

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO NO CONDOMÍNIO EDIFÍCIO ROYAL BEACH

Alexandre Lucio de Carvalho¹, Leticia de Oliveira Machado¹, Lucas Oliveira Nunes¹
Lucas Broseghini Totola²

1 Acadêmico do curso de Engenharia Civil, Multivix Vila Velha

2 Docente em Engenharia Civil, Multivix Vila Velha

RESUMO

É de suma importância a análise das manifestações patológicas que podem surgir e comprometer o desempenho de estruturas de concreto armado. Este trabalho tem por objetivo a realização de estudo de caso em edifício localizado na região litorânea da cidade de Vila Velha-ES, onde foram analisadas e investigadas as anomalias presentes na estrutura e suas possíveis causas. A inspeção visual identificou manifestações patológicas tais como fissuras, infiltrações e lixiviação, causadas pela ação de agentes externos, movimentação da estrutura, além de falhas na execução, projeto e manutenção da estrutura. Identificar a origem e as causas das manifestações se mostra essencial para o não comprometimento do desempenho e garantia da segurança estrutural de edificações de concreto armado.

Palavras-chave: patologia, concreto armado, fissuras.

ABSTRACT

It is extremely important to analyze the pathological manifestations that may arise and compromise the performance of reinforced concrete structures. This work aims to carry out a case study in a building located in the coastal region of the city of Vila Velha-ES, where the anomalies present in the structure and their possible causes were analyzed and investigated. Visual inspection identified pathological manifestations such as cracks, infiltrations, and lixiviation, caused by the action of external agents, movement of the structure, in addition to failures in the execution, design and maintenance of the structure. Identifying the origin and causes of these manifestations is essential for guaranteeing both performance and structural safety of reinforced concrete buildings.

Keywords: pathologies, reinforced concrete, cracks.

1. INTRODUÇÃO

O concreto armado é um dos principais materiais utilizados na construção civil, por sua versatilidade, custo, durabilidade e facilidade de execução em comparação a outros materiais.

As estruturas de concreto são comuns em todos os países do mundo, caracterizando-se pela estrutura preponderante no Brasil. Comparada a estruturas com outros materiais, a disponibilidade dos materiais constituintes (concreto e aço) e a facilidade de aplicação, explicam a larga utilização das estruturas de concreto, nos mais variados tipos de construção, como edifícios de pavimentos, pontes e viadutos, reservatórios, barragens, pisos industriais, pavimentos rodoviários e de aeroportos, paredes de contenção, obras portuárias, canais, etc. (BASTOS, 2019, p. 83).

Entretanto, mesmo com o desenvolvimento tecnológico e os avanços nas técnicas construtivas, e sendo o concreto um material não homogêneo, quando não tomadas as devidas precauções nas etapas de projeto, execução e manutenção, este se torna suscetível a apresentar desempenho indesejado frente às intempéries e aos esforços da estrutura (FILHO e CARMONA, 2013).

O desempenho indesejado é caracterizado por manifestações patológicas, causando aos residentes insegurança e medo em relação à estrutura.

A Escola Politécnica da USP define patologia das construções como o estudo das origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestação e consequências das situações em que os edifícios ou suas partes apresentam um desempenho abaixo do mínimo pré-estabelecido. Entende-se como o “mínimo pré-estabelecido” a eficiência e durabilidade dos materiais e técnicas construtivas necessárias para assegurar a vida útil de uma edificação (VITÓRIO, 2003, p. 58).

Qualquer edificação está sujeita à manifestações patológicas, tais como desagregação do concreto, infiltração, exposição e corrosão da armadura de aço, carbonatação, fissuração, lixiviação, entre outras. Comparado a outras regiões, as áreas litorâneas propiciam um meio de exposição mais hostil às edificações, onde a acentuada agressividade pode comprometer a estrutura caso não sejam adotadas medidas de proteção adequadas, reduzindo sua durabilidade e vida útil. Isso ocorre devido a presença de agentes agressivos neste meio, que degradam os materiais de construção expostos a este ambiente (SERRA, 2012).

As fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo mesmo o dano de ocorrência mais comum e aquele que, a par das deformações muito acentuadas, mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários aí incluídos, para o fato de que algo de anormal está a acontecer.

Segundo Olivari (2003), podemos definir a fissuração em fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha, de acordo com sua espessura, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de definição das anomalias

Anomalia	Abertura (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	0,5 a 1,5
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda	5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

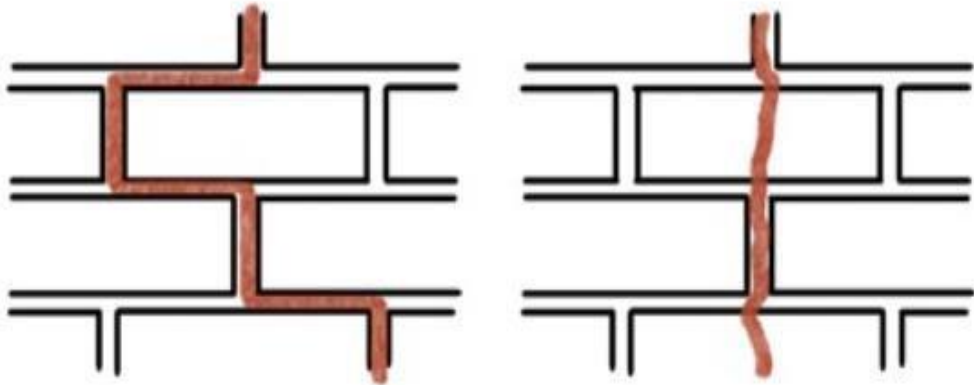
Fonte: Adaptado de OLIVARI (2003)

De acordo com Sahade (2005), as fissuras podem ser classificadas de duas maneiras: quanto à forma e quanto à atividade.

1.1.1 QUANTO À FORMA: GEOMÉTRICAS OU MAPEADAS

As fissuras geométricas, também conhecidas como isoladas, ocorrem em elementos de alvenaria e em suas juntas de assentamento, aproximadamente lineares, como visto na Figura 1. As causas podem ser devido a retração higrotérmica ou devido a movimentações térmicas.

Figura 1 - Fissuras geométricas



Fonte: Adaptado de SAHADE (2005)

As fissuras mapeadas, também conhecidas como disseminadas, ocorrem principalmente por retração do material de maneira não linear, ocorrendo em todas as direções em forma de mapa, como visto na Figura 2.

Figura 2 - Fissuras mapeadas



Fonte: Adaptado de SAHADE (2005)

1.1.2 QUANTO À ATIVIDADE: ATIVAS OU PASSIVAS

As fissuras ativas, também conhecidas como vivas, são aquelas que ainda atuam na estrutura. São subdivididas em sazonais: onde as variações de tamanho oscilam em torno de um valor médio devido à temperatura e umidade, e progressivas: onde apresentam uma abertura crescente, a qual pode gerar problemas estruturais futuros. As passivas, também conhecidas como mortas, são fissuras estabilizadas, a causa existiu por um tempo e depois cessou (SAHADE, 2005).

1.2 CAUSAS DAS FISSURAS

1.2.1 RETRAÇÃO PLÁSTICA

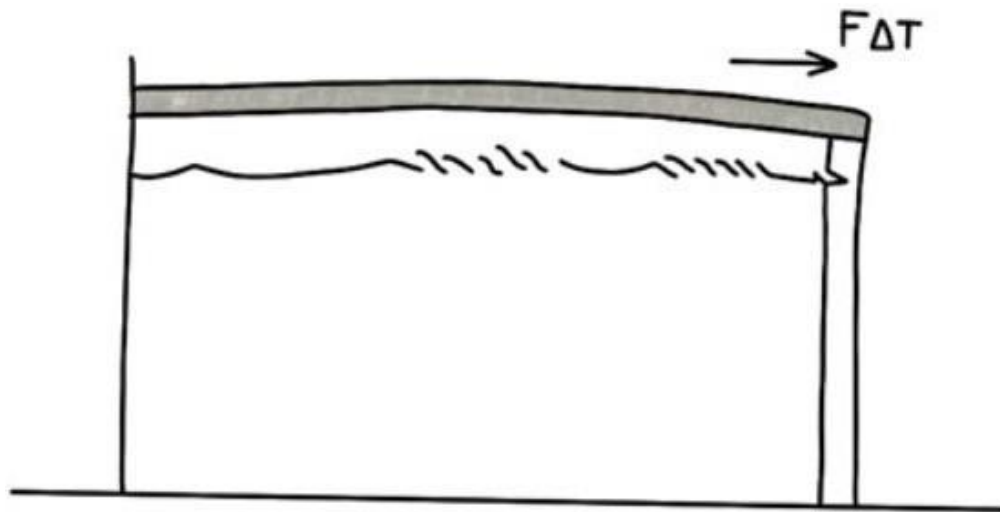
De acordo com Ripper e Souza (1998) o primeiro dos casos em que a fissuração ocorre antes da pega do concreto em uma determinada peça estrutural, ocorre devido à rápida evaporação da água que foi utilizada durante a execução. É um processo de fissuramento mais comum em superfícies extensas com as fissuras sendo superficiais, na grande maioria dos casos.

1.2.2 MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS

De acordo com Ripper e Souza (1998) os diferentes níveis de temperatura numa mesma seção de uma estrutura gera um estado de sobretensão causado por contração ou dilatação térmica, acarretando na maioria das vezes a fissuração.

De acordo com Olivari (2003) a variação de temperatura entre as faces externa e interna da laje geram dilatação horizontal e abaulamento, provocando tensões de tração e cisalhamento nas paredes gerando fissuras, como observado na Figura 3:

Figura 3 - Fissura por movimentação térmica



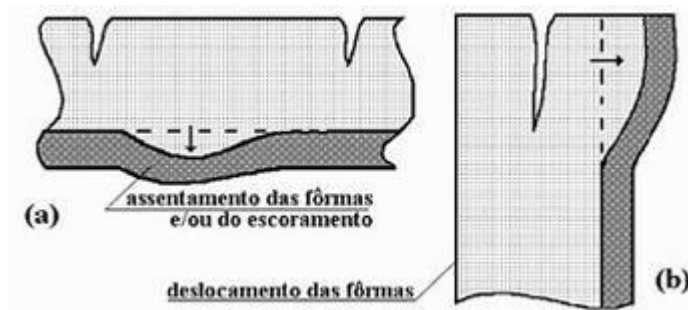
Fonte: Adaptado de MILNITZ et al. (2021)

1.2.3 MOVIMENTAÇÃO DE FÔRMAS E ESCORAMENTOS

Para Ripper e Souza (1998), a fissuração por movimento de fôrmas e escoramentos podem resultar por duas formas:

- i. na Figura 4(a), observa-se uma deformação acentuada da peça, com alteração de sua geometria, perda de resistência e fissuração característica de perda de capacidade resistente;
- ii. na Figura 4(b), observa-se a fôrma deformada por mau posicionamento, fixação inadequada, existência de juntas mal vedadas ou fendas, ou pela absorção de água do concreto, que leva a fissuração, pois permite a criação de juntas de concretagem não previstas.

Figura 4 - Exemplos de fissuração por movimentação de fôrmas e escoramentos

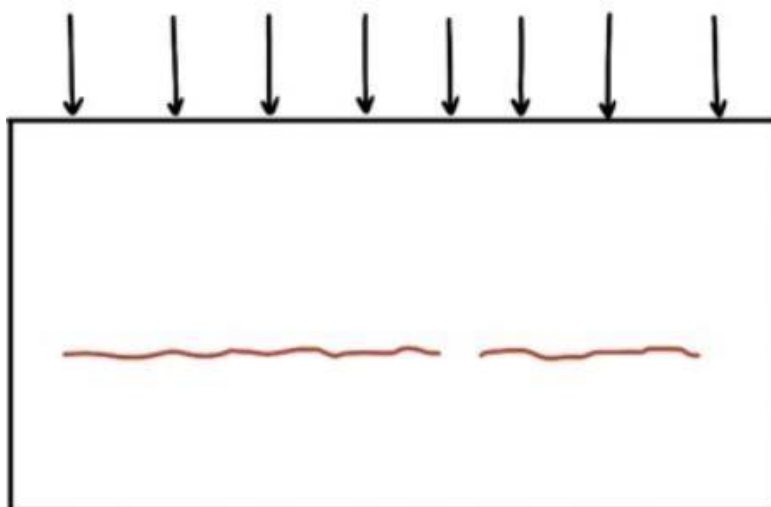


Fonte: Ripper e Souza (1998)

1.2.4 SOBRECARGA

Entende-se sobrecarga como forças atuantes externas, sendo previstas ou não em projeto, onde a atuação desta pode produzir a fissuração em componentes estruturais e não estruturais. Na parte estrutural, essas sobrecargas podem ocorrer devido a falha de execução da peça ou de cálculo estrutural, já na parte nãoestrutural, ocorrem devido a deformação da estrutura resistente do edifício ou pela sua má utilização (THOMAZ, 1989).

Figura 5 - Fissura por sobrecarga



Fonte: Adaptado de MILNITZ et al. (2021)

1.3 LIXIVIAÇÃO

Segundo Ripper e Souza (1998), a lixiviação ocorre devido ao ataque de águas puras, ácidas, pantanosas e outras, causando dissolução e carreamento dos compostos hidratados da pasta de cimento Portland, diminuindo o PH do concreto e causando corrosão. A porosidade do concreto está diretamente ligada a intensidade da corrosão, de forma que quanto maior a porosidade, maior será a intensidade da corrosão.

O concreto com o tempo se desintegra devido a decomposição de outros hidratos por meio do transporte e depósito de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 ,

ocasionando formação de estalactites e estalagmites, sendo um dos processos corrosivos mais frequentes (RIPPER e SOUZA, 1998).

Figura 6 - Processo de lixiviação em estrutura de concreto armado



Fonte: Autores (2022)

1.4 INFILTRAÇÃO

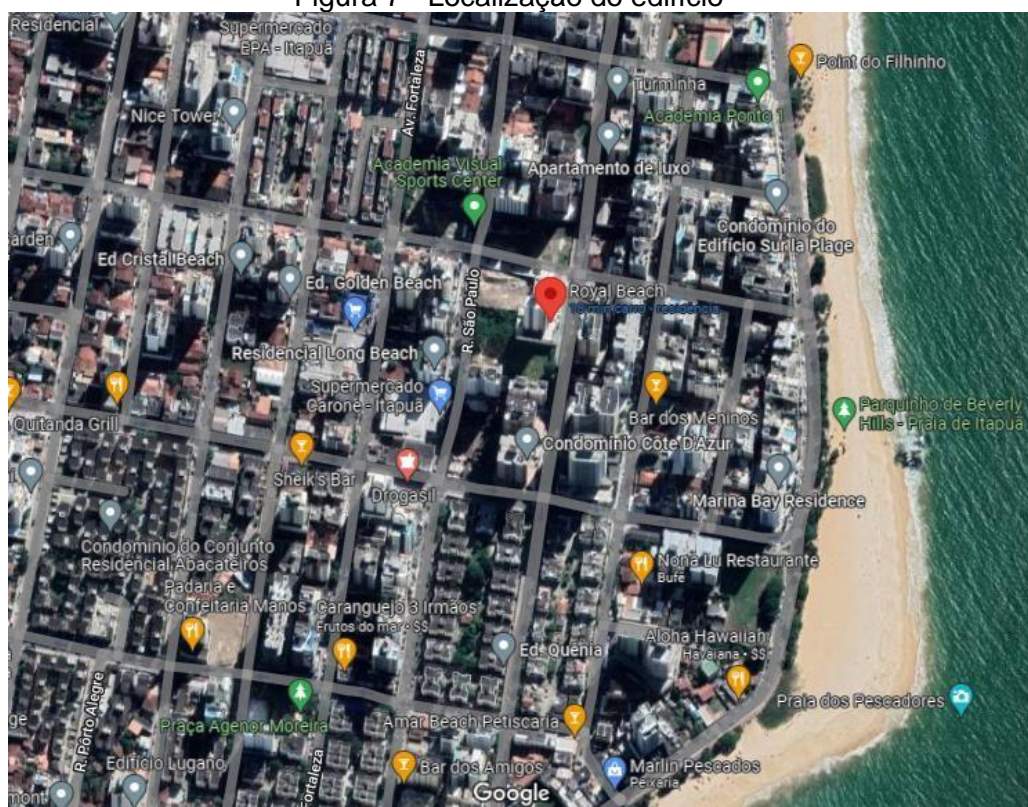
As infiltrações provenientes de um fluxo d'água podem provocar na peça de concreto armado a corrosão da armadura de aço e a carbonatação do concreto, gerando comprometimento da segurança, pois a infiltração prolongada implica na deterioração da estrutura, indo desde deslocamento do concreto ao colapso estrutural geral (MATA, 2018).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 AMBIENTE DA PESQUISA

O local de estudo é o condomínio Edifício *Royal Beach*, fundado no ano de 2005 e localizado próximo a praia de Itapuã, na cidade de Vila Velha-ES, conforme Figura 7. A edificação em concreto armado possui vinte e três pavimentos, sendo um pavimento subsolo, um térreo, um de garagem/portaria e dezenove pavimentos tipo, e ainda conta com área de lazer com piscina.

Figura 7 - Localização do edifício



Fonte: Google Maps (2022)

2.2 METODOLOGIA PROPOSTA

Para a análise das manifestações patológicas do condomínio *Edifício Royal Beach* foi realizada uma vistoria em campo para coletar o maior número de informações possíveis, com a realização de inspeção visual para a coleta de registros fotográficos e a trena para medir as espessuras das fissuras encontradas.

A partir da identificação dos problemas da estrutura e da anamnese do local, foi possível identificar as anomalias e falhas visíveis na estrutura, analisar as prováveis causas para o surgimento das patologias, e indicar os possíveis prognósticos.

3. INSPEÇÃO VISUAL DO EDIFÍCIO ROYAL BEACH – ESTUDO DE CASO

Com os dados coletados na vistoria da área comum e na garagem do Condomínio Edifício Royal Beach, foram identificadas manifestações patológicas tais como fissuras, infiltrações e lixiviações.

A Figura 8 apresenta fissurações geométricas no piso da área comum, com espessura de 8mm, sendo definidas de acordo com a Tabela 1 como fendas. Pressupõe-se que tais patologias ocorreram devido a movimentações térmicas provenientes da exposição da estrutura a intempéries, o que pode levar a infiltração e ainda lixiviação. Na Figura 8(a) percebe-se a tentativa de amenizar a patologia com a aplicação de impermeabilizante, e na Figura 8(b) são identificados pontos de entrada de água pelas fissuras existentes entre o piso e a alvenaria.

Figura 8 - Fissuras geométricas no piso



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 9 observa-se a fissuração nas lajes nervuradas do pavimento garagem, com abertura de cerca de 1,3mm, sendo definida como trinca de acordo com a Tabela 1. Presume-se que tal patologia ocorreu por sobrecargas não previstas no projeto da edificação, tendo em vista que se encontra no meio do vão entre dois pilares, ponto esse onde ocorrem os maiores esforços da laje, podendo levar à instabilidade ou a ruptura da estrutura se negligenciada.

A Figura 10 apresenta o processo de lixiviação com formação de estalactites. Acredita-se que ocorreu por infiltração de águas provenientes do pavimento acima ou de tubulações defeituosas próximas ao local. Esta ocorrência leva à corrosão da estrutura de concreto armado, abrindo espaço para agentes nocivos entrarem em contato com a armadura de aço, podendo causar deficiências na estrutura geral, levando a não sustentação das cargas atuantes.

Figura 9 – Trinca na laje nervurada



Fonte: Autores (2022)

Figura 10 - Processo de lixiviação na laje nervurada



Fonte: Autores (2022)

A Figura 11 apresenta infiltração no teto da garagem com formação de manchas e bolor no concreto. Supõe-se que também seja ocasionado por águas provenientes do pavimento superior. A umidade excessiva pode gerar carbonatação e deslocamento do concreto e deterioração da estrutura.

Figura 11 – Infiltração e bolor na laje nervurada



Fonte: Autores (2022)

Na garagem da edificação observa-se a fissuração entre a parede de alvenaria e um dos pilares, conforme mostra a Figura 12. De acordo com a Tabela 1, essas fissuras podem ser classificadas como trinca, por apresentarem espessura da ordem de 1 mm. A formação dessas trincas está usualmente associada a movimentações térmicas da estrutura resultante da falta de amarração adequada entre a alvenaria e o pilar. Deverá ser monitorada de acordo com o tempo, pois sua evolução pode revelar problemas de maior risco, originários da estrutura.

Figura 12 – Trinca entre alvenaria e pilar



Fonte: Autores (2022)

A Figura 13 apresenta fissuração na parede da garagem do edifício com abertura de 1mm, definida como trinca de acordo com a Tabela 1. Conjectura-se que sua existência seja devido a tensão de compressão da laje sobre a alvenaria por se tratar de trinca vertical, ou devido a movimentações térmicas da estrutura. Tal manifestação deve ser monitorada com o tempo, pois caso evolua pode haver problemas de origem estrutural.

Figura 13 – Trinca na alvenaria



Fonte: Autores (2022)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo realizar um estudo de caso identificando e realizando o prognóstico das principais patologias encontradas no condomínio Edifício Royal Beach, edifício localizado próximo a ambiente marinho. A partir de análises visuais, foi possível identificar manifestações patológicas na estrutura, e foram apresentados os prováveis motivos para ocorrência das patologias analisadas e seus respectivos prognósticos.

No geral, as causas das anomalias estão relacionadas a ações naturais do meio externo, movimentações térmicas da estrutura, infiltrações, além de problemas de projeto e execução. Embora a análise visual da estrutura não tenha evidenciado,

sabe-se que a existência de fissuras pode provocar e facilitar o processo de corrosão das armaduras, de forma a comprometer sua resistência e durabilidade, especialmente em ambiente litorâneo. A ausência de manutenção evidencia a gravidade dos problemas existentes, sendo necessário o tratamento e correção das patologias de forma a preservar a estrutura.

Por fim, para que a durabilidade satisfatória seja alcançada, é indispensável a excelência durante todas as fases da obra, a fim de evitar manifestações patológicas que possam causar risco à estrutura. A retomada das condições de estabilidade, segurança e conservação adequadas são fundamentais a fim de garantir o desempenho e a durabilidade satisfatórias da estrutura.

REFERÊNCIAS

ABNT. Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. NORMA BRASILEIRA, Rio de Janeiro - RJ, v. 1, n. 3, p. 1-238, abr./2014. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5591979/mod_resource/content/1/10%20NB R%206118.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5591979/mod_resource/content/1/10%20NB%206118.pdf). Acesso em: 17 jun. 2022.

ARIVABENE, Antonio Cesar. Patologias em Estruturas de Concreto Armado Estudo de Caso. **Revista On-line IPOG**, Vitória - ES, v. 1, n. 1, p. 1-23, dez./2015. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50485637/antonio-cesar-arivabene-14121142-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1668799570&Signature=C~dgYdZ9E4AOxSOWAXXNEf8ky0ijeqF8 N9SQc-AKkdfLdO1eePh00i1kjJHMhKYiznahIRz1-0KGZyhAYmGdBuCh7eWYG2W4gpj3YDKdxIRJa2yZeKnIvhR3ENAux7- i7IOAru6tAN-stLx1EaB9rtipowEIY9shTBHOJF5A>. Acesso em: 10 nov. 2022.

BASTOS, Paulo Sérgio. ESTRUTURAS DE CONCRETO I: FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Bauru/SP, v. 1, n. 1, p. 1-89, abr./2019. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2022.

FILHO, Antônio Carmona; CARMONA, Thomas Garcia. Boletim Técnico: Fissuração nas estruturas de concreto. **Alconpat Internacional**, Mérida - México, v. 3, n. 1, p. 1-17, mar./2013. Disponível em: <http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B3-Fissura%C3%A7%C3%A3o-nas-estruturas-de-concreto.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MATA, Davi Moreira. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA INFILTRAÇÃO EM MORADIAS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA. **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO - UFERSA**, Mossoró - RN, v.

1, n. 1, p. 1-11, set./2018. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4379/2/DAVIMM_ART.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

MILNITZ, D. *et al.* ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA - FISSURAS: UM ESTUDO DE CASO EM UM RESIDENCIAL EM CAMBORIÚ/SC. **unisociesc**,

Camboriú - SC, v. 1, n. 1, p. 1-23, out./2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/21298/3/AN%C3%81LISE_DE_MANIFESTA%C3%87%C3%83O_PATOL%C3%93GICA%20-%20FISSURAS_UM_ESTUDO_DE_CASO_EM_%20UM_RESIDENCIAL_EM_CAMBORI%C3%9A_SC_Andr%C3%A9_Oretga_Jackson_da_Rosa_Stefany_Retkva_FINAL%28001%29.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

OLIVARI, Giorgio. PATOLOGIA EM EDIFICAÇÕES. **ACADEMIA**, São Paulo - SP, v.

1, n. 1, p. 1-83, dez./2003. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37900509/civil-01-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1668799046&Signature=WJjVFipW86qDPWNBHfzbxnYhCvOcuOjoeukf6~~P8lnKQAUS1ECYWbcMLd2HZnsmA4xexT3M4RVppoS18QCB2sj~jmK-LCoM7o5vFRG3cp54QGNvltW7D0gloFEkZ9sAnW23hPA64NQcqE~IIUPVpvmPIXi~EZxa8TovAOvSQ8qh5ZNOu0qQmseSsHpq65>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SAHADE, Renato Freua. Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo**, São Paulo - SP, v. 1, n. 1, p. 1-188, dez./2005. Disponível em:

http://cassiopea.ipt.br/teses/2005_HAB_Renato_Freua_Sahade.pdf. Acesso em: 14 nov. 2022.

SERRA, A. H. G. F. ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS CONSTRUÍDAS EM AMBIENTE MARÍTIMO. **FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO**, Porto - Portugal, v. 1, n. 1, p. 1-155, mar./2012.

Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65592/1/000153997.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SILVA, F. B. D. Patologia das construções: Uma especialidade na engenharia civil.

Téchne, Curitiba - PR, v. 1, n. 174, p. 1-10, set./2011. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set-2011- Prof.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, Thomaz. PATOLOGIA RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO. PINI, São Paulo - SP, v. 5, n. 1, p. 1-262, 1998.

Disponível em: <https://lucasmonteiro.site/files.wordpress.com/2017/08/vicente-custc3b3dio-e-thomaz-ripper-patologia-recuperacao-e-reforco-de-estruturas-de-concreto.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2022.

THOMAZ, Ercio. Trincas em edifícios: Causas, prevenção e recuperação. **Oficinade**

Textos, São Paulo - SP, v. 1, n. 2, p. 1-34, 1989. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/trincas-em-edificios- 2ed_deg.pdf. Acesso em: 13 nov. 2022.

VITÓRIO, Afonso. FUNDAMENTOS DA PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS NAS

PERÍCIAS DE ENGENHARIA. Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia, Recife/PE, v. 1, n. 1, p. 1-58, nov./2003. Disponível em: http://www.vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.