



FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS
FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**AS ORIGENS, SINTOMAS E CONSEQUÊNCIAS DA NÃO IDENTIFICAÇÃO DAS
PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO**

FERNANDÓPOLIS - SP

2021

BRUNA CARVALHO PEREIRA
BRUNA SILVESTRE VILAS BOAS MARTINS
HIGOR VINICIUS JACINTO DA SILVA

**AS ORIGENS, SINTOMAS E CONSEQUÊNCIAS DA NÃO IDENTIFICAÇÃO DAS
PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO**

Trabalho de conclusão apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia das Faculdades
Integradas de Fernandópolis - FIFE.
Orientador: Prof. Me. Cleiton João Mendes.

FERNANDÓPOLIS - SP

2021

AS ORIGENS, SINTOMAS E CONSEQUÊNCIAS DA NÃO IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO

Bruna Carvalho Pereira¹
Bruna Silvestre Vilas Boas Martins²
Higor Vinicius Jacinto da Silva³
Cleiton João Mendes⁴

MARTINS, B.S.V.B.; PEREIRA, B.C.; SILVA, H.V.J.; MENDES, CL.J. As origens, sintomas e consequências das patologias em concreto armado. Fernandópolis, 2021.

RESUMO

Neste artigo busca-se expor alguns dos principais tipos de patologias em concreto armado, com suas origens, causas, consequências e possíveis soluções. Tendo em vista que o concreto é um dos principais materiais utilizados no ramo da construção civil, encontrado na maior parte das obras. Outro termo abordado é a importância do diagnóstico e o reparo no tempo certo evita investimentos desnecessários, além das consequências catastróficas que um edifício afetado pelas patologias mais comuns do concreto pode causar.

Palavras-chave: concreto, deterioração, patologias construtivas.

THE ORIGINS, SYMPTOMS AND CONSEQUENCES OF THE NON-IDENTIFICATION OF PATHOLOGIES IN REINFORCED CONCRETE

ABSTRACT

This article seeks to expose some of the main types of pathologies in reinforced concrete, with its origins, causes, consequences and possible solutions. Considering that concrete is one of the main materials used in the field of civil construction, found in most works. Another term addressed is the importance of diagnosis and repair at the right time avoids unnecessary investments, in addition to the catastrophic consequences that a building affected by the most common pathologies of concrete can cause.

Keywords: concrete, deterioration, constructive pathologies.

¹ Estudante de graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE.

² Estudante de graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE.

³ Estudante de graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE

⁴ Mestre em Engenharia Civil na área de Estruturas. Professor das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE

*Endereço para correspondência: Rua Teotônio Vilela, 1.685 – Campus Universitário, Fernandópolis – SP, 15.608-380 Tel.: (17)3465 0000 E-mail:cleitonjoaomendes@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Entende-se, por patologia estrutural o estudo do comportamento das estruturas quando apresentam evidências de falhas, procurando detectar suas causas e propor ações corretivas ou sua demolição. É difícil determinar de forma concreta o motivo do dano aparente que as estruturas possuem devido ao fato de que a diversidade de patologias é infinita. Cada patologia mostra características únicas e possíveis causas que mesmo para um especialista é difícil prever com certeza (FERREIRA e OLIVEIRA, 2021).

As fases de projeto e construção são cruciais na permanência, durabilidade e conservação do edifício durante a sua vida útil, são fases determinantes no comportamento da estrutura quando submetida a forças externas, sejam elas terremotos ou quaisquer outras cobranças imprevistas (OLIVEIRA, 2013).

A patologia da construção pode ser definida como sendo o tratamento sistemático dos vícios construtivos, o estudo de suas causas e consequências, ou seja é a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das edificações, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema (SANTANA et al., 2016).

O diagnóstico permite conhecer a doença (falha ou defeito da estrutura) e determinar o estado em que se encontra, as patologias comprometem sua resistência, estabilidade e durabilidade ao longo do tempo. É claro que a avaliação e o diagnóstico patológico de uma estrutura são uma tarefa complexa que requer habilidades e conhecimentos sobre os materiais e comportamento estrutural. A observação e análise tornam possível determinar as causas das manifestações de danos que raramente são encontradas de uma forma óbvia através de uma combinação de circunstâncias (SILVA e JONOV, 2018).

As construções com base em concreto armado é a técnica construtiva mais utilizada em território brasileiro e, nesse sentido, também apresentam um grande número de patologias, que costumam acontecer nas várias fases do processo construtivo de uma obra (ZUCHETTI, 2015).

Embora a designação patologia da construção pareça recente, o tratamento de anomalias de construções é um assunto muito antigo. Desde o ano 2200 AC, o Código de Hamurabi indicava punições severas, e até condenação à morte, para alguns casos graves de vícios nas construções. Hoje os tempos são diferentes, mas a importância dada ao tema, demonstra que a análise dos problemas colocados pelas patologias de construção não deve ser resumida apenas às questões de segurança, pelo contrário, a responsabilidade é global para todos os agentes envolvidos na concepção, projeto e execução. A investigação neste domínio é cada vez mais difícil devido à crescente complexidade das construções. por este motivo, é necessária uma maior atenção a toda fase do processo de construção de uma obra (SCHEIDEGGER e CALENZANI, 2018).

2 DISCUSSÃO

Na execução de qualquer tipo de construção, as tipologias estruturais mais comuns são geralmente as de concreto armado, pois o custo do material, somado às vantagens que proporciona em termos de rigidez e comportamento frente aos agentes atmosféricos em relação a outras estruturas, o tornam uma opção perfeita. O fato de ser um tipo de estrutura altamente recomendada não os torna isentos de contratempos. E também é possível que apareçam patologias no concreto armado por motivos diversos, o que obrigará a realização de diversos trabalhos de proteção e reparo em concreto para evitá-los ou resolvê-los (SOUZA e RIPPER, 2009).

As estruturas de concreto podem sofrer defeitos ou danos que alteram sua estrutura interna e comportamento. Alguns podem estar presentes desde a concepção ou construção, outros podem surgir em alguma fase de sua vida útil e outros podem ser resultado de intervenções externas como acidentes, desastres climáticos entre outros (LAPA, 2008).

Dos processos seguidos pela patologia do concreto, se constata que os defeitos se manifestam por fenômenos exibidos pelo concreto como manchas, mudanças de cor, inchaço, fissuras, massa perdidas ou outros (LIMA et al., 2017).

Por este motivo, é realizada uma investigação da estrutura, incluindo uma investigação preliminar e uma aprofundada, que abrange conhecimentos prévios, antecedentes e histórico sobre aspectos como cargas de projeto, o microclima que circunda a estrutura, processo de construção, condições atuais, uso, processos de medição, cronologia de

dados, entre outros; uma inspeção visual; uma ausculta dos elementos afetados por medições de campo e testes não destrutivos; exploração por meio de remoções e levantamentos; uma avaliação ou análise estrutural em que a capacidade estrutural é revisada e a resistência residual da estrutura é determinada por métodos empíricos, analíticos ou de teste de carga e extração (VIEIRA, 2016).

É verdade que o concreto é considerado um material estável e durável. Porém, não se deve esquecer que é um material poroso, portanto permeável e penetrável. Sua resistência dependerá tanto das propriedades do material, como de sua aplicação e exposição ao meio ambiente. As patologias no concreto armado podem surgir como resultado de várias causas e em momentos distintos, como mostrados no quadro 1 (SILVA e JONOV, 2018).

Quadro 1. Patologias

Falhas de design	Padrão incorreto em juntas e / ou mal dimensionadas. Falhas no cálculo da armadura e / ou estimativa das cargas. Estruturas delgadas. Escolha incorreta de concreto.
Erros na fórmula do concreto	Cimento equivocado. Composição incorreta de agregados. Relação água /cimento.
Má execução no local	Mal curado Revestimento insuficiente. Compactado defeituoso. Excesso de argamassa de superfície. Danos após a construção
Tensão mecânica	Água em alta velocidade. Partículas abrasivas na água. Sobrecargas (estáticas e / ou dinâmicas).
Estresse físico térmico	Danos causados por fogo. Mudanças de temperatura. Ciclos de congelamento e / ou descongelamento.
Impacto químico	Ataque do solo e da água (sulfatos, ácido carbônico). Agressividade do ar devido ao CO ₂ e SO ₂ . Impacto biológico (animais, plantas, etc).

Fonte: Adaptado de Silva e Jonov, (2018).

Quando um relatório ou investigação é solicitada sobre a saúde de uma estrutura de concreto armado é porque a segurança com relação à capacidade de carga está em perigo, ou porque as expectativas de durabilidade em serviço diminuíram. As circunstâncias que geralmente motivam o pedido de um diagnóstico sobre uma estrutura geralmente são os seguintes: suspeita de insuficiência estrutural ao detectar sintomas ou lesões; degradação devido à falta de proteção contra as condições ambientais; dúvidas quanto ao estado atual da estrutura, tendo sido submetidas a determinadas condições limite (incêndios, terremotos, explosões etc.); antecipação de um aumento nos encargos atuais devido a reformas e mudança de uso (SANTOS, 2014).

A correta identificação do início dos problemas patológicos permite ao pesquisador estabelecer em que momento do gerenciamento da construção eles ocorreram. Assim, é possível saber se foram originados na fase de projeto, na especificação do material, por mão de obra não qualificada na fase de execução da obra, falta de fiscalização, ou ainda se as falhas foram decorrentes de operação inadequada e má manutenção (SANTOS, 2014).

2.2.1 Tipos de patologias no concreto

Viera (2016), salienta que o concreto armado apresenta resistência à tração e compressão e, além disso, atua como elemento protetor da armadura metálica. Aparentemente, um conjunto com uma longa vida útil. Embora, existem vários tipos de patologias concretas, tais como:

2.2.2 Fissuras em concreto armado

Fissuras no concreto podem ocorrer em diferentes estágios da vida útil da estrutura, afetando diretamente as estruturas por diferentes razões, podendo ocorrer no estado fresco, semissólido e endurecido (NAKAMURA, 2021).

2.2.2.1 Fissuras no concreto no estado fresco

O concreto no estado fresco é a pasta composta de cimento, água e agregados, se houver. O estado fresco do concreto é muito curto (2 a 6 horas) e sua transição para o estado sólido demora cerca de duas horas. Este período é crítico, pois além da instabilidade da pasta devido às reações de hidratação, exsudação e secagem, deve-se levar em

consideração a capacidade de deformação. À medida que as reações de hidratação se desenvolvem, a capacidade de deformação é perdida (VERZEGNASSI, 2015).

Este material no estado fresco permite o seu transporte, colocação e posterior adensamento e sofre uma segregação de sólidos e o deslocamento da parte da água para a superfície denominado exsudação. A composição adequada (água/cimento em massa) faz com que a água seja mais bem retida e a exsudação seja minimizada (VERZEGNASSI, 2015).

As trincas por retração plástica, ocorrem quando as estruturas são submetidas a condições atmosféricas que favorecem a rápida evaporação das águas superficiais. (NAKAMURA, 2021).

As fissuras de recalque plástico, são as mais frequentes em elementos como vigas, divisórias e pilares e ocorrem quando a exsudação do concreto é excessiva. (ARIVABENE, 2015).

2.2.2.2 Fissuras no concreto endurecido

O concreto endurecido é sensível às mudanças de umidade em sua massa, aumentando seu volume quando úmido e contraindo quando seco. Durante as reações de hidratação, o concreto sofre uma perda de água da massa e ao iniciar a secagem. Este processo produz uma contração do concreto que, se não for absorvida pelas estruturas, provoca fissuras de retração por secagem (LIMA et al., 2017).

A magnitude da contração depende fundamentalmente da quantidade de água que o concreto perde, portanto, concretos com menor teor de água e que são submetidos a condições de cura adequadas terão menos contração. Outras características da mistura de concreto que afetam a retração por secagem são o conteúdo e o tipo de cimento, o tamanho, a forma, o teor de poeira dos agregados (TRINDADE, 2015).

A fissura é a separação incompleta entre duas ou mais partes com ou nenhum espaço entre eles. Sua identificação será feita de acordo com sua localização, largura e profundidade usando os seguintes características: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, ou aleatório. Deve-se assimilar que as fissuras no concreto armado são uma realidade, embora a maioria delas não comprometa a resistência da estrutura (LIMA et al., 2017).



Figura 1. Fissura Geométrica. Fonte: Corsini (2010).

Segundo Oliveira (2012), as fissuras se classificam de acordo com a espessura, como mostra o Quadro 2 que faz a classificação das aberturas de acordo com a sua espessura.

Quadro 2. Referencial da espessura da abertura e sua classificação.

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Fonte: Oliveira (2012).

Em geral, o reparo dessas fissuras por razões estéticas, funcionais ou de durabilidade. Principalmente durabilidade, pois quando surge a trinca, aumenta o fluxo de agentes externos que favorecem o aparecimento de outras patologias, como: a corrosão do reforço ou carbonatação (SANTOS, 2014).

Scheidegger e Calenzani (2018), para realizar esses reparos, a fissura deve ser localizada, e a origem que a causou deve ser resolvida e inativa, dentre os possíveis reparos tem-se: Injeção; Esvaziamento e selagem, Junta e revestimento, Junta com banda de metal; Grampeamento; Costurado com tiras de fibra de carbono.

2.2.3 Carbonatação

É um fenômeno natural do envelhecimento do concreto. Em condições boas e saudáveis, o material tem um pH básico de 13. No entanto, o pH cai gradualmente para 9 quando o concreto reage com o CO₂. No interior da estrutura, as armações sofrem corrosão quando a zona carbonática as atinge. Eles ganham volume, o que faz com que o concreto rebente,

expondo fissuras. Embora esse processo possa levar anos, quando ocorre é devastador e caro para consertar (ARAÚJO et al., 2016).

Também é fácil de identificar, para isso existem testes simples como arranhar uma pequena área da estrutura, de preferência aquelas que estão nas bordas e tirar a poeira; em seguida, uma mistura de fenolftaleína em álcool é borrifada, áreas saudáveis ficarão rosadas. Mas as áreas carbonatadas não mudarão de cor. Este teste se tornou uma rotina para examinar o estado de carbonatação de edifícios e obras em particular. É um dos principais problemas de origem química do concreto armado e ocorre quando o CO₂ do meio ambiente reage com o hidróxido de cálcio da mistura para formar carbonato de cálcio (ANDRADE, 2016).

Figura 2. Carbonatação. Fonte: Andrade, 2016.



Como consequência, há queda do pH e corrosão das armaduras metálicas. É então que os hidróxidos se combinam com o carbono e o pH cai para níveis abaixo de 9, convertendo o meio em ácido, eliminando a proteção passiva da armadura e favorecendo o processo de oxidação. Conforme a armadura é corroída, eles aumentam seu volume causando lasca, fissura e perda de coesão da estrutura. Esses outros fatores que causam corrosão são oxigênio e umidade. Quanto mais vias de penetração de umidade e oxigênio tiver no concreto (como porosidade, fissuras mais rápida e intensa será a oxidação do metal. O problema da corrosão das armaduras é que, ao fazê-lo, aumentam o seu volume, fraturando a estrutura. Os tratamentos contra essa patologia se concentram principalmente em atuar sobre qualquer um desses elementos (ARAÚJO et al., 2016).

Segundo WERLE et al., (2011), os mais comumente usados antes do início da corrosão são: Inibidores de corrosão; Tintas anticarbonatação; Tratamentos hidrorrepelentes; Realcalinização e extração de cloretos. Se a concretagem for feita de maneira correta, a carbonatação é um processo lento que atingiria uma penetração de 20 mm em cerca de 20 a 25

anos. Caso as armaduras já tenham iniciado o processo de oxidação, o estudo deve ser mais intenso e, dependendo do grau de dano, medidas como: Saneamento localizado; Reforço da estrutura; Demolição, no pior dos casos. A forma mais comum de diagnosticar a carbonatação nesses tipos de estruturas é por meio do teste da fenolftaleína. A fenolftaleína é um composto químico que indica o nível de pH de um material para que fique rosa se for maior que 9, indicando claramente onde há carbonatação e onde não há (ARAÚJO et al., 2016).

2.2.4 Aluminoso

É uma patologia grave e deriva da fabricação de concreto com cimento aluminoso, considerado um material muito precioso pela velocidade com que se endurece. O problema é que o concreto apresenta porosidade, perdendo sua resistência ao peso. As primeiras manifestações são a presença de manchas amarelas na estrutura, o aparecimento de fissuras ou a falta de aderência. As alterações por que passa o concreto armado devem-se ao contato com fatores naturais como umidade, mudanças de temperatura, concentração de sal e outros elementos. A primeira coisa que deve ser esclarecida é que não é a mesma coisa: Concreto com cimento aluminoso:



Fontes: Mobuss construção / AECweb / Techne

O aluminoso ocorre quando, um processo chamado conversão ocorre, no qual o Aluminato Monocálcico (ACH_{10}) hexagonal é convertido em uma fase mais estável, como o Aluminato Tricálcico Hidratado ($AC3H_6$) em forma cúbica que ocupa menos espaço e, portanto, gera mais porosidade na massa. Este processo é diretamente influenciado pelas condições de umidade, temperatura e composição do cimento em suas fases iniciais. O aumento da porosidade traz consigo uma diminuição notável na resistência mecânica do concreto e uma perda de aderência com as armaduras (SALOMÃO et al., 2010).

Além disso, devido a essa porosidade, o cimento com aluminoso é muito mais sujeito à carbonatação. O cimento aluminoso surgiu em busca de um cimento resistente aos sulfatos. Com o tempo, verificou-se que a alumina produzida no processo de hidratação tende a se transformar em aluminato tricálcico, que ocupa muito menos espaço (MILANEZ et al., 2010). O tratamento

aluminoso inclui parte dos reparos e depende do grau de afetação (reforço da estrutura para aumentar sua resistência e aliviar as áreas afetadas de estresse; intervenções contra a carbonatação; reabilitação de barras de reforço com corrosão; reparação de fissuras; ataque de íons sulfato na forma de sais complexos O problema com a formação desses sais é que eles são expansivos, ou seja, podem aumentar seu volume em mais de 200%.

Os sintomas desse processo são lascas e rachaduras nas camadas externas do conc et al., 2010).

2.2.5 Reação agregado-alcálico

Novamente fala-se de uma reação expansiva que causa rachaduras no concreto. Ocorre quando a solução alcalina acumulada nos poros do concreto reage com os minerais siliciosos dos agregados, formando um gel que aumenta de volume em contato com a água.

2.3 Prevenção das patologias estruturais

Segundo Lima et al., (2017), a engenharia tem estudado bem as formas de prevenção de fissuras no concreto, entre as recomendações que devem ser seguidas estão: Evitar a adição de muita água à mistura; Instalação de juntas de dilatação; Cura do concreto.

Os erros acumulados na fase de projeto e na fase de construção continuam a ser a causa predominante das patologias que podem surgir posteriormente no material. O concreto armado é resistente à tração e compressão, mas não imune. A proporção dos componentes na mistura deve ser correta dependendo do local onde a construção está localizada para atender às condições ambientais, meteorológicas e de trabalho. Fica então evidente a importância de um rápido diagnóstico e intervenção corretiva para interromper a patologia e aumentar a durabilidade do concreto (TRINDADE, 2015).

O insucesso em um ou mais desses fatores facilita o aparecimento de trincas e fissuras no material. Rachaduras e fissuras que além do defeito estético são uma porta de entrada para agentes externos que aceleram o processo de destruição. As causas mais comuns para o aparecimento desses defeitos em estruturas de concreto armado são: cargas estáticas ou dinâmicas excessivas; movimento da estrutura devido a mau assentamento; muito conteúdo de água; demasiada proporção de cimento; alto calor de hidratação no cimento; ataques meteorológicos: calor, frio, umidade; ataques químicos: reação com agentes ambientais (BRITO, 2017).

É óbvio que se enfrenta inúmeras patologias de elementos estruturais e no mundo da engenharia normalmente não existe uma solução única para eles, por isso é essencial desenhar um plano individualizado para cada caso. Acredita-se que a melhor forma de aumentar a

durabilidade de uma construção e evitar ao máximo o aparecimento de patologias é já a partir do momento da execução da obra com um bom acompanhamento (ARAÚJO et al., 2016).

2.4 Consequências das patologias de concreto

Quando as patologias são diagnosticadas, substituições ou reforços podem ser feitos em seções da obra quando o dano ocorre separadamente. Às vezes, requer reparos caros ou demolição de partes da estrutura de acordo com sua importância e correspondência com o resto do edifício. As patologias têm origens diversas e delas dependem as consequências que pode sofrer o edifício, entre elas as fissuras são as mais comuns, embora comecem por linhas muito tênues no exterior da superfície, acabam por ser grandes separações que comprometem a estabilidade do edifício (FERREIRA e OLIVEIRA, 2021).

Também existem erros no cálculo estrutural que não correspondem à carga que a estrutura deve suportar, acabando por desabar e pondo em risco a habitabilidade. Existem consequências para erros de execução de trabalho e liquidações diferenciais. Quando ocorrem erros de execução da obra, é por falta de supervisão que agravará a presença de outras patologias. Por fim, a sede onde será apoiada a obra deve ter um estudo prévio das condições do solo onde será apoiada a estrutura de concreto (ANDRADE, 2016).

As consequências podem ser muito graves em termos econômicos, sociais e jurídicos. Os níveis de risco foram determinados nas fachadas dos edifícios. O primeiro nível corresponde à parte estética sem grandes riscos e de fácil reparo. O segundo nível corresponde a lesões que trazem consequências importantes em termos de saúde e habitabilidade; no entanto, a estabilidade não é comprometida. Se o edifício chegar ao terceiro nível, coloca em risco os seus habitantes e necessita urgentemente de reabilitação (BRITO, 2017).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A patologia do concreto pode ser definida como o estudo sistemático dos processos e características dos danos que o concreto pode sofrer, suas causas, consequências e soluções.

Em resumo, Patologia é entendida como aquela parte da durabilidade que se refere aos sinais, possíveis causas e diagnóstico de deterioração que eles experimentam as

estruturas de concreto. Pode ser definida como a parte da engenharia que estuda os sintomas da mecanismos, causas e origens dos defeitos nas obras civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.

A patologia preventiva consiste em considerar a funcionalidade construtiva do elementos e unidades que compõem um edifício, sua durabilidade e integridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S. Processo de Carbonatação do Concreto. 2016. Disponível em: <http://sasolucoes.com.br/processo-de-carbonatacao-do-concreto/>. Acesso em setembro de 2021.
- ARAÚJO, G.S.; SILVA, E.O.; SOUSA, F. Carbonatação do concreto. In: Anais da VII Mostra de Pesquisa em Ciência e Tecnologia DeVry Brasil. Anais... Belém, Caruaru, Fortaleza, João Pessoa, Manaus, Recife, Salvador, São Luís, São Paulo, Teresina: DEVRY BRASIL, 2016.
- ARIVABENE, A.C. Patologias em estruturas de concreto armado estudo de caso. Revista Online Especialize, v. 1, n. 1, 2015.
- BRITO, T. F. Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método Gut: Estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. 2017. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Cap. 1.
- CORSINI, R. Trinca ou fissura?. São Paulo: Téchne. 160, p., jul. de 2010.
- FERREIRA, A.R.; OLIVEIRA, R.F. Patologias na construção civil: estudo de caso em duas residenciais na cidade de Iraí de Minas – MG. GETEC, v.10, n.26, p.1-16/2021.
- LAPA, J.S. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Belo Horizonte, 2008.
- LIMA, L. R.; AUGUSTO, R. D.; SANTOS, S. X. Análise das manifestações patológicas em sistemas de revestimentos argamassados à base de cimento portland: uma análise teórica de correlação: não. Construindo: Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p.01-12, 14 jul. 2017.
- MILANEZ, D.H.; SAKO, E.Y.; MAIA, M.F.; BRAULIO, M.A.L.; BITTENCOURT, L.R.M.; PANDOLFELLI, V.C. Cimento aluminoso e seus efeitos em concretos refratários magnesianos espinelizados in situ (Calcium aluminate cement and its effects on in-situ spinel containing magnesia refractory castables). Cerâmica 56 (2010) 91-96.
- NAKAMURA, J. Fissuras põem em risco a vida útil das estruturas de concreto. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/fissuras-poem-em-risco-a-vida-util-das-estruturas-de-concreto/16243>. Acesso em setembro de 2021.
- OLIVEIRA, A. M. Fissuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. 2012. 96f. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012.

OLIVEIRA, D. F. Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil. Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.

SALOMÃO, R, AMARAL, L. F E PANDOLFELLI, V. C. Adição de cimento de aluminato de cálcio e seus efeitos na hidratação do óxido de magnésio. *Cerâmica* [online]. 2010, v. 56, n. 338. pp. 135-140.

SANTANA, H. A.; CONCEIÇÃO, E.N.; COSTA, F.N. Estudo de manifestações patológicas do terminal rodoviário da cidade de Cruz Das Almas – BAHIA. XX Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino-Americano de Pós- Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba, 2016.

SANTOS, C. F. Patologia de estruturas de concreto. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

SCHEIDEGGER, G. M.; CALENZANI, C. L. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. São Paulo, v. 3, n. 4, p.68-92, 12 out. 2018.

SILVA, A.P.; JONOV, C.M.P. Falhas e patologias dos materiais de construção. Curso de Mestrado em Construção Civil. UFMG, 2018.

SOUZA, V.C. M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, PINI, 2009. 250p.

TRINDADE, D. S. Patologia em estruturas de concreto armado. 2015. 88f. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

VERZEGNASSI, E. Estudo das propriedades no estado fresco e endurecido do concreto leve autoadensável. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

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

ZUCHETTI, P. A. B. Patologias da construção civil: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari. 2015. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (cetec), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

WERLE, A. P.; KAZMIERCZAK, C.S.; KULAKOWSKI, M. PivaCarbonatação em concretos com agregados reciclados de concreto. *Ambiente Construído* [online]. 2011, v. 11, n. 2. pp. 213-228.