma prática de execução adequada e que respeitando todas as etapas do processo, com intuito de cessar o surgimento de manifestações patológicas na pintura do edifício.

Fotografia 11 – Mofo, bolor e manchas de umidade



Fonte: os autores.

Fotografia 12 – Corredor do bloco 1



Fonte: os autores.

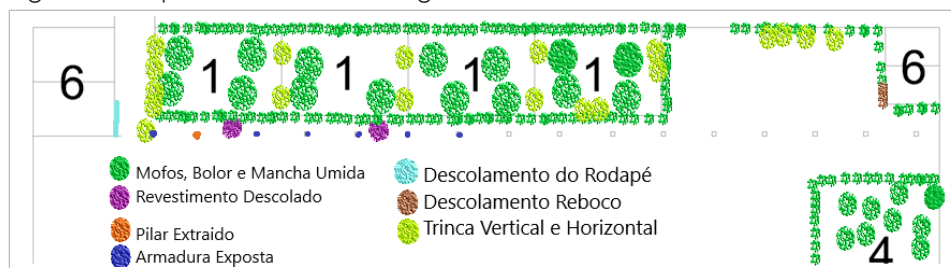
De modo geral para o bloco 1, sugere-se a execução de todo o sistema de coberturas (ajustes da estrutura e telhamento), a limpeza do edifício, nos locais com fissuras deve ser efetuada retirada da camada de tinta, aplicado camada com produto apropriado para reparos de fissuras, posteriormente aplicar uma camada de resina acrílica, fechando as fissurações e regularizando a superfície, com isso executa-se a pintura. Para os demais casos e havendo comprometimento da aderência do revestimento, o procedimento recomendado é remover todo o revestimento e executá-

lo, este serviço com as devidas precauções quanto ao material e às técnicas utilizadas, além das condições climáticas e da cura.

#### 4.1.2 Bloco 2

Na Figura 4, o croqui expõe o mapeamento patológico do bloco 2. Este bloco apresenta a maior parte das patologias sendo elas mofos, bolor e manchas úmidas, trincas horizontais e verticais, descolamento de reboco, descolamento do rodapé, pilar removido, revestimento descolado e armadura expostas nos pilares.

Figura 4 - Mapeamento das Patologias Bloco 2



Fonte: os autores.

Os casos de manifestações patológicas encontrados no bloco 2 remetem a fissuras decorrentes de alterações químicas por corrosão de armaduras, fator este facilitado, analisando-se a falta de cobertura nas peças de concreto armado, não obedecendo ao valor mínimo adequado prescrito na norma técnica NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014) de 2,00 cm, sendo encontradas espessuras de cobertura da ordem de 1,00 cm. Pode ser visualizado na Fotografia 13 e 14, que a exposição do aço já ocorre a vários anos e vem se agravando com o tempo. Como solução indica-se a limpeza através de lavadora de alta pressão e posterior reforço nestes pilares com armadura exposta com o processo de aumento de dimensão da peça estrutural com colocação de armadura arredor do pilar comprometido e fazendo o cobrimento com concreto do mesmo, assim encamisando a estrutura original.

Fotografia 13 – Pilar deteriorado



Fonte: os autores.

Fotografia 14 – Armadura exposta



Fonte: os autores.

A movimentação térmica da alvenaria e da estrutura causa o destacamento entre elas, que ocorre devido movimentações térmicas diferenciadas entre os componentes de um sistema constituinte da edificação, neste caso, ocorreram movimentações diferenciadas entre a pilar e a alvenaria de vedação externa do edifício como destacado nas Fotografias 15 e 16, resultando em trinca vertical na parede externa. Para solucionar a trinca de movimentação térmica deve ser retirado parte reboco e refazê-lo de maneira correta junto a colocação de uma tela, e assim refazendo o chapisco e o reboco onde se descolou o revestimento, também dando o acabamento de pintura.

Fotografia 15 – Movimentação térmica



Fonte: os autores.

Fotografia 16 – Trinca vertical



Fonte: os autores.



A ocorrência de mofo e bolor está associada à presença de umidade e alta permeabilidade do revestimento. A possível alta porosidade do revestimento pode ter facilitado a proliferação de fungos e umidade, proporcionando que esta umidade permaneça por mais tempo na parede, desenvolvendo o mofo. Já as manchas decorrentes da contaminação atmosférica ocorrem devido as partículas presentes no mesmo, que se depositam no revestimento e junto a ação de agentes ambientais, fica difícil a remoção da superfície. Os fatos descritos neste parágrafo podem ser observados nas Fotografias 17 e 18.

Fotografia 17 – Mofo na parede



Fonte: os autores.

Fotografia 18 – Mofo e bolor



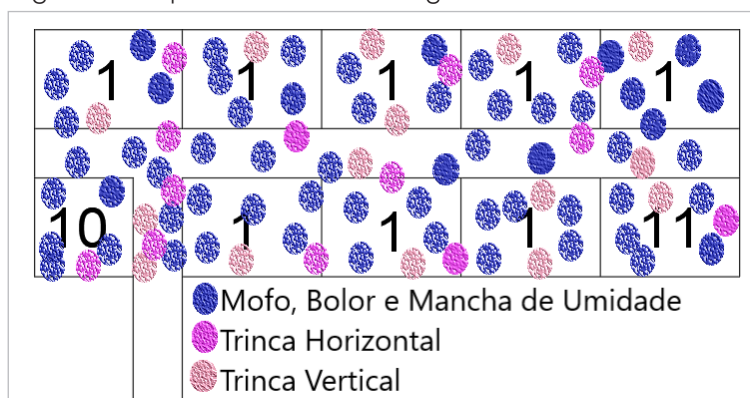
Fonte: os autores.

A solução indicada para a fachada é a limpeza mecânica, com produtos adequados, às partes com manifestações de mofo e bolor, e com manchas decorrentes da contaminação atmosférica. Caso necessário, deve-se remover o revestimento e reconstruí-lo.

### 4.1.3 Bloco 3

A Figura 5 está demonstrando o croqui do bloco 3 com o mapeamento das manifestações patológicas. Como já mencionado não foi realizada manutenção nesta área. As patológicas observadas foram: manchas de umidade, mofo, bolor e trincas verticais e horizontais. Quanto ao forro estava destruído devido às chuvas de granizo.

Figura 5 – Mapeamento das Patologias Bloco 3



Fonte: os autores.

A movimentação térmica dos elementos estruturais causou destacamentos entre a alvenaria e a estrutura de do bloco. A fissura horizontal apresentada na Fotografia 19 pode ser causada devido ao fato de a fundação ter sofrido um recalque, quando executado a alvenaria não foi feito a colocação de ferro cabelo e a tela para a realização do revestimento em argamassa, assim ocorreram movimentações diferenciadas entre a viga de baldrame e a alvenaria de vedação externa do bloco. Para solucionar o problema encontrado deve ser retirado parte reboco e refazê-lo de maneira correta junto a colocação de uma tela, e assim refazendo o chapisco e o reboco onde se tem o revestimento com trinca, também dando o acabamento de pintura.

Fotografia 19 – Movimentação térmica



Fonte: os autores.

As patologias de mofo, bolor e manchas de umidade apresentaram as mesmas características dos blocos 1 e 2, devido ao fato da escola estar abandonada e ter sofrido danos por fenômenos climáticos, assim para solucionar os problemas encontrados deve ser feito a limpeza e posterior pintura conforme descrito para o bloco 1 (Fotografia 20).

Constatou-se também, a ocorrência de eflorescências na pintura interna e externa do edifício, conforme a Fotografia 21, este fenômeno caracteriza-se pelo aparecimento de manchas esbranquiçadas na superfície da pintura, tais manchas acontecem quando a estrutura é submetida a elevados teores de umidade externa e interna, fazendo o cimento

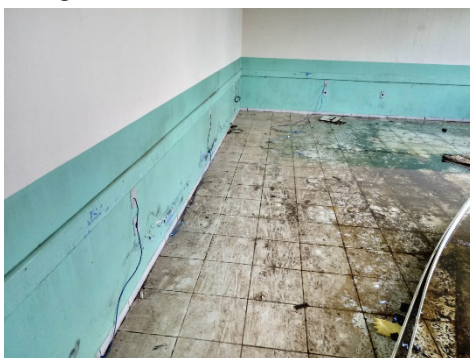
reagir liberando álcalis e consequentemente aumentando os níveis de alcalinidade na peça, gerando assim a formação das manchas, esta manifestação remete a fase de execução do processo de concepção do edifício.

Fotografia 20 – Mofo, bolor e mancha de umidade



Fonte: os autores.

Fotografia 21 – Eflorescência e mofo



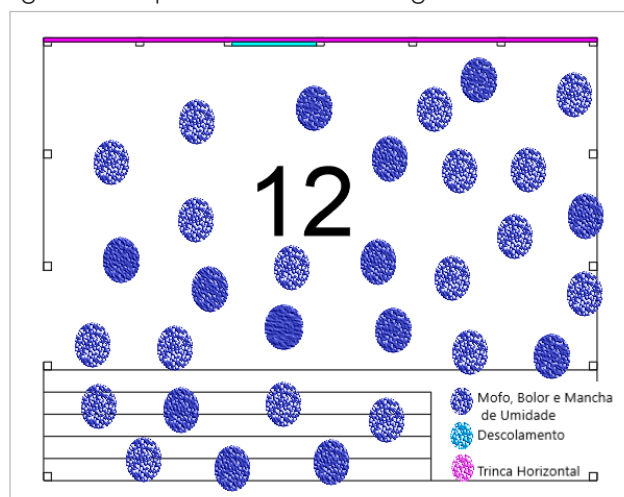
Fonte: os autores.

Para solucionar as manifestações patológicas de mofo, bolor e mancha de umidade recomenda-se a limpeza mecânica, com produtos adequados às partes com manifestações decorrentes da contaminação atmosférica. Caso necessário, deve-se remover dessas áreas o revestimento e reconstruí-lo. Já para a área com eflorescência deve ser feito a limpeza com ácido acético ou sulfâmico, também pode ser usado removedores específicos sendo utilizados de maneira correta. A cobertura propõe a execução de todo o seu sistema de coberturas (ajustes da estrutura e telhamento).

#### 4.1.4 Ginásio

Na Figura 6, o croqui expõe o mapeamento patológico do ginásio que compreende a menor parte das patologias encontradas, sendo elas mofos, bolor e manchas úmidas, trincas horizontais e verticais, descolamento de revestimento.

Figura 6 - Mapeamento das Patologias Ginásio



Fonte: os autores.

A presença da umidade causa também a desagregação da argamassa e descolamentos por baixa aderência das camadas do revestimento, causadas por erros de execução e outros. Junto a ela manifestou-se as trincas de movimentação térmica dos elementos estruturais causou destacamentos entre as alvenarias e a estrutura do edifício, como mostra as Fotografias 22 e 23.

Fotografia 22 – Trinca de dilatação térmica



Fonte: os autores.

Fotografia 23 – Descolamento de argamassa



Fonte: os autores.

Para solucionar estes problemas primeiramente deve ser feito a substituição do telhado que foi destruído pelos eventos climáticos (Fotografia 24), após isto faz-se a limpeza, assim podendo avaliar melhor os problemas encontrados (Fotografia 25). Para a trinca de movimentação térmica deve ser retirado parte do reboco e refazê-lo de maneira correta junto a colocação de uma tela, o chapisco e o reboco onde se descolou o revestimento, dando o acabamento de pintura. Já para as patologias de mofo bolor e manchas de umidade recomenda-se a limpeza mecânica com produtos adequados.

Fotografia 24 – Cobertura danificada



Fonte: os autores.

Fotografia 25 – Mofo, bolor e mancha de umidade



Fonte: os autores.

## 4.2 ESTRUTURA

As edificações, mesmo não estando em contato direto com meios fortemente agressivos que apresentem elevados teores de produtos químicos (ambientes industriais ou com grande concentração de poluentes) podem reagir com elementos básicos que compõem o meio-ambiente, como por exemplo, a água e o ar.

Foi realizado 12 pontos de ensaios que estão localizado em diversos locais da estrutura da escola como demonstra na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados do ensaio de esclerometria em peças de concreto

Identificação do elemento	Idade do concreto (ano)	Posição do esclerômetro para leitura	Número de determinações utilizadas	Resistência à compressão superficial média efetiva (MPa)
Pilar 01 SR	50	Horizontal	8	39,00
Pilar 02 CR	50	Horizontal	5	10,00
Pilar 03 SR	50	Horizontal	6	41,30
Pilar 04 SR	50	Horizontal	11	24,20
Pilar 05 SR	50	Horizontal	7	31,10
Pilar 06 CR	50	Horizontal	9	30,80
Pilar 07 CR	50	Horizontal	6	31,10
Pilar 08 CR	50	Horizontal	5	24,30
Pilar 09 CR	50	Horizontal	8	31,50
Pilar 10 CR	50	Horizontal	10	34,90
Pilar 11 CR	50	Horizontal	10	32,70
Viga 01 CR	50	Horizontal	7	26,20

SR – Sem revestimento; CR – Com revestimento

Fonte: os autores.

Podemos observar uma variação nos valores de resistência a compressão quando se tem o revestimento em argamassa no pilar. Pilar com revestimento varia de 10,0 a 34,9 MPa, para os sem revestimento possui variação entre os valores de 24,2 a 41,3 MPa.

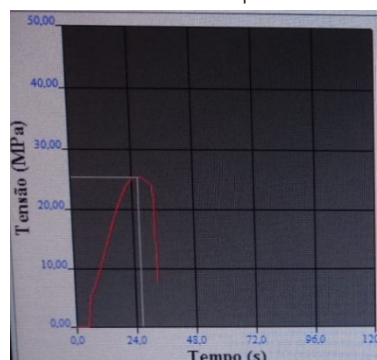
No rompimento do corpo de prova utilizou prensa com capacidade de 2000 kN, o testemunho suportou carga máxima de 79818,0 N, resultando em uma tensão de 25,5 MPa. A Fotografia 26 que demonstra a prensa rompendo o CP, e a Fotografia 27 exhibe o gráfico de ruptura.

Fotografia 26 – Testemunho rompendo



Fonte: os autores.

Fotografia 27 – Gráfico de Rompimento



Fonte: os autores.

Comparando os dois ensaios que foram realizados na mesma peça estrutural Viga 01, podemos verificar que resultou praticamente na mesma resistência com uma diferença de 0,7 MPa, assim a estrutura da escola não está comprometida pois apresentou resistência superior a 25 MPa. O único ponto negativo na estrutura é a exposição das armaduras dos pilares do bloco 2 que foi já detalhado no item 4.1.2 deste artigo.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DO USO, DA ESTRUTURA E MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A inspeção da escola foi realizada conforme IBAPE (2012), pois a edificação é de baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Junto com a inspeção predial visual foi feito ensaio de esclerometria e extração de testemunho. Para a classificação do grau de risco das manifestações patológicas, dentro dos limites estabelecidos pela norma IBAPE (2012). A classificação pode ser vista na Quadro 1.

Os critérios de classificação das patologias e falhas que a edificação possui, e constatadas na inspeção, consideradas as características técnicas da edificação, manutenção e operação existentes e necessidade de formação de equipe multidisciplinar para execução dos trabalhos.

O risco mínimo causa pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares. Risco médio de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce. Risco crítico que provoca danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.

Quadro 1 - Classificação quanto ao grau de risco

Grau de Risco	Localização	Manifestação Patológica
Baixo	Ginásio	Eflorescência, descolamento do revestimento, mofo e bolor
	Bloco 1	Manchas de umidade, mofo e bolor, descolamento de revestimento.
	Bloco 2	Manchas de umidade, mofo e bolor, descolamento de cerâmica.
	Bloco 3	Descolamento de tinta, manchas de umidade.
Médio	Ginásio	Fissuras, manchas de Umidade, Bolor e Mofo, fissura térmica
	Bloco 1	Fissuras mapeadas, fissuras de modo geral.
	Bloco 2	Fissuras mapeadas, fissuras, descolamento de cerâmica no piso
	Bloco 3	Fissuras mapeadas. Fissura térmica
Crítico	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: os autores.

Quanto ao grau de risco encontrado, nenhuma manifestação de grau crítico, apenas de grau mínimo sendo ela mofo, bolor, manchas de umidade descolamento de tinta e descolamento de revestimento, já no grau médio possui fissuras mapeadas, fissuras, descolamento de cerâmica de parede e piso, junto a exposição de armadura, mas sem o comprometimento estrutural.

Com base no apresentado, a prioridade é refazer o revestimento onde a armadura ficou exposta, depois os reparos das fissuras mapeadas e demais fissuras, seguido de correções dos descolamentos. Após isso, para as manifestações de grau de risco mínimo, devem ser efetuados concertos para casos de entrada de água e de umidade na edificação, em seguida para as patologias que causam prejuízos estéticos.

Sobre a manutenção, verificou-se que é possível realizar as manutenções, mas não tem plano algum elaborado, nem registro dessas atividades.

## 5 CONCLUSÃO

As patologias encontradas nas edificações podem surgir devido a um projeto mau elaborado, negligência das normas técnicas, falhas na execução da obra, falta de manutenção, materiais de pouca qualidade, utilização incorreta do ambiente, sofre danos por fenômenos climáticos, entre outros fatos. Essas manifestações patológicas são muito variadas e causam prejuízos financeiros, além de insatisfação dos usuários, perigos à vida devido a estruturas comprometidas, até mesmo causando doenças as pessoas que o utilizam.

O grau de risco resultante neste estudo, posiciona-se entre o mínimo e médio, visto que não foi observado nesta inspeção o grau de risco crítico. As manifestações patológicas de maior incidência foram as fissuras mapeadas, seguidamente de umidades, deve-se, portanto, realizar o conserto e as manutenções preventivas para evitar o agravamento destas manifestações e também a valorização do imóvel. Nos pilares retangulares, que não pilares paredes, há a possibilidade de executar o reforço com aumento de seção da peça estrutural



com colocação de armadura arredor do pilar comprometido e fazendo o cobrimento com concreto do mesmo, assim encamisando a estrutura original.

Como sugestão para um trabalho futuro, pode ser realizada a engenharia financeira dos reparos propostos, realizando-se a análise dos custos das alternativas de intervenção propostas e até que ponto a sua realização vale a pena tendo em vista se tratar de um edifício de administração pública estadual.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584 – Concreto endurecido — Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro. 2013.
- BARROS, M. M. B. *et al.* **Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos verticais**. São Paulo, 1997.
- BAUER, Roberto José Falcão. **Materiais de construção 1**. 5. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 488 p.
- CARASEK, Helena. Patologia das argamassas de revestimento. **Revista Materiais de Construção Civil**, São Paulo: IBRACON, 2011.
- CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1420>. Acesso em: 20 setembro de 2021.
- DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.
- HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Red Rehabilitar, 2003.
- IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo, 2012.
- LEAL, U. Fachadas e paredes estão doentes: apesar da maior oferta de argamassas e do compromisso dos fabricantes com a qualidade dos produtos. **Téchne – A Revista do Engenheiro Civil**, São Paulo, ano 11, n. 76, p. 48-52, jul. 2003.

MACEDO, E. A. V. B. **Patologias em obras recentes de construção civil**: análise crítica das causas e consequências. 2017. 112 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

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

MILITITSKY, J; CONSOLI, N, C; SCHNAID, F. Patologia das fundações. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2005. 208 p.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios**: interação entre as condições ambientais e a forma construída. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PINA, G. L. **Patologia nas habitações populares**. 2013. 86 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTUCCI, Jô. **Patologia e desempenho das construções**. Crea-RS – Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26-31, abr. 2015.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa**: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS). 2005. 166 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado Profissionalizante) – Universidade Federal do Rio de Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RIPPER, Thomaz; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 1998. 255 p.

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