

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
*CAMPUS CAJAZEIRAS*

ANE CAROLINE TAVARES NOBRE AMESCOA

**PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E  
SUAS CONSEQUÊNCIAS**

Cajazeiras-PB  
2025

ANE CAROLINE TAVARES NOBRE AMESCOA

**PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E  
SUAS CONSEQUÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientador do Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca  
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva  
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

A514p	<p>Amescoa, Ane Caroline Tavares Nobre. Processos construtivos de estruturas de concreto armado e suas consequências / Ane Caroline Tavares Nobre Amescoa.– 2025.</p> <p>51f. : il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2025.</p> <p>Orientador(a): Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.</p> <p>1. Construção civil. 2. Concreto armado. 3. Manifestação patológica . 4. Falha construtiva. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.</p>
-------	--

ANE CAROLINE TAVARES NOBRE AMESCOA

**PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E  
SUAS CONSEQUÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,  
*Campus* Cajazeiras, como parte dos  
requisitos para a obtenção do Título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 20 de agosto de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**



Documento assinado digitalmente  
**CICERO JOELSON VIEIRA SILVA**  
Data: 29/08/2025 12:10:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB *Campus* Cajazeiras  
Orientador



Documento assinado digitalmente  
**KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS**  
Data: 28/08/2025 13:34:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB *Campus* Cajazeiras  
Examinador 1



Documento assinado digitalmente  
**ROBSON ARRUDA DOS SANTOS**  
Data: 29/08/2025 11:48:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Robson Arruda dos Santos – IFPB *Campus* Cajazeiras  
Examinador 2

A Deus, por me sustentar nos momentos difíceis, por me dar força, sabedoria e nunca me deixar desistir. Toda honra e glória a Ti.

## AGRADECIMENTOS.

A Deus, meu alicerce, minha força e minha inspiração diária. A Ele entreguei meus medos, dúvidas e cansaço, e d'Ele recebi fé, sabedoria e coragem para seguir em frente mesmo nos momentos mais difíceis.

Com o coração cheio de saudade, agradeço especialmente aos meus pais, Verônica Tavares Nobre Amescosa e Luís Sérgio Amescosa, que já partiram desta vida, mas permanecem vivos em minha memória e em tudo o que sou. Cada valor, ensinamento, gesto de amor e palavra de incentivo deixados por eles continuam sendo minha motivação diária. Este trabalho é também uma homenagem a eles, que sonharam comigo, mesmo sem estarem fisicamente aqui para ver esta conquista.

À minha família materna, especialmente minha mãe de criação, Mônica Tavares, meus irmãos, Francisco Humberlânio e Damiana Bozana, e minha sobrinha, Ana Lara, por todo o amor, apoio incondicional, incentivo e por acreditarem em mim, mesmo quando eu mesma duvidava.

À minha família paterna, que me acolheu com tanto carinho, apoio e presença ao longo da vida. Em especial à tia Julieta Camilo Serrano, que foi mais do que uma tia: foi presença constante, consolo nas horas difíceis e inspiração nos momentos em que pensei em desistir. Sua dedicação, afeto e força foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu noivo, Rodrigo, meu parceiro de vida e de sonhos, meu agradecimento mais profundo. Obrigada por estar ao meu lado nos dias bons e, principalmente, nos dias difíceis.

Ao meu orientador, Cicero Joelson Vieira Silva, agradeço imensamente pela paciência, dedicação, orientação segura e por cada palavra de incentivo e crítica construtiva. Sua contribuição foi fundamental para a concretização deste trabalho.

Ao Instituto Federal da Paraíba – IFPB *Campus* Cajazeiras, expresse minha sincera gratidão por ter sido o espaço onde cresci, aprendi e me desenvolvi tanto pessoal quanto profissionalmente. Agradeço a todos os professores, servidores e colaboradores que, com compromisso e dedicação, contribuíram para a minha formação.

Aos meus amigos e colegas de jornada, que compartilharam comigo os desafios da graduação, os momentos de desânimo e também as alegrias das pequenas conquistas. Obrigada por cada palavra amiga, risada e apoio mútuo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento fosse possível, mesmo que com um gesto simples, uma palavra de incentivo ou uma oração, deixo aqui o meu mais sincero agradecimento.

## RESUMO

O concreto armado é amplamente utilizado na construção civil brasileira devido à sua versatilidade, resistência e viabilidade econômica. No entanto, falhas nos processos construtivos, seja por execução inadequada, falta de compatibilização entre projetos ou ausência de fiscalização, podem comprometer a durabilidade e a segurança das estruturas, favorecendo o surgimento de manifestações patológicas. Este trabalho analisa as falhas mais recorrentes nesse sistema construtivo e suas potenciais consequências, propondo medidas preventivas e corretivas. A pesquisa foi realizada no município de São José de Piranhas-PB, por meio de inspeções técnicas em três obras denominadas A, B e C, utilizando *checklist* padronizado, registros fotográficos e análise comparativa das não conformidades observadas. Entre as falhas identificadas, destacam-se perda parcial de cobrimento, concretagem mal executada, ausência de ponte de aderência, uso inadequado de fôrmas e incompatibilidade entre projetos arquitetônico, estrutural e complementares. Os dados foram sistematizados em quadros e gráficos, permitindo avaliar gravidade, urgência e priorização de reparos, além de estimar o potencial de evolução para patologias como fissuras, infiltrações, eflorescências, corrosão de armaduras e perda de capacidade estrutural. Constatou-se que a Obra A apresentou maior número de falhas, enquanto a Obra B concentrou as ocorrências mais graves e urgentes, seguidas de pontos críticos na Obra C. Os resultados reforçam que a prevenção, por meio da compatibilização de projetos, qualificação da mão de obra, fiscalização contínua e atendimento às normas técnicas, é a estratégia mais eficaz para garantir segurança, durabilidade e economicidade das edificações. Conclui-se que a adoção de práticas preventivas desde as fases iniciais reduz custos futuros com reparos e preserva a integridade estrutural ao longo da vida útil da construção.

**Palavras-chave:** concreto armado; falhas construtivas; manifestações patológicas; compatibilização de projetos.

## ABSTRACT

Reinforced concrete is widely used in Brazilian construction due to its versatility, strength, and economic viability. However, flaws in construction processes, whether due to inadequate execution, lack of project compatibility, or lack of supervision, can compromise the durability and safety of structures, favoring the emergence of pathological manifestations. This study analyzes the most common flaws in this construction system and their potential consequences, proposing preventive and corrective measures. The research was conducted in the municipality of São José de Piranhas, Paraíba, through technical inspections of three projects designated A, B, and C, using a standardized checklist, photographic records, and a comparative analysis of the observed nonconformities. Among the flaws identified were partial loss of cover, poorly executed concreting, lack of bond bridges, inadequate use of formwork, and incompatibility between architectural, structural, and complementary designs. The data were systematized into tables and graphs, allowing for the assessment of severity, urgency, and prioritization of repairs, in addition to estimating the potential for development of pathologies such as cracks, leaks, efflorescence, reinforcement corrosion, and loss of structural capacity. It was found that Project A presented the highest number of failures, while Project B concentrated the most serious and urgent occurrences, followed by critical points in Project C. The results reinforce that prevention, through project compatibility, workforce qualification, continuous inspection, and compliance with technical standards, is the most effective strategy for ensuring the safety, durability, and cost-effectiveness of buildings. It is concluded that adopting preventive practices from the initial stages reduces future repair costs and preserves structural integrity throughout the building's lifespan.

**Keywords:** reinforced concrete; construction defects; pathological manifestations; project compatibility.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Falhas na execução do pilar e incorporação da tubulação. ....	28
Figura 2 - Concretagem mal executada, falha no adensamento da viga.....	29
Figura 3 - Concretagem mal executada, falha no adensamento do pilar. ....	30
Figura 4 - Fissuras na interface entre pilar de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos.....	31
Figura 5 - Pilar com perda parcial do cobrimento de concreto. ....	32
Figura 6 - Concretagem mal executada, falha no adensamento do pilar. ....	33
Figura 7 - Concretagem mal executada, falha no adensamento da viga.....	34
Figura 8 - Problemas visíveis de fôrma, desforma e cura do pilar. ....	35
Figura 9 - Problemas visíveis de fôrma, desforma e cura da verga. ....	36

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	OBJETIVOS .....	14
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3.1	ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO .....	15
3.2	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CONCRETO ARMADO .....	15
3.2.1	Dosagem, mistura e transporte do concreto .....	16
3.2.2	Armaduras .....	16
3.2.3	Fôrma, desforma e escoramento .....	17
3.2.4	Lançamento e adensamento .....	18
3.2.5	Cura.....	18
3.2.6	Acabamento.....	18
3.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	19
3.3.1	Fissuras e Trincas.....	19
3.3.2	Corrosão das armaduras, carbonatação e deslocamento .....	20
3.3.3	Segregação do Concreto.....	20
3.3.4	Eflorescência e Bolor .....	21
3.4	TRATAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	21
3.5	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS .....	22
4	METODOLOGIA .....	23
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	23
4.3	MÉTODO DA PESQUISA.....	24
4.3.1	Consulta em plataformas de pesquisas e seleção de literaturas .....	25

4.3.2	Elaboração do checklist.....	25
4.3.3	Visitas in loco.....	25
4.3.4	Identificação de não conformidades e projeção de manifestações patológicas futuras ..	26
4.3.5	Tabulação de dados .....	26
4.3.6	Proposição de medidas corretivas e preventivas .....	26
5	RESULTADOS E ANÁLISES .....	27
5.1	OBRA A.....	27
5.2	OBRA B.....	31
5.4	OBRA C.....	33
5.5	ANÁLISE DA GRAVIDADE, URGÊNCIA E PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES NAS OBRAS AVALIADAS .....	37
5.5.1	Quantidade de erros por obra .....	38
5.5.2	Obras com falhas mais graves.....	40
5.5.3	Ordem de urgência para reparos .....	40
5.5.4	Potencial para manifestações patológicas graves.....	40
5.5.5	Conclusão da análise .....	41
6	CONCLUSÃO .....	42
	REFERÊNCIAS .....	44
	APÊNCIDE A - <i>CHECKLIST</i> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem grande impacto na sociedade e na economia brasileira, desde o aumento no Produto Interno Bruto (PIB) até a geração de empregos para a sociedade, com a necessidade de mão de obra. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2023), o setor é responsável pela geração de aproximadamente 2,7 milhões de postos de trabalho com carteira assinada, apresentando ainda potencial para expansão do número de trabalhadores.

O uso do concreto armado, em especial, ocupa papel central nesse cenário. Esse sistema construtivo começou a ganhar relevância no Brasil ainda no início do século XX e, atualmente, é o principal método empregado na execução de estruturas, tanto em obras de pequeno porte quanto em grandes empreendimentos. Bolina, Tutikian e Helene (2019) explicam que a sua maior frequência de uso é justificada, principalmente, pelos reduzidos custos envolvidos na sua produção, devido aos seus materiais constituintes e à mão de obra empregada na etapa de execução.

Segundo Silva (2021), a resistência do concreto armado depende diretamente da qualidade dos materiais utilizados, quando inadequados, comprometem não apenas sua capacidade estrutural, mas também sua durabilidade e vida útil.

O uso do concreto sem o adequado controle de qualidade, seja na fase de projeto, execução ou na sua utilização, pode acarretar o aparecimento das mais diversas manifestações patológicas estruturais (Nadalini; Bispo, 2017). Nesse contexto, Berti, Silva Júnior e Akasaki (2019), em sua pesquisa, afirmam que essas falhas podem ocorrer em qualquer etapa da construção, desde o planejamento até o uso e operação. Porém, a etapa de projeto e planejamento é vista como a principal fonte de erros.

Para Santos, Silva e Nascimento (2017), o controle de qualidade não deve ocorrer apenas na fabricação e usinagem das matérias-primas utilizadas no canteiro, mas em todas as etapas da construção. Assim, é de suma importância também a fiscalização e o planejamento da execução dessas estruturas, a fim de reduzir a possibilidade de surgimento de manifestações patológicas.

O entendimento e análise das manifestações patológicas mais frequentes ajudariam a apresentar, no meio acadêmico e profissional, que a durabilidade das estruturas depende de um conjunto de ações (Saliba; Carvalho Júnior, 2019). Por isso, destaca-se e cresce o estudo sobre as manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado, a fim de proteger sua

vida útil, que, de acordo com a Norma Brasileira NBR 15575-1 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2024), tem que ser, no mínimo, maior ou igual a 50 anos.

Diversos casos recentes em todo o país comprovam que a falta de compatibilização de projetos e controle de execução resulta em graves prejuízos e riscos à segurança. Entre os exemplos mais comuns estão edifícios residenciais com fissuras e infiltrações poucos anos após a entrega e pontes interditadas por corrosão prematura de estruturas. Segundo o Jornal da Paraíba (2025), houve 1.905 denúncias de falhas em obras recebidas pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba (CREA-PB) entre os anos de 2023 e 2025. Esses problemas, muitas vezes evitáveis com planejamento adequado e fiscalização rigorosa, destacam a necessidade de maior atenção às etapas de projeto e execução.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como, identificar falhas construtivas em estruturas de concreto armado que possam originar futuras manifestações patológicas e propondo medidas corretivas e preventivas. O estudo busca contribuir para a conscientização sobre a importância de ter todos os projetos *in loco*, desde o arquitetônico até os complementares como estrutural e hidrossanitários, do uso de boas práticas construtivas e da fiscalização constante como estratégias para garantir a segurança, a durabilidade e a economicidade das edificações.

## 2 OBJETIVOS

Neste capítulo apresenta os objetivos que nortearão a pesquisa, estabelecendo com precisão o propósito do estudo e as metas a serem alcançadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Aqui, são definidos tanto o objetivo geral, que sintetiza a finalidade central da investigação, quanto os objetivos específicos, que detalham as etapas necessárias para sua concretização, garantindo assim direcionamento claro e coerente para a obtenção dos resultados esperados.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as falhas mais recorrentes nos processos construtivos de estruturas de concreto armado e suas consequências.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os tipos mais comuns de falhas nos processos construtivos de estruturas de concreto armado;
- classificar as causas dessas falhas, considerando aspectos de projeto, execução e fiscalização;
- avaliar as possíveis consequências estruturais e funcionais decorrentes dessas falhas, com ênfase nas manifestações patológicas;
- propor medidas preventivas e corretivas que minimizem a ocorrência de falhas e aumentem a durabilidade das estruturas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica da pesquisa, reunindo as contribuições dos principais autores e estudos relacionados ao tema. Além de contextualizar o problema investigado, esta revisão bibliográfica serve como alicerce teórico-metodológico para o desenvolvimento do trabalho, integrando conceitos-chave e referenciais que sustentam a análise proposta.

#### 3.1 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

O concreto armado é um material que combina a resistência à compressão do concreto com a resistência à tração do aço, resultando em um sistema estrutural eficiente e resistente. Botelho e Marchetti (2019) definem uma estrutura de concreto armado como sendo a combinação de concreto (areia, cimento, pedra e água) com uma estrutura resistente à tração, que, em geral, é o aço.

Historicamente, o uso do concreto armado no Brasil se intensificou a partir do início do século XX, com marcos importantes como a construção de pontes, viadutos e edifícios em centros urbanos. Atualmente, ele é o principal sistema estrutural empregado no país, em razão de sua versatilidade, sua excelente resistência à compressão, combinada com a flexibilidade proporcionada pelo aço de reforço, permite a criação de estruturas robustas capazes de suportar grandes cargas. (Cunha, *et al.* 2024) Além de disponibilidade de insumos e custo relativamente baixo quando comparado a outros sistemas construtivos. A NBR 6118 (ABNT, 2023) estabelece critérios técnicos que padronizam o projeto e a execução de estruturas de concreto armado, contribuindo para a segurança e a durabilidade das obras.

#### 3.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CONCRETO ARMADO

Para garantir que o concreto armado possua qualidade, segurança e durabilidade, é importante executar bem todas as etapas de produção deste material, desde a dosagem e mistura, forma e escoramento, adensamento até a cura do concreto. Segundo Araújo (2017), na fabricação do concreto é necessário realizar uma seleção criteriosa dos materiais constituintes, conhecendo as propriedades de cada um a fim de alcançar qualidade e uniformidade.

### *3.2.1 Dosagem, mistura e transporte do concreto*

A dosagem é um dos fatores essenciais para garantir a qualidade, resistência e durabilidade do material. Para Borges e Carreiro (2017), a dosagem do concreto trata do proporcionamento adequado dos materiais constituintes da mistura, sendo eles: cimento, água, agregados e, em algumas situações, aditivos.

Existem diversos métodos para a dosagem do concreto, cada um com suas características específicas e aplicações indicadas. Entre os mais conhecidos e utilizados no Brasil estão o método ABCP, desenvolvido pela Associação Brasileira de Cimento Portland, e o método IPT -USP, criado pela Universidade de São Paulo.

A mistura deve ser feita com os materiais na proporção correta e de forma homogênea, evitando que o concreto fique com consistência irregular ou com segregação dos agregados. Um concreto mal misturado pode resultar em falhas estruturais, baixa resistência e patologias como fissuras e segregação.

A mistura deve ser feita com os materiais na proporção correta e de forma homogênea, evitando que o concreto fique com consistência irregular ou com segregação dos agregados. Um concreto mal misturado pode resultar em falhas estruturais, baixa resistência e patologias como fissuras e segregação. Conforme Dias (2020), o concreto produzido em central permite a redução do número de operários na concretagem, menor desperdício de material, maior produtividade e ainda oferece a garantia do fornecedor.

O concreto deve ser transportado rapidamente até o local da aplicação e descarregado de maneira que minimize impactos, garantindo que chegue com as propriedades ideais para o lançamento e adensamento. Araújo (2017) afirma que essa rapidez no transporte é essencial para que se mantenha a homogeneidade da massa, evitando-se a segregação dos materiais. Este transporte pode ser feito por meio de jericas, guas e por meio de bombas.

### *3.2.2 Armaduras*

As armaduras desempenham papel fundamental nas estruturas de concreto armado, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2023), a armadura deve ser projetada e detalhada considerando as exigências específicas de cada elemento estrutural, levando em conta as condições de carregamento, agressividade ambiental e durabilidade da estrutura.

Além disso, Bastos (2024) destaca que uma ótima aderência entre a armadura de aço e o concreto é de fundamental importância para a existência do concreto armado, o que

subentende o trabalho solidário e conjunto entre os dois materiais.

Outro aspecto essencial é o cobrimento mínimo das armaduras, que deve atender às especificações normativas, conforme estabelece a NBR 12655 (ABNT 2022), o cobrimento das armaduras deve proteger o aço contra a corrosão e assegurar um bom desempenho técnico no conjunto aço-concreto.

### 3.2.3 *Fôrma, desforma e escoramento*

A NBR 15696 (ABNT, 2009) define as fôrmas como estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante. Se executadas da maneira correta elas garantem o formato, dimensões e acabamento da peça concretada.

O sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo a ter: resistência a ações a que possa ser submetida durante o processo de construção (Cambraia, 2017). Para Bolina, Tutikian e Helene (2019), a deficiência de um projeto de formas ou do seu escoramento podem induzir manifestações patológicas no concreto ainda no estado fresco.

Além disso, é importante aplicar um desmoldante para evitar que a madeira grude no concreto, que acordo com a NBR 14931 (ABNT, 2023) devem ser aplicados conforme as especificações do fabricante e normas nacionais, garantindo a correta dosagem para evitar excessos ou falta do produto. A aplicação adequada desses agentes é fundamental para facilitar a remoção das fôrmas, prevenindo a aderência do concreto e minimizando danos à superfície da peça moldada.

Já no que se refere ao escoramento, podemos definir como um sistema provisório que serve de sustentação para as formas até a cura completa do concreto, a fim de evitar colapsos ou deformações na estrutura. O escoramento escolhido de maneira correta, irá contribuir para a segurança de todas as pessoas envolvidas e para que a obra seja concluída com sucesso (Borges *et al.*, 2019)

Para que ele cumpra bem esse papel, alguns cuidados são essenciais. A NBR 15696 (ABNT, 2009), informa que as escoras devem ser montadas corretamente sempre alinhadas na vertical e firmemente apoiadas em bases estáveis, como calços de madeira ou placas, para evitar afundamentos ou deslocamentos e também respeitar que as distâncias máximas recomendadas para posicionamento dos elementos verticais de suporte são 2,0 m x 2,0 m. Além disso, é importante travar as escoras entre si para aumentar a estabilidade e evitar tombamentos.

Falhas comuns, como má vedação e desforma prematura, podem resultar em concretos com porosidades, fissuras ou perda de cobrimento.

#### *3.2.4 Lançamento e adensamento*

O adensamento do concreto é uma etapa crucial para a sua durabilidade. Logo após o despejo do concreto fresco na forma devemos realizar o adensamento a fim de se obter um concreto denso e compacto evitando assim a presença de bolhas de ar e excesso de água no interior do concreto (Santos, 2021), diminuindo as chances de infiltração e corrosão das armaduras aumentarem.

Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto, o adensamento deve ser feito de forma energética para que não ocorra o aparecimento de vazios (bicheiras), ou ocorra um excesso, causando a separação dos elementos, segregação (Dutra; Silva, 2016)

Conforme a NBR 14931 (ABNT, 2023), o lançamento do concreto deve ser realizado com técnicas que minimizem a segregação entre seus componentes, especialmente quando a altura de queda livre do concreto ultrapassa 2 metros. A norma também enfatiza que, nessa etapa para garantir um adensamento homogêneo é necessário adensar em vários pontos, e não concentrar tudo em um único local.

#### *3.2.5 Cura*

A cura do concreto é definida, portanto, como um conjunto de procedimentos responsável pela manutenção de condições de temperatura e umidade adequadas para o desenvolvimento das reações de hidratação do cimento (Araldi, 2020).

As NBRs 5738 (ABNT, 2015) e 6118 (ABNT, 2023) trazem orientações claras sobre como e por quanto tempo a cura deve ser feita. Segundo elas, recomenda-se um mínimo de sete dias de cura em condições normais, podendo chegar a mais tempo em ambientes muito secos ou agressivos. Existem diferentes métodos: usar lonas plásticas para reter a umidade, aplicar água periodicamente com mangueiras ou aspersores, cobrir com mantas úmidas, ou ainda aplicar produtos chamados membranas de cura química, que formam uma película sobre o concreto, ajudando a manter a umidade.

#### *3.2.6 Acabamento*

De acordo com Damaceno (2021), o acabamento adequado do concreto é essencial para garantir a durabilidade da estrutura, pois influencia diretamente na absorção de água e na

porosidade do material.

A norma NBR 14931 (ABNT, 2023), que trata da execução de estruturas de concreto, orienta como esse procedimento deve ser feito, reforçando a importância do adensamento prévio e da utilização de ferramentas adequadas para nivelar e alisar o concreto. Afinal, uma superfície mal-acabada pode favorecer a entrada de agentes agressivos, como a água ou o CO<sub>2</sub>, comprometendo a durabilidade da estrutura.

### 3.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As manifestações patológicas no concreto são quaisquer irregularidades que ocorrem nas estruturas, afetando sua durabilidade, resistência e funcionalidade. Desta forma, Rocha Neto e Bessa (2019) afirmam que a ocorrência da manifestação patológica está associada a falhas ocorridas durante a realização de uma ou mais etapas da construção, seja no projeto, na execução ou na utilização da edificação e podem manifestar-se após o início da obra, durante a realização, a fase de uso ou após anos de conclusão da obra.

Dentre as diversas manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, podemos destacar: trincas e fissuras, corrosão das armaduras, deslocamento do concreto, eflorescência, mancha e bolor e segregação do concreto.

#### 3.3.1 Fissuras e Trincas

Uma das manifestações patológicas que podem ser encontradas nas estruturas de concreto armado são as fissuras. Magalhães e Figueiredo (2021) definem fissuras como aberturas que afetam a superfície do concreto tornando-se um caminho rápido para entradas de agentes agressivos e também, dependendo do nível, podem afetar a resistência mecânica da estrutura.

Silva *et al.* (2023) definem que as trincas possuem espessura de 0,5 mm a 1,0 mm na qual um certo objeto ou parte dele se parte, separado em partes. O Quadro 1, distingue os tipos de aberturas quanto a sua espessura.

Quadro 1 - Classificação da abertura quanto a sua espessura.

<b>Abertura</b>	<b>Espessura</b>
<b>Fissura</b>	Até 0,5 mm
<b>Trinca</b>	De 0,5 mm a 1,5mm
<b>Rachadura</b>	De 1,5 mm a 5,0 mm
<b>Fenda</b>	De 5,0 mm a 10 mm

<b>Brecha</b>	Acima de 10 mm
---------------	----------------

Fonte: Adaptado de (Silva *et al.* 2023).

### 3.3.2 Corrosão das armaduras, carbonatação e deslocamento

A corrosão das armaduras é um dos principais problemas e desafios enfrentados nas estruturas de concreto armado. Em nível mais avançado de propagação na estrutura, sem a adequada manutenção, a seção transversal do aço perde dimensão e, conseqüentemente, a capacidade de resistir aos esforços de tração, comprometendo a estabilidade da edificação (Santiago, 2023).

Segundo Meira (2017), a corrosão pode ser vista como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos.

A carbonatação do concreto, um dos principais mecanismos de corrosão de armaduras, consiste em um processo físico-químico progressivo em que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) presente na atmosfera penetra na estrutura, reduzindo significativamente o pH do concreto e desprotegendo as armaduras (Oliveira, 2019). Esse fenômeno inicia-se na superfície externa e avança gradativamente para o interior da estrutura, comprometendo sua durabilidade.

O deslocamento do concreto é uma manifestação patológica caracterizada pelo destacamento parcial ou total de camadas da superfície do concreto, geralmente acompanhado por fissuras, perda de aderência e exposição das armaduras. Segundo Batista (2020), essa patologia geralmente ocorre devido a falhas na execução, como adensamento inadequado, uso de materiais de baixa qualidade e falta de manutenção preventiva. Tais fatores favorecem a formação de vazios e fissuras na matriz cimentícia, que facilitam a infiltração de agentes agressivos.

### 3.3.3 Segregação do Concreto

A segregação do concreto acontece quando os ingredientes que formam a mistura, como areia, cimento e pedra, acabam se separando ao invés de ficarem bem misturados. Isso pode acontecer durante o transporte ou na hora de colocar o concreto no lugar. Nessa premissa Costa, Antunes e Santos (2020), afirmam que a segregação do concreto, ocasionado muitas vezes pelo lançamento, adensamento e/ou dosagens inadequados, são responsáveis por um concreto mais poroso, tornando-se também um meio de entrada de agentes agressivos, deixando a armadura mais suscetível à corrosão.

### 3.3.4 *Eflorescência e Bolor*

A eflorescência é uma manifestação comum em paredes e estruturas de concreto, visível como manchas brancas na superfície. A eflorescência está associada a umidade e aos sais presentes no interior das alvenarias, esses sais podem ser provenientes dos materiais utilizados para construção das edificações, ou até mesmo infiltrados na parede por meio do solo salino (Magalhães; Figueiredo, 2021).

Já o bolor (crescimento de fungos ou mofos) aparece como manchas escuras ou esverdeadas e está diretamente associado a locais com alta umidade relativa, pouca ventilação e ausência de luz solar. A degradação causada por bolores e fungos cromogêneos limita-se à superfície do elemento, por meio de uma alteração da coloração da peça, comprometendo, em um primeiro momento, apenas a estética do material (Bolina; Tutikian; Helene, 2019).

## 3.4 TRATAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O tratamento dessas manifestações deve considerar a origem e a gravidade da patologia. Em fissuras e trincas, entre as técnicas mais utilizadas está a injeção de resinas epoxídicas, que preenchendo as aberturas, restaurando a continuidade estrutural e impedindo a infiltração de agentes agressivos que aceleram a deterioração (Batista, 2020).

Em relação ao tratamento de corrosão das armaduras, Hurtado (2025) recomenda realizar a limpeza mecânica da armadura (com escova de aço ou jato abrasivo) e aplicar pasta cimentícia de proteção ou argamassa com inibidores de corrosão. Já em casos de eflorescência e bolor o autor ressalta que como solução de reparo é necessário realizar a escovação da área com escova de cerdas duras e aplicação de solução ácida diluída.

Borges (2023), em seu trabalho aponta que pós a escolha do método adequado para o reparo é necessário o preparo da superfície dos componentes estruturais, como por exemplo: escarificação manual ou mecânica, lixamento ou apicoamento com martelo.

A qualidade da execução também é fundamental para o bom desempenho da estrutura. O controle tecnológico do concreto utilizado é determinante para a segurança da estrutura, sendo que no mesmo há muitos fatores de dispersão, existentes tanto na escolha dos materiais como passando pela mão de obra e processo de produção (Silva, 2019).

### 3.5 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Mais relevante que corrigir manifestações patológicas é preveni-las, o que passa necessariamente por um projeto bem elaborado e compatibilizado. Bolina, Tutikian e Helene (2019) ressaltam que, as intervenções ou manutenções preventivas não são realizadas quando se deflagra algum problema, mas em algum ponto que antecede o surgimento da falha, de forma a preveni-la.

A falta de integração entre os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações é uma das principais causas de interferências em obra, como aberturas indevidas em lajes ou vigas e alterações improvisadas de elementos estruturais. A NBR 16636-1 (ABNT, 2017) que trata da gestão de projetos na construção civil reforça a necessidade de compatibilização interdisciplinar já nas fases iniciais, como forma de garantir viabilidade técnica, segurança e racionalidade executiva.

Já em relação a durabilidade, a NBR 6118 (ABNT, 2023), principal norma de projeto estrutural em concreto no Brasil, dedica capítulos inteiros à durabilidade das estruturas, tratando de critérios como cobrimento mínimo das armaduras, controle da abertura de fissuras, escolha do concreto com base na Classe de Agressividade Ambiental (CAA) e orientações específicas sobre o uso de aditivos e materiais alternativos.

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia adotada na pesquisa, detalhando sistematicamente os procedimentos, técnicas e instrumentos utilizados para coleta e análise dos dados. A estrutura metodológica foi desenvolvida para garantir a consistência e confiabilidade dos resultados obtidos no estudo.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido no Município de São José de Piranhas, localizado no Estado da Paraíba, que possui uma população estimada em 19.067 habitantes e área territorial de 686,918 km<sup>2</sup>. A cidade possui clima semiárido, com precipitação média anual de 700 mm, o que influencia a durabilidade das estruturas devido à exposição a ciclos de umidade e seca.

A escolha do local justifica-se pelo crescimento acelerado de obras públicas e privadas na região, além do histórico de ocorrências de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado (relatados por moradores em edificações com menos de 10 anos de uso), o que demanda uma análise criteriosa para identificar as causas e propor soluções.

### 4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo adotou uma abordagem quali-quantitativa, que se revela adequada para investigar as falhas em processos construtivos e suas manifestações patológicas. A dimensão qualitativa se faz presente na interpretação crítica das não conformidades encontradas nas obras analisadas, onde o olhar técnico do pesquisador foi fundamental para compreender as relações entre as falhas de execução e os problemas identificados (Menezes *et al.*, 2019).

Ao mesmo tempo, a componente quantitativa trouxe rigor científico ao trabalho, permitindo mensurar e comparar a incidência das diferentes falhas (Frainer, 2020). Esta dupla abordagem permitiu não apenas descrever os problemas, mas também estabelecer relações estatísticas entre eles, como ficou evidente na correlação entre falta de compatibilização de projetos e incidência de patologias.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa se caracteriza simultaneamente como descritiva e explicativa. O caráter descritivo manifestou-se no minucioso registro das condições encontradas em cada obra, documentadas através de fotografias, tabelas e relatórios que catalogaram desde fissuras aparentes até problemas estruturais mais graves. E do tipo explicativa, em que essas pesquisas são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade,

pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas (Gil, 2022).

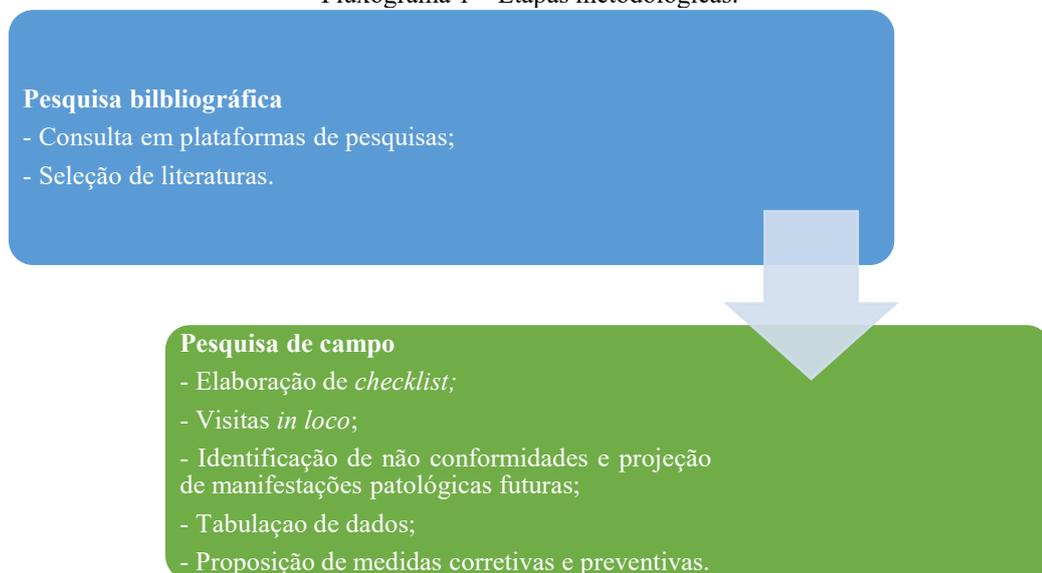
A natureza aplicada da pesquisa fica evidente em seu compromisso com a solução prática dos problemas identificados. Mais do que mapear as falhas, o estudo se propôs a oferecer recomendações concretas para sua correção e prevenção. Estas propostas concretizam-se com o planejamento de uma ação destinada a enfrentar o problema que foi objeto de investigação (Gil, 2022).

No que diz respeito aos meios de investigação, o trabalho combinou a pesquisa bibliográfica com o estudo de caso. A revisão bibliográfica foi fundamental para estabelecer o marco teórico, incorporando desde normas técnicas até os estudos mais recentes sobre manifestações patológicas do concreto. Já o estudo de caso, centrado nas três obras de São José de Piranhas, permitiu aplicar este referencial teórico a situações reais, examinando como as falhas descritas na literatura se manifestam na prática. Esta combinação conferiu ao trabalho tanto profundidade teórica quanto relevância prática (Mazucato *et al.*, 2018).

### 4.3 MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em duas fases principais: pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, com abordagem qualitativa e quantitativa, conforme o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Etapas metodológicas.



Fonte: Autoria própria.

#### 4.3.1 Consulta em plataformas de pesquisas e seleção de literaturas

Para fundamentação teórica, foram consultadas fontes científicas em bases de dados reconhecidas, tais como, Google Acadêmico, SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), Portal de Periódicos CAPES, Academia.edu, *Science.gov* e BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações).

Foram selecionados artigos científicos, normas brasileiras – NBR's, manuais, dissertações e teses relacionadas a manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, métodos executivos e técnicas de recuperação.

Como critério de buscas foram utilizados termos como "manifestações patológicas em concreto armado", "fissuras", "causas", "carbonatação em estruturas no semiárido", "reparos em concreto, NBR 6118, NBR 12655 e NBR 5738. A partir disso foram feitas visitas em obras na cidade para obter informações sobre o tipo e porte da obra, a fase construtiva em que se encontra, os projetos e técnicas envolvidos etc. Foram escolhidas aquelas onde existem a maior concentração de execução de estruturas de concreto armado, objeto de estudo da presente pesquisa.

#### 4.3.2 Elaboração do checklist

Foi desenvolvido um documento técnico em formato de formulário, contendo dados gerais da obra (nome, localização e responsável técnico, dados que serão preservados no estudo), métodos executivos (concretagem, fôrma, cimbramento e descimbramento), armadura (posicionamento, espaçamento, ancoragem), cobrimento mínimo, controle tecnológico do concreto (abatimento, resistência) e falhas construtivas observadas (fissuras, deslocamentos, carbonatação, corrosão de armaduras).

O *checklist*, vide Apêndice A, serviu como guia para padronizar as inspeções, evitar omissões e, assim garantir a coleta de dados consistentes.

#### 4.3.3 Visitas in loco

Foram selecionadas 3 obras (A, B e C) no município, considerando a acessibilidade (obras com autorização para vistoria e disponibilidade de projetos), o tipo e porte da construção (edifícios residenciais, comerciais), fase construtiva (em execução ou finalizada), empresa responsável (para verificação de padrões de qualidade), os projetos e as técnicas envolvidas.

As visitas técnicas foram realizadas com o objetivo de aplicar o *checklist* nas estruturas selecionadas, registrar evidências fotográficas dos erros construtivos, conversar de forma informal com os responsáveis técnicos (engenheiros, mestres de obras) sobre os métodos executivos adotados e comparar as práticas observadas com as recomendações normativas.

#### *4.3.4 Identificação de não conformidades e projeção de manifestações patológicas futuras*

Para estruturas já concluídas, foi realizada uma análise das possíveis manifestações patológicas que surgirão, correlacionando-as com possíveis falhas (erros de projeto e execução, má qualidade dos materiais, etc.), que implicarão na redução da durabilidade e vida útil da estrutura.

Essa etapa permitiu estabelecer relações entre as não conformidades observadas e os impactos (leve, moderado e grave) na durabilidade das estruturas.

#### *4.3.5 Tabulação de dados*

Os resultados foram organizados em tabelas e gráficos, a fim de sistematizar as informações obtidas, facilitando o entendimento dos fenômenos ocorridos. Para isso foi utilizado planilhas, para quantificação das ocorrências. A análise permitiu identificar padrões e tendências nas falhas construtivas.

#### *4.3.6 Proposição de medidas corretivas e preventivas*

Para cada erro construtivo identificado e futuras manifestações patológicas que poderão ocorrer, foram sugeridas terapias de intervenção, tais como reparos superficiais, reforço estrutural e recomendações preventivas (melhoria no controle tecnológico, treinamento de mão de obra).

As soluções foram embasadas em normas técnicas e literatura especializada, considerando o custo-benefício e a realidade do contexto local.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, são apresentados de forma organizada e detalhada dos dados obtidos a partir das inspeções e análises realizadas nas obras selecionadas. A exposição dos resultados é acompanhada de uma discussão técnica, na qual os dados são interpretados à luz do referencial teórico e das normas aplicáveis, buscando estabelecer relações diretas entre as falhas de execução identificadas, as potenciais manifestações patológicas e seus impactos na durabilidade e segurança das estruturas.

### 5.1 OBRA A

A obra A é uma construção de uso comercial, visitada durante o processo de inspeção técnica. Na ocasião, foi disponibilizado apenas o projeto arquitetônico, sem acesso aos projetos complementares, como o estrutural, elétrico e hidrossanitário. Essa ausência ficou evidente nas incompatibilidades observadas entre os sistemas construtivos. As estruturas de concreto já haviam sido executadas e as fôrmas haviam sido recentemente removidas, o que permitiu uma visualização mais clara dos elementos estruturais.

A falta desses documentos técnicos pode ter influenciado diretamente em algumas falhas de execução percebidas, além de comprometer o acompanhamento adequado da obra e o alinhamento com as boas práticas da engenharia.

Uma falha na execução do pilar é evidenciada, especialmente no que se refere à incorporação da tubulação e ao acabamento inadequado do elemento estrutural, como apresentado na figura 1. A origem desse problema pode estar tanto na fase de execução quanto na etapa de projeto, uma vez que a ausência de compatibilização entre os projetos estrutural e hidrossanitário pode levar a interferências desse tipo.

Figura 1 - Falhas na execução do pilar e incorporação da tubulação.



Fonte: Autoria própria.

Pode ser notado também que uma parte do concreto do pilar foi removida para permitir a passagem da tubulação, o que compromete significativamente sua integridade, podendo resultar na perda da capacidade estrutural e no surgimento de fissuras ao longo do tempo. Além disso, caso a tubulação não esteja devidamente vedada, há o risco de infiltração, que por sua vez pode provocar a corrosão das armaduras internas e o aparecimento de eflorescência na superfície do concreto, o que tende a ser de alta gravidade para vida útil da estrutura.

Como causa principal, destaca-se a falta de coordenação entre os projetos e a negligência na verificação de interferências antes do início da execução. Essa problemática é ressaltada por Santos, Sacramento e Marinho (2024), que afirmam que à falta de comunicação entre projetos além de custos não previstos no orçamento devidos aos problemas na execução, tem-se a perda da eficácia na execução o que pode ocasionar patologias futuras na edificação. Como medida corretiva, foi proposto um reforço estrutural para restaurar a capacidade do pilar, além de reforçar a importância de se realizar a compatibilização prévia entre os projetos, a fim de evitar esse tipo de ocorrência em futuras etapas da obra.

Foi possível observar também uma viga com diversos problemas visíveis, resultado claro de uma execução inadequada. Entre os danos observados, estão falhas no concreto e sinais de má aderência entre a viga e a alvenaria, mostrados na figura 2. Esses problemas, infelizmente, são comuns quando o concreto não é lançado ou adensado corretamente. A

superfície da viga apresenta uma textura irregular e pontos onde o concreto não preencheu completamente as formas, criando vazios que comprometem tanto a resistência quanto a durabilidade da estrutura.

**Figura 2** - Concretagem mal executada, falha no adensamento da viga.



Fonte: Autorial Própria (2025)

Se essas falhas não forem corrigidas a tempo, é provável que surjam fissuras mais profundas e eflorescência, o que pode acelerar a corrosão das armaduras e colocar em risco a segurança da edificação. Segundo Magalhães e Figueiredo (2021), o problema de umidade quando surge como uma manifestação patológica acaba trazendo um desconforto e podem ocasionar muitas consequências, tanto na parte estética, quanto em relação à segurança estrutural. Além disso, a má aderência com a alvenaria pode causar deslocamentos ou trincas nas paredes ao longo do tempo.

Para resolver essa situação, foi proposto a correção das falhas com argamassa polimérica, escolhida por suas propriedades superiores em relação à aderência, resistência e impermeabilidade. Esse tipo de material é especialmente indicado em casos como este, pois proporciona um reparo mais durável e seguro.

A interface entre um pilar de concreto armado e a alvenaria de vedação em bloco cerâmico apresenta falhas na execução, como desnível, adensamento do concreto e ausência de uma transição adequada entre os materiais. A superfície do pilar mostra porosidades, segregações, irregularidades visuais e presença de ninhos de concretagem, indicando provável falha no adensamento durante a concretagem. Além disso, observa-se uma má aderência entre o pilar e a alvenaria, possivelmente em decorrência da ausência de uma ponte de aderência, o que compromete a integração entre os dois elementos, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Concretagem mal executada, falha no adensamento do pilar.



Fonte: Autoria própria.

Esse tipo de falha pode resultar, com o tempo, no surgimento de fissuras na interface entre os materiais, agravadas pela presença de ninhos de concretagem, o que facilita a entrada de umidade e aumenta o risco de manifestações patológicas como eflorescências e até corrosão da armadura. Nascimento (2022) em seu trabalho confirma que os nichos de concretagem afetam a durabilidade, resistência da estrutura, além de comprometer a estética. Como solução econômica e tecnicamente eficiente, foi indicado como terapia a remoção das partes mal aderidas e a aplicação resina e em áreas internas como era o caso, onde a exigência estrutural é menor, o acabamento pode ser feito com massa corrida, garantindo o aspecto estético e a vedação superficial de forma prática e econômica.

A parede de alvenaria apresenta uma junta entre o pilar de concreto e os blocos cerâmicos, onde são observadas fissuras verticais e diagonais nas regiões de transição. Essas fissuras são causadas, principalmente, pela retração da argamassa, pela dilatação térmica diferencial entre os materiais e pela ausência de tela metálica de amarração entre pilar e alvenaria. Também são visíveis falhas de assentamento e juntas mal preenchidas, o que indica execução deficiente, conforme evidenciado na Figura 4.

Figura 4 - Fissuras na interface entre pilar de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos.



Fonte: Autoria própria.

Essas manifestações patológicas, se não corrigidas, podem comprometer o desempenho estrutural e funcional da parede, principalmente em relação à estabilidade da alvenaria de vedação, à aderência do revestimento e à estanqueidade da edificação. Em casos mais graves, podem ocorrer destacamentos de revestimento, infiltrações e até desagregação localizada da alvenaria, afetando a segurança e durabilidade da estrutura.

Como solução técnica de menor custo, foi recomendado aplicar diretamente sobre a fissura uma mistura de cimento e água em consistência de nata (tipo “leite de cimento”), utilizando um pincel ou broxa. Após a secagem, pode-se aplicar uma camada fina de argamassa com cal para nivelar a superfície.

## 5.2 OBRA B

A edificação B é de uso comercial e, durante a visita técnica, foi constatado que apenas o projeto arquitetônico estava disponível no local. As estruturas já haviam sido executadas e as fôrmas recém-retiradas, com o concreto ainda em fase inicial de cura. As falhas que foram identificadas na execução, grande parte pode ser atribuída à ausência dos projetos complementares, que compromete a compatibilização entre as etapas da obra. Essa falta de integração entre os projetos prejudica o planejamento, favorece improvisações em campo e aumenta o risco de erros técnicos.

Pode observar também um pilar com perda parcial do cobrimento de concreto, condição que expõe ou aproxima as armaduras da superfície, favorecendo a ação de agentes agressivos como umidade e CO<sub>2</sub>. Essa exposição pode desencadear a corrosão das armaduras, cujo produto da oxidação gera expansão volumétrica, causando fissuras e destacamentos adicionais do concreto ao redor, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Pilar com perda parcial do cobrimento de concreto.



Fonte: Autoria própria.

Com o tempo, essas fissuras ampliam a entrada de umidade e contaminantes, acelerando a degradação. Além disso, a perda de aderência entre o aço e o concreto compromete a transferência de esforços, resultando em redução da capacidade resistente do pilar. Como afirmam Amorim, Silva e Moreira (2024), a oxidação enfraquece os componentes estruturais, levando à redução da resistência e à possível falha estrutural. Caso não haja intervenção, há risco progressivo de perda da função estrutural do elemento.

Como solução prática, foi recomendado a escarificação do concreto deteriorado até atingir região íntegra, tratamento das armaduras com passivador e recomposição do cobrimento com argamassa cimentícia aditivada, garantindo proteção duradoura e recuperação da função estrutural.

Também foi detectado um pilar apresentando falhas visíveis de acabamento, com partes do concreto mal compactado, possíveis perdas de cobrimento e uma má integração com a alvenaria ao lado, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Concretagem mal executada, falha no adensamento do pilar.



Fonte: Autoria própria.

Se não for corrigido, essa condição pode comprometer tanto a durabilidade quanto a função estrutural do elemento ao longo do tempo e futuramente manifestações patológicas como: fissuras verticais na face do pilar, destacamento do cobrimento, exposição das armaduras e perda de aderência entre concreto e aço podem ser desencadeadas. Esses danos são agravados pela ação de agentes agressivos como umidade, dióxido de carbono e cloretos, que penetram no concreto e aceleram a corrosão das armaduras.

A interface entre o pilar e a alvenaria, sem tratamento adequado, favorece tensões localizadas e movimentações diferenciais, intensificando a formação de fissuras ou até mesmo trincas. Duarte, Barbosa e Farias (2021), destacam que a presença de fissuras acarreta a preocupação de que a estrutura pare de cumprir seus critérios de desempenho ou que diminua sua vida útil.

Depois disso, reconstituir o pilar com uma argamassa especial, reforçada, que tenha boa aderência e seja resistente ao tempo. Devendo respeitar a espessura certa para proteger o ferro e devolver ao pilar sua força original.

#### 5.4 OBRA C

A Obra C trata-se de uma construção privada de pequeno porte, ainda em fase inicial de execução. Durante a visita, foi possível observar algumas etapas em andamento, embora apenas o projeto arquitetônico estivesse disponível na obra, o que limitou a consulta a detalhes

estruturais e complementares. Ainda assim, a análise visual permitiu identificar falhas significativas na execução de elementos em concreto armado, que merecem atenção para evitar futuras manifestações patológicas. A seguir, são apresentados os principais problemas identificados, suas possíveis causas, consequências e as recomendações de tratamento antes da finalização da estrutura.

Outro ponto evidente está na viga de concreto sobre o vão da passagem, que apresenta uma superfície irregular e porosa, indicando que o concreto possivelmente não foi bem adensado no momento da concretagem, conforme ilustrado na Figura 7. Isso pode ter ocorrido por uso inadequado do vibrador ou até mesmo por descuido na etapa de lançamento. Esse tipo de falha, se não tratada, pode gerar fissuras e até exposição das armaduras, comprometendo a durabilidade do elemento estrutural.

Figura 7 - Concretagem mal executada, falha no adensamento da viga.



Fonte: Autoria própria.

Para corrigir essas falhas, foi proposto que a superfície da viga seja tratada com argamassa específica para reparo estrutural, garantindo um bom acabamento e proteção. A fiada de tijolos acima da viga deve ser reconstruída com peças inteiras, bem alinhadas e com argamassa bem aplicada, garantindo estabilidade e qualidade estética. Por fim, foi indicado o reforço da interface entre concreto e alvenaria, com tela de ligação ou selante flexível, para evitar fissuras com o tempo.

Um pilar evidencia problemas diretamente relacionados à forma e à desforma do concreto. A superfície apresenta marcas nítidas de tábuas de madeira, além de falhas de preenchimento e deslocamentos superficiais, indicando que a fôrma utilizada provavelmente estava mal vedada, mal fixada ou em mau estado de conservação. A má vedação permitiu o vazamento de nata de cimento durante a concretagem, comprometendo o acabamento e a integridade superficial do elemento, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Problemas visíveis de fôrma, desforma e cura do pilar.



Fonte: A autoria própria.

Outro ponto importante é a desforma aparentemente prematura. A presença de partes do concreto ainda “arrancadas” junto à textura da madeira que pode ter acontecido devido que o concreto não havia atingido resistência suficiente no momento da retirada da fôrma. Isso pode comprometer o cobrimento e deixou o pilar vulnerável a agentes externos, podendo futuramente causar a carbonatação do concreto e corrosão das armaduras.

Além disso, o aspecto esfarelado em algumas regiões indica que a cura do concreto pode ter sido negligenciada, agravando os efeitos da desforma antecipada. Com o tempo, essas falhas podem evoluir para manifestações patológicas como fissuras, deslocamentos mais profundos e perda de durabilidade do pilar. Daudt (2023) afirma que é um procedimento fundamental para que o material atinja suas características mecânicas especificadas e a durabilidade exigida.

Portanto, os danos visíveis podem estar diretamente ligados a erros no processo de montagem das fôrmas possivelmente com materiais inadequados, ausência de desmoldante

ou falta de travamento e na remoção antecipada, sem considerar o tempo mínimo de cura e a resistência necessária do concreto. Para evitar esse tipo de problema, foi reforçado a importância de utilizar fôrmas em bom estado, bem niveladas e vedadas, aplicar desmoldante corretamente, respeitar os prazos técnicos de desforma e garantir a cura adequada do concreto logo após a concretagem.

Por fim, foi observado uma verga de concreto executada sobre uma porta com problemas evidentes. A superfície do concreto está áspera, com partes porosas e sem definição nas quinas, indicando falhas tanto na montagem, quanto na retirada da fôrma, semelhante ao observado na imagem anterior, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Problemas visíveis de fôrma, desforma e cura da verga.



Fonte: Autoria própria.

Provavelmente a fôrma usada estava em más condições, mal vedada ou mal encaixada o que fez com que, a nata de cimento escorresse durante a concretagem, deixando o concreto com esse aspecto esfarelado e mal-acabado. Além disso, a forma aparenta ter sido retirada antes da hora, quando o concreto ainda não estava completamente curado. Isso é visível nas bordas malformadas, com o concreto “arrancado” em alguns pontos. Salgado *et al.* (2018) afirmam que um projeto de sistema de fôrmas dimensionado e elaborado da forma correta unido a uma fiscalização adequada durante a montagem e desfôrma é capaz de evitar as manifestações patológicas mais comuns decorrentes desses sistemas.

Outro detalhe importante é o encontro do concreto com a alvenaria. A junção está mal resolvida, com acúmulo de argamassa em algumas partes e falhas em outras, o que pode causar fissuras com o tempo, já que concreto e alvenaria se comportam de maneira diferente principalmente em relação à movimentação e dilatação.

Embora isso possa parecer apenas um problema estético agora, essas falhas de forma e desforma malfeitas podem, no futuro, facilitar a entrada de umidade, acelerar a degradação do concreto e até comprometer a proteção das armaduras internas. Se nada for feito, podem surgir trincas, deslocamentos de revestimento ou até corrosão das ferragens.

Como terapia foi sugerido corrigir a superfície com argamassa apropriada, garantindo aderência e acabamento. Também foi reforçado a importância de rever o processo, usar fôrmas bem vedadas, aplicar desmoldante corretamente, respeitar o tempo de cura e só remover as fôrmas quando o concreto estiver pronto.

## 5.5 ANÁLISE DA GRAVIDADE, URGÊNCIA E PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES NAS OBRAS AVALIADAS

A partir da sistematização das falhas construtivas no Quadro 2, foi possível estabelecer um comparativo entre as três obras vistoriadas (A, B e C), considerando: quantidade de erros identificados, potencial de gravidade de cada falha, urgência de reparos com base na possibilidade de evolução para manifestações patológicas severas e ordem de priorização das intervenções para mitigar riscos técnicos e econômicos.

Quadro 2 – Resumo das falhas construtivas identificadas.

<b>Obra</b>	<b>Falha principal</b>	<b>Descrição breve</b>	<b>Risco mais crítico</b>	<b>Ação recomendada</b>
<b>A</b>	Pilar com tubulação sem compatibilização	Concreto removido para passagem de tubulação	<b>Alto</b>	Reforço estrutural e compatibilização prévia de projetos
<b>A</b>	Viga com falha no adensamento	Textura irregular e vazios	<b>Médio</b>	Reparo com argamassa polimérica
<b>A</b>	Interface pilar–alvenaria sem tratamento	Desnível, porosidades, ausência de ponte de aderência	<b>Médio</b>	Chapisco com aditivo adesivo e acabamento adequado
<b>A</b>	Alvenaria mal assentada	Juntas mal preenchidas, sem tela de amarração	<b>Baixo</b>	Correção das juntas e uso de tela de amarração
<b>B</b>	Pilar com perda de cobrimento	Armaduras expostas	<b>Alto</b>	Tratamento das armaduras e recomposição do cobrimento

<b>B</b>	Pilar mal-acabado e mal integrado à alvenaria	Concreto mal compactado	Médio	Reconstituição com argamassa especial
<b>C</b>	Viga com falha no adensamento	Superfície porosa e irregular	Médio	Reparo com argamassa e reforço da interface
<b>C</b>	Pilar com falha de fôrma, desforma e cura	Marcas de madeira, deslocamentos, concreto esfarelado	Alto	Uso de fôrmas adequadas, desmoldante e cura correta
<b>C</b>	Verga mal executada	Quinas mal definidas e porosidade	Médio	Reparo superficial e revisão do processo de execução

Fonte: Autoria própria.

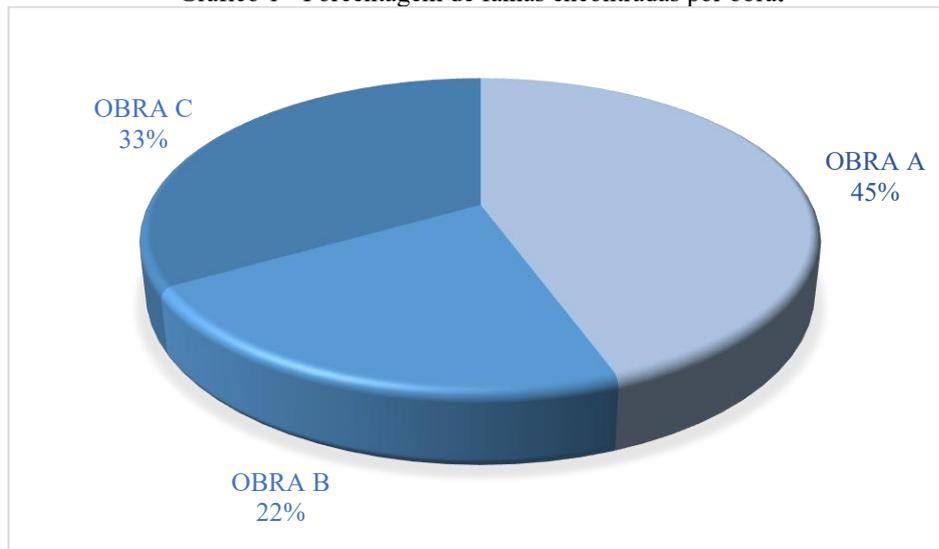
Legenda de Cores:  Alto risco – Possibilidade de comprometimento estrutural ou risco à segurança;  Médio risco – Pode gerar patologias relevantes, mas sem risco imediato à estrutura;  Baixo risco – Impacto mais estético ou localizado.

### 5.5.1 Quantidade de erros por obra

A Obra A apresentou o maior número de falhas (4 ocorrências), seguida pela Obra C (3 ocorrências) e pela Obra B (2 ocorrências), vide Gráfico 1. Entretanto, apenas o número de falhas não traduz, por si só, o risco real, sendo necessário avaliar a gravidade de cada caso.

Conforme ilustrado no Gráfico 1, a Obra A concentrou 45% das falhas identificadas, destacando-se como a mais crítica em termos quantitativos. Em seguida, a Obra C apresentou 33% das ocorrências, enquanto a Obra B registrou o menor índice (22%). Esses dados reforçam a necessidade de intervenções prioritárias na Obra A, especialmente em falhas como a incorporação inadequada de tubulação em pilares, que comprometem a segurança estrutural.

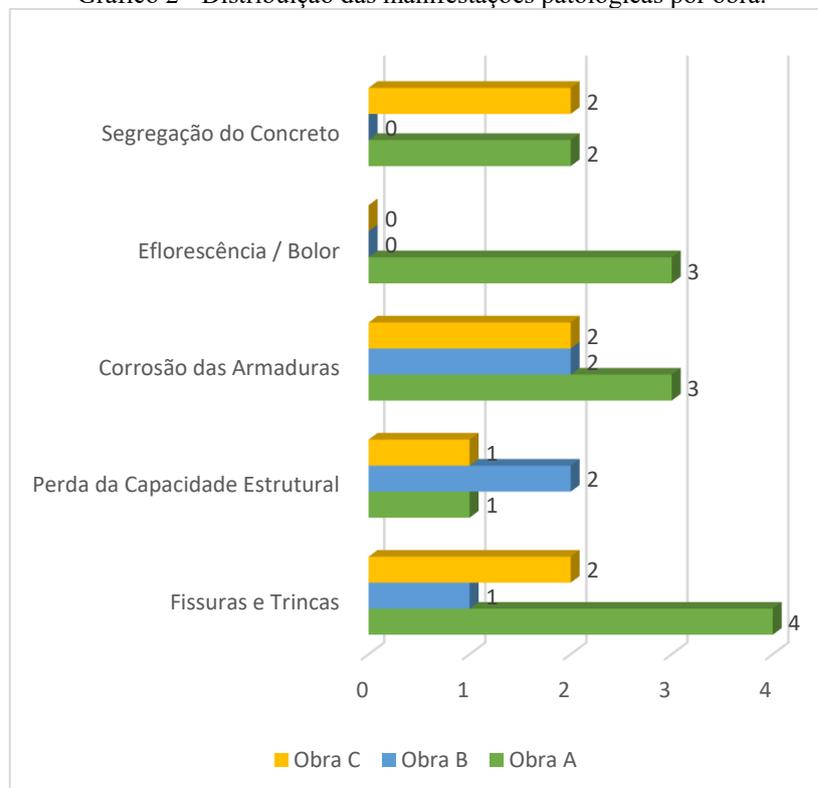
Gráfico 1 - Porcentagem de falhas encontradas por obra.



Fonte: Autoria própria.

É fundamental destacar que, caso essas falhas não sejam tratadas adequadamente, há uma alta probabilidade do surgimento de manifestações patológicas como fissuras, infiltrações, eflorescências, bolores e até comprometimento estrutural, vide Gráfico 2.

Gráfico 2 - Distribuição das manifestações patológicas por obra.



Fonte: Autoria própria.

Essas manifestações tendem a se agravar com o tempo, gerando riscos à segurança e à durabilidade da edificação, além de acarretar custos muito mais elevados com intervenções corretivas emergenciais.

### 5.5.2 Obras com falhas mais graves

A análise qualitativa demonstra que: a obra A possui falhas de alta e média gravidade, com destaque para o pilar com tubulação incorporada sem compatibilização de projetos, considerado crítico pela perda de capacidade estrutural; a obra B concentra problemas com maior potencial de risco estrutural, como o pilar com perda de cobrimento, expondo armaduras e favorecendo corrosão acelerada; e a obra C apresenta número intermediário de falhas, mas inclui o pilar com problemas de fôrma, desforma e cura, que pode reduzir drasticamente a durabilidade da estrutura.

### 5.5.3 Ordem de urgência para reparos

Com base no risco à segurança e na probabilidade de agravamento rápido, recomenda-se a ordem de intervenção apresentada no Quadro 4.

Quadro 3 - Quadro de priorização de reparos – Gravidade e urgência.

Ordem	Obra	Falha	Gravidade	Urgência
1	B	Pilar com perda parcial de cobrimento	Alto	Imediata
2	A	Pilar com tubulação incorporada sem compatibilização	Alto	Imediata
3	C	Pilar com falha de fôrma, desforma e cura	Alto	Alta
4	A	Viga com falha no adensamento	Médio	Alta
5	C	Viga com falha no adensamento	Médio	Alta
6	A	Interface pilar–alvenaria sem tratamento	Médio	Média
7	B	Pilar mal-acabado e mal integrado à alvenaria	Médio	Média
8	C	Verga mal executada	Médio	Baixa
9	A	Alvenaria mal assentada	Baixo	Baixa

Fonte: Autoria própria.

### 5.5.4 Potencial para manifestações patológicas graves

A obra B tem maior potencial de manifestações graves a curto prazo, especialmente corrosão das armaduras e perda de capacidade resistente. A obra A apresenta risco relevante a médio prazo, caso as falhas estruturais não sejam corrigidas. A obra C tem risco mais

relacionado à durabilidade e ao surgimento de fissuras generalizadas, com evolução mais lenta.

#### *5.5.5 Conclusão da análise*

Embora a obra A tenha mais falhas em número absoluto, a obra B apresenta as ocorrências de maior gravidade e urgência, seguidas de perto por pontos críticos da obra A e C. A priorização de reparos deve considerar não apenas a quantidade, mas principalmente o risco de comprometimento estrutural e a velocidade com que o problema pode se agravar.

## 6 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho evidenciou que, embora não tenham sido observadas manifestações patológicas já instaladas nas edificações avaliadas, foram identificadas falhas significativas tanto na execução quanto na compatibilização dos projetos arquitetônico, estrutural e complementares. Essas deficiências, se não corrigidas de forma tempestiva e adequada, representam um potencial elevado para o surgimento de manifestações patológicas, afetando diretamente o desempenho, a durabilidade e a segurança da estrutura.

As incompatibilidades detectadas entre os diferentes projetos resultaram em ajustes improvisados durante a execução, comprometendo a conformidade técnica e aumentando o risco de infiltrações, fissurações, sobrecargas localizadas e degradação acelerada dos elementos construtivos. Tais erros, somados à ausência de fiscalização efetiva e ao uso de procedimentos construtivos inadequados, poderão, a médio e longo prazo, reduzir significativamente a vida útil da edificação e gerar custos expressivos com intervenções corretivas. É importante ressaltar que, quanto mais avançado o processo de deterioração, maiores serão os investimentos necessários para a recuperação, podendo superar em múltiplos o valor que seria gasto em medidas preventivas e corretivas imediatas.

Os resultados obtidos reforçam a importância de uma abordagem integrada e preventiva na gestão de obras, contemplando desde a fase de concepção até a execução e manutenção. Um processo rigoroso de compatibilização de projetos, realizado antes do início da obra, associado à qualificação da mão de obra, à fiscalização constante e ao cumprimento estrito das normas técnicas, constitui estratégia indispensável para eliminar conflitos construtivos e evitar soluções improvisadas que comprometem o desempenho da estrutura.

Dessa forma, conclui-se que a prevenção não apenas minimiza o risco de manifestações patológicas, mas também representa a alternativa mais viável economicamente. Corrigir as falhas identificadas ainda na fase inicial é fundamental para evitar que o custo de futuras intervenções seja amplificado, garantindo edificações mais seguras, duráveis e com manutenção financeiramente sustentável ao longo de toda a sua vida útil.

Por fim, recomenda-se o desenvolvimento de estudos comparativos entre os custos totais de edificações executadas sem falhas e aquelas que apresentam erros de execução e incompatibilidades de projeto. Para tornar a análise mais robusta e aplicável, sugere-se a realização de um estudo de caso real, envolvendo o levantamento de dados de obras concluídas com e sem falhas construtivas, contemplando custos de execução, manutenção e eventuais

reparos ao longo dos anos. Tal abordagem permitiria quantificar com precisão o impacto financeiro das falhas, demonstrando de forma prática que investimentos em planejamento, compatibilização e controle de qualidade representam economia significativa e aumento da vida útil das edificações.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Amin Ali Bucar; SILVA, Paloma Noronha da; MOREIRA, Karla Cristina Bentes. Estudo comparativo de manifestações patológicas em estruturas de aço e concreto armado. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Uberlândia (MG), v. 11, n. 1, 30 out. 2024. DOI: <https://doi.org/10.61164/rmm.v11i1.3003>. Acesso em: 25 jul. 2025

ARALDI, Paulo. **Influência de diferentes condições de temperatura de cura na resistência à compressão do concreto**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28754/1/temperaturaresistenciacompressaocncreto.pdf> Acesso em: 25 jul. 2025

ARAÚJO, Francisco Humberto Tavares de. **Controle e qualidade no recebimento do concreto usinado: estudo de caso piscina da obra in mare areia dourada, Cabedelo-PB**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/16130/1/PDF-%20Francisco%20Humberl%C3%A2nio%20Tavares%20de%20Ara%C3%BAjo.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655** – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2022. Acesso em: 10 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**– Execução de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2023. Acesso em: 10 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2024. Acesso em: 15 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023. Acesso em: 15 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-1**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos – Parte 1: Diretrizes e terminologia. Rio de Janeiro, 2017. Acesso em: 10 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015. Acesso em: 12 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15696**: Bombas de concreto — Requisitos de segurança. Rio de Janeiro, 2009. Acesso em: 12 jun. 2025.

BASTOS, Paulo Sérgio. **Ancoragem e emenda de barras de aço da armadura**. 2024. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto2/Ancoragem.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2025.

BATISTA, Caio Cezar Pereira. **Estudo das manifestações patológicas e técnicas de reparos em reservatórios de concreto armado**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/1890/1/TCC%20Caio%20Cezar%20Pereira%20Batista.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

BERTI, João Vitor Meneguetti; SILVA JÚNIOR, Gean Pereira da; AKASAKI, Jorge Luís. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, Brasil, v. 12, n. 26, 2019. DOI: 10.17271/19843240122620192228. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap\\_brasil/article/view/2228](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2228). Acesso em: 25 jun. 2025

BOLINA, Fabrício Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

BORGES, Filipe Moraes; CARREIRO, Tarianne Tavares. **Métodos de dosagem usuais dos principais tipos de concreto**: uma revisão teórica. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017. Disponível em: <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/97a07ee8-89de-4ab6-8a7d-4e121beb208e/content>. Acesso em: 28 jul. 2025.

BORGES, Gabrielle Teixeira; COSTA, Matheus Rabelo; LEITE, Vitoria Souza; CORREA, Willian: Análise entre escoramento metálico e escoramento em madeira na construção civil. *In: 1º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma*. 2019; 675-693. Anais [...]. Disponível em: <https://finom.edu.br/assets/uploads/cursos/tcc/202104131204324.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2025.

BORGES, Layane Baêta da Silva. **Recuperação de estruturas de concreto armado: estudo de caso de recomposição de vigas e pilares de equipamento na Mina de Vargem Grande**. 2023. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/57937/1/Monografia%20final%20para%20o%20site.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2025.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo**. 10. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2019. 544 p.

CAMBRAIA, Matheus Nunes. **Avaliação dos métodos de cura e seu impacto na resistência do concreto armado**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30919/1/TCC%20-%20Matheus%20N.%20Cambraia%2010-10-17.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2025.

TCATCH, Renata Kister; CARELLI, Jackson Antônio. Avaliação da influência da altura de lançamento do concreto na sua resistência à compressão. **Revista APEUJ**, 8(1), 1–16. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuj/article/view/12990> . Acesso em: 05 ago. 2025.

COSTA, Marcelle Fernandes Da; ANTUNES, Daniela Berkes; SANTOS, Amaro Francisco Codá Dos. Recuperação de estruturas de concreto com corrosão: estudo de caso em pilares de um prédio em Icarai – Niterói/RJ. **Revista Obras Civis**, v. 5, n. 1, p. 22–35, 2020. DOI: 10.15202/25254146.2020v5n1p22. Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/obrascivis/article/view/3652>. Acesso em: 05 ago. 2025.

CUNHA, João Paulo de Tarso; BISPOS, Kaio Farias os Santos; LEITE, Roberta Oliveira; FERRAZ, Salatiel Brito. Sistema comparativo na construção civil entre alvenaria estrutural e concreto armado. **Revista FT**, v. 29, n. 140, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/sistema-comparativo-na-construcao-civil-entre-alvenaria-estrutural-e-concreto-armado/> . Acesso em: 03 ago. 2025.

DAMACENO, Heberton Linhares. **Avaliação da influência do acabamento superficial na absorção de água e porosidade do concreto**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/1784/1/TCC%20Heberton%20Linhares%20Damaceno.pdf> . Acesso em: 12 jun. 2025.

DAUDT, Júlio. A cura do concreto: o que é e como realizar? Blog Bernardo Tutikian, 10 abr. 2023. Disponível em: <https://bernardotutikian.com.br/a-cura-do-concreto-o-que-e-e-como-realizar/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

DIAS, Alan Rafael Oliveira. **Análise da qualidade do concreto moldado in loco em obras da cidade de Cajazeiras-PB**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/1423/1/TCC%20-%20Alan%20Rafael%20Oliveira%20Dias.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

DUARTE, Hiago Simões; BARBOSA, Melissa; FARIAS, Bruno Matos De. **Fissuras em estruturas de concreto armado: estudo de caso**. Epitaya E Books, v. 1, n. 6, p. 41–91, jul. 2021. Publicado em: 30 jul. 2021. DOI: 10.47879/ed.ep.2021250p41. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/192>. Acesso em: 13 maio 2025.

DUTRA, Adriane Cristine Da Silva; SILVA, Mirian Kelly Oliveira. **Controle tecnológico de execução da concretagem: dos serviços preliminares ao lançamento e adensamento do concreto**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Tecnológico de Caratinga (Rede Doctum), Caratinga, MG. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/617>. Acesso em: 28 jun. 2025

FRAINER, Juliana. **Metodologia científica**. Indaial: UNIASSELVI, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

HURTADO, Felipe Cabrera. **Análise das principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: fissuras, corrosão e carbonatação, com foco em prevenção e manutenção**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2025. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/3fd70a4a-5947-4593-961c-ae94bebcd2c8>. Acesso em: 18 maio 2025.

INFRAESTRUTURA significa melhorar a vida das pessoas, diz presidente da CBIC em lançamento do PAC Seleções. **CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO-CBIC**. 2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/infraestrutura-significa-melhorar-a-vida-das-pessoas-diz-presidente-da-cbic-em-lancamento-do-pac-selecoes/>. Acesso em: 23 jul. 2025.

FALHAS estruturais em apartamento novo: veja como identificar, denunciar e pedir reparo. 2025. **JORNAL DA PARAÍBA**. Disponível em: <https://jornaldaparaiba.com.br/cotidiano/falhas-estruturais-em-apartamento-novo-veja-como-identificar-denunciar-e-pedir-reparo>. Acesso em: 01 ago. 2025.

MAGALHÃES, Luana Pereira; FIGUEIREDO, Vitor Canabrava Rodrigues. **Elaboração de diagnósticos patológicos em estruturas de concreto**. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2021. 195 p.

MAZUCATO, Thiago; ZAMBELLO, Aline Vanessa; SOARES, Alessandra Guimarães; TAUIL, Carlos Eduardo; DONZELLI, Cleivaldo Aparecido; FONTANA, Felipe; CHOTOLLI, Wesley Piante. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. 1. ed. Penápolis: FUNEPE, 2018. Disponível em: <https://saude.ufpr.br/epmufpr/wp-content/uploads/sites/42/2020/10/metodologia-pesquisa-trabalho-cientifico.pdf>. Acesso em: 13 maio 2025.

MEIRA, Gibson Rocha. **Corrosão de armaduras em estruturas de concreto: fundamentos, diagnóstico e prevenção**. 2017.

MENEZES, Afonso Henrique Novaes; DUARTE, Francisco Ricardo; CARVALHO, Luis Osete Ribeiro; SOUZA, Tito Eugênio Santos. **Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância**. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2019. 84 p.

NADALINI, Ana Carolina Valério.; BISPO, Adrielle de Oliveira. Patologia em estruturas de concreto armado em ambiente marítimo. *In*: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO E PERÍCIA**, Foz do Iguaçu, v. 19, p. 1-26, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibape-nacional.com.br/wp-content/uploads/2017/08/028.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2025.

NASCIMENTO, Filipe Lima Leite. **Patologia em estruturas de concreto armado: estudo e análise das manifestações**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade da Região Metropolitana de Salvador (UNIME), Salvador, BA. Disponível em:

[https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/58010/1/FILIPE\\_LIMA.pdf](https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/58010/1/FILIPE_LIMA.pdf)  
Acesso em: 8 ago. 2025.

ROCHA NETO, João Miguel; BESSA, Carlos Vinicius Damaceno. **Análises das origens de possíveis manifestações patológicas a partir de falhas construtivas: estudo de caso na cidade de Caraúbas/RN.** 2019. Trabalho de Conclusão de – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/0ac34bac-252b-429e-a80c-2d99f0131284/content>. Acesso em: 8 ago. 2025.

OLIVEIRA, Gustavo Martis Valamiel de; CALDEIRA, Pedro Henrique Araújo; SILVA Júnior, Ladir Antônio da; VIERA, Andiará de Carvalho. Análise de fissuras em alvenaria de vedação – Estudo de caso: UEMG – Unidade de João Monlevade. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 12, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662203039/560662203039.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

OLIVEIRA, Heloíse Gomes de. **Uma discussão sobre a corrosão do aço induzida por íons cloreto e carbonatação em estruturas de concreto armado.** 2019. Trabalho de Conclusão de – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: [https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12221/2/LD\\_COEMA\\_2019\\_2\\_9.pdf](https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12221/2/LD_COEMA_2019_2_9.pdf). Acesso em: 07 ago. 2025.

ESTUDO revela que mais de 11 mil pontes no Brasil correm risco de acidentes graves. **PORTALTELA** 4 mar. 2025. Disponível em: <https://www.portaltela.com/noticias/acidentes/2025/03/04/estudo-revela-que-mais-de-11-mil-pontes-no-brasil-correm-risco-de-acidentes-graves>. Acesso em: 01 ago. 2025.

SALGADO, Antônio Eugênio Barcelos Viana; NASCIMENTO, Carlos Fernando Gomes; NASCIMENTO, Nicole Pâmela da Silva; SANTOS, Manuéli Suêni da Costa; SOUZA, Dandara Vitória Santana; MONTEIRO, Eliana Cristina Barreto. Projeto e avaliação de sistema de fôrmas em edificações: prevenção de manifestações patológicas. **Revista Construção e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 45-58, 2018. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/2526-7248.018>. Acesso em: 5 ago. 2025.

SALIBA, Geovana Chaves Lisboa; CARVALHO JÚNIOR, Antônio Neves de. Estudos das manifestações patológicas encontradas em edifícios de Belo Horizonte e Nova Lima com até 30 anos de idade. *In*: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO E PERÍCIA**, Salvador, v. 20, p. 01-21, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibape-nacional.com.br/wp-content/uploads/2020/02/PE-16-Estudos-das-Manifesta%03%a7%03%b5es-Patol%03%b3gicas-Encontradas-em-Edif%03%adcios.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SANTIAGO, George. Patologia nas estruturas em concreto armado: principais causas da corrosão do aço estrutural e seus efeitos à estabilidade de uma estrutura de concreto armado. **Revista Obras Civis**, v. 10, n. 1, 2022. Publicado em 10 jan. 2023. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/obrascivis/article/view/3652>. Acesso em: 30 jul. 2025.

SILVA, Adriano Nunes da; SILVA, Carlos Alberto da. Patologias, corrosão e esfolamento em estruturas de concreto armado. *In: XXI Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP*, Ribeirão Preto, SP, 2018. Anais [...]. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/6334-pathologies-corrosion-and-spalling-in-reinforced-concrete-structures/file>. Acesso em: 30 jun. 2025.

SANTOS, Cleyton Roberto Bezerra dos; SILVA, Dione Luiza da; NASCIMENTO, Ismaylly Michel Silva do. Incidência de manifestações patológicas em edificações residenciais na Região Metropolitana do Recife (RMR). *Revista de engenharia e pesquisa aplicada*, v. 2, n. 3, 2017. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/690>. Acesso em: 28 jun. 2025.

SANTOS, Liane Ferreira dos; REAL, Lígia Vitória; LOPES, Karina Leonetti. **Materiais de construção civil II**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 208 p.

SANTOS, Luiz Cláudio Pinheiro dos. **Metodologia de adensamento em obras correntes**. Rio de Janeiro, 2021. Artigo científico apresentado como requisito para obtenção do título de Especialista em Concreto Armado. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/98472008/artigo-cientifico-metodologia-de-adensamento-em-obras-correntes>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SANTOS, Manuelli Gonçalves dos; SOUSA, Amanda Carvalho de; FARIAS, Ewerton Douglas Alves. Manifestações patológicas decorrentes da má utilização da fôrma de madeira na Região Metropolitana do Recife. *In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES*, 3., 2018, Londrina. Anais [...]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2018. p. 1–11. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324906927>.

SANTOS, Thaiana Batista Montalvão dos; SACRAMENTO, Laio Andrade; MARINHO, Felipe José Estrela. Análise de impactos gerados diante da falta de compatibilização de projetos. *Revista FT*, v. 28, n. 135, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11581245>. Disponível em: <https://revistaft.com.br/analise-de-impactos-gerados-diante-da-falta-de-compatibilizacao-de-projetos/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SILVA, Ademir Souza da. **Estrutura de concreto armado e sua aplicabilidade, patologias e erros na execução e na concretagem de pilares e vigas: uma revisão de literatura**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Centro Universitário Regional do Brasil, Arapiraca, 2021. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/651619629/CONCRETO-ARMADO>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SILVA, Alex Armando Da. **Análise do controle tecnológico do concreto em obras de pequeno porte no município de Pau dos Ferros/RN**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/902ecac6-1992-41bf-9399-402d2723b6a7/content>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SILVA, Érick Guckert da; SPERBER, Anderson; SILVEIRA, Fábio Feistauer Silveira; SILVA, Luiz Felipe Vieira da; SILVEIRA, Leonardo de Moraes Silveira; MEDEIROS, Carolina Rocha de; KIRKHOFF, Wellington Fernando; SANTOS, Bernardo Sousa dos; ELY, Carlos Eduardo; MAFRA, Ricardo Moacyr. Fissuras, trincas e rachaduras em estruturas de concreto armado e

alvenaria convencional: um estudo sobre seu mecanismo de formação e processo para correção. **Revista UNICREA**, Joinville, v. 1, n. 1, p. 199–217, 2023. Disponível em: <https://revistaunicrea.crea-sc.org.br/index.php/revistaunicrea/article/view/11>. Acesso em: 29 jul. 2025.

## APÊNCIDE A - CHECKLIST

 <p style="text-align: center;"> <b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARAÍBA</b>          Campus Cajazeiras       </p>		
<b>DADOS GERAIS</b>		
Nome da obra:		
Tipo da obra: ( ) Pública ( ) Privada ( ) Comercial ( ) Residencial		
Endereço:		
Responsável técnico:		
Data da inspeção: / /		
<b>PROJETOS E DOCUMENTAÇÃO</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Projeto arquitetônico		
Projeto estrutural		
Projetos complementares (elétrico/hidrossanitário)		
Compatibilização prévia entre projetos realizada		
<b>CONCRETAGEM</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Controle tecnológico do concreto (abatimento, resistência) registrado		
Altura de lançamento adequada (< 2 m)		
Adensamento adequado (sem segregação, sem vazios)		
Concretagem sem interrupções prolongadas		
<b>FÔRMAS E ESCORAMENTO</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Fôrmas em bom estado e bem vedadas		
Uso de desmoldante adequado		
Escoramento nivelado e estável		
Respeito ao prazo de desforma conforme NBR 14931		

<b>ARMADURAS</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Posicionamento correto conforme projeto		
Espaçamento entre barras e cobrimento conforme NBR 6118		
Armaduras limpas, livres de corrosão antes da concretagem		
<b>ACABAMENTO E CURA</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Superfícies lisas e bem preenchidas (sem ninhos de concretagem)		
Cura realizada conforme NBR 5738		
Bordas, quinas e arestas bem definidas		
<b>LIGAÇÕES ESTRUTURAIS</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Interface pilar-alvenaria com ponte de aderência ou tela de amarração		
Alinhamento e nivelamento adequados nas ligações		
<b>MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS INICIAIS IDENTIFICADAS</b>		
Parâmetro	Condição observada	Atende? (Sim/Não)
Presença de fissuras/trincas		
Sinais de infiltração ou eflorescência		
Perda de cobrimento ou armadura exposta		
<b>INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b>		