

Estudo de Caso: Análise de Fissuras em Vãos de Portas e Janelas Ocasionadas pelo Uso Inadequado do Reforço na Armação em Paredes de Concreto

**Barbara dos Santos Barboza¹, Giovanna Pereira Martins², Mayenne Souza Moldes³,
Maria do Socorro Martins Sampaio⁴**

¹ Universidade do Estado do Amazonas /Discente do Curso de Engenharia Civil / bdsb.eng21@uea.edu.br

² Universidade do Estado do Amazonas /Discente do Curso de Engenharia Civil / gpm.eng18@uea.edu.br

³ Universidade do Estado do Amazonas /Discente do Curso de Engenharia Civil / msm.eng20@uea.edu.br

⁴ Universidade do Estado do Amazonas /Docente do Curso de Engenharia Civil / msampaio@uea.edu.br

Resumo

As manifestações patológicas mais comuns em paredes de concreto são as fissuras, embora a tecnologia avance diariamente e surjam novos processos que auxiliam no controle dessas ocorrências, ainda é comum encontrarmos essas patologias, que podem ser provocadas por sobrecargas, falha no cálculo estrutural ou execução da estrutura. Os casos mais comuns de fissuras em prédios residenciais construídos com paredes de concreto ocorrem em vãos de janelas e portas. Nas paredes sem aberturas, os esforços resultantes do peso próprio, ação do vento, variação da temperatura e outros distribuem-se de maneira uniforme sobre a estrutura. Entretanto, ao abrir vãos para esquadrias nas paredes, estes esforços se redistribuem e concentram-se nas quinas e no centro das aberturas. Como resultado da concentração de tensões, podem aparecer fissuras nos cantos das esquadrias formando ângulos aproximados de 45° com a horizontal e no centro dos vãos com direção vertical. Para alvenarias convencionais, temos como solução o uso de vergas e contravergas, que servem como reforço, distribuindo cargas e evitando que essas forças sejam transmitidas diretamente para a abertura, evitando o colapso ao redor dos vãos. Entretanto, paredes de concreto moldadas in loco não possuem verga e contraverga, utilizando apenas armaduras complementares posicionadas acima e abaixo dos vãos. Por conta disso, é necessário acrescentar reforços posicionados estrategicamente nos cantos desses vãos, para que os esforços sejam absorvidos e as tensões distribuídas, evitando o aparecimento de fissuras. A falha na execução desses reforços ou o mau posicionamento dos mesmos, ocasiona fissuras que podem acarretar danos maiores, como infiltrações de água da chuva nas janelas. O estudo deste trabalho busca analisar a execução dos reforços na armação utilizados na construção de um prédio residencial de 19 pavimentos de paredes de concreto, a fim de verificar métodos que previnam o aparecimento de fissuras na estrutura.

Palavras-chave

Fissuras; esquadrias; reforço estrutural, paredes de concreto monolítica.

Introdução

Paredes de concreto entraram no mercado brasileiro em torno de 2009, com a criação do programa habitacional “Minha Casa Minha Vida”, com o objetivo de maximizar a produção de edificações, além de modernizar a construção civil, com um método mais rápido, mais econômico e significativamente mais eficaz que o método convencional (NUNES, 2011). Em contramão a esse avanço houve a necessidade de se construir cada vez mais rápido, com isso, a inovação antes declarada passa a ser conhecida como um precursor de problemas jamais vistos nas construções, a falta de conectividade presente na maioria das construções brasileiras entre projetista, calculista e executor refletem na má execução do modelo construtivo (SILVA, 2024).

A norma brasileira de desempenho de edificações, NBR 15575-1 (ABNT, 2013), estabelece que a vida útil de um imóvel é o intervalo em que a construção e seus componentes desempenham as funções para as quais foram projetadas, atendendo aos padrões de desempenho estabelecidos. O funcionamento adequado das

habitações requer que aspectos como segurança, estanqueidade, conforto térmico e acústico, higiene e funcionalidade sejam garantidas (ABNT, 2013).

Entretanto, por diversos fatores, as edificações no Brasil frequentemente apresentam defeitos ou vícios, conhecidos como manifestações patológicas, de forma prematura, muitas delas ocasionadas sobre a necessidade de rapidez na entrega. Na medicina, a patologia é o ramo que estuda as doenças; de maneira análoga, na engenharia civil, a patologia das construções refere-se ao estudo dos defeitos que ocorrem nas edificações, incluindo suas causas, tratamentos e formas de prevenção (VERÇOZA, 1991).

O surgimento de fissuras nas edificações é uma patologia que se destaca por chamar imediatamente a atenção dos usuários (VERÇOZA, 1991). De acordo com Veiga (1998), a presença de trincas nos imóveis pode provocar sensações de insegurança, desconforto visual e mental, além de insalubridade. Além disso, o aparecimento dessas patologias pode resultar em problemas de infiltração e comprometer a estética do imóvel. Também podem indicar questões estruturais e, como a entrada de umidade, afetando a durabilidade de outros sistemas da edificação (VEIGA, 1998).

Na literatura, há uma divergência específica quanto à definição de trincas e fissuras. A ABNT NBR 15575-2 (ABNT, 2013) classifica trinca como “expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior ou igual a 0,6 mm”. Já Sabatini e Barros (1990) caracterizam fissuras como aberturas inferiores a 1 mm que surgem como um tipo de abertura linear na superfície dos componentes. Segundo Oliveira (2012), fissuras são definidas como aberturas de até 0,5 mm, trincas de 0,5 a 1,5 mm e rachaduras de 1,5 a 5,0 mm.

As fissuras em edificações podem ser geométricas ou mapeadas. As curvas são aproximadamente lineares, seguindo uma direção predominante e geralmente resultam da movimentação diferencial do substrato (SAHADE, 2005). Por outro lado, as fissuras mapeadas ocorrem em todas as situações simultaneamente, frequentemente causadas pela retração do material. Ambas as categorias podem ser subdivididas em ativas e passivas (CORSINI, 2010). As fissuras ativas apresentam variações significativas na abertura ao longo do tempo, enquanto as passivas mantêm uma abertura constante, sem expansão ou retração (ABNT NBR 15575-2/2013).

No presente estudo, busca investigar as fissuras ativas, provenientes dos vãos de janelas e portas em parede de concreto, a fim de solucionar ou favorecer o conhecimento destas manifestações.

Objetivo

O objetivo deste estudo é analisar uma das principais patologias que afetam estruturas de concreto: as fissuras por sobrecarga. Essas fissuras são frequentemente resultantes de esforços excessivos que ultrapassam a capacidade de resistência do concreto, podendo ser ocasionadas por diversos fatores, como o aumento inesperado de cargas, erros de projeto, falhas na execução da obra ou até mesmo mudanças nas condições de uso da edificação ao longo do tempo. A identificação e a compreensão das causas dessas fissuras são fundamentais para a avaliação da integridade estrutural e a segurança das edificações. Além disso, este estudo busca discutir as implicações dessas patologias. Ao abordar esse tema, pretendemos contribuir para a conscientização sobre a importância do controle de qualidade em todas as etapas do processo construtivo, bem como para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e reparo, garantindo a longevidade e a confiabilidade das estruturas de concreto.

Método Construtivo

Parede de concreto é um elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede. Todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desforma, as paredes já contenham, em seu interior, vão para portas e janelas, tubulações ou eletrodutos de pequeno porte, elementos de fixação para coberturas e outros elementos específicos quando for o caso (ABNT NBR 16055/2012).

O processo consiste na armação, fechamento das fôrmas e concretagem da peça. A armação consiste em uma correta execução do projeto estrutural, onde deve-se constar todos os detalhes da estrutura (BORGES, 2020). Neste tipo de sistema, as armaduras têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás (ABCP, 2007), figura 3, 4 e 5 exemplificam como acontecem as armaduras dos vãos. Para que ela possa ocorrer de maneira ímpar, é necessário que as etapas que antecedem a ela estejam finalizadas e limpas. Toda armadura a ser utilizada nas paredes e lajes, devem estar disponíveis e próximas ao local de montagem, a fim de facilitar

e agilizar o processo de execução (GOES, 2013). A figura 1, retrata um exemplo de como a armadura deve ser realizada.

As fôrmas podem ser encontradas em diversos materiais, como: metálicas (aço ou alumínio), mistas (chapas de madeira, dispositivos e uniões metálicos), plástico (chapas de material reciclável) e madeira tradicional (basicamente todos os componentes constituídos por madeira) (SACHT, 2008). As metálicas, atualmente, são as mais procuradas para a execução do método (ARÊAS, 2013). A montagem das fôrmas deve obedecer à ordem indicada na planta conforme projeto. Podem ser feitas de duas formas a sua montagem: Painéis internos primeiro e logo após os externos - monta-se um dos lados das formas, continua montando as armaduras, reforços, instalações em geral e esquadrias, e após fechar a forma com a montagem do outro lado dos painéis. Painéis internos e externos juntos - toda armadura, reforços e as instalações em geral são montadas primeiro e após a montagem das esquadrias e dos painéis de forma interno e externo simultaneamente (SGOBBI; MIRANDA, 2021). A figura 1, exemplifica que na obra analisada, optou-se pela montagem dos painéis externos e internos juntos.

A concretagem da peça deve acontecer seguindo o plano de concretagem, os equipamentos devem ser dimensionados e adequados ao processo de concretagem escolhido e em quantidade suficiente, de forma a possibilitar que o trabalho seja desenvolvido sem atrasos, e a equipe de trabalhadores deve ser suficiente para assegurar que as operações de lançamento, adensamento e acabamento do concreto sejam realizadas a contento (ABNT NBR 16055/2012). A figura 2 exemplifica como todas as passagens hidráulicas, elétricas, armações e fechamento devem estar prontos para apenas receber o concreto. O processo de cura do concreto é fundamental para assegurar que o concreto atinja as propriedades do traço determinado em projeto. Uma vez que o concreto não é hidratado de forma necessária, é provável que se perca resistência, a durabilidade seja comprometida e apareça fissuras devido ao ressecamento do concreto (BORGES, 2020).

Detalhamento do caso

A área de estudo se baseia em fissuras nos vãos de portas e janelas, provenientes de obras do tipo parede de concreto, de edifícios de até 19 pavimentos, localizada em Manaus, capital do estado do Amazonas.

Essas edificações apresentam os seguintes materiais na execução das paredes de concreto, sendo eles:

- Aço CA50 de $\varnothing$ 6.3, $\varnothing$ 8.0, $\varnothing$ 10.0, $\varnothing$ 12.5, $\varnothing$ 16.0, $\varnothing$ 20.0, $\varnothing$ 25.0;
- Aço CA60 de $\varnothing$ 5.0;
- Concreto C35 - $F_{ck} > 35,0$ MPa, com as seguintes características: “slump flow” 65 a 75 cm (concreto auto-adensável); $C =$ Consumo mínimo de concreto > 320 kg/m³; Relação água/cimento $< 0,55$; Diâmetro máximo da brita = 9,5mm (Brita 0); Aditivo Plastificante.
- Concreto C30 - $F_{ck} > 30,0$ MPa, com as seguintes características: “slump flow” 65 a 75 cm (concreto auto-adensável); $C =$ Consumo mínimo de concreto > 320 kg/m³; Relação água/cimento $< 0,55$; Diâmetro máximo da brita = 9,5 mm (Brita 0); Aditivo Plastificante.
- Concreto C25 - $F_{ck} > 25,0$ MPa, com as seguintes características: “slump flow” 65 a 75 cm (concreto auto-adensável); $C =$ Consumo mínimo de concreto > 280 kg/m³; Relação água/cimento $< 0,60$; Diâmetro máximo da brita = 9,5 mm (Brita 0); Aditivo Plastificante.
- Concreto C20 - $F_{ck} > 20,0$ MPa, com as seguintes características: “slump flow” 65 a 75 cm (concreto auto-adensável); $C =$ Consumo mínimo de concreto > 260 kg/m³; Relação água/cimento $< 0,65$; Diâmetro máximo da brita = 9,5 mm (Brita 0); Aditivo Plastificante.

Os vãos de janelas e portas são usados reforços horizontais, superiores e inferiores aos vãos, além das diagonais com Aço CA50 $\varnothing$ 8.0, estes são usados a fim de minimizar as fissuras apresentadas em 45°, a figura 5 apresenta como, na obra de objeto de estudo, funcionam as armaduras nos vãos de janela, previstas em projeto, entretanto, as mesmas ainda são aparentes e reforçam isso na fase de acabamento, onde elas se tornam ainda mais visíveis, onde as figuras 7, 8 e 9 comprovam as afirmações de forma prática.



Figura 1 - Armação das paredes (Autor, 2025).



Figura 2 - Laje finalizada, apenas para o lançamento do concreto (Autor, 2025).



Figura 3: Reforço estrutural usando Aço CA50 Ø 8.0, em vãos de janela (Autor, 2025).

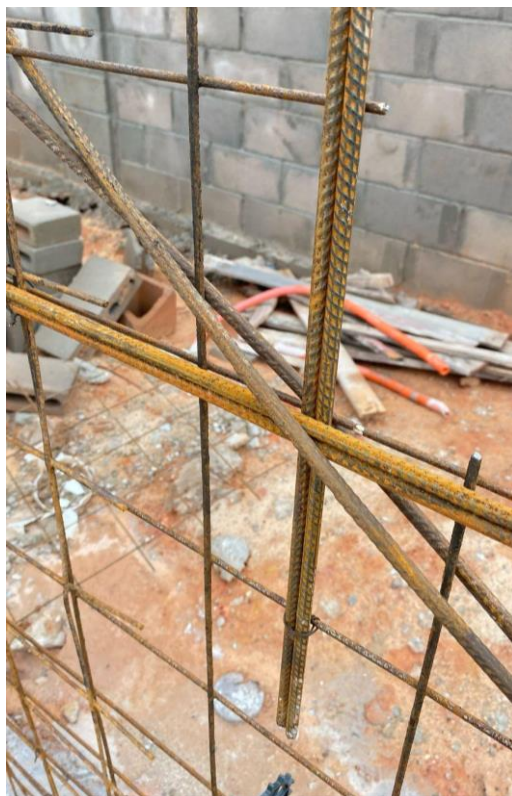


Figura 4: Detalhe do reforço estrutural atuante na diagonal (Autor, 2025).



Figura 5: Detalhe superior dos reforços armados dos vãos de portas (Autor, 2025).

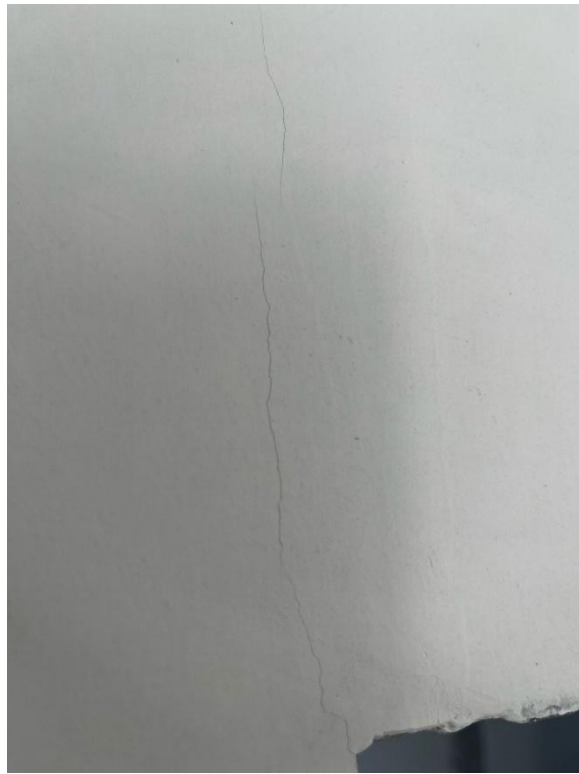


Figura 6: Fissura apresentada nos vãos da janela (Autor, 2025).

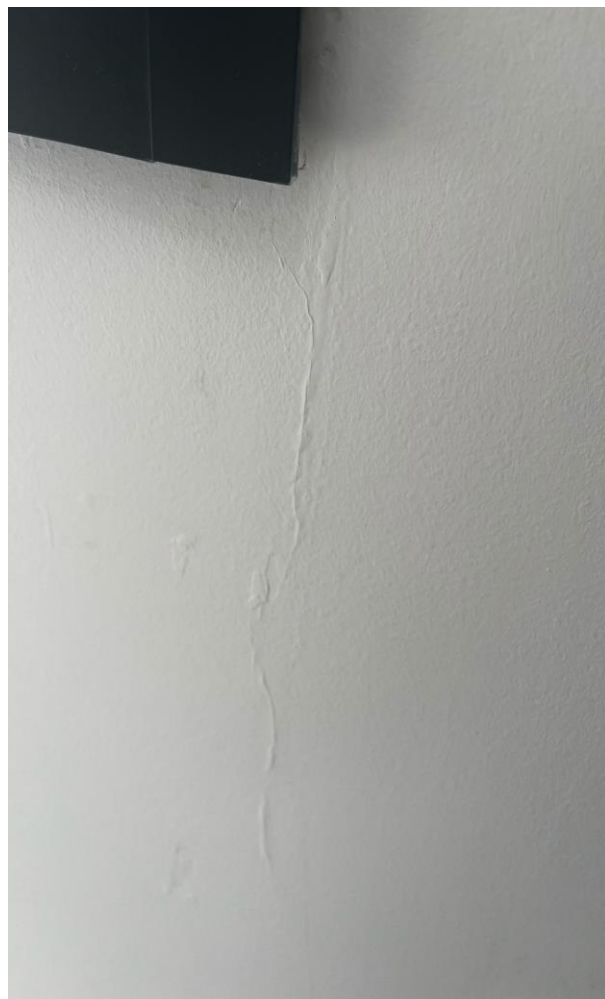


Figura 7: Fissura aparente de maneira linear na parte inferior da janela (Autor, 2025)



Figura 8: Fissura linear no vão da porta, ainda mais aparente devido ao acabamento (Autor, 2025).



Figura 9: Fissura apresentada antes da concepção do acabamento em vão de janela (Autor, 2025).

O concreto armado é um material de construção que combina a resistência à especificação do concreto com a resistência à tração do aço, formando um sistema estrutural eficiente e durável. A qualidade de uma estrutura em concreto armado depende, em grande parte, da interação harmoniosa entre esses dois materiais. Essa interação é favorecida por uma boa aderência entre o concreto e o aço, além de coeficientes de dilatação térmica semelhantes, o que minimiza as fissuras internas e potenciais (ABNT, 2023).

Para abordar as patologias que podem surgir em estruturas de concreto armado, o primeiro passo é classificá-las em fissuras ativas e passivas. As fissuras ativas são aquelas que tendem a se expandir ao longo do tempo, enquanto as fissuras passivas mantêm suas dimensões e espessura constantes. O levantamento das fissuras apresentadas neste trabalho visa verificar se o carregamento excessivo das edificações é um fator de risco para o surgimento dessas patologias, considerando o tipo de estrutura em questão. É importante ressaltar

que a NBR 6118/2023 enfatiza que a utilização de um concreto com resistência característica (f_{ck}) superior, sem um aumento correspondente na quantidade de aço de armadura, pode levar a um estado limite final de tração comprometida. Esta situação ocorre devido à relação entre os domínios de resistência do concreto e do aço, que devem ser cuidadosamente ponderados para garantir a segurança e a durabilidade da estrutura.

As fissuras identificadas apresentam características ativas, uma vez que tendem a se tornar mais espessas e a se expandir ao longo do tempo, figura 9. Este estudo evidencia que os reforços frequentemente aplicados mostram-se insuficientes para prevenir o surgimento dessas fissuras, reforçando a necessidade de um aumento nos reforços, que devem ser progressivos e específicos ponderados em relação à resistência do concreto. A literatura técnica, como a obra de Custódio e Ripper (1998), ressalta a importância de um planejamento cuidadoso na aplicação de reforços estruturais, a fim de garantir a eficácia das intervenções e a segurança da edificação.

Além disso, é fundamental que as construções em paredes de concreto adotem medidas que melhorem o processo construtivo, evitando patologias como fissuras. Cada fissura deve ser objeto de um estudo analítico detalhado, que considere suas causas específicas e o contexto da estrutura. Essa abordagem permite a identificação de soluções adequadas e personalizadas, garantindo que as instruções sejam adequadas e que a integridade estrutural da edificação seja mantida.

Ademais, a integração de tecnologias modernas, como a utilização de sensores e sistemas de monitoramento em tempo real, pode revolucionar a forma como as fissuras e outras patologias em estruturas de concreto são gerenciadas. Esses sistemas permitem a coleta de dados contínua sobre as condições estruturais, como tensões, deformações e umidade, possibilitando uma análise mais precisa e antecipada das condições de edificação. A implementação de tecnologias de monitoramento não apenas facilita a detecção precoce de fissuras, mas também fornece informações valiosas para a tomada de decisões informadas sobre intervenções e manutenções fáceis (ABDALÁ, 2019). Com a crescente digitalização da construção civil, a adoção dessas inovações pode ser um diferencial significativo na garantia da segurança e da durabilidade das estruturas de concreto, promovendo uma abordagem mais proativa e eficiente na gestão de patologias.

Conclusões

O estudo de caso teve como objetivo destacar as patologias observadas no método construtivo desenvolvido, com ênfase nas fissuras que surgem em vãos de janelas e portas em paredes de concreto. A identificação e a análise dessas fissuras são cruciais para garantir que todas as etapas do processo construtivo sejam rigorosamente aferidas e avaliadas, garantindo, assim, a qualidade final da edificação.

As fissuras, mesmo que inicialmente consideradas superficiais, podem representar riscos significativos para a integridade da estrutura e a segurança dos usuários. Eles podem levar a infiltrações, comprometendo a durabilidade dos materiais e, em casos mais graves, resultar em problemas estruturais que desativem instruções complexas e dispendiosas. Para que a execução de uma edificação atinja um nível superior de qualidade, é necessário que haja um envolvimento ativo em todas as fases do processo construtivo, desde a concepção até à finalização da obra. Isso inclui uma revisão contínua das etapas de execução, permitindo a identificação e correção de possíveis falhas antes que ocorram problemas maiores.

As fissuras observadas podem variar em gravidade; algumas podem ser consideradas brandas e não apresentam riscos imediatos à saúde da edificação. No entanto, mesmo fissuras menores podem evoluir para patologias mais sérias, além de causar desconforto estético e gerar insegurança nos usuários em relação ao processo construtivo e à qualidade do projeto. Portanto, é fundamental que as manutenções corretivas sejam realizadas de forma proativa, tanto durante quanto após o processo construtivo, até a entrega final da edificação ao morador. Essa abordagem não apenas melhora a qualidade da construção, mas também promove a confiança dos usuários na segurança e na durabilidade de suas residências.

Além disso, a implementação de um programa de monitoramento e manutenção contínua pode ser uma estratégia eficaz para prevenir o agravamento das fissuras e garantir a longevidade da estrutura. A educação dos profissionais envolvidos no processo construtivo sobre as melhores práticas e a importância do controle de qualidade é igualmente essencial para mitigar o surgimento de patologias.

Referências

- ABCP. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2007/2008.
ABDALÁ, Márcia Regina Werner Schneider (Org.). Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4. Atena Editora, 2019.

ANDRADE, V.H.A, et AL. SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO EM OBRAS RESIDENCIAIS - ESTUDO DE CASO. PUC Goiás, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6118/2023. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. p. 140. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-1. Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. [S.l.]. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-2. Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 2: Requisitos para sistemas estruturais. [S.l.]. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16055. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos. [S.l.]. 2012

AREAS, Daniel Moraes. Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão. 2013. 84 p. TCC - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BORGES, Marcos. Sistema construtivo de parede de concreto em edificação de múltiplos pavimentos considerando as perspectivas iniciais do empreendimento. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30932>>. Acesso em: 05 de março de 2025.

CBIC, C. B. D. I. D. C. PIB Brasil X PIB Construção Civil 2017 a 2023. CBIC. [S.l.]. 2023.

CORSINI, R. Trinca ou fissura? Técnica, n. 160, Julho 2010

CUSTÓDIO, Vicente; RIPPER, Thomaz. Patologias em Estruturas de Concreto: Diagnóstico e Soluções . São Paulo: Editora PINI, 1998.

FERREIRA, Guilherme Henrique. Fissuras em edificações de concreto armado: revisão e estudo de caso. Universidade Federal de Ouro Preto, 2020.

GOES, Bruno Pereira. Paredes De Concreto Moldadas “In Loco”: Estudo do Sistema Adotado em Habitações Populares. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11422/11530>>. Acesso em: 05 de março de 2025.

NUNES, Valmiro. Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Paulo 2011.

OLIVEIRA, A. M. D. Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

SACHT, Helenice Maria. Painéis de vedação de concreto moldados in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimentos de concretos. 2008. Disponível em: Acesso em: 05 março 2025.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. B. D. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria. Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1990.

SAHADE, R. F. Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 188. 2005.

SGOBBI, Vinícius. Um estudo sobre o método construtivo de paredes de concreto moldadas in loco – sua execução, vantagens e desvantagens. 2021. Disponível em: < <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/915>> Acesso em: 05 março 2025.

SILVA, Eduarda Ferreira, et. AL. PATOLOGIA DO CONCRETO: FISSURAS. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE, 2024.

VEIGA, M. D. R. D. S. Comportamento de argamassas de revestimento de paredes. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [S.l.]. 1998.

VERÇOZA, Ê. J. Patologia das edificações. Sagra, Porto Alegre, p. 176, 1991.